De: Melina Caldas Cabrera
Enviado el: jueves, 27 de enero de 2022 15:41
Para: Arlé Quispe Villafuerte; Ruth Eliana Castillo Mar; Claudia Beatriz Cornejo Amezaga; Ray Carlos Junior Vega Lugo
CC: Ricardo Quesada Oré
Asunto: RV: Revisión Extraordinaria de las Tarifas Máximas de los Servicios Aeroportuarios.
Datos adjuntos: OFICIO GG.073.2022.O-6.pdf; 2022002087_ANX_RESOLUCION_00002-2022-CD-OSITRAN.pdf; 2022002087_OFICIO_00006-2022-SCD-OSITRAN.pdf; ANEXO 1 GCAP.0028.2022.pdf; ANEXO 2 GCAP.0028.2022.pdf

Marca de seguimiento: Seguimiento
Estado de marca: Marcado

Estimados,

Reenvío comentarios de Corpac a nuestra Propuesta de Revisión Extraordinaria de las Tarifas Máximas de los Servicios Aeroportuarios.

Saludos,

Melina Caldas Cabrera
Jefe de Regulación
Gerencia de Regulación y Estudios Económicos - Ositrán
Calle Los Negocios N° 182, Surquillo. Lima - Perú

Síguenos en:

De: Betty Samanda Pozo Cruz <bpozo@ositran.gob.pe>
Enviado el: jueves, 27 de enero de 2022 14:18
Para: Melina Caldas Cabrera <mcaldas@ositran.gob.pe>
CC: Rosario Bazalar Huamán <rbazalar@ositran.gob.pe>
Asunto: RV: Revisión Extraordinaria de las Tarifas Máximas de los Servicios Aeroportuarios.

Buenas tardes,
Estimada Melina se reenvía correo para conocimiento y fines.

Saludos.

De: Reynoso Pebe, Maria Isabel <mreynoso@corpac.gob.pe>
Enviado el: jueves, 27 de enero de 2022 12:26
Para: Info OSITRAN <info@ositran.gob.pe>
CC: Saenz Molina, Jessica Editta <jsaenz@corpac.gob.pe>; ELVIS GARCIA <EGARCIA@CORPAC.GOB.PE>; Maradiegue Tuesta, Rocio <rmaradiegue@corpac.gob.pe>; VMORANTE <VMORANTE@CORPAC.GOB.PE>; Cordova Ramirez, Maritza

<macordova@corpac.gob.pe>
Asunto: Revisión Extraordinaria de las Tarifas Máximas de los Servicios Aeroportuarios.

Señores
Ricardo Quesada Oré
Gerente de Regulación y Estudios Económicos Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público
OSITRAN.

Ref: OFICIO N° GG.073.2022.O-6

Me dirijo a usted por encargo del Gerente General (e) de CORPAC S.A , ingeniero Juan Salomón Flores Carcahusto, para saludar y remitir la siguiente información adjunta, en atención a vuestro Oficio Nº 0006-2022-SCD-Ositran:

- Oficio GG.073.2022.O-6
- ANX_RESOLUCION_00002-2022-CD-OSITRAN
- OFICIO_00006-2022-SCD-OSITRAN
- ANEXO 1 GCAP.0028.2022
- ANEXO 2 GCAP.0028.2022

Asimismo, los siguientes archivos se encuentran en el siguiente enlace:
https://drive.google.com/drive/folders/1FJeBIdoydgPhmCP886HX1IEi61lkOYca

- 1._RAP_107_NE_rev001_completa
- 2._RD_656-2019-MTC-12_original
- Decreto_Legislativo_99
- Documento_9137_de_OACI_Manual_Reduccion_del_Peligro_Aviari
- Ley 28404
- Manual de Diseño de Aerodromos
- Texto de Regulación Volumen I - Diseño y Operaciones de Aeródromos

Atentamente

Firmado Digitalmente por: JUAN SALOMÓN FLORES CARCAHUSTO
Motivo: SUSCRIPTOR
Fecha: 27/01/2022 10:54:56

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

MTC/CORPAC S.A.
GG. 073 .2022.O/6

Callao, enero del 2022

Señor
Ricardo Quesada Oré
Gerente de Regulación y Estudios Económicos
Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte
de Uso Público – OSITRAN.
Presente.-

Asunto: Revisión Extraordinaria de las Tarifas Máximas de los Servicios Aeroportuarios

Referencia: Oficio Nº 0006-2022-SCD-Ositran Resolucion de Consejo Directivo Nº 0002-2022-CD-OSITRAN Artículo 4

De nuestra consideración:

Por el presente nos dirigimos a usted, en atención al documento de la referencia, mediante el cual nos remite información correspondiente a la revisión extraordinaria de las tarifas máximas de los servicios aeroportuarios expedido mediante Resolución N° 0002-2022-CD-OSITRAN.

De acuerdo con la Propuesta de la Revisión Extraordinaria de las Tarifas Máximas de los Servicios Aeroportuarios, remitimos los comentarios de CORPAC S.A. a los siguientes puntos:

Numeral 248. De esta manera, para la formulación de las tarifas, se está considerando en el flujo de caja las proyecciones de gasto de personal para los años 2021 y 2022 que han sido ajustadas por Corpac y remitidas mediante correo electrónico de fecha 22 de diciembre de 2021, las cuales se encuentran sustentadas en los presupuestos aprobados por FONAFE.51 Para los años 2023 y 2024, en la medida que las proyecciones realizadas por Corpac no cuentan con la aprobación del Directorio de FONAFE, se han estimado estos gastos considerando la misma tasa de 2% anual -crecimiento vegetativo empleada para los demás rubros de gastos operativos.

Respuesta de CORPAC S.A

Es preciso comentar que FONAFE establece de carácter anual la aprobación del presupuesto de Gastos de Personal para las empresas del Holding, motivo por el cual no se contaría con aprobación expresa para las proyecciones previstas de los periodos 2023 – 2024; sin embargo, dichas proyecciones se sustentan bajo los siguientes argumentos.

Sustento de las nuevas necesidades del personal de seguridad y bomberos en los aeropuertos a cargo de CORPAC S.A.

La Corporación tiene responsabilidad de operador de aeródromo en quince (15) sedes aeroportuarias, incluyendo el aeropuerto internacional de Cusco, ante ese hecho, somos responsables de servicios directos de la Corporación y que no pueden ser tercerizados por normativa nacional: Ley de Seguridad de la Aviación Civil No. 28404 y su Reglamento para el caso de los Oficiales de Seguridad Aeroportuaria y Regulación Aeronáutica del Perú 314 para el caso de los Bomberos de Aeródromo, el número de personal mínimo por sede y por turno son:

➢ OFICIALES DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA: Los oficiales requeridos por sede son SIETE (07) por turno y se sustentan en la siguiente distribución:

- ➢ Inspección de ingreso a zona estéril 04
- ➢ Ingreso a Plataforma 01
- ➢ Ingreso a Dependencia ATS 01
- ➢ Descansero 01

➢ BOMBEROS DE AERÓDROMO
Los bomberos de aeródromo requeridos por sede son SEIS (06) y se sustentan en la siguiente distribución:

- ➢ Bombero para extinción del incendio 02
- ➢ Bombero para rescate de personas 02
- ➢ Bombero para manejo del vehículo y operación de computadoras. 01 ➢ Bombero descansero 01

Adjuntamos como Anexo 02 la relación de aeropuertos y las necesidades de personal de estas especialidades planteadas para el 2022.

Los servicios aeroportuarios de Oficiales de Seguridad de la Aviación Civil (OSA) y Bomberos de Aeródromo (SEI) a nivel nacional están adoleciendo de falta de personal de acuerdo con los requerimientos sustentados por el Área de Seguridad desde el año 2017, situación que se ha visto agravada con la pandemia por COVID 19 y la restricción al trabajo presencial del grupo de riesgo ante el citado virus.

Dado que las operaciones aéreas también se vieron afectadas, la situación inicialmente pudo ser sostenida con el reordenamiento de horarios y destaques o comisiones de personal; sin embargo, a la fecha el número de vuelos se viene incrementando y el grupo de personal de riesgo no puede volver al trabajo presencial por ser altamente vulnerables.

Los servicios aeroportuarios deben contar con la dotación mínima de este personal

PERSONAL REQUERIDO EN AEROPUERTOS CON SERVICIOS IMPLEMENTADOS.

La relación presenta sólo los aeropuertos administrados por CORPAC S.A. que precisan con urgencia incremento de personal, por cuanto las operaciones aéreas regulares así lo exigen:

1. PERSONAL DE OFICIALES DE SEGURIDAD Y BOMBEROS DE AERÓDROMO REQUERIDO EN AEROPUERTOS CON SERVICIOS IMPLEMENTADOS

SEDE	SERVICIO		OFICIALES DE SEGURIDAD AEROPORTUARIOS			BOMBEROS DE AERODROMO		
	FRECUENCIA	HORAS	REQUERIDO 2022	ACTUAL	FALTANTE	REQUERIDO	ACTUAL	FALTANTE
ANDAHUAYLAS	LU - DO	08	7	4	3	6	5	1
ATALAYA	LU - DO	08	7	5	5	5	4	1
CHIMBOTE	LU – SA	08	7	2	5	5	4	1
CUSCO	LU – DO	18	58	26	32	42	15	27
HUANUCO	LU – DO	08	7	4	3	6	6	0
ILO	LU – SA	08	7	1	6	6	4	2
JAEN	LU – DO	08	7	5	2	6	6	0
JAUJA	LU – DO	12	11	6	5	10	7	3
JUANJUI	LU – SA	08	7	1	6	6	3	3
MAZAMARI	LU – SA	08	7	2	5	6	3	3
MOQUEGUA	LU – SA	08	7	1	6	6	2	4
NAZCA	LU – DO	12	11	2	9	10	5	5
RIOJA	LU – SA	08	7	2	5	6	5	1
TINGO MARIA	LU – DO	08	7	4	3	6	5	1
YURIMAGUAS	LU - DO	12	11	5	6	10	5	5
			168	**67**	**101**	**137**	**76**	**61**

Nota 1. En el Aeropuerto del Cusco se ha considerado más ubicaciones para Oficiales por ser un aeropuerto internacional con gran movimiento de pasajeros que trabaja 18 horas; además la RAP 107 exige la presencia de un supervisor por turno.

Nota 2. En los aeropuertos de Jauja, Nazca y Yurimaguas se ha considerado el doble de contingente de Oficiales requerido por laborar 12 horas diarias a fin de evitar el alto número de horas de sobretiempo que la corporación viene asumiendo.

Nota 3. En el Aeropuerto del Cusco se ha considerado más ubicaciones de bomberos por ser un aeropuerto internacional con gran movimiento de pasajeros que trabaja 18 horas y el personal viene realizando horas de sobretiempo para cubrir el servicio, lo que podría afectar el desempeño en caso de incendio por cansancio del personal.

Nota 4. En los Aeropuertos de Jauja, Nazca y Yurimaguas se ha considerado el doble del contingente de bomberos mínimo requerido por laborar 12 horas diarias, a fin de evitar el alto número de horas de sobretiempo que la corporación viene asumiendo.

Los puestos requeridos se sustentan en la siguiente distribución:

IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS EN AEROPUERTOS CON VUELOS SUBSIDIADOS POR EL MTC – NO REGULARES.

Para la implementación de estos servicios en nuevas sedes donde el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha considerado operar, la Corporación requiere ampliar la contratación directa de personal que cumple las funciones de Oficiales de Seguridad de la Aviación Civil (AVSEC) y Bomberos Aeronáuticos (SEI), dado que su relación contractual con el Operador Aeroportuario (CORPAC S.A.) está establecido en la Ley de Seguridad de la Aviación Civil No. 28404 y la Regulación Aeronáutica del Perú 314 Volumen I, respectivamente. Los costos de estas contrataciones deberá determinarlas la Gerencia de Gestión del Talento Humano. Nuestra necesidad de personal se muestra en el siguiente cuadro:

SEDE	OFICIALES DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA			BOMBEROS DE AERÓDROMO		
	REQUERIDO	ACTUAL	FALTANTE	REQUERIDO	ACTUAL	FALTANTE
Breu	4	0	4	5	0	5
Caballococha	4	0	4	5	0	5
El Estrecho	4	0	4	5	0	5
Puerto Esperanza	4	0	4	5	0	5
Rodríguez de Mendoza	4	0	4	5	0	5
		TOTAL	20		TOTAL	25

Los servicios de seguridad de la Aviación Civil a nivel mundial laboran bajo la condición de personal OPERATIVO, en el caso de la Seguridad de la Aviación Civil (AVSEC) este personal de acuerdo al Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil labora en cumplimiento a Procedimientos Operacionales Normalizados (PON) los que responden a lineamientos, directivas y recomendaciones internacionales a través de la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI): Anexo 17; Anexo 9, Doc. 9137 y Doc. 8973 entre otros y normativa específica nacional: Ley 28404 “Ley de Seguridad de la Aviación Civil”, Regulaciones Aeronáuticas del Perú (107 – 119 – 314), Normas Técnicas Complementarias y otras relevantes.

En ese sentido, OSITRAN no puede desconocer los gastos de personal proyectados para el periodo 2023 y 2024 en razón a los argumentos expuestos en cumplimiento de las regulaciones aeronáuticas del PERÚ. Reiteramos que FONAFE solo aprueba los presupuestos en forma anual de acuerdo a su normativa, por el contrario, estarían poniendo en riesgo la operatividad de los Aeropuertos por la falta de dotación de dicho personal.

Información considerada en la propuesta de CORPAC S.A precisada en el numeral 165.

NECESIDADES ÁREA DE SEGURIDAD

Detalle	Categoría	Rem. Básica	Estimación de Fecha de Ingreso	N° Cantidad de Personal Proyectada		
				2022	2023	2024
Viene del Año Anterior					27	180
OFICIALES AVSEC	T4	S/1,950	oct-22	27	108	
BOMBEROS AERONÁUTICOS						
OFICIALES AVSEC - REQ. MTC	T4	S/1,950	Ene-23		45	
BOMBEROS AERONÁUTICOS - REQ. MTC						
N° TOTAL DE NECESIDADES GTA				**27**	**180**	**180**

VALORIZACIÓN

Detalle	Categoría	Rem. Básica	Estimación de Fecha de Ingreso	Importes Adicionales a los Gastos de Personal		
				2022	2023	2024
Viene del Año Anterior					**S/339,809**	**S/8,946,109**
OFICIALES AVSEC	T4	S/1,950	oct-22	**S/339,809**	**S/6,304,617**	
BOMBEROS AERONÁUTICOS						
OFICIALES AVSEC - REQ. MTC	T4	S/1,950	Ene-23		**S/2,301,683**	
BOMBEROS AERONÁUTICOS - REQ. MTC						
N° TOTAL DE NECESIDADES GTA				**S/339,809**	**S/8,946,109**	**S/8,946,109**

Con respecto al numeral VI.7.2 de inversiones proyectadas de vuestra propuesta a continuación comentamos lo siguiente:

Respuesta de CORPAC S.A

1. **Sustento del programa de inversiones en los aeropuertos a cargo de CORPAC S.A. precisando los beneficios y la normativa RAP.**

   Al respecto se indica que la normativa de las obras de inversiones de los aeropuertos a cargo de CORPAC S.A. son:

   En el caso de los cercos perimétricos
   - Ley de Seguridad de la Aviación Civil No. 28444.
   - RAP – 107.
   - Programa Nacional de Seguridad de la Aviación.
   - Programa de Seguridad de los aeropuertos.

   Las obras de intervención en los cercos perimétricos de los aeropuertos, son estrictamente necesarias, para evitar el ingreso inadvertido o premeditado de personas no autorizadas a las instalaciones y servicios terrestres indispensables para la seguridad de la aviación civil, o en zonas del aeródromo vedada al público, asi como también son de gran beneficio para impedir la entrada de fauna en el área de movimiento, que puedan llegar a constituir un peligro para las operaciones aéreas, teniendo como finalidad mantener os niveles aceptables a la seguridad operacional permitiendo el desarrollo normal de las operaciones aéreas en los aeropuertos.

   En el caso de las obras de edificaciones y Obras del DU.006-2018

   - Doc. 9137 “Manual de Servicios Aeroportuarios” - OACI
   - Doc. 9157 “Manual de Proyectos de Aeropuertos” – OACI

   Las obras de intervención en los Cuarteles del SEI, permitirán proveer al personal y a los vehículos del Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI), de instalaciones adecuadas que los protejan del frio y calor, para mantenerlos en estado óptimo, y poder hacer frente a los accidentes o incidentes de aviación que ocurran en el aeródromo o en sus cercanías, así como también su configuración geométrica y emplazamiento, que les permitan cumplir con los tiempos de respuesta previstos en la normativa vigente, todo esto con fines de mantener la continuidad de las operaciones aéreas en los aeropuertos.

   A pesar de que, se nos solicitó como sustento nuestras proyecciones de inversión para los años 2023 y 2024, el numeral 262 señala que de acuerdo con el Anexo II del RETA, para la formulación de las tarifas reguladas por costo de servicio se incluirán solo aquellos conceptos que estén incluidos en el Plan de Inversiones programadas o aprobadas (por ejemplo, inversiones viables o en ejecución).

   Al respecto, requeriríamos que el órgano supervisor se sirva considerar que las proyecciones de inversión presentadas el 2023 y 2024 obedecen a la necesidad de reposición y/o renovación de bienes y equipos necesarios para la operatividad aeroportuaria, los mismos que obedecen a las siguientes regulaciones:

   • EQUIPOS DE TERMINAL Documento 9957 “Manual de Facilitación” de la OACI, el mismo que está orientado al mejoramiento continuo de los procesos de control y procedimientos de los servicios que se brindan en el aeropuerto.

   • EQUIPOS DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA. La seguridad de la aviación civil requiere el apoyo de infraestructura y equipamiento acorde con normativas y recomendaciones internacionales que son acogidas por la normativa nacional para asegurar su funcionamiento y correcta operación por parte de sus responsables, en

protección de los usuarios en general. Las normas nacionales establecidas para este fin son:

➢ Ley de Seguridad de la Aviación Civil No. 28404 y su Reglamento
➢ Regulación Aeronáutica del Perú 107 - RAP 107
➢ Programa Nacional de Seguridad de la Aviación
➢ Programa de Seguridad de los aeropuertos

• EQUIPOS DE SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS (S.E.I.)
• CUARTELES S.E.I. (SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS)

El servicio de Salvamento y Extinción de Incendios es indispensable para el desarrollo de las operaciones aeronáuticas: la distribución de la Base S.E.I (Cuarteles) cumple recomendaciones internacionales para resguardo del equipo y albergue del personal de bomberos; los implementos a utilizar por los bomberos de aeródromo también cumplen normativas especiales para facilitar su accionar en caso de incidentes o accidentes en los aeropuertos en los que están asignados, todo esto regulado por:

➢ Regulación Aeronáutica del Perú 314 – RAP 314
➢ Plan de Emergencia de los Aeropuertos
➢ Documento 9137 “Manual de Servicios Aeroportuarios” – OACI
➢ Documento 9157 “Manual de Proyectos de Aeropuertos” - OACI

Las obras de intervención en los Cuarteles del SEI, permitirán proveer al personal y a los vehículos del Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI), de instalaciones adecuadas que los protejan del frio y calor, para mantenerlos en estado óptimo, y poder hacer frente a los accidentes o incidentes de aviación que ocurran en el aeródromo o en sus cercanías, así como también su configuración geométrica y emplazamiento, que les permitan cumplir con los tiempos de respuesta previstos en la normativa vigente, todo esto con fines de mantener la continuidad de las operaciones aéreas en los aeropuertos.

• CERCOS PERIMÉTRICOS Los cercos perimétricos son parte de la infraestructura aeroportuaria y cumplen diversas funciones importantes para la seguridad de las operaciones de aeronave: seguridad de las instalaciones, barrera para el ingreso de fauna silvestre y barrera para el ingreso de personas que puedan generar actos de interferencia ilícita a las operaciones de aeronave y/o aeroportuarias. Ante estas situaciones a enfrentar la Dirección General de Aeronáutica Civil ha sido específica con relación a la disposición y regulación de los cercos perimétricos. Normativa vigente

➢ Programa Nacional de Seguridad de la Aviación

Adjuntamos al presente como Anexo 01 la relación de inversiones proyectadas como gastos de capital para el ejercicio 2022, con el sustento normativo según su clasificación.

Con respecto al numeral VI.6.2. Mantenimiento de propuesta de OSITRAN que desconoce el programa de mantenimiento para el periodo 2023 al 2024 dado que no se encuentra aprobado por FONAFE.

Numeral 251. Al respecto, en línea con el criterio seguido en Ositrán (2017), solo se considerarán las proyecciones de costos que cuenten con la aprobación del Directorio del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado - FONAFE, conforme al marco legal vigente. Acorde con ello, mediante el Oficio N° 00186-2021-GRE-OSITRAN, se Directorio de FONAFE de los costos de mantenimiento incrementales considerados en su Propuesta Tarifaria.

Numeral 255. Para los años 2023 y 2024, en la medida que las proyecciones realizadas por Corpac no cuentan con la aprobación del Directorio de FONAFE, en línea con el criterio seguido en Ositrán (2017), no se consideran estos gastos incrementales. Sin perjuicio de ello, cabe destacar que se está considerando la proyección de los costos base teniendo en cuenta la misma tasa de 2% anual -crecimiento vegetativo- empleada para los demás rubros de gastos operativos.

Respuesta de CORPAC S.A

Sustento del programa de mantenimiento de los aeropuertos a cargo de CORPAC S.A precisando los beneficios y la normativa RAP.

Al respecto, se indican las normativas del programa de mantenimiento de los aeropuertos a CORPAC S.A. corresponde:

- Decreto Legislativo N° 99 "Ley de la Empresa Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial", en la cual en su artículo 2 "El Objeto Social de CORPAC S.A.", inciso a), establece que el objetivo de CORPAC es: "Operar, equipar y conservar aeropuertos comerciales al tránsito aéreo, incluyendo las dependencias, servicios, instalaciones y equipos requeridos por la técnica aeronáutica, de acuerdo con las normas internacionales reconocidas por el Estado Peruano y las disposiciones legales y reglamentarias referentes al funcionamiento de los aeropuertos y sus servicios;".

- ANEXO 14 – AERODROMOS de la OACI, en la cual, se recoge las normas y especificaciones sobre las características físicas, superficie limitadora de obstáculos, ayudas visuales, equipos e instalaciones etc, que deben contar los aeródromos, estableciendo en su artículo 10 "Mantenimiento de Aeródromos", 10.1 Generalidades, 10.1.1 "Recomendaciones", que: "En cada aeródromo debería establecerse un programa de mantenimiento, incluyendo cuando sea apropiado un programa de mantenimiento preventivo, para asegurar que las instalaciones se conserven en condiciones tales que no afecten desfavorablemente a la seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea"

Finalmente, es necesario indicar que la necesidad de realizar el mantenimiento de los pavimentos del área de movimiento de aeronaves, se sustenta por la necesidad de brindar un adecuado mantenimiento a la pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de aeronaves de los aeródromos a cargo de CORPAC S.A., las mismas que tienen como finalidad garantizar la seguridad y continuidad de las operaciones aéreas, de acuerdo a lo establecido en nuestro D.L. N° 99 y en las normas y métodos internacionales recomendados en el Anexo 14 de la OACI.

Se adjunta el enlace con los anexos mencionados:
https://drive.google.com/drive/folders/1FJeBIdoydgPhmCP886HX1IEi61lkOYca?usp=sharing

La sustentación de CORPAC S.A. para la revisión de tarifas considera los programas de mantenimiento 2021 al 2024 por tratarse de servicios y obras de cumplimiento periódico y obligatorio, sin embargo, OSITRAN en el numeral 251 señala: "(…) en línea con el criterio seguido en OSITRAN (2017), solo se considerarán las proyecciones de costos que cuenten con la aprobación del Directorio del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado – FONAFE (…)".

Consideramos necesario que OSITRAN por excepción evalúe nuestras propuestas de gastos en mantenimiento de la infraestructura por cuanto está vinculado directamente a la seguridad de las operaciones aéreas en los aeródromos: los servicios de mantenimiento de las áreas de movimiento1 son indispensables para la continuidad operativa de las sedes aeroportuarias.

El programa de mantenimiento para los años 2023 y 2024, debería ser adelantado por cuanto el número de obras se ha visto limitado a la asignación presupuestal y la capacidad operativa de nuestra unidad competente, dos puntos que están siendo gestionados para mejorar la oportunidad de ejecución de las obras pospuestas.

Al respecto, se indican las normativas del programa de mantenimiento de los aeropuertos a CORPAC S.A. corresponde:

• Decreto Legislativo N° 99 “Ley de la Empresa Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial”,

En su artículo 2 “El Objeto Social de CORPAC S.A.”, inciso a), establece que el objetivo de CORPAC es: “Operar, equipar y conservar aeropuertos comerciales al tránsito aéreo, incluyendo las dependencias, servicios, instalaciones y equipos requeridos por la técnica aeronáutica, de acuerdo con las normas internacionales reconocidas por el Estado Peruano y las disposiciones legales y reglamentarias referentes al funcionamiento de los aeropuertos y sus servicios”.

• ANEXO 14 – AERODROMOS de la OACI, en la cual, se recoge las normas y especificaciones sobre las características físicas, superficie limitadora de obstáculos, ayudas visuales, equipos e instalaciones etc, que deben contar los aeródromos, estableciendo en su artículo 10 “Mantenimiento de Aeródromos”, 10.1 Generalidades, 10.1.1 “Recomendaciones”, que: “En cada aeródromo debería establecerse un programa de mantenimiento, incluyendo cuando sea apropiado un programa de mantenimiento preventivo, para asegurar que las instalaciones se conserven en condiciones tales que no afecten desfavorablemente a la seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea”

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresar a usted las seguridades de mi especial consideración.

Atentamente,

Ing. JUAN SALOMON FLORES CARCAHUSTO
Gerente General (e)
CORPAC S.A.

INFORME GCAP.0028.2022

ANEXO 01
INVERSIONES 2022: AEROPORTUARIO

2.1 GASTOS DE CAPITAL NO LIGADOS A PROYECTOS	
2.1.1 EQUIPOS DE TERMINAL	
• Sistema integral de cobranzas TUUA	Documento 9957 “Manual de Facilitación” de OACI, orientado al mejoramiento continuo de los procesos de control y procedimientos de los servicios que se brindan en el aeropuerto.
• Butacas triples	
• Fajas transportadoras de equipajes	
• Teleindicadores de información de vuelo	
• Equipos diversos (Cusco)	
• Equipos diversos	
2.1.2 EQUIPOS DE SEGURIDAD	
• Máquinas de rayos X	Ley de Seguridad de la Aviación Civil No. 28404 Reglamento de la Ley RAP - 107 Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Programa de Seguridad de los aeropuertos
• Arcos detectores de metal	
• Equipos de comunicaciones	
• Casetas de vigilancia móviles	
• CCTV sedes no concesionadas, concesionados	
• Implementación CCO/COE y CCTV sede central, Cusco,	
• Equipos diversos	
2.1.3 EQUIPOS DE SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	
• Vehículos de SEI	RAP – 314 Plan de Emergencia de los aeropuertos
• Trajes de aproximación personal	
• Trajes de protección-mercancías peligrosas	
• Implementación de sistemas contra incendios	
• Equipos diversos	

ANEXO 01
INVERSIONES 2022: AEROPORTUARIO

2.1 GASTOS DE CAPITAL NO LIGADOS A PROYECTOS	
2.1.4 CERCOS PERIMÉTRICOS	
Construcción de Cercos en los Aeropuertos de • Nazca (2022), • Rodriguez de Mendoza (2023), • Saposoa (2023), • Tocache (2023), • Santa Rosa (2021,2022), • Jauja (2024) • Tingo María (2025)	Ley de Seguridad de la Aviación Civil No. 28404 Reglamento de la Ley RAP - 107 Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Programa de Seguridad de los aeropuertos
2.1.5 CUARTELES SEI	
Construcción del Cuartel SEI Aeropuertos: • Chimbote (2023) • Rioja (2023), • Nazca (2023) • Mazamari (2023), • Tocache (2023), • Jaén (2024) • Juanjuí (2024), • Saposoa (2025)	Doc. 9137 “Manual de Servicios Aeroportuarios” - OACI Doc. 9157 “Manual de Proyectos de Aeropuertos” - OACI
2.1.6 INVERSIONES CONVENIO DE COOPERACIÓN INSTITUCIONAL (DU-006-2018)	
• Inversiones Cusco (Convenio Cooperación Institucional CORPAC-MTC)	Doc. 9137 “Manual de Servicios Aeroportuarios” - OACI Doc. 9157 “Manual de Proyectos de Aeropuertos” - OACI
• Inversiones Ilo (Convenio Cooperación Institucional CORPAC-MTC)	
• Inversiones Moquegua (Convenio Cooperación Institucional CORPAC-MTC)	

INFORME GCAP.0028.2022

ANEXO 02
SUSTENTO DE LA NECESIDAD DE OFICIALES DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA Y BOMBEROS DE AERÓDROMO

1. PERSONAL DE OFICIALES DE SEGURIDAD Y BOMBEROS DE AERÓDROMO REQUERIDO EN AEROPUERTOS CON SERVICIOS IMPLEMENTADOS

SEDE	SERVICIO		OFICIALES DE SEGURIDAD AEROPORTUARIOS			BOMBEROS DE AERODROMO		
	FRECUENCIA	HORAS	REQUERIDO 2022	ACTUAL	FALTANTE	REQUERIDO	ACTUAL	FALTANTE
ANDAHUAYLAS	LU - DO	08	7	4	3	6	5	1
ATALAYA	LU - DO	08	7	5	5	5	4	1
CHIMBOTE	LU – SA	08	7	2	5	5	4	1
CUSCO	LU – DO	18	58	26	32	42	15	27
HUANUCO	LU – DO	08	7	4	3	6	6	0
ILO	LU – SA	08	7	1	6	6	4	2
JAEN	LU – DO	08	7	5	2	6	6	0
JAUJA	LU – DO	12	11	6	5	10	7	3
JUANJUI	LU – SA	08	7	1	6	6	3	3
MAZAMARI	LU – SA	08	7	2	5	6	3	3
MOQUEGUA	LU – SA	08	7	1	6	6	2	4
NAZCA	LU – DO	12	11	2	9	10	5	5
RIOJA	LU – SA	08	7	2	5	6	5	1
TINGO MARIA	LU – DO	08	7	4	3	6	5	1
YURIMAGUAS	LU - DO	12	11	5	6	10	5	5
			168	**67**	**101**	**137**	**76**	**61**

Nota 1. En el Aeropuerto del Cusco se ha considerado más ubicaciones para Oficiales por ser un aeropuerto internacional con gran movimiento de pasajeros que trabaja 18 horas; además la RAP 107 exige la presencia de un supervisor por turno.

Nota 2. En los aeropuertos de Jauja, Nazca y Yurimaguas se ha considerado el doble de contingente de Oficiales requerido por laborar 12 horas diarias a fin de evitar el alto número de horas de sobretiempo que la corporación viene asumiendo.

Nota 3. En el Aeropuerto del Cusco se ha considerado más ubicaciones de bomberos por ser un aeropuerto internacional con gran movimiento de pasajeros que trabaja 18 horas y el personal viene realizando horas de sobretiempo para cubrir el servicio, lo que podría afectar el desempeño en caso de incendio por cansancio del personal.

Nota 4. En los Aeropuertos de Jauja, Nazca y Yurimaguas se ha considerado el doble del contingente de bomberos mínimo requerido por laborar 12 horas diarias, a fin de evitar el alto número de horas de sobretiempo que la corporación viene asumiendo.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Dirección General de Aeronáutica Civil

Regulaciones Aeronáuticas del Perú

RAP 107

Medidas de Seguridad de la Aviación Civil (Aviation Security) para el Operador del Aeródromo y el Proveedor de Servicios de Tránsito Aéreo

Nueva Edición
Revisión 001

Referencia: Anexo 17 *de la OACI "Seguridad"*
(Enmienda 16)
Ley de Aeronáutica Civil Nº 27261 y su Reglamento

INDICE

CAPÍTULO A GENERALIDADES

107.001 Aplicación

107.005 Definiciones y abreviaturas

107.010 Notificación Electrónica

CAPÍTULO B PROGRAMA DE SEGURIDAD

107.100 Revisión de la RAP

107.105 Facultades de Supervisión

107.110 Programa de Seguridad

107.115 Contenido del Programa de Seguridad

107.120 Evaluación de Riesgo

107.125 Jefe de Seguridad del Aeródromo

107.130 Protección de Información Sensitiva

107.135 Tarjetas de Identificación

107.140 Deberes de los usuarios de una tarjeta de Identificación

107.145 Estudio de Seguridad

107.150 Criterios de selección

107.155 Verificación de Antecedentes

107.160 Reportes de Eventos

107.165 Notificación Voluntaria

107.170 Control de Seguridad Único

107.175 Proceso de certificación del control de seguridad único

107.180 Proceso de validación continua del control de seguridad único

CAPÍTULO C MEDIDAS DE SEGURIDAD

107.200 Parte pública

107.205 Barreras Físicas en la ZSR

107.210 Camino Perimetral

107.215 Puestos de Vigilancia

107.220 Control de Acceso a la ZSR

107.225 Protección de la ZSR

107.230 Diseño o modificación de las instalaciones del aeródromo

107.235 Instrucción

107.240 Sistema TIP

107.245 Computer Based Training (CBT) para Operador de Rayos X

107.250 Áreas comunes con Migraciones o SUNAT

107.255 Protección contra ciberataques

107.260 Iluminación de Seguridad

107.265 Inspección de las personas, artículos y vehículos que ingresan a la ZSR

107.270 Puesto de Inspección de Pasajeros

107.275 Ingreso de armas de fuego a la ZSR

107.280 Control de Calidad Interno

107.285 Comité de Seguridad del Aeropuerto

107.290 Mezcla de pasajeros

107.295 Respuesta a Situaciones de Contingencia.

107.299 Artículos Prohibidos en la ZSR del Aeropuerto

CAPÍTULO D CERTIFICACION DEL PERSONAL

107.300 Certificación del personal del aeropuerto

107.305 Certificación del personal del proveedor de servicios de tránsito aéreo

107.310 Proceso de Certificación

107.315 Proceso de Recertificación

107.320 Evaluaciones para la Recertificación

107.325 Períodos de ausencia

107.330 Suspensión del certificados

107.335 Revocación del Certificado

CAPÍTULO E EQUIPOS DE SEGURIDAD

107.400 Pórtico detector de metales

107.405 Prueba de Operatividad del Pórtico Detector de Metales

107.410 Reservado

107.415 Prueba de Operatividad del Equipo de Rayos X

107.420 Equipo Detector de Trazas de Explosivos

107.425 Sistemas de Detección de Intrusos

107.430 Sistema de Video Vigilancia (CCTV)

107.435 Almacenamiento de imágenes de rayos X

APENDICES

APENDICE 1 ARTÍCULOS PROHIBIDOS EN LA ZSR DEL AEROPUERTO

Capítulo A: Generalidades

107.001 Aplicación

La presente regulación establece los requisitos y las normas de seguridad de la aviación a ser cumplidas por parte del operador del aeródromo y del proveedor de servicios de tránsito aéreo.

107.005 Definiciones y abreviaturas

(a) Definiciones.

Las definiciones que figuran a continuación están relacionados al contenido de la presente regulación:

(1) ***Actos de interferencia ilícita***. - Actos, o tentativas, destinados a comprometer la seguridad de la aviación civil incluyendo, sin que esta lista sea exhaustiva, lo siguiente:

a. Apoderamiento ilícito de aeronaves,

b. Destrucción de una aeronave en servicio,

c. Toma de rehenes a bordo de aeronaves o en los aeródromos,

d. Intrusión por la fuerza a bordo de una aeronave, en un aeropuerto o en el recinto de una instalación aeronáutica,

e. Introducción a bordo de una aeronave o en un aeropuerto de armas o de artefactos (o sustancias) peligrosos destinados con fines criminales.

f. Uso de una aeronave en servicio con el propósito de causar la muerte, lesiones corporales graves o daños graves a los bienes o al medio ambiente,

g. Comunicación de información falsa que compromete la seguridad de una aeronave en vuelo, o en tierra, o la seguridad de los pasajeros, la tripulación, el personal de tierra y público en un aeropuerto o en el recinto de una instalación de aviación civil.

(2) ***Aeronave en servicio.*** - Una aeronave se encuentra en servicio desde que el personal en tierra, personal de mantenimiento o la tripulación comienza las operaciones previas a un determinado vuelo hasta veinticuatro horas después de cualquier aterrizaje; el período en servicio se prolongará en cualquier caso por todo el tiempo que la aeronave se encuentre en vuelo.

(3) ***Alerta de Bomba.*** - Estado de alerta implantado por las autoridades competentes para poner en marcha un plan de intervención destinado a contrarrestar las posibles consecuencias de una amenaza comunicada, anónima o de otro tipo, o el descubrimiento de un artefacto o de un objeto sospechoso en una aeronave, en un aeródromo o en una instalación de aviación civil.

(4) ***Área de Clasificación de Equipaje.*** - Espacio ubicado dentro de la zona de seguridad restringida en el que se clasifica el equipaje de acuerdo al vuelo luego de haber sido inspeccionado.

(5) ***Área de Descarga de Armas de Fuego.*** - Área ubicada dentro o fuera del terminal de pasajeros, cerrada con barreras físicas y no expuesta a la vista del público.

(6) ***Área de Desmantelamiento de Explosivos.*** - Área designada por el Operador del Aeródromo en coordinación con la PNP, destinada a la neutralización, desactivación y eliminación de un artefacto explosivo.

(7) ***Área de Movimiento.*** - Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

(8) ***Área de Maniobra.*** - Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, excluyendo la(s) plataforma(s).

(9) ***Arma de Fuego.*** - Dispositivo destinado a propulsar (disparar) uno o múltiples proyectiles con el fin de causar daño.

(10)***Arrendatario de Aeródromo.*** - Persona natural o jurídica que mantiene una relación comercial con el operador del aeródromo, a fin de arrendar un espacio físico para la comercialización de sus productos o servicios dentro de la zona pública o aeronáutica.

(11)***Artículos de Aprovisionamiento.*** - Alimentos, agua y bebidas destinados a ser consumidos por parte de los pasajeros y la tripulación, y también otros artículos tales como vajillas, utensilios, etc.

(12)***Artículos de servicios en vuelo.*** - Artículos destinados a ser utilizados por parte de los pasajeros durante el vuelo para fines de entretenimiento (Ej. Periódicos, revistas, videos, audífonos) o confort (Ej. Mantas, almohadas) o para la venta (Ej. Artículos de Duty Free).

(13)***Artículos Prohibidos.*** - Artículos que, en el contexto específico de la seguridad de la aviación, están definidos como aquellos artículos, artefactos o sustancias que pueden ser usados para cometer un acto de interferencia ilícita contra la aviación civil o que pueden poner en peligro la seguridad operacional de las aeronaves y sus ocupantes o de las instalaciones y el público, y en consecuencia están prohibidos de ser transportados en la cabina o bodega de la aeronave.

(14)***Auditoría de Seguridad.*** - Examen en profundidad del cumplimiento de todos los aspectos de la normativa aplicable de seguridad de la aviación.

(15)***Aviso de Bomba.*** - Amenaza comunicada, anónima o de otro tipo, real o falsa, que sugiere o indica que la seguridad de una aeronave en vuelo, o en tierra, o un aeródromo o una instalación de aviación civil, o una persona, puede estar en peligro debido a un explosivo u otro objeto o artefacto.

(16)***Carga.*** - Todos los bienes que se transporten en una aeronave, excepto el correo, los artículos de aprovisionamiento, artículos de servicio en vuelo y el equipaje de bodega y de mano.

(17)***Carga o correo de alto riesgo.*** - La carga o correo presentada para su transporte por vía aérea que cumpla, con uno de los siguientes criterios:

a) La inteligencia señala que la carga o el correo representa una amenaza para la aviación civil; o

b) la carga o el correo muestran señales de que su integridad ha sido comprometida.

(18)***Certificación.*** - Proceso de evaluación que valida si una persona posee las competencias necesarias para desempeñar las tareas y/o funciones de instructor o personal asignado a realizar tareas de inspección.

(19)***Control de Acceso.*** - La utilización de medios para asegurarse que las personas y/o vehículos cuentan con la autorización o sean titulares de una tarjeta de identificación de la entidad regulada para ingresar a una ZSR bajo su administración. En el caso de la utilización de tarjetas de identificación se debe verificar que la tarjeta sea auténtica, vigente, no esté reportada como robada, perdida o cancelada y otorgue acceso a la ZSR a ingresar.

(20)***Control de Seguridad.*** - Medios para evitar que se introduzcan armas, explosivos u otros artefactos, objetos o sustancias peligrosas que puedan utilizarse para cometer actos de interferencia ilícita.

(21)***Correo.*** - Correspondencia y otros artículos que los servicios postales presentan con el fin de que se entreguen a otros servicios postales, conforme a la normatividad aplicable.

(22)***Detección del comportamiento.*** - En un entorno de seguridad de la aviación, la aplicación de técnicas para reconocer las características conductuales, que incluyen, entre otras, signos fisiológicos o gestuales que indican un comportamiento anómalo, a fin de identificar a las personas que pueden constituir una amenaza para la aviación civil.

(23)***Documento de Viaje.*** - Documento que permite la identificación de un pasajero durante el proceso de transporte aéreo, tales como Pasaporte, salvoconducto, documento

de identidad u otro que sea establecido en la normativa aplicable y que sea utilizado por el titular legítimo.

(24)***Ejercicio Controlado.*** - Actividad destinada a verificar la efectividad de las medidas de seguridad descritas en su programa de seguridad aprobado por la DGAC, basado en los procedimientos incluidos en su programa interno de control de calidad aprobado por la DGAC; y limitado al alcance de las actividades o tareas bajo su responsabilidad.

(25)***Ejercicio de Mesa.*** - Revisión de un procedimiento del plan de contingencia que describe las respuestas a un acto de interferencia ilícita. Esta revisión comprende la lectura del procedimiento y posterior opinión de los participantes con respecto a las responsabilidades, acciones de respuesta y de comunicación antes, durante y después del acto de interferencia ilícita.

(26)***Ejercicio Práctico.*** - Simulacro de un acto de interferencia ilícita controlado y planificado por una entidad regulada. Este ejercicio incluye la ejecución de las acciones de respuesta para el acto de interferencia ilícita simulado. La ejecución del ejercicio no debe interrumpir el desarrollo de las actividades aeronáuticas del aeródromo, y la entidad regulada debe evitar la participación de personas ajenas al simulacro.

(27)***Entidad Regulada.*** - Persona natural o jurídica que debe cumplir con la normativa aeronáutica aplicable a su operación y/o posee un certificado o autorización emitida por la DGAC. Entre las entidades reguladas se encuentran el explotador aéreo, el operador de aeródromo, el servicio especializado aeroportuario, el agente acreditado, la organización de mantenimiento aprobada, el centro de instrucción de aeronáutica civil, el proveedor de servicios de tránsito aéreo e instructores certificados en materia de seguridad de la aviación y mercancías peligrosas.

(28)***Equipaje.*** - Artículos de propiedad personal de los pasajeros o tripulantes que se llevan en la aeronave mediante convenio con el explotador.

(29)***Equipaje no Identificado.*** - Equipaje que se encuentra en un aeródromo, con o sin etiqueta, y que ningún pasajero recoge en el aeródromo o cuyo propietario no puede ser identificado.

(30)***Equipo de Detección de Trazas.*** - Sistema tecnológico o combinación de distintas tecnologías capaces de detectar cantidades muy pequeñas de materiales explosivos y de indicar mediante una alarma ante la presencia de materiales explosivos en un equipaje u otros elementos sujetos a análisis.

(31)**Equipo de Inspección Avanzada de Imágenes**. – Equipo para la inspección de personas que utiliza radiaciones no ionizantes y puede detectar objetos metálicos y no metálicos, transportados en el cuerpo o en la ropa.

(32)***Equipo de Seguridad.*** - Dispositivo de carácter especializado que se utiliza, individualmente o como parte de un proceso o sistema de inspección.

(33)***Equipo EDS.***- Máquina de detección de explosivos que emite rayos X y cuenta con un algoritmo que le permite la detección automática de explosivos.

(34)***Estudio de Seguridad.*** - Evaluación de las necesidades en materia de seguridad, incluyendo la identificación de los puntos vulnerables que podrían aprovecharse para cometer un acto de interferencia ilícita, y la recomendación de medidas correctivas.

(35)***Evidencia.*** - Registro escrito o electrónico que demuestre el cumplimiento de un requisito de la normativa aplicable de seguridad de la aviación.

(36)***Evidenciar.*** - Acción de proporcionar evidencia.

(37)***Explotador Aéreo Internacional.*** - Toda empresa que opera bajo la RAP 129 o cuyo estado del explotador es distinto del estado peruano y realiza operaciones de transporte aéreo comercial.

(38)***Explotador Aéreo Nacional.*** - Todo Explotador Aéreo certificado por la DGAC que opera bajo la RAP 135 y/o 121.

(39)***Explotador del Aeródromo.*** - Ver definición de operador del aeródromo.

(40)***Iluminación de Seguridad.*** - Iluminación que permite revelar la presencia de intrusos, disuadir la intrusión y en la medida de lo posible, disimular la presencia del personal de vigilancia o de seguridad.

(41)***Imprevisibilidad.*** - La aplicación de controles de seguridad con frecuencias irregulares, en distintos lugares y/o utilizando medios variados, de acuerdo con un marco definido, con el objetivo de aumentar su efecto disuasivo y su eficacia.

(42)***Inspección.*** - La aplicación de medios técnicos o de otro tipo destinados a identificar y/o detectar armas, explosivos u otros artefactos, objetos o sustancias peligrosos que puedan utilizarse para cometer actos de interferencia ilícita.

Nota. — Algunos objetos o sustancias peligrosos se clasifican como mercancías peligrosas en el Anexo 18 y en el documento conexo Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea (Doc. 9284) y deben transportarse de conformidad con dichas instrucciones.

(43)***Inspección de Seguridad.*** - Examen de la aplicación de los requisitos pertinentes de la normativa aplicable de seguridad de la aviación civil por un explotador aéreo, un operador de aeródromo u otra entidad regulada.

(44)***Instrucción.*** - Proceso por el cual se provee conocimientos teóricos y/o prácticos para contribuir al desarrollo de competencias y al cambio de actitud en cada individuo.

(45)***Instructor.*** - Persona natural que cuenta con un certificado de instructor en materia de seguridad de la aviación y/o mercancías peligrosas vigente otorgado por la DGAC, quien ha demostrado tener las competencias de conocimiento y técnicas pedagógicas a través de un proceso de certificación establecido por la DGAC.

(46)***Investigación de Seguridad.*** - Indagación de un acto o tentativa de acto de interferencia ilícita contra la aviación civil o de un caso supuesto o sospechado de incumplimiento del programa nacional de seguridad de la aviación civil u otros requisitos impuestos por la normativa aplicable en seguridad de la aviación civil.

(47)***Mando del COE.*** - Persona responsable de la conducción y liderazgo del Centro de Operaciones de Emergencia.

(48)***Mostrador de Facturación.*** - Área del terminal de pasajeros del aeródromo en la cual, el Explotador Aéreo acepta el equipaje de bodega de los pasajeros y/o miembros de la tripulación.

(49)***Oficial de Seguridad de a Bordo.*** - Persona empleada y que ha recibido instrucción del gobierno del estado del explotador o del gobierno del estado de matrícula para ir en una aeronave con el propósito de protegerla y proteger a sus ocupantes contra actos de interferencia ilícita. Se excluyen de esta categoría las personas empleadas para prestar servicios de protección personal exclusivamente para una o más personas determinadas que viajen en la aeronave, como por ejemplo los guardaespaldas personales.

(50)***Operador del Aeródromo.*** - Es la persona Natural o Jurídica consignada en la autorización de funcionamiento del aeródromo emitida por la DGAC.

(51)***Parte Aeronáutica.*** - Área de movimiento de un aeródromo y de los terrenos y edificios adyacentes o partes de los mismos, cuyo acceso está controlado.

(52)***Parte Pública.*** - Las áreas de un aeropuerto que no son parte aeronáutica, identificadas como tal en el programa de seguridad del aeropuerto. Entre las áreas que se encuentran en la parte pública del aeródromo se incluyen: los mostradores de facturación, las áreas de ventas de pasajes, las oficinas de atención al público en general, el área de estacionamiento de vehículos y las vías peatonales hacia el terminal de pasajeros.

(53)***Pasajero de Origen.*** - Pasajero que ingresa a la zona estéril desde la parte pública.

(54)***Pasajero en Transbordo.*** - Pasajero que arriba a un aeródromo y desembarca de una aeronave, con la finalidad de abordar el mismo vuelo u otro vuelo en dicho aeródromo.

(55)***Pasajero en Tránsito.*** - Pasajero que sale de un aeródromo en el mismo vuelo en que llegó, sin abandonar la aeronave en la cual arribó.

(56)***Pasajero Perturbador o Insubordinado.*** - Persona que comete a bordo de una aeronave civil, cualquiera de los actos descritos en el artículo 13.4 del Reglamento de la Ley N°28404.

(57)***Persona Deportada.*** - Una persona que fue admitida legalmente a un Estado por sus autoridades o que entró por medios ilícitos al Estado, y a quien posteriormente las autoridades competentes le ordenan oficialmente salir de ese Estado.

(58)***Persona no Admisible.*** - Persona a quien se le es o le será rehusada la admisión a un Estado por las autoridades correspondientes. La responsabilidad del transporte de regreso de dichas personas a sus respectivos estados de salida, o a cualquier otro Estado en que sean admisibles, es del explotador de aeronaves en que llegaron.

(59)***Persona no Admitida.*** - Ver definición de persona no admisible.

(60)***Plan de Contingencia.*** - Plan que incluye las medidas y procedimientos a adoptar ante eventos definidos como actos de interferencia ilícita, el mismo que será aprobado por la DGAC.

(61)***Plataforma.*** - Área definida, en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

(62)***Precinto de Seguridad.*** - Artículo que muestra evidencias o signos exteriores visibles cuando ha sido manipulado o removido. Posee una numeración única y permanente, no es reutilizable y además es resistente a las condiciones climáticas.

(63)***Procedimiento.*** - Desarrollo secuencial o narrativo de actividades, que incluye por lo menos la referencia de la persona responsable de realizar estas actividades.

(64)***Programa de Control de Calidad Interno.*** - Documento emitido por un operador del aeródromo o un explotador aéreo, que describe las actividades a ejecutar para validar la eficacia de su programa de seguridad aprobado por la DGAC.

(65)***Programa de Seguridad.*** - Documento requerido al operador del aeródromo, aprobado por la Dirección General de Aeronáutica Civil, que comprende las medidas de seguridad para proteger a la aviación civil contra los actos de interferencia ilícita.

(66)***Proveedor de Servicios de Tránsito Aéreo.*** - Organización que cuenta con la autorización de la DGAC para proporcionar los servicios de tránsito aéreo en el espacio aéreo de que se trate.

(67)***Prueba de Operatividad.*** - Ensayo ejecutado de acuerdo a la normativa aplicable, a fin de verificar si los equipos de seguridad satisfacen y mantienen los requisitos de detección y de actuación esperados.

(68)***Prueba de Seguridad.*** - Prueba, secreta o no, de una medida de seguridad de la aviación en la que se simula un intento de cometer un acto de interferencia ilícita, la misma que es llevada a cabo por la DGAC.

(69)***Puesto de Estacionamiento de Aeronave.*** - Área designada en una plataforma destinada al estacionamiento de una aeronave.

(70)***Puesto de Inspección de Pasajeros.*** - Área donde se realizan las tareas de control de acceso e inspección de tripulaciones, pasajeros y su equipaje, usuarios con tarjetas de identificación, pertenencias de los usuarios, bienes o mercancías que se dirigen hacia la zona estéril del aeródromo.

(71)***Puesto de Seguridad.*** - Área donde se realiza el control de acceso y la inspección de vehículos, mercancías, bienes, usuarios con tarjeta de identificación y artículos que lleven consigo dichos usuarios antes de permitirles el acceso a la zona de seguridad restringida del aeródromo.

(72)***Puesto de Vigilancia.*** - Instalación destinada al personal de vigilancia contratado por el Operador del Aeródromo, que cuenta con la infraestructura, los equipos de comunicación e iluminación de acuerdo a los requisitos de la normativa aplicable.

(73)***Punto Vulnerable.*** - Toda instalación de un aeródromo o conectada con el mismo que, en caso de ser dañada o destruida, perjudicaría seriamente el

funcionamiento normal de un aeródromo.

(74)***Seguridad.*** - Protección de la aviación civil contra los actos de interferencia ilícita. Este objetivo se logra mediante una combinación de medidas y recursos humanos y materiales.

(75)***Sistema TIP***. - Programa (software) que proyecta imágenes ficticias de artículos amenaza (pistolas, cuchillos, artefactos explosivos improvisados o sus componentes, etc.) dentro de la imagen de rayos X de un equipaje o bulto real que se está examinando o se incluye un equipaje o bulto virtual donde se incluye un artículo amenaza.

(76)***Tarjeta de Embarque.*** - Documento (electrónico o físico) expedido por el explotador aéreo a los pasajeros que se transportarán en sus vuelos.

(77)***Tarjeta de Identificación.*** - Tarjeta expedida por parte del Operador del Aeródromo de acuerdo a los requisitos de la normativa aplicable. Esta tarjeta de identificación debe contar con medidas de seguridad que dificulten su adulteración o falsificación.

(78)***Verificación de Antecedentes.*** - Verificación de la identidad y la experiencia de una persona, incluyendo cualquier antecedente penal, como parte de la evaluación de la idoneidad de un individuo para aplicar un control de seguridad y/o para tener acceso a una ZSR.

(79)***Zona Controlada.*** - Aquella zona de la parte pública, circundante a los mostradores o kioscos de facturación, a la cual solamente tienen acceso los usuarios del aeródromo, tripulantes y pasajeros previo control.

(80)***Zona Estéril.*** - Espacio que media entre un puesto de inspección de pasajeros y las aeronaves, y cuyo acceso está estrictamente controlado por el Operador del Aeródromo.

(81)***Zona de Seguridad Restringida.*** - Aquellas zonas de la parte aeronáutica de un aeródromo identificadas como zonas de riesgo prioritarias en las que, además del control del acceso, e inspeccionar a las personas, artículos y vehículos que ingresan a dichas zonas, se aplican otros controles de seguridad. Dichas zonas normalmente incluirán, entre otras cosas, todas las zonas de salida de pasajeros de la aviación comercial entre el punto de inspección y la aeronave; la plataforma; los locales de preparación de embarque de equipaje, incluidas las zonas en las que las aeronaves entran en servicio y están presentes el equipaje y la carga inspeccionados; las áreas de llegada de pasajeros y recojo de equipajes; los depósitos de carga o combustible, los centros de correo y los locales de la parte aeronáutica de servicios de provisión de alimentos.

(b) **Abreviaturas**

Para los propósitos de esta regulación, son de aplicación las siguientes abreviaturas:

COE	Centro de Operaciones de Emergencia
EDS	Sistema de detección de explosivos (Explosives Detection System)
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
PNSAC	Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil
PSA	Programa de Seguridad del Operador del Aeródromo
RAP	Regulación Aeronáutica del Perú
SUNAT	Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria
TSA	Administración de Seguridad en el Transporte (Transportation Security Administration)
TIP	Threat Image Projection
USAP	Programa Universal de Auditorías en Seguridad de la Aviación Civil
ZSR	Zona de Seguridad Restringida

107.010 Notificación Electrónica

El operador del aeródromo y el proveedor de servicios de tránsito aéreo pueden enviar a través del portal web de la DGAC (Extranet), las respuestas a las notificaciones emitidas por la DGAC como resultado de una prueba de seguridad, inspección o auditoría, incluyendo los planes de acciones correctivas. El momento de recepción del envío de las respuestas será registrado en el portal web, lo cual servirá como referencia respecto al cumplimiento del envío de la respuesta dentro del plazo otorgado por la DGAC.

_____

CAPITULO B – PROGRAMA DE SEGURIDAD

107.100 Revisión de la RAP

La presente regulación será revisada periódicamente por la DGAC a fin de enmendar su contenido para que esté acorde a las necesidades en materia de seguridad de la aviación. Entre las condiciones que se pueden enumerar, para realizar estas revisiones se encuentran:

(1) Enmiendas al Anexo 17 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).
(2) Implementación de nuevas medidas de seguridad o modificación de las existentes, para mitigar el nivel de riesgo de las operaciones aéreas, reduciendo la posibilidad de ocurrencia de actos de interferencia ilícita.
(3) Mejorar el contenido de la regulación con base a los resultados observados durante las actividades de vigilancia por parte de la DGAC.
(4) Implementación de las recomendaciones comunicadas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) al término de una auditoría del Programa Universal de Auditorías en Seguridad de la Aviación Civil.

107.105 Facultades de Supervisión

(a) Los inspectores de seguridad de la aviación de la DGAC, identificados a través de la tarjeta de identificación del inspector expedida por la DGAC, están facultados y autorizados a:

(1) Realizar auditorías de seguridad, inspecciones de seguridad, investigaciones y pruebas a las entidades reguladas en esta regulación en forma programada o sin aviso anticipado,
(2) Exigir a las entidades reguladas, la aplicación de medidas correctivas inmediatas a fin de asegurar el cumplimiento de lo establecido en la normativa aplicable relativa a seguridad de la aviación,
(3) Inspeccionar cualquier área de cualquier aeropuerto del territorio peruano, incluyendo la ZSR del aeropuerto, la torre de control y la sala radar con el fin de evaluar el cumplimiento de la normativa aplicable relativa a seguridad de la aviación,
(4) Inspeccionar y evaluar la aplicación de las medidas y procedimientos de seguridad descritos en los programas de seguridad de las entidades reguladas en esta regulación y el rendimiento de los equipos de seguridad,
(5) Ingresar, llevar consigo y utilizar cualquier equipo necesario para el cumplimiento de sus funciones en la ZSR, en las aeronaves o parte pública de los aeródromos, incluyendo sin que la enumeración sea exhaustiva, elementos tales como cámaras fotográficas, teléfonos, radios o artículos para ser empleados como parte de una prueba de seguridad (ej. detonador simulado inerte),
(6) Solicitar a las entidades reguladas en esta regulación, proporcionen información que evidencie el cumplimiento de la normativa aplicable relativa a seguridad de la aviación y obtener acceso a los documentos, evidencias y registros pertinentes,
(7) Entrevistar a cualquier persona que labore o preste servicios para las entidades reguladas en esta regulación, a fin de evaluar el cumplimiento de la aplicación de los procedimientos de seguridad requeridos en la normativa aplicable relativa a seguridad de la aviación.

107.110 Programa de Seguridad

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión y el proveedor de servicios de tránsito aéreo que opere en estos aeródromos debe:

(1) Elaborar, aplicar y mantener actualizado un Programa de Seguridad en forma escrita que cumpla con todos los requisitos indicados en el Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil (PNSAC), la presente regulación y demás normas aplicables en materia de seguridad de la aviación.

(2) Contar con un programa de seguridad en forma escrita aprobado por la DGAC y poner el mismo a disposición de los inspectores de la DGAC a su solicitud.

Nota: El programa de seguridad del proveedor de servicios de tránsito aéreo puede basarse en la información descrita en el Documento 9985 de la OACI titulado "Manual de seguridad de gestión del tránsito aéreo"

(b) Aquellos operadores de aeródromos y proveedores de servicios de tránsito aéreo a quienes no les resulte aplicable lo señalado en el literal anterior deben elaborar, aplicar y mantener actualizado un programa de seguridad que cumpla con los requisitos aplicables en materia de seguridad de la aviación.

(c) Todo operador de aeródromo debe distribuir copias de las partes pertinentes del PSA a los explotadores aéreos, al proveedor de servicios de tránsito aéreo y a los servicios especializados aeroportuarios, de manera tal que pueda evidenciar esta acción y tener un control sobre los ejemplares físicos o digitales distribuidos.

(d) Todo operador de aeródromo debe distribuir las partes pertinentes del PSA, a las personas de su organización que tengan la necesidad de conocer este programa para ejecutar sus funciones en materia de seguridad de la aviación, estableciendo controles para su protección y distribución interna.

107.115 Contenido del Programa de Seguridad

(a) El programa de seguridad debe incluir los requisitos descritos en el PNSAC, en la presente regulación y demás normas aplicables en materia de seguridad de la aviación. Asimismo, debe incluir las responsabilidades de las distintas entidades a nivel aeroportuario de acuerdo a lo señalado en el PNSAC en materia de seguridad de la aviación y la estructura orgánica del operador del aeródromo.

(b) El PSA no debe incluir como parte de su contenido:

(1) Disposiciones relativas a aspectos de seguridad operacional.
(2) Sanciones (ej. administrativas o monetarias) de cualquier tipo o referencias respecto a pagos o cobros por concepto de emisión de tarjetas de identificación.
(3) La descripción de tareas, responsabilidades o requisitos distintos de aquellos asignados en el PNSAC, la Regulación Aeronáutica del Perú 108 o en otra norma vigente a los explotadores aéreos, servicios especializados aeroportuarios u otra entidad regulada.
(4) Disposiciones contrarias a las normas vigentes.

(c) El PSA puede ser modificado a solicitud de la DGAC y estas modificaciones entrarán en vigor de acuerdo a lo dispuesto por la DGAC, en cualquiera de los siguientes casos:

(1) El contenido del curso teórico o del programa de entrenamiento práctico en el trabajo incluido en el PSA no está desarrollado de acuerdo al enfoque por competencias o no se cumpla con lo señalado en el PNISAC o la normativa aplicable.
(2) Cuando con posterioridad a la aprobación del PSA resulte necesario introducir ajustes vinculados a modificaciones experimentadas por la normativa aplicable en materia de seguridad de la aviación o existe una circunstancia que amerite de una acción inmediata y que se encuentre en estrecha relación con los niveles de riesgo.
(3) Cuando como resultado de las actividades de control de calidad de seguridad de la aviación realizados por la DGAC, el programa de control de calidad interno o como resultado de las evaluaciones efectuadas por la DGAC con posterioridad a un acto de interferencia ilícita registrado en el Estado Peruano o en el extranjero, se considere necesario la introducción de ajustes al PSA.

(d) Todo operador de aeródromo o proveedor de servicios de tránsito aéreo es responsable de enmendar o revisar su programa de seguridad, y presentarlo ante la DGAC para su evaluación, en cualquiera de los siguientes casos:

(1) Cambios en la normativa vigente que requieran ser reflejados en el contenido del programa de seguridad,
(2) Cuando el comité de seguridad del aeropuerto lo propone,
(3) Cuando como resultado del estudio de seguridad se determina que resulta necesario realizar modificaciones en los procedimientos del programa de seguridad, o

(4) Identificación de modificaciones necesarias en los procedimientos del programa de seguridad, en atención a los resultados observados durante las actividades de vigilancia por parte de la DGAC o como resultado de la aplicación de su programa de control de calidad interno.

(e) El plazo para presentar ante la DGAC, la propuesta de modificación del Programa de Seguridad por parte del operador del aeródromo o del proveedor de servicios de tránsito aéreo, es de treinta (30) días calendario, contados desde la aplicación de cualquiera de las condiciones descritas en el literal anterior.

107.120 Evaluación de Riesgo

(a) El operador del aeródromo debe incluir en su PSA, las medidas a adoptar en respuesta a un aumento del nivel de riesgo, y estas medidas deben ser acordes con las descritas en el Apéndice 02 – Nivel de Riesgo del PNSAC. El operador del aeródromo podrá incluir en su PSA, medidas de seguridad adicionales que no sean contrarias o inferiores a lo requerido en el PNSAC o la presente regulación.

(b) El operador del aeródromo debe realizar una evaluación de riesgos de sus operaciones, cada vez que exista información acerca de alguna amenaza existente relacionada a sus operaciones. Si como resultado de esta evaluación, se determina que el nivel de riesgo es mayor a un nivel de riesgo bajo, el operador del aeródromo debe informar este resultado a la DGAC de la manera más rápida posible. La evaluación de riesgo antes descrita será realizada de acuerdo a un procedimiento incluido en el PSA, el cual incluirá a la evaluación de la amenaza y a la evaluación de la vulnerabilidad como parte de este procedimiento.

107.125 Jefe de Seguridad del Aeródromo

(a) El operador del aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe designar a una persona como jefe de seguridad del aeródromo y su reemplazo en caso de ausencia, para cada aeródromo bajo su administración, e informar su designación y datos de contacto a través de la mesa de partes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones o del portal web que la DGAC implemente. El plazo para enviar esta información a la DGAC es dentro de los cinco (5) días útiles siguientes a su designación. El Jefe de Seguridad del Aeródromo y su reemplazo deben laborar y encontrarse de manera presencial en el aeródromo a su cargo. El jefe de seguridad debe contar con calificaciones de trabajo tales como experiencia en seguridad de la aviación y conocimiento de las operaciones de aviación civil. Tanto el jefe de seguridad como su reemplazo deben haber recibido y culminado en forma satisfactoria la instrucción correspondiente al jefe de seguridad, antes del inicio de sus labores.

(b) El operador del aeródromo debe señalar en su PSA, las responsabilidades del jefe de seguridad designado en atención al punto anterior, e incluir por lo menos las siguientes responsabilidades:

(1) Elaborar, aplicar y mantener actualizado el PSA para garantizar el cumplimiento del PNSAC,
(2) Actuar como enlace con todas las partes que participan en la seguridad de la aviación a nivel de aeropuerto, incluyendo los explotadores de aeronaves que prestan servicios desde el aeropuerto, el proveedor de servicios de tránsito aéreo, entidades del estado; y
(3) Supervisar y coordinar la aplicación de todos los controles, medidas y procedimientos de seguridad aprobados en el PSA y en el programa de control de calidad interno.

107.130 Protección de Información Sensitiva

(a) Todo operador de aeródromo debe establecer medidas para proteger la información de naturaleza sensitiva de seguridad de la aviación, a continuación, se enumeran los registros que deben ser protegidos, sin que esta lista sea exhaustiva:

(1) Información compartida por parte de la PNP o DGAC respecto a las amenazas existentes o emergentes para la realización de las evaluaciones de riesgo de seguridad de la aviación en sus operaciones,
(2) Los estudios de seguridad,
(3) El programa de seguridad del aeródromo,

(4) El manual de identificaciones del aeródromo,
(5) El plan de contingencia del aeródromo,
(6) Resultados de las actividades de control de calidad efectuado por la DGAC y como parte del programa de control de calidad interno,
(7) Los reportes, informes, grabaciones, filmaciones y cualquier otro documento relacionado con un acto de interferencia ilícita, y
(8) Cualquier otra información o registro de naturaleza sensitiva en atención a lo requerido en el artículo 4.6 del Reglamento de la Ley 28404.

107.135 Tarjetas de Identificación

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe elaborar tarjetas de identificación para personas con un material durable y con medidas de seguridad integradas en la tarjeta (Ej. láminas de seguridad, hologramas, tinta ópticamente variable, etc.). El diseño o las medidas de seguridad de las tarjetas de identificación para personas y vehículos (con acceso sin escolta a la ZSR y con acceso provisional o temporal) deben variar cada veinticuatro (24) meses.

(b) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe asegurar que toda tarjeta de identificación con acceso sin escolta a la ZSR para personas que expida, debe contener en forma impresa, por lo menos un código único, una fotografía del titular, fecha de expiración, indicación de las zonas o sectores de la parte aeronáutica del aeródromo a los cuales está autorizado su acceso y permanencia, nombres del titular de la tarjeta, empresa para la que labora y cargo del titular de la tarjeta. La información de la tarjeta antes citada debe estar impresa en idioma español.

(c) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe asegurar que toda tarjeta de identificación con acceso sin escolta a la ZSR para los vehículos debe contener en forma impresa, por lo menos un código único, la matrícula del vehículo, fecha de expiración, indicación de las zonas o sectores de la parte aeronáutica del aeródromo a los cuales está autorizado su acceso y permanencia y la empresa que solicita la tarjeta para este vehículo. En el caso de que el aeropuerto indique en su PSA que no cuenta con zonas o sectores diferenciados en la parte aeronáutica para los vehículos, no se requiere incluir esta información en las tarjetas de identificación antes citadas.

(d) Todo operador de aeródromo debe asegurar que toda tarjeta de identificación con acceso provisional o temporal (para usuarios o vehículos) debe contener en forma impresa, por lo menos un código único, la leyenda “Visitante” o “Provisional” y la indicación de las zonas o sectores de la parte aeronáutica del aeródromo a los cuales está autorizado su acceso y permanencia.

(e) Todo operador de aeródromo debe incluir en su PSA o en el manual de identificaciones, el procedimiento para proteger y custodiar los equipos y las tarjetas en blanco que se utilizan en el proceso de producción de las tarjetas de identificación, así como procedimientos de control de inventario y verificación de los materiales, y el procedimiento para destruir las tarjetas elaboradas con errores o devueltas.

(f) Cuando el operador del aeródromo expida tarjetas de identificación de lectura electrónica o magnética, éstas serán desactivadas por el operador del aeródromo inmediatamente tras su devolución o expiración, o una vez recibida la notificación de pérdida, robo, o no devolución de la misma por término de contrato entre el titular de la tarjeta y el solicitante de la misma (se incluye al operador del aeródromo).

(g) Cuando el operador del aeródromo expida tarjetas de identificación de lectura electrónica o magnética, debe colocar un lector que permita verificar la validez y vigencia de la tarjeta de identificación en cada puesto de inspección de pasajeros y puesto de seguridad. Los oficiales de seguridad aeroportuaria deben realizar la

verificación de la tarjeta de identidad con este lector, antes de realizar el control de acceso e inspección del titular de la tarjeta.

(h) Todo operador de aeródromo debe controlar y evitar que una tarjeta de identificación provisional se otorgue por más de cuarenta y cinco (45) días en el lapso de un año calendario a una misma persona, salvo cuando se trate de alumnos piloto de un centro de instrucción de aeronáutica civil. La DGAC podrá autorizar la ampliación del período antes citado, para el otorgamiento de una tarjeta de identificación provisional, en un análisis de caso por caso.

Nota: Los cuarenta y cinco días antes señalados corresponden a las veces que una persona ha ingresado a la ZSR. Si una persona ingresa a la ZSR dos o más veces en un mismo día, estas acciones se contabilizan como una vez (debido a que ha ingresado en el mismo día) para los efectos de control del otorgamiento de la tarjeta de identificación provisional citado en esta norma.

(i) Todo operador de aeródromo desde donde se realicen vuelos internacionales debe expedir tarjetas de identificación al personal de la Superintendencia Nacional de Migraciones y al personal de SUNAT con acceso irrestricto a las salas de embarque y demás áreas o sectores de la parte aeronáutica que sea necesario para el cumplimiento de las funciones delegadas por el Estado Peruano a estas entidades en las Leyes pertinentes, siempre y cuando se cumplan todos los requisitos aplicables de acuerdo a la presente RAP.

(j) Todo operador de aeródromo tiene un plazo no mayor a quince (15) días calendario para poner a disposición del solicitante, la tarjeta de identificación con acceso sin escolta a la ZSR que haya solicitado, siempre y cuando esta persona haya cumplido con todos los requisitos descritos en el manual de identificaciones del aeropuerto. El plazo antes citado se empieza a contar desde el día siguiente a la recepción de todos los requisitos descritos en el manual de identificaciones por parte del operador del aeródromo.

(k) Todo operador de aeródromo debe elaborar y mantener un registro sobre la entrega y la posterior devolución de las tarjetas de identificación de carácter provisional (temporal) otorgadas a personas o vehículos que ingresan a la ZSR del aeródromo, correspondiente a los últimos dieciocho (18) meses.

(l) Todo operador de aeródromo debe mantener y conservar los datos de las tarjetas de identificación que en los últimos doce (12) meses cumplan con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Tarjetas de identificación reportadas como robadas o perdidas,
(2) Tarjetas de identificación destruidas por el operador del aeródromo,
(3) Tarjetas de identificación no devueltas por el titular luego del cese de su vínculo laboral con su empleador,
(4) De ser el caso, tarjetas de identificación de lectura biométrica, magnética o electrónica que han sido activadas o desactivadas.
(5) El intento o la detección de uso indebido por parte de un titular de una tarjeta de identificación.

(m) La tarjeta de identificación de vehículos no acredita la identidad de los ocupantes, ni los autoriza a ingresar a la ZSR. Cada ocupante del vehículo debe poseer su tarjeta de identificación emitida por el operador del aeródromo para ingresar a la ZSR.

(n) El operador del aeródromo debe notificar al propietario cuando detecte un vehículo dentro de la ZSR con una tarjeta de identificación no vigente y asegurar su retiro de la ZSR. Los vehículos que se utilicen exclusivamente en la parte aeronáutica del aeródromo y no dispongan de permiso para circular por vías públicas podrán quedar exentos de la aplicación de los requisitos relativos a portar una tarjeta de identificación a condición de que estén claramente identificados en el exterior como vehículos operativos para uso en el aeródromo de que se trate.

(o) El operador del aeródromo debe otorgar una tarjeta de identificación con acceso sin escolta para el personal de las entidades del estado peruano, para quienes la DGAC así lo solicite por escrito. Para tal efecto, el personal de las entidades antes citadas debe contar con el respaldo de una norma de rango de Ley que le asigne competencias o tareas bajo su responsabilidad, por las cuales requiera ingresar a la ZSR del aeródromo.

(p) El manual de identificaciones elaborado por un operador de aeródromo no debe incluir como parte de su contenido:

(1) Disposiciones relativas a aspectos de seguridad operacional.
(2) Sanciones (ej. administrativas o monetarias) de cualquier tipo o referencias respecto a pagos o cobros por concepto de emisión de tarjetas de identificación.
(3) Asignación de funciones o responsabilidades a terceros no previstas en las normas vigentes. La descripción de tareas, responsabilidades o requisitos distintos de aquellos asignados en el PNSAC, la Regulación Aeronáutica del Perú 108 o en otra norma vigente a los explotadores aéreos, servicios especializados aeroportuarios u otra entidad regulada.
(4) Disposiciones contrarias a las normas vigentes.
(5) Condiciones para el otorgamiento o renovación de las tarjetas de identificación que estén relacionadas a la existencia de un contrato de alquiler de áreas u otro tipo de contrato con el operador del aeródromo.

107.140 Deberes de los usuarios de una tarjeta de identificación

(a) El operador del aeródromo debe informar a los usuarios de las tarjetas de identificación con acceso sin escolta a la ZSR, lo siguiente:

(1) El usuario debe permitir ser sometido a inspección en el puesto de seguridad o en el puesto de inspección de pasajeros antes de ingresar a la ZSR, junto con los artículos que lleve consigo y/o el vehículo que conduzca. Caso contrario, el operador del aeródromo le impedirá el acceso a la ZSR.
(2) El usuario debe portar la tarjeta de identificación en forma visible (por encima de la cintura y debajo del cuello, excluyendo el área de la espalda) mientras se encuentre en la ZSR.
(3) Las tarjetas de identificación vehiculares deben ser ubicadas de forma visible (ej. en el parabrisas del vehículo) en todo momento, mientras el vehículo se encuentre en la ZSR. El cumplimiento de esta norma es responsabilidad del conductor del vehículo y la entidad que ha solicitado la tarjeta de identificación vehicular. El conductor y la entidad regulada son responsables de que la tarjeta de identificación vehicular sea aquella correspondiente al vehículo mientras esta unidad permanezca en la ZSR.
(4) El usuario debe presentar su tarjeta de identificación a solicitud del oficial de seguridad aeroportuaria o personal de vigilancia del aeródromo para su revisión o control, en el puesto de inspección o en el interior de la ZSR.
(5) El usuario debe presentar su tarjeta de identificación a solicitud del oficial de seguridad del explotador aéreo para su revisión o control, en el interior del círculo de seguridad de una aeronave en servicio.
(6) En caso de extravío, hurto o robo de la tarjeta de identificación, el usuario titular de la misma debe efectuar de manera inmediata la notificación de este hecho a su empleador. Este último debe notificar de manera inmediata al operador del aeródromo.
(7) El usuario titular de una tarjeta de identificación debe entregar la misma a su empleador o al operador del aeródromo, cuando la tarjeta haya expirado o por finalización de contrato (cese o renuncia).
(8) Ninguna persona puede utilizar la tarjeta de identificación perteneciente a otra persona para ingresar a la ZSR, o mientras permanezca en la ZSR, independientemente de que la otra persona haya consentido su uso.
(9) El usuario titular de una tarjeta de identificación no debe facilitar el acceso a la ZSR por parte de otra persona o vehículo que no posea una tarjeta de identificación o no tenga autorización por parte del operador del aeródromo para ingresar o permanecer en la ZSR.
(10) El usuario titular de una tarjeta de identificación no debe colocar elementos que impidan la lectura de los datos de la tarjeta o alteren los datos impresos en la tarjeta.
(11) Cualquier actividad sospechosa o vulnerabilidad que observe en la parte pública y en la parte aeronáutica debe ser comunicada a su supervisor o a un oficial de seguridad aeroportuaria. También puede informarlo en forma anónima al operador del aeropuerto o a la DGAC, a través del sistema de notificación voluntario.
(12) El usuario debe ingresar y salir de la Zona de Seguridad Restringida (ZSR)

del aeródromo a través del puesto de seguridad o del puesto de inspección de pasajeros, salvo en el caso de eventos de emergencia.

(b) El operador del aeródromo debe informar a las entidades solicitantes de una tarjeta de identificación, lo siguiente:

(1) La entidad solicitante debe recabar de manera inmediata toda tarjeta de identificación y alcanzarla al Operador del aeródromo que la haya emitido, cuando se culmine la relación contractual con la persona para quién haya solicitado dicha tarjeta. En caso dicha persona no devuelva su tarjeta de identificación, la entidad solicitante debe informar al operador del aeródromo en forma inmediata.
(2) La entidad solicitante debe entregar al aeropuerto, toda tarjeta de identificación de su personal propio o contratado que se encuentre vencida y esté en su poder.
(3) La entidad solicitante debe informar al operador del aeródromo acerca de cualquier confirmación que tenga respecto a la pérdida o robo de una tarjeta de identificación emitida a su personal propio o contratado, en atención a una solicitud presentada por esta entidad.
(4) La entrega de una tarjeta de identificación por renovación, cambio o duplicado, se realizará siempre y cuando la entidad solicitante o el usuario entreguen al operador del aeródromo, la tarjeta de identificación en renovación o cambio o la copia certificada de la denuncia policial de pérdida de la tarjeta.

107.145 Estudio de Seguridad

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe realizar un estudio de seguridad de acuerdo a lo señalado en el PNSAC. El operador del aeródromo debe actualizar y por tanto realizar un nuevo estudio de seguridad dentro de los siguientes treinta (30) días calendarios en cualquiera de los siguientes eventos:

(1) El aeropuerto ha culminado la construcción de un nuevo terminal o nuevas instalaciones en el terminal existente que afecten el flujo de los pasajeros y/o la tripulación, o se haya modificado el lugar o la infraestructura donde se llevan a cabo la inspección de los usuarios, pasajeros, equipajes, carga y/o correo, o
(2) Cuando se haya implementado nueva tecnología para la inspección de pasajeros, equipaje, carga y/o correo, o
(3) Cuando se implemente un nuevo puesto de inspección de pasajeros o puesto de seguridad.

(b) Todo operador de aeródromo debe tomar acción correctiva inmediata para mitigar cualquier vulnerabilidad identificada a través de los resultados del estudio de seguridad. En el caso de que la vulnerabilidad identificada sea de tal naturaleza que su mitigación será implementada en fases, el operador del aeródromo debe remitir a la DGAC en un plazo no mayor a treinta (30) días contados desde la culminación del estudio de seguridad, un plan de acción correctiva que describa en detalle la vulnerabilidad en cuestión, el sustento que justifique la necesidad de un proceso de implementación de las acciones correctivas en fases y los plazos de implementación para cada acción propuesta.

(c) El estudio de seguridad debe ser remitido a la DGAC, a través del portal web seguro implementado por la DGAC durante el mes calendario siguiente a la fecha de término de las actividades realizadas para elaborar el estudio de seguridad.

107.150 Criterios de selección

(a) Todo operador de aeródromo y proveedor de los servicios de tránsito aéreo deben asegurar que el jefe de seguridad, los oficiales de seguridad aeroportuaria, el personal de vigilancia y cualquier otro personal propio o contratado que realice las tareas o funciones descritas en el programa de seguridad (incluyendo la aplicación de los controles de seguridad) cumpla con los siguientes requisitos:

(1) Nacionalidad peruana.
(2) Tener dieciocho (18) años de edad como mínimo.
(3) Tener un estado de salud compatible con las labores a realizar, evidenciado a través de un certificado médico o del informe del médico al empleador respecto al estado de salud del trabajador.
(4) Un formulario que incluya los datos de la persona, domicilio, teléfonos de

contacto, fotografía, experiencia laboral y educación

(5) Una declaración jurada que indique que los datos consignados en el formulario son reales y que autoriza al operador del aeródromo a realizar una investigación acerca de la veracidad de estos datos.

(6) Haber culminado la educación básica regular (estudios secundarios). Este requisito es aplicable para el caso de los oficiales de seguridad aeroportuaria.

(7) Haber realizado la verificación de antecedentes penales de acuerdo a lo descrito en esta regulación.

(8) En el caso de los ciudadanos peruanos que no hayan residido en territorio peruano en los últimos tres (3) años, debe presentar una constancia de antecedentes penales o su equivalente emitido por la autoridad correspondiente del estado extranjero donde estuvo residiendo, legalizada por el ministerio de relaciones exteriores.

(b) Todo operador de aeródromo y proveedor de servicios de tránsito aéreo deben establecer en su programa de seguridad, los criterios de selección del jefe de seguridad, los oficiales de seguridad aeroportuaria, el personal de vigilancia y cualquier otro personal propio o contratado que realice las tareas o funciones descritas en el antes citado programa.

107.155 Verificación de Antecedentes

(a) El operador del aeródromo debe asegurar que previo a la emisión de una tarjeta de identificación (distinta de una tarjeta provisional o de visitante) para el acceso a la ZSR sin escolta, a personas que no sean pasajeros (incluyendo el personal que aplica controles de seguridad), se realice una verificación de sus antecedentes de acuerdo a lo señalado en la presente regulación.

(b) El operador del aeródromo debe asegurar que como parte del proceso de emisión de una tarjeta de identificación (distinta de una tarjeta provisional o de visitante) para el acceso a la ZSR, citado en el punto anterior, se realizará lo siguiente:

(1) Verificar que el registro de antecedentes penales presentado por el solicitante ha sido emitido por el poder judicial con una antigüedad no mayor a setenta y cinco (75) días contados a partir del día de recepción de los antecedentes por parte del operador del aeródromo.

(2) Verificar que en el registro de antecedentes penales (emitido por el poder judicial) o en el certijoven (emitido por el Ministerio de Trabajo) presentados por el solicitante, éste no ha sido declarado culpable de cualquiera de los siguientes delitos: terrorismo, narcotráfico o tráfico ilícito de drogas, delitos contra los medios de transporte (incluidos los actos de interferencia ilícita contra la aviación civil), delitos contra el patrimonio (incluyendo robo, hurto o extorsión), delitos contra la fe pública, homicidio, secuestro, tráfico de armas o tenencia ilegal de armas, delitos sexuales o pertenencia a una organización delictiva o de crimen organizado.

(3) En el caso de que el registro de antecedentes penales (emitido por el poder judicial) o en el certijoven (emitido por el Ministerio de Trabajo) presentados por el solicitante evidencie que esta persona ha sido declarada culpable de los delitos citados en el punto anterior, el operador del aeródromo no debe otorgarle una tarjeta de identificación para el acceso a la ZSR y/o permitir que desempeñe tareas o funciones descritas en el programa de seguridad.

(4) Volver a solicitar la presentación del registro de antecedentes penales (emitido por el poder judicial) o el certijoven (emitido por el Ministerio de Trabajo) a todas las personas que requieran la renovación de su tarjeta de identificación para acceso sin escolta a la ZSR, cada tres (3) años. Los documentos presentados de acuerdo a este requisito, deben haber sido emitidos con una antigüedad no mayor a setenta y cinco (75) días contados desde su emisión por parte del Ministerio de Trabajo o del Poder Judicial.

(5) En el caso de los ciudadanos extranjeros que soliciten una tarjeta de identificación (distinta de una tarjeta provisional o de visitante) para el acceso a la ZSR, el operador del aeródromo no solicitará un registro de antecedentes penales emitido por el poder judicial, sino una evidencia que acredite que este ciudadano cuenta con la calidad migratoria de trabajador otorgada por Migraciones y que esté vigente al momento de la solicitud.

(6) En el caso de los ciudadanos peruanos que no hayan residido en territorio peruano en los últimos tres (3) años y que soliciten una tarjeta de identificación (distinta de una tarjeta provisional o de visitante) para el acceso a la ZSR, el operador del aeródromo solicitará una constancia de antecedentes penales o su equivalente emitido por la autoridad correspondiente del estado extranjero donde estuvo residiendo, junto a una traducción legalizada del documento. Cuando el Estado en el que la persona haya residido no expida el correspondiente certificado de antecedentes penales o documento equivalente, éstos serán sustituidos por una declaración jurada hecha por el interesado ante un notario habilitado en el Estado Peruano, quién expedirá un documento o acto en el que se dé fe de la declaración jurada.

(c) El operador del aeródromo debe conservar los documentos presentados por todo solicitante a una tarjeta de identificación (distinta de una tarjeta provisional o de visitante) para el acceso a la ZSR otorgada al solicitante, por un período de sesenta (60) días posteriores al término de la vigencia de dicha tarjeta. El operador del aeródromo debe conservar los antecedentes penales o los certificados certijoven presentados como parte del proceso de emisión o renovación de una tarjeta de identificación, por un período no menor a cuatro (4) años contados desde la fecha de emisión por el poder judicial o por el ministerio de trabajo, según corresponda.

(d) El proveedor de servicios de tránsito aéreo debe realizar la verificación de antecedentes de las personas que aplican los controles de seguridad descritos en su programa de seguridad, que laboren en la parte pública del aeródromo, de acuerdo a lo señalado en la presente regulación.

(e) Todo operador de aeródromo debe remitir a la DGAC, la lista de las personas para quienes haya emitido una tarjeta de identificación con acceso sin escolta a la ZSR, incluyendo a los que aplican controles de seguridad en el aeródromo, cuando la DGAC así lo solicite, con la finalidad de que la DGAC pueda coordinar con la PNP, la verificación de los datos de estas personas, a fin de confirmar que no están vinculados a una organización terrorista.

(f) El personal de sub-oficiales u oficiales de la Policía Nacional del Perú (PNP) no requiere presentar en forma impresa o electrónica el certificado de antecedentes penales para la gestión de una tarjeta de identificación emitida por el operador del aeródromo.

107.160 Reportes de Eventos

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión y proveedor de tránsito aéreo que opere en el aeródromo antes citado deben enviar a la DGAC, información respecto a los eventos descritos líneas abajo, a través de la herramienta web que la DGAC ponga a disposición para tal efecto, de acuerdo al plazo indicado para cada evento:

(1) Aviso de bomba recibido por el operador del aeródromo o el proveedor de tránsito aéreo – dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la recepción del aviso. En este caso, incluir información respecto al lugar y hora de la recepción o toma de conocimiento del aviso de bomba, y de ser el caso, el número del teléfono del cual se ha realizado el aviso de bomba.

(2) Detección de arma de fuego y/o municiones como resultado de una inspección - dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la detección antes citada. En este caso, incluir información respecto al lugar y hora de la detección.

(3) Detección de artefacto explosivo o incendiario o de sus componentes - dentro de las ocho (8) horas siguientes a la detección antes citada. En este caso, incluir información respecto al lugar y hora de la detección.

(4) Detección de una persona o vehículo no autorizado en la ZSR - dentro de las ocho (8) horas siguientes a la detección antes citada. En este caso, incluir información respecto al lugar y hora de la detección en la ZSR.

(5) Cámaras del sistema de Circuito Cerrado de Televisión, equipos de Rayos X o pórtico detector de metales inoperativos por un lapso mayor a tres

(3) horas de forma seguida - dentro de las doce (12) horas siguientes a la detección de la condición de inoperatividad del equipo de seguridad. En este caso, incluir el número de serie del equipo de rayos X o pórtico detector de metales, y para el caso de las cámaras, el área o lugar de ubicación de las mismas.

(6) Tarjetas de identificación reportadas como robadas, extraviadas o no devueltas – dentro de los siete (7) días siguientes a la recepción del reporte o la toma de conocimiento por parte del operador del aeródromo. En este caso, incluir datos de las tarjetas tales como el número único de la tarjeta, sectores a los que permitía acceso y nombre del titular o placa del vehículo, cuando corresponda.

(7) Detección de cualquier intento de acceso de una persona o vehículo a la ZSR a través del uso de una tarjeta de identificación fraudulenta o adulterada - dentro de las ocho (8) horas siguientes a la detección antes citada. En este caso, incluir información respecto al lugar y hora de la detección.

(8) Detección de daño o deterioro de las barreras físicas ubicadas en el perímetro del aeropuerto – dentro de las ocho (8) horas siguientes a la detección antes citada. En este caso, incluir la ubicación del sector afectado de acuerdo al mapa reticular del aeródromo.

(9) Detección o sospecha de ataque cibernético contra los sistemas de tecnología de la información, comunicaciones y datos críticos del aeropuerto, incluyendo ataques contra páginas web, información de vuelos, control de salidas de emergencia, control de cámaras de CCTV, ataques tipo DDOS, etc - dentro de las ocho (8) horas siguientes a la detección o sospecha antes citada. En este caso, incluir información acerca de los sistemas afectados.

(b) Cabe señalar que el envío de la información antes citada, no limita o afecta la obligación por parte del operador del aeródromo de notificar a la DGAC, acerca de cualquier acto de interferencia ilícita que ocurra en el aeródromo bajo su administración, en la forma más inmediata posible.

107.165 Notificación Voluntaria

(a) Todo Operador de un aeródromo otorgado en concesión o cuyos movimientos anuales sean mayores a los 60,000 pasajeros (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) debe implementar un sistema de notificación voluntario, confidencial y no punitivo de información relativa a seguridad de la aviación.

(b) El operador del aeródromo debe comunicar en las reuniones del comité de seguridad del aeropuerto acerca de los eventos reportados a través de este sistema y de ser el caso, las acciones adoptadas en atención a estos reportes.

107.170 Control de Seguridad Único

(a) A partir del 01 de Julio de 2020, los operadores de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión podrán eximir de una inspección para ingresar a la zona estéril del aeródromo, a los pasajeros, tripulantes y su equipaje de mano cuando realicen un vuelo de transbordo hacia otro aeródromo en territorio peruano, siempre que estos pasajeros, tripulantes y su equipaje de mano hayan sido inspeccionados previamente en un aeródromo reconocido por la DGAC con la habilitación de control de seguridad único.

(b) Los operadores de aeródromo que deseen obtener y conservar la habilitación de control de seguridad único deben cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Obtener un resultado satisfactorio al término del proceso de certificación del control de seguridad único realizado por la DGAC, de acuerdo a lo descrito en la presente regulación, y

(2) Cumplir con los requisitos descritos en el proceso de validación continua del control de seguridad único, de acuerdo a lo descrito en la presente regulación.

(c) La DGAC pondrá de conocimiento de los jefes de seguridad de los operadores de aeródromos y de los jefes de seguridad de los explotadores aéreos que operan bajo la RAP 121 y RAP 135, a través del portal web seguro de la DGAC, el listado de los aeródromos habilitados en control de seguridad único.

(d) Los operadores de aeródromos que no cumplan con los requisitos descritos en el proceso de validación continua de la equivalencia o cuyos resultados observados a través de las actividades de supervisión por parte de la DGAC o a través de las actividades de control de calidad interno, demuestren que su desempeño en seguridad de la aviación ha disminuido; les será cancelada la habilitación de control de seguridad único por parte de la DGAC.

(e) Los operadores de aeródromo deben inspeccionar a todo pasajero, tripulante y su equipaje de mano y a los artículos que lleve consigo antes de ingresar a la zona estéril del aeródromo para un vuelo de transbordo, cuando el aeródromo de origen del vuelo no cuente con la habilitación de control de seguridad único, o esta habilitación haya sido revocada.

(f) La DGAC pondrá de conocimiento de los jefes de seguridad de los operadores de aeródromos y de los jefes de seguridad de los explotadores aéreos que operan bajo la RAP 121 y RAP 135, a través del portal web seguro de la DGAC (Extranet), el listado de los aeródromos desde los cuales se permite que los pasajeros que arriben de dichos aeródromos, puedan mantener contacto en la plataforma con los pasajeros que embarquen en un vuelo con destino en territorio nacional en cualquier otro aeródromo. Esta designación culminará al momento de la entrada en vigencia de lo señalado en el Párrafo (a) de la Sección 107.170.

107.175 Proceso de certificación del control de seguridad único

(a) El operador del aeródromo debe enviar una solicitud a la DGAC por mesa de partes del MTC, solicitando el inicio para el proceso de certificación del control de seguridad único de acuerdo a lo señalado en la presente regulación.

(b) La DGAC realizará una o más inspecciones al aeródromo por el cual, en atención a la solicitud citada en el literal anterior, a fin de:

1) Confirmar que el aeródromo cuenta con uno o más equipos de rayos X en condición operativa en el puesto de inspección de pasajeros.
2) Confirmar que el aeródromo cuenta con uno o más pórticos detectores de metales en condición operativa en el puesto de inspección de pasajeros. Los pórticos detectores de metales utilizados en el puesto de inspección de pasajeros, deben emitir una señal acústica y visual en un porcentaje de personas que hayan pasado por el pórtico sin que lleven consigo algún elemento metálico. Este porcentaje debe ser configurable, a fin de incrementar o disminuir este valor ante distintos niveles de riesgo.
3) Confirmar que el aeródromo cuenta con una fuente de energía eléctrica que pueda asegurar y proporcionar el suministro de energía a los equipos de rayos X y pórticos detectores de metales en forma ininterrumpida, cuando se presenten problemas o caída del suministro de la red de energía eléctrica local.
4) Confirmar que el aeródromo cuenta con un sistema de CCTV que cumpla con los requisitos descritos en el PNSAC y en la presente regulación.
5) Confirmar que en el aeródromo se realizan las pruebas de operatividad de los equipos de rayos X y pórticos detectores de metal de acuerdo a lo señalado en su programa de seguridad.
6) Confirmar que el aeródromo ha implementado las medidas correctivas propuestas en atención a cualquier incumplimiento comunicado por la DGAC como resultado de sus actividades de vigilancia, así como aquellas otras medidas correctivas identificadas en el estudio de seguridad y en las actividades de control de calidad interno.
7) Confirmar que el aeródromo ha analizado los resultados del sistema TIP y ha implementado medidas tendientes a la mejora de la competencia de los oficiales de seguridad aeroportuaria, a través del entrenamiento de los oficiales y actualización de las imágenes en la librería del sistema TIP por un plazo no menor a seis (6) meses en forma continua.

107.180 Proceso de validación continua del control de seguridad único

El operador del aeródromo debe realizar las siguientes acciones y evidenciar el

cumplimiento de las mismas, a fin de mantener la habilitación de control de seguridad único:

(a) Los resultados del análisis de los resultados del sistema TIP de los equipos de rayos X y la evidencia de las medidas correctivas implementadas para la mejora de la competencia del personal en la interpretación de imágenes de rayos X deben ser remitidas, a través del portal web seguro, por parte del operador de aeródromo a la DGAC, de forma tal que la información corresponda a cada trimestre del año. El momento de envío de la información antes citada, será durante el mes calendario siguiente al término de cada trimestre.

(b) El operador del aeródromo debe remitir a través del portal web seguro a la DGAC, evidencia (fotos y/o documentos) que demuestre que todas las vulnerabilidades identificadas en el estudio de seguridad han sido solucionadas. En el caso de que aún no se haya implementado una acción correctiva, se enviará la evidencia de las medidas mitigadoras implementadas y el plazo previsto de implementación final de las acciones correctivas.

(c) El operador del aeródromo debe remitir a través del portal web seguro a la DGAC, evidencia de los siguientes aspectos en relación al programa de control de calidad interno:
   (1) La descripción de los ejercicios controlados realizados, y cuando el resultado del ejercicio sea insatisfactorio, evidencia de la implementación de las acciones correctivas.
   (2) La relación de las no conformidades o incumplimientos al programa de seguridad o a las normas vigentes detectados como resultado de la auditoría anual y su análisis de causa-raíz por cada una de ellas,
   (3) Las acciones correctivas a implementarse para corregir las no conformidades o incumplimientos detectados en la auditoría y el plazo para la solución definitiva de cada una,
   (4) Cuando corresponda, las medidas mitigadoras a implementarse hasta la implementación de las acciones correctivas,
   (5) Evidencia de la implementación de las acciones correctivas de las discrepancias identificadas durante la auditoría.

(d) El operador del aeródromo debe asegurar que la persona que realiza la auditoría de acuerdo al programa de control de calidad interno, es una persona que no cuenta con responsabilidades o aplica el programa de seguridad aeroportuaria (PSA) del aeródromo.

(e) El operador del aeródromo debe implementar las medidas correctivas de los incumplimientos a la normativa o el PSA detectados como parte de las actividades de vigilancia por parte de la DGAC, dentro de los plazos establecidos en el plan de acciones correctivas aprobado por la DGAC.

(f) A partir del 01 de enero de 2022, el operador del aeródromo debe realizar ejercicios controlados de detección de artefactos explosivos en los equipos de rayos X, a través del empleo de artículos simulados cuya fabricación sea de un material inerte cuya forma, número atómico y densidad es equivalente a los artefactos explosivos reales o a sus componentes. El procedimiento para este tipo de ejercicio controlado estará descrito en su programa de control de calidad interno. La frecuencia para este tipo de ejercicio será no menor a un ejercicio por cada trimestre.

(g) A partir del 01 de enero de 2024, el operador del aeródromo debe asegurar que los equipos de rayos X utilizados en el puesto de inspección de pasajeros, sean equipos de dos o más generadores, o se traten de equipos de rayos X tipo EDS.

(h) El incumplimiento de cualquiera de los requisitos antes citados por parte del operador del aeródromo será motivo para que la habilitación de control de seguridad único del aeródromo sea revocada por la DGAC.

———————

CAPITULO C – MEDIDAS DE SEGURIDAD

107.200 Parte pública

(a) La parte pública de un aeródromo de acuerdo a lo determinado por parte de la DGAC, está constituida por las siguientes áreas ubicadas dentro del aeródromo:

(1) Las vías vehiculares de ingreso al aeropuerto para el público en general,
(2) El área de estacionamiento de vehículos para el público en general,
(3) Las veredas peatonales del aeródromo para el público en general,
(4) Instalaciones abiertas al público en general (ej. restaurantes, tiendas, etc.),
(5) Los mostradores de facturación de los equipajes de bodega,
(6) El área de ventas de pasajes al público en general,
(7) El área del terminal de pasajeros que no forma parte de la ZSR, abierta al público en general.

(b) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe incluir en su PSA, la designación de la parte pública de su aeródromo de conformidad con lo señalado por la DGAC en la presente regulación. Para tal efecto, el operador del aeródromo debe incluir en su PSA, un mapa del aeródromo donde se muestre en forma gráfica, las áreas que conforman la parte pública y la parte aeronáutica del aeródromo. Este mapa debe estar hecho a escala e incluir una indicación gráfica respecto a los puntos cardinales, así como la ubicación de la pista de aterrizaje, calles de rodaje, puesto de estacionamiento aislado de aeronaves. Cuando el operador del aeródromo tenga un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados desde dicho aeródromo (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año anterior) debe incluir en el PSA, la ubicación del lugar de desmantelamiento de explosivos, establecido en coordinación con el personal de la Policía Nacional del Perú.

(c) Todo operador de aeródromo que cuente con sistemas de perifoneo para el terminal de pasajeros debe emitir mensajes que alerten sobre la obligación de no dejar desatendido el equipaje y de alertar inmediatamente toda actividad sospechosa a la policía o a los servicios de seguridad del aeródromo. Estos mensajes de alerta serán emitidos en idioma español e inglés durante las horas de operación del aeródromo.

(d) Realizar rondas de patrullaje por la parte pública en forma imprevisible, de acuerdo a la frecuencia y al procedimiento descrito en el PSA y conservar evidencia de la realización de estas actividades por un plazo no menor a quince (15) días contados desde el día de realización de la ronda. En las rondas de patrullaje por la parte pública se debe incluir la revisión de los mostradores de facturación que no estén siendo utilizados por parte algún explotador aéreo y el área de los servicios higiénicos.

(e) El operador del aeródromo debe realizar rondas de patrullaje por la parte pública, de acuerdo a lo indicado en el PSA.

(f) El operador del aeródromo debe realizar una evaluación de riesgos en conjunto con la PNP, el explotador aéreo y otras entidades presentes en la parte pública a fin de determinar si se requieren implementar medidas de seguridad en la parte pública, en forma adicional a las descritas en la presente regulación y en el PNSAC.

107.205 Barreras Físicas en la ZSR

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe cumplir con implementar barreras físicas entre la ZSR y el área pública del aeródromo, a excepción de las áreas dentro del terminal de pasajeros, de acuerdo a los requisitos del Apéndice 03 del PNSAC.

(b) El operador del aeródromo está exceptuado de cumplir con lo señalado en el literal anterior, cuando las barreras físicas generan interferencias con los sistemas de navegación aérea, lo cual debe ser evidenciado ante la DGAC a su solicitud. No obstante lo anterior, el operador del aeródromo debe implementar otras medidas de seguridad para prevenir el ingreso de personas o vehículos

terrestres desde la parte pública a la ZSR y describir las mismas en su PSA.

(c) Todo operador de aeródromo debe implementar barreras físicas, alambrado u otro mecanismo en los canales de regadío, alcantarillas, drenajes, túneles o cloacas que conecten la parte pública con la parte aeronáutica, de manera tal que eviten el ingreso de personas a través de los mismos desde la parte pública hacia la ZSR.

(d) El operador del aeródromo es responsable de otorgar mantenimiento a las barreras físicas que haya implementado de conformidad con lo requerido en la presente regulación y el PNSAC. Asimismo, es responsable de reemplazar aquellas secciones o partes que resulten dañadas o queden inutilizadas como resultado de la corrosión de la barrera física, actos vandálicos, perforaciones en su estructura u otros eventos que hayan generado daño en las barreras físicas. Cuando el operador del aeródromo tenga conocimiento de que las barreras físicas del aeródromo han sido dañadas o inutilizadas, debe notificar inmediatamente a la DGAC.

(e) La DGAC puede solicitar a los operadores de aeródromo la implementación de barreras físicas entre la ZSR y el área pública del aeródromo, en condiciones iguales o equivalentes a lo señalado en el Apéndice 03 del PNSAC. Esta disposición de la DGAC se sustentará en una evaluación de riesgos. Para tal efecto la DGAC remitirá al operador del aeródromo, una comunicación a este respecto, incluyendo una copia de la evaluación de riesgos realizada y el plazo para la implementación de estas barreras físicas. Este plazo será no menor a doce (12) meses.

(f) Los operadores de aeródromos no incluidos en el Párrafo 107.205 (a) deben implementar barreras físicas entre la ZSR y el área pública del aeródromo, a excepción de las áreas dentro del terminal de pasajeros de forma tal que se prevenga el ingreso de personas o vehículos desde la parte pública hacia la ZSR.

(g) El operador del aeródromo debe colocar carteles indicativos de “zona de seguridad restringida” por lo menos cada doscientos (200) metros alrededor de los límites de la ZSR del aeródromo, salvo en las zonas cercanas al terminal de pasajeros o a los edificios colindantes con el terminal, en cuyo caso los carteles se colocarán por lo menos cada cien (100) metros. El texto de los carteles debe incluir la prohibición de ingreso a la ZSR del aeropuerto.

(h) El operador del aeródromo debe impedir que existan elementos dentro de la ZSR (ej. arbustos o maleza) colindantes a las barreras físicas que restrinjan la visibilidad de la integridad de las barreras físicas o permitan el ocultamiento de personas.

(i) Todo operador de aeródromo debe implementar barreras físicas que eviten el ingreso de personas o artículos prohibidos desde las instalaciones ubicadas en la parte pública del terminal de pasajeros hacia la ZSR. (Ej. oficinas con ventanas y/o puertas, restaurantes, servicios higiénicos, escaleras de emergencia)

(j) Todo operador de aeródromo debe implementar medidas para impedir que personas, equipajes o artículos ingresen a través del túnel o faja que conecta los mostradores de facturación con la ZSR, cuando estos accesos no estén siendo utilizados por un explotador aéreo como parte de su operación.

107.210 Camino Perimetral

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe implementar una vía interna alrededor del perímetro de acuerdo con los requisitos descritos en el Apéndice 05 del PNSAC. La DGAC podrá autorizar cualquier desviación a lo exigido en este Párrafo, de acuerdo a los procedimientos de la RAP 11.

(b) Todo operador de aeródromo que administre un aeródromo en cumplimiento de un contrato de concesión firmado con el Estado Peruano debe implementar una vía interna alrededor del cerco perimetral ubicado en el área de movimiento, que en forma adicional a lo indicado en el Párrafo anterior, tenga un ancho no menor a tres (3) metros.

107.215 Puestos de Vigilancia

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe implementar puestos de vigilancia ubicados alrededor del perímetro interno de la ZSR, cuyas características cumplan con los requisitos citados en el Apéndice 04 del PNSAC.

(b) Los operadores de aeródromos a quienes les resulta aplicable lo señalado en el Párrafo anterior, son responsables de asegurar que los puestos de vigilancia cumplan con lo siguiente:

(1) Estar ubicados alrededor del perímetro de la ZSR y dentro de la parte aeronáutica (fuera del terminal de pasajeros). La ubicación de los puestos de vigilancia, será establecida por parte del comité de seguridad del aeropuerto. Para tal efecto, en la primera reunión de cada año calendario del comité de seguridad, se discutirá este requisito y esta acción quedará registrada en el acta del comité.
(2) Otorgar protección al personal contra la intemperie según las exigencias del clima local, contra los insectos (ej. mosquitero) y los animales del área circundante. El puesto de vigilancia debe permitir visualizar del interior hacia afuera.
(3) Contar con un repelente de insectos para uso en el cuerpo por parte del personal de vigilancia en los aeropuertos ubicados en las regiones ubicados en la costa y selva del país.
(4) Contar con una linterna disponible para su uso por parte del personal de vigilancia, en el caso de labores en horas de la noche, cuya capacidad de iluminación sea no menor a quinientos (500) lúmenes de acuerdo a lo señalado por el fabricante del equipo.
(5) Contar con equipo de radio de dos vías portátil que permita comunicarse entre los puestos de vigilancia y con personal del centro de control de operaciones del operador del aeródromo, o con personal del operador del aeródromo en el terminal de pasajeros.
(6) Contar con un plano de trabajo en el interior que permita colocar sobre el mismo, la linterna y el equipo de comunicación asignado al puesto, de acuerdo a lo señalado en la presente RAP.
(7) Contar y mantener una iluminación interna en el puesto de vigilancia no menor a cien (100) luxes medidos a nivel del plano de trabajo. los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de iluminación antes citadas.

(c) Los operadores de aeródromos a quienes les resulta aplicable lo señalado en el literal a) de la presente RAP, deben realizar pruebas de comunicación a través del empleo de los equipos de comunicación del puesto de vigilancia, a fin de comprobar que los mismos permiten establecer contacto de dos vías (recepción y trasmisión) con el personal de vigilancia asignado a dichos puestos.

(d) El operador del aeródromo referido en la presente RAP, no requiere implementar los puestos de vigilancia y las pruebas de comunicación de acuerdo a lo señalado en la presente RAP, siempre y cuando este operador implemente un sistema de detección de intrusos que cumpla con los requisitos de la presente RAP, y remita a la DGAC evidencia que demuestre el nivel de detección y el nivel de falsas alarmas alcanzado por este sistema durante un período de evaluación no menor a treinta (30) días calendarios es igual o superior a indicado en la presente regulación.

107.220 Control de Acceso a la ZSR

(a) Todo operador de aeródromo debe realizar el control de acceso de toda persona o vehículo que ingresa a la ZSR de acuerdo a lo señalado en su PSA y en la presente regulación, a fin de impedir cualquier acceso no autorizado a la ZSR. En el caso de que una persona o vehículo no cuente con la tarjeta de identificación vigente emitida por el operador del aeródromo para ingresar a la ZSR o el carnet de inspector vigente de la DGAC, el operador del aeródromo no permitirá el acceso de dicha persona o vehículo a la ZSR, salvo que el PSA o la presente regulación establezcan excepciones a este requisito.

(b) Todo operador de aeródromo debe incluir en su PSA:

(1) Mapa a escala del aeródromo donde se indique los puntos de accesos peatonales y vehiculares a la ZSR.
(2) El procedimiento para realizar el control de acceso de pasajeros, tripulantes, usuarios y vehículos a la ZSR.
(3) El procedimiento para realizar el control de acceso de personal de la Policía Nacional del Perú y del personal de las Fuerzas Armadas en cumplimiento de sus funciones.
(4) El procedimiento para prevenir el ingreso de impostores y de personas en posesión de una tarjeta de identificación vencida, no válida (fraudulenta o adulterada), no devuelta (por parte de personal que haya sido cesado o renunciado a su empleo), robada o perdida.

(c) Todo operador de aeródromo debe realizar lo siguiente como parte del control de acceso a la ZSR:

(1) Confirmar la correspondencia entre el nombre inscrito en una tarjeta de embarque (impresa o electrónica) para un vuelo presentado por cualquier pasajero de un vuelo de origen en el aeródromo y el nombre inscrito en su documento de viaje. En el caso de que no coincidan estos nombres o el pasajero no cuente con un documento de viaje, no se debe permitir el acceso a la ZSR a la persona en mención y el operador del aeródromo debe coordinar con el explotador aéreo las acciones a seguir según sea el caso. En el caso de pasajeros de un vuelo de aviación general, vuelo de sólo carga o vuelos chárter con origen en el aeródromo se debe confirmar la correspondencia entre el nombre inscrito en el manifiesto de pasajeros y el nombre inscrito en el documento de viaje. La confirmación antes descrita también puede realizarse mediante el uso de tecnología que verifique las características biométricas de los pasajeros.
(2) Confirmar la correspondencia entre el nombre inscrito en la declaración general del vuelo a abordar presentado por cualquier tripulante de vuelo y su licencia emitida por la DGAC u otra autoridad aeronáutica, la tarjeta de tripulación emitida por el explotador aéreo o su documento de viaje. En el caso de que no coincidan estos nombres o el tripulante no cuente con una licencia, una tarjeta de tripulación o documento de viaje, no se debe permitir el acceso a la ZSR al tripulante en mención y el operador del aeródromo debe coordinar con el explotador aéreo las acciones a seguir según sea el caso.
(3) Verificar que los Inspectores DGAC, cuentan con una tarjeta de inspector válida y vigente emitida por la DGAC, y que no ha sido reportada por la DGAC a los operadores del aeródromo, a través del Extranet, como robada, extraviada o no devuelta.
(4) Verificar que las personas que no son pasajeros y los vehículos que ingresan a la ZSR, cuentan con una tarjeta de identificación vigente emitida por el operador del aeródromo, que le otorga acceso a la ZSR a ingresar y no ha sido reportada como robada, extraviada o no devuelta.

(d) Todo operador de aeródromo debe confirmar que la tarjeta, licencia o documento de viaje verificado durante el control de acceso a la ZSR, pertenece a la persona o vehículo que lo presenta. Cuando corresponda, se debe verificar la coincidencia entre la fotografía integrada a la tarjeta, licencia o documento de viaje y el rostro de la persona que lo presenta, así como la coincidencia entre los datos de la matrícula del vehículo y la tarjeta de identificación del vehículo emitido por el operador del aeródromo.

(e) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe verificar las características de seguridad y los datos de las tarjetas de identificación que posee o presente cualquier persona o vehículo durante el control de acceso a la ZSR, a fin de confirmar que es el titular de la tarjeta y que dicha tarjeta es válida, vigente y que no ha sido reportada como extraviada, robada o no devuelta.

(f) Todo operador de aeródromo debe implementar medidas para prevenir el acceso de personas o vehículos no autorizados a la ZSR, desde aquellos lugares que no están ubicados dentro de la terminal de pasajeros y que proveen acceso directo a la ZSR desde la parte pública.

(g) Los Operadores de Aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administren un aeródromo otorgado en concesión deben instalar en todos los puestos de seguridad por donde acceden los usuarios a la ZSR desde la parte pública (excluyendo los puestos de inspección de pasajeros), información en idioma español en formato impreso o digital que anuncien:

(1) La obligatoriedad del usuario de portar consigo o en el vehículo, mientras permanezcan dentro de la ZSR, la tarjeta de identificación de manera visible.
(2) La facultad del personal de seguridad del aeródromo de revisar de manera aleatoria la pertenencia, validez y vigencia de las tarjetas de identificación dentro de la ZSR, y la obligación de cualquier persona de permitir dicha revisión.
(3) La facultad del personal de seguridad del Explotador Aéreo de revisar las tarjetas de identificación a toda persona que ingrese al puesto de estacionamiento de una aeronave, y la obligación de cualquier persona de permitir dicha revisión.
(4) Sobre la restricción de ingresar artículos prohibidos a la ZSR, salvo autorización escrita emitida por el Operador del Aeródromo.

(h) Cuando un vehículo ingrese a la ZSR de un aeródromo debe hacerlo a través de un puesto de seguridad y solamente puede encontrarse en el interior del vehículo, el conductor del mismo. Este requisito no resulta aplicable para el ingreso de vehículos blindados portavalores y ambulancias asignadas a una evacuación médica coordinada previamente con un explotador aéreo y para el ingreso de vehículos destinados a participar en la respuesta de una emergencia o un acto de interferencia ilícita tales como los vehículos de extinción de incendios, ambulancias, vehículos de transporte de personal de la Policía Nacional o de las Fuerzas Armadas. Los vehículos blindados portavalores serán inspeccionados de acuerdo a lo señalado en el PSA y en el caso de los vehículos restantes antes citados, están exceptuados de ser inspeccionados, previa autorización del Jefe de Seguridad del Operador del Aeródromo. Sin embargo, en el puesto de acceso vehicular que se establezca para el ingreso de estos vehículos se debe impedir el acceso de vehículos y personas distintos a los requeridos en la evacuación médica, el manejo de la emergencia o de la respuesta al acto de interferencia ilícita

(i) Cuando una persona se encuentre en la ZSR, sin una tarjeta de identificación válida y/o vigente o sin autorización para estar en dicha zona, el operador del aeródromo debe inspeccionar a esta persona y sus pertenencias, entrevistar a la persona para investigar este hecho y retirar inmediatamente a esta persona de la ZSR. El operador del aeródromo debe notificar este hecho a la DGAC de manera inmediata, realizar las investigaciones correspondientes y enviar un reporte detallado a la DGAC incluyendo las medidas correctivas, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes contadas a partir de la detección del suceso.

(j) Cuando un vehículo se encuentre en la ZSR, sin una tarjeta de identificación válida y/o vigente o sin autorización para estar en dicha zona, el operador del aeródromo debe investigar este hecho y coordinar el retiro de este vehículo de la ZSR. En forma adicional, el operador del aeródromo debe notificar este hecho y enviar un reporte a la DGAC dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes contadas a partir de la detección del suceso.

107.225 Protección de la ZSR

(a) Todo operador de aeródromo es responsable de:

(1) Proteger, custodiar y realizar el control de acceso a la ZSR del aeródromo bajo su administración.
(2) Identificar, localizar, e interceptar todo ingreso o permanencia por parte de un vehículo o una persona no autorizada en la ZSR, y asegurar su retiro de la ZSR.
(3) Realizar rondas de patrullaje por la vía perimetral y la plataforma del aeródromo en forma imprevisible, de acuerdo a la frecuencia y al procedimiento descrito en el PSA y conservar evidencia de la realización de estas actividades por un plazo no menor a quince (15) días contados desde el día de realización de la ronda.
(4) Durante las rondas de patrullaje, el operador del aeródromo debe confirmar que las personas y vehículos que se encuentren en la ZSR, elegidos en forma aleatoria, muestren en forma

visible sus tarjetas de identificación. El operador del aeródromo también debe verificar la integridad de las barreras físicas de la ZSR y la operatividad de la iluminación de seguridad, luego de la puesta de sol.

(5) Realizar rondas de patrullaje por todo el perímetro de la parte aeronáutica, de acuerdo a lo indicado en el PSA.

(6) El operador del aeródromo referido en la presente regulación, no requiere realizar rondas de patrullaje en la vía perimetral del aeródromo de acuerdo a lo señalado en la presente regulación, siempre y cuando este operador implemente un sistema de detección de intrusos que cumpla con los requisitos de la presente regulación y remite a la DGAC, evidencia que demuestre el nivel de detección y el nivel de falsas alarmas alcanzado por este sistema durante un período de evaluación no menor a treinta (30) días calendarios es igual o superior a los niveles establecidos en la presente regulación.

107.230 Diseño o modificación de las instalaciones del aeródromo

(a) Todo operador del aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe evidenciar la opinión del Jefe de Seguridad del Aeródromo (JSA), la cual señale que luego de haber revisado cualquier modificación propuesta a la infraestructura del terminal de pasajeros o de cualquier otra instalación existente ubicada en el aeródromo, no se genere algún incumplimiento con respecto a los requisitos de la normativa vigente en seguridad de la aviación. Esta opinión del JSA debe ser obtenida, en forma previa al inicio de las labores de modificación de la infraestructura. Esta evidencia debe ser conservada por parte del operador del aeródromo por un plazo no menor a tres (3) años contados a partir del uno (1) de enero del año siguiente de la fecha de inicio de la construcción.

(b) Todo operador del aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión debe evidenciar la opinión del Jefe de Seguridad del Aeródromo (JSA), la cual señala que luego de haber revisado el diseño del nuevo terminal de pasajeros o de nuevas instalaciones ubicadas en el aeródromo, no se genere algún incumplimiento con respecto a los requisitos de la normativa vigente en seguridad de la aviación. Esta opinión del JSA debe ser obtenida, en forma previa al inicio de las labores de construcción de esta nueva infraestructura. Esta evidencia debe ser conservada por parte del operador del aeródromo por un plazo no menor a tres (3) años contados a partir del uno (1) de enero del año siguiente de la fecha de inicio de la construcción.

(c) En la construcción de cualquier nuevo puesto de inspección de pasajeros, se tendrá en cuenta los siguientes requisitos:

(1) A la salida del túnel de rayos X, se deberá colocar una extensión formada por rodillos, faja u otro mecanismo que permita el avance de los equipajes o bultos a su salida del equipo de rayos X.

(2) Un acceso alrededor del pórtico detector de metales, de un ancho no menor a 0.9 metros que permita el paso de una persona en silla de ruedas. Este ingreso debe estar identificado con el símbolo internacional de accesibilidad. Este acceso debe estar provisto de una barrera física que prevenga el acceso de una persona a través del mismo, sin haber sido sometido a inspección. El material a emplearse para este acceso debe ser no metálico y transparente. Por lo menos debe haber uno de este tipo de acceso por cada tres (3) líneas de inspección de pasajeros.

(3) En los aeropuertos cuya capacidad de operación esté prevista para un movimiento anual superior a los dos (2) millones de pasajeros embarcados desde este aeródromo, el operador del aeródromo debe implementar sistemas de inspección de los equipajes de mano con capacidad de recolección automática de bandejas y separación de los equipajes observados para ser inspeccionados de aquellos equipajes no observados.

(4) En los aeropuertos cuya capacidad de operación esté prevista para un movimiento anual menor a los dos (2) millones de pasajeros embarcados, el operador del aeródromo debe contar con un acceso alrededor del pórtico

detector de metales, a fin de permitir el retorno de las bandejas al inicio del puesto de inspección de pasajeros. Este acceso debe estar provisto de una barrera física que prevenga el acceso de una persona a través del mismo, sin haber sido sometido a inspección.

(5) La longitud de las líneas de los equipos de rayos X al ingreso y a la salida del túnel para uso por parte de los pasajeros, serán no menores a 3,5 metros.

(6) La iluminación en el puesto de inspección de personas debe ser no menor a 500 lux, medidos al nivel inferior de la pantalla del equipo de rayos X del puesto de inspección de pasajeros y de ser el caso, en el plano de trabajo donde esté ubicado el equipo detector de trazas (ETD). En el caso de que no se cuente con un equipo de rayos X o un equipo detector de trazas (ETD) en este puesto, la medición se realizará en el plano de trabajo donde se realiza la inspección física de los equipajes de mano o bultos que lleve consigo la persona.

(7) El puesto de inspección de pasajeros debe estar dotado de barreras o mecanismos que separen el área de pasajeros no inspeccionados de aquellos ya sometidos a inspección, así como también prevenir el paso no autorizado de una persona sin haber sido sometido a una inspección. (Ej. área de oficiales de seguridad asignados a la máquina de rayos X, área entre el pórtico detector de metales y la máquina de rayos X, etc.)

(d) En el diseño de un terminal de pasajeros o modificación de las instalaciones existentes en la parte aeronáutica o pública se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

(1) Implementar barreras físicas en el perímetro del aeródromo de acuerdo a los requisitos de la normativa vigente. Estas barreras físicas deben separar la parte pública de la parte aeronáutica y prevenir el contacto entre personas inspeccionadas y otras no inspeccionadas en el aeródromo.

(2) Evitar la mezcla o contacto entre pasajeros y/o tripulación de vuelos que arriban al aeródromo con pasajeros y/o tripulación inspeccionados en el puesto de inspección de pasajeros del aeródromo.

(3) Los pasajeros y tripulantes de transbordo deben ser sometidos a inspección antes de ingresar a la zona estéril del aeródromo, a menos que se haya realizado la validación de las medidas de seguridad por parte de la DGAC con respecto al aeródromo de donde proviene el vuelo de transbordo.

(4) Implementar requisitos de diseño ergonómico y de factores humanos que incluyen entre otras cosas, la protección contra el clima local en los puestos de seguridad que otorga acceso peatonal y vehicular a la ZSR, servicios higiénicos cercanos a los puestos de seguridad y en la plataforma.

(5) Implementar una vía o camino perimetral de acuerdo a los requisitos aplicables.

(6) Evitar crear rutas o accesos desde la parte pública hacia la parte aeronáutica que posibiliten a una persona o vehículo ingresar a la parte aeronáutica o ZSR sin ser sometido a inspección.

(7) Establecer una ruta accesible y segura para la reunión entre los pasajeros o tripulantes con sus equipajes de bodega seleccionados para una inspección física.

(8) En el caso de los sistemas centralizados de inspección del equipaje de bodega tipo multinivel, el tiempo de decisión para el operador de rayos X debe ser no menor a treinta (30) segundos, a menos que se empleen equipos EDS de tecnología de tomografía computarizada en el primer nivel de inspección certificados por la ECAC bajo estándar 3 o superior, o por la TSA en forma equivalente.

(9) Los sistemas centralizados de inspección del equipaje de bodega tipo multinivel deben ser redundantes, es decir, capacidad de reserva o flexibilidad en el diseño de manera que la inspección del equipaje de bodega pueda continuar en caso de que algún equipo EDS o de rayos X del sistema de inspección del equipaje de bodega no pueda utilizarse o no pueda funcionar con la capacidad prevista.

(10) Iluminación de seguridad en los puntos de acceso vehicular, en la parte pública, en la plataforma y zonas colindantes a los edificios del aeródromo (Ej. terminales de carga, combustible). La iluminación de seguridad debe permitir captar imágenes a color en el sistema de video vigilancia (CCTV).

(11) Las áreas designadas para la inspección de pasajeros deben posibilitar la ampliación o incremento de las líneas de inspección de pasajeros, entre otras cosas debido a un incremento en la cantidad de pasajeros o por la incorporación de nuevas tecnologías de inspección para enfrentar amenazas existentes o emergentes.

(12) Los puntos de inspección de pasajeros deben incluir la instalación de una alarma oculta conectada con una persona o centro de control capaz de coordinar una respuesta rápida.

(13) Los puntos de inspección de vehículos deben impedir o minimizar los intentos de ingresos de vehículos a través de embestidas contra los puntos de acceso a gran velocidad o por la fuerza. Para tal efecto, se puede considerar la colocación de bolardos o barreras físicas que se oculten o manifiesten bajo control hidráulico.

(14) Barreras físicas destinadas a impedir o minimizar los efectos de ataques mediante embestida de vehículos al terminal de pasajeros. Las barreras físicas antes citadas incluyen bolardos o jardineras a prueba de choques.

(15) Las áreas de estacionamiento deberían estar situadas alejadas de los edificios terminales para limitar el riesgo de daño a los mismos que podría causar un IED a bordo de un vehículo. Evitar asignar áreas de estacionamiento contiguas a las barreras que separan la parte pública de la parte aeronáutica, debido a que se podría utilizar el vehículo para ayudar a escalar la barrera antes citada.

107.235 Instrucción

(a) Todo operador de aeródromo debe brindar formación a los oficiales de seguridad y al personal de vigilancia en detección del comportamiento. Los temas a otorgarse como parte de esta formación deben estar descritos en el PSA.

(b) Todo operador de aeródromo debe brindar formación a los oficiales de seguridad aeroportuaria acerca de las medidas de seguridad integradas en las tarjetas de identificación emitidas por el aeródromo y en el caso de las tarjetas de los inspectores de la DGAC.

(c) Todo operador de aeródromo y el proveedor de servicios de tránsito aéreo deben elaborar, aplicar y mantener programas de instrucción en seguridad de la aviación para el personal que aplica las tareas, funciones o procedimientos descritos en el Programa de Seguridad. Los programas de instrucción antes citados deben cumplir por los menos con los aspectos correspondientes indicados en el Programa Nacional de Instrucción de la Aviación Civil (PNISAC). Del mismo modo, evidenciar el cumplimiento de sus programas de instrucción, a solicitud de los inspectores de seguridad de la aviación de la DGAC.

(d) Todo operador de aeródromo es responsable de asegurar y evidenciar que los oficiales de seguridad aeroportuaria hayan culminado de manera satisfactoria la instrucción teórica y el entrenamiento práctico en el trabajo establecido en su PSA, antes de ejecutar cualquier función o tarea asignada en su PSA o en la normativa aplicable; y asimismo asegurar y evidenciar el otorgamiento de la instrucción periódica que corresponda.

(e) Todo operador de aeródromo es responsable de asegurar y evidenciar que el personal de vigilancia haya culminado de manera satisfactoria la instrucción teórica establecida en su PSA, antes de ejecutar cualquier función o tarea asignada en su PSA; y asimismo asegurar y evidenciar el otorgamiento de la instrucción periódica que corresponda.

(f) Todo proveedor de servicios de tránsito aéreo es responsable de asegurar y evidenciar que el personal de seguridad que realiza el control de acceso y la

inspección de las personas que ingresan a la torre de control y a la sala radar desde la parte pública, haya culminado de manera satisfactoria la instrucción teórica y el entrenamiento práctico en el trabajo establecido en su programa de seguridad, antes de ejecutar las tareas de control de acceso e inspección asignadas; y asimismo asegurar y evidenciar el otorgamiento de la instrucción periódica que corresponda. Los temas a otorgarse en la instrucción teórica y el entrenamiento práctico en el trabajo incluirán el reconocimiento de las tarjetas de identificación emitidas por el proveedor de servicios de tránsito aéreo, DGAC y el operador del aeródromo y el procedimiento a aplicarse para el control de acceso e inspección de las personas.

(g) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión, debe otorgar concientización en temas de seguridad a los usuarios a quienes se les entregue una tarjeta de identificación de acceso sin escolta a la ZSR. Entre los temas a incluir en esta concientización se debe incluir los deberes de los usuarios de las tarjetas de identificación de acuerdo a lo señalado en la presente regulación y como realizar reportes anónimos y voluntarios, en el sistema de reporte confidencial de seguridad de la aviación implementado por la DGAC o por el aeródromo. La concientización se otorgará antes de la entrega de una tarjeta de identificación de acceso sin escolta a la ZSR y puede ser a través de una sesión presencial, video o una cartilla que incluya por lo menos los temas antes citados.

(h) Cuando el explotador aéreo, proveedor de servicios de tránsito aéreo o el servicio especializado aeroportuario proporcione evidencia del cumplimiento de los siguientes aspectos, el operador del aeródromo debe reconocer esta evidencia en reemplazo del otorgamiento de una charla de concientización por su parte, como parte del proceso de otorgamiento o renovación de una tarjeta de identificación de acceso sin escolta a la ZSR:

(1) Como parte del curso de seguridad de la aviación, se incluye los deberes de los usuarios de las tarjetas de identificación de acuerdo a lo señalado en la presente regulación y como realizar reportes anónimos y voluntarios, en el sistema de reporte confidencial de seguridad de la aviación implementado por la DGAC o por el aeródromo, y

(2) El envío de la evidencia se hace de la forma establecida por el comité de seguridad del aeródromo

107.240 Sistema TIP

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión, debe asegurar que las máquinas de rayos X que sean empleadas para realizar la inspección del equipaje de mano, cuenten con un sistema TIP y que el operador de cualquier máquina de rayos X, cuando inicie su turno, ingrese con un código de identificación único, al cual se asociará los resultados que se obtengan del sistema TIP.

(b) El sistema TIP del equipo de rayos X antes citado, no debe interferir en el funcionamiento normal ni en la operación del equipo de rayos X. Este sistema debe retroalimentar a los operadores con mensajes de notificación de los resultados de identificación de las imágenes virtuales del sistema TIP, y poder generar reportes de los resultados de identificación de las imágenes virtuales del sistema TIP por cada operador de la máquina de rayos X. La descarga y visualización de los resultados del sistema TIP estará restringido al personal autorizado por el operador del aeródromo.

(c) La biblioteca de imágenes del sistema TIP será no menor a 1,000 imágenes. Las imágenes antes descritas deben incluir representaciones realistas de armas de fuego, artículos punzo cortantes, artefactos explosivos ensamblados y también de sus componentes.

(d) Los resultados obtenidos por cada operador del equipo de rayos X en el sistema TIP será analizado en forma mensual por parte del operador del aeródromo, a fin de identificar si se requiere un incremento en las horas de entrenamiento a fin de mejorar sus niveles de detección y adaptar la instrucción de los operadores con base a las deficiencias observadas. El análisis antes citado debe

ser culminado a más tardar dentro del mes calendario siguiente al período en evaluación. El operador del aeródromo debe conservar los análisis efectuados sobre los resultados del sistema TIP de los últimos doce (12) meses.

(e) La renovación de las imágenes TIPs será realizada con base a los resultados observados en los reportes mensuales del sistema TIP y de acuerdo al material de orientación otorgado por la DGAC a través del portal web seguro (Extranet).

(f) En el caso de que el sistema TIP sea administrado a través de una red informática, el operador del aeródromo debe proteger la misma contra interferencias virtuales o físicas no autorizadas.

(g) El operador del aeródromo que posea o implemente equipos EDS o máquinas de rayos X a ser utilizados para la inspección del equipaje de bodega (origen y transbordo), en atención a un requisito del contrato de concesión debe asegurar que estos equipos cumplan con los requisitos del sistema TIP establecidos en la RAP 108. Asimismo, el operador del aeródromo es responsable de descargar los resultados del sistema TIP en forma mensual y entregarlos a los explotadores aéreos que operan bajo la RAP 121 y RAP 129 en dicho aeródromo, o con la autorización de éstos, entregarlo al servicio especializado aeroportuario que brinda los servicios de inspección del equipaje de bodega.

107.245 Computer Based Training (CBT) para Operador de Rayos X

(a) A partir del 01 de julio de 2021, todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión, debe utilizar software de entrenamiento basado en la computadora (CBT) para cumplir con los requisitos de instrucción del operador de rayos X. El CBT debe brindar mediante simulación, una exposición a las personas de imágenes de artículos prohibidos observadas a simple vista y también a través de equipos de rayos X, además el CBT debe contar con un algoritmo que permita adaptar el aprendizaje de manera individual a las necesidades de cada persona, ajustando los niveles de dificultad y concentrándose en áreas determinadas que requieran desarrollo.

(b) A partir del 01 de Julio de 2019, la biblioteca de imágenes del CBT será no menor a 1,000 imágenes correspondientes a un mínimo de 250 artículos prohibidos diferentes, incluidas imágenes de piezas y componentes de dichos artículos, todas ellas capturadas desde ángulos diferentes y adecuados para la inspección del equipaje de mano, por lo que las imágenes deben incluir armas de fuego, artículos punzo cortantes, artefactos explosivos ensamblados o sus componentes, así como otros artículos que puedan constituir un artículo prohibido como parte del equipaje de mano.

(c) El operador del aeródromo debe asegurar que el CBT que emplee para fines de entrenamiento en cumplimiento de lo señalado en la presente regulación cumpla con:

(1) Clasificar las imágenes por categorías, y permitir la programación del porcentaje de imágenes por categorías a ser visualizadas por cada persona durante el entrenamiento.
(2) Emitir reportes que muestren el desempeño de detección por categorías por cada persona.
(3) Emitir reportes de horas de entrenamiento por persona, el cual incluya detalles acerca de las fechas y duración de cada sesión de entrenamiento.
(4) Permitir la inclusión de imágenes vistas en la operación cotidiana.
(5) Actualizar las librerías de imágenes por el fabricante.
(6) Asegurar que las imágenes presentadas sean correspondientes a las labores de inspección del equipaje de mano y que presenten diferentes niveles de dificultad en su interpretación, de acuerdo al progreso del aprendizaje de la persona en entrenamiento.

(d) El operador del aeródromo debe otorgar entrenamiento en el CBT a los oficiales de seguridad aeroportuaria que realizan labores de interpretación de imágenes de rayos X, por un tiempo no menor de dos (2) horas durante cada dos (2) meses.

107.250 Áreas comunes con Migraciones o SUNAT

(a) Todo operador de aeródromo que cuente con áreas donde se desarrollen controles

migratorios o aduaneros a cargo de la Superintendencia Nacional de Migraciones o de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria - SUNAT, es responsable de:

(1) Implementar y mantener controles o barreras físicas dentro de la terminal de pasajeros que delimiten y separen las áreas de desplazamiento de los usuarios (titulares de una tarjeta de identificación) de aquellas áreas asignadas para el control migratorio o aduanero de los pasajeros o tripulantes a cargo de Migraciones o de SUNAT. Estos controles o barreras físicas deben prevenir que un pasajero o tripulante pueda ingresar a las salas de embarque o salir del aeropuerto hacia la parte pública, sin haber sido sometido a su respectivo control migratorio o aduanero.
(2) Implementar y mantener un mecanismo de control de acceso en el ingreso de las áreas de desplazamiento de los usuarios citados en el numeral anterior, a fin de asegurar que la persona que ingresa a través de la misma es el titular de una tarjeta de identificación válida emitida por el aeropuerto.
(3) Implementar y mantener señalética dentro del terminal de pasajeros que informe a los pasajeros o tripulantes de los vuelos internacionales, acerca de la ruta a seguir para sus controles migratorios o aduaneros.

(b) Todo operador de aeródromo debe permitir el ingreso a la ZSR de aquellos artículos o equipos descritos en los procedimientos o manuales internos de los inspectores de Migraciones y de SUNAT, que a la vez no constituyan artículos prohibidos para la ZSR, tales como equipos electrónicos especializados, cámaras fotográficas y otros.

107.255 Protección contra ciberataques

(a) Todo operador de aeródromo es responsable de implementar medidas físicas y virtuales de seguridad para mitigar posibles ciberataques y proteger las redes informáticas que administra (cuya operación incluye datos críticos de seguridad de la aviación) contra el acceso, la modificación y el uso no autorizado de los datos de estas redes. Entre las redes a proteger se incluye por lo menos a aquellas que integran al sistema de control de acceso, el sistema del CCTV, el sistema de detección automática de intrusos o a los equipos de seguridad integrados en una red. Las medidas de seguridad a implementar para proteger a las redes informáticas antes citadas serán determinadas por el operador del aeródromo en base a una evaluación de riesgos.

(b) Todo proveedor de los servicios de tránsito aéreo es responsable de implementar medidas físicas y virtuales de seguridad para mitigar posibles ciberataques y proteger las redes informáticas que administra (cuya operación incluye datos críticos de seguridad de la aviación) contra el acceso, la modificación y el uso no autorizado de los datos de estas redes. Las medidas de seguridad a implementar para proteger a las redes informáticas antes citadas serán determinadas por el proveedor de los servicios de tránsito aéreo en base a una evaluación de riesgos.

107.260 Iluminación de Seguridad

(a) Todo operador de aeródromo que administre un aeródromo en cumplimiento de un contrato de concesión firmado con el Estado Peruano o cualquier otro aeródromo que tenga un movimiento anual superior a los 60,000 pasajeros (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior), debe implementar iluminación de seguridad en la parte pública y aeronáutica del aeródromo que cumpla con lo siguiente:

(1) La iluminación en la ZSR debe ser suficiente para permitir obtener imágenes claras en el sistema de CCTV y detectar a cualquier persona o vehículo que se ubique en la ZSR.

(2) La iluminación en el puesto de inspección de pasajeros debe ser no menor a 500 lux, medidos al nivel inferior de la pantalla del equipo de rayos X del puesto de inspección de pasajeros y de ser el caso, en el plano de trabajo donde esté ubicado el equipo detector de trazas (ETD). En el caso de que no se cuente con un equipo de rayos X o un equipo detector de trazas (ETD) en este puesto, la medición se realizará en el plano de trabajo donde se realiza la inspección

física de los equipajes de mano o bultos que lleve consigo la persona.

(3) La iluminación en el puesto de acceso de vehículos debe ser tal que permita el registro de imágenes a color en el CCTV. Este mismo nivel de iluminación debe ser alcanzado para el caso de ingresos peatonales de usuarios que ingresan a la parte aeronáutica desde la parte pública.

107.265 Inspección de las personas, artículos y vehículos que ingresan a la ZSR

(a) El operador del aeródromo debe inspeccionar a todas las personas (pasajeros de origen y de transbordo, tripulantes y personas que no son pasajeros), los equipajes o artículos que lleven consigo y los vehículos (incluyendo los artículos transportados en el mismo) que ingresan a la ZSR, a menos que se encuentren exceptuados de acuerdo a lo previsto en el PNSAC y en la presente regulación.

(b) El operador del aeródromo es responsable de proteger a los pasajeros y tripulación (de origen y transbordo) y su equipaje de mano que hayan sido inspeccionados contra cualquier interferencia no autorizada, desde el punto de inspección hasta embarcar en la aeronave. Para tal efecto, el operador del aeródromo debe implementar medidas tales como barreras físicas en los puestos de inspección de pasajeros para evitar el contacto entre las personas inspeccionadas de aquellas no inspeccionadas y prevenir que las personas inspeccionadas puedan contactar o recibir algún elemento aún no sometido a inspección.

(c) El operador del aeródromo debe incluir en el PSA, los procedimientos detallados para realizar la inspección de los pasajeros (de origen y de transbordo), tripulantes, usuarios (personas que no son pasajeros), equipaje de mano y pertenencias que ingresen a la zona estéril, y las acciones a los procedimientos a seguir en situaciones de operación no estándar o imprevistas (ej. averías en el equipo de seguridad o corte de energía). Asimismo, también es responsable de proteger a los pasajeros, tripulantes, usuarios y sus equipajes de mano y pertenencias luego de ser inspeccionados contra interferencias no autorizadas en la zona estéril.

(d) Los pasajeros (de origen y de transbordo), tripulantes y usuarios (personas que no son pasajeros) serán inspeccionados por parte del operador de aeródromo mediante el empleo de cualquiera de las siguientes opciones:
(1) Inspección física (pat down),
(2) Inspección a través del pórtico detector de metales,
(3) Inspección con el detector manual de metales,
(4) Inspección a través de equipos de tecnología avanzada de imágenes (radiación no ionizante) con algoritmo de detección automática de objetos.

(e) Los equipajes de mano de los pasajeros (de origen y de transbordo) o tripulantes y los artículos de los usuarios serán inspeccionados por parte del operador de aeródromo mediante el empleo de cualquiera de las siguientes opciones:

(1) Inspección física (hand search),
(2) Inspección a través de un equipo de rayos X

(f) El operador del aeródromo debe inspeccionar a los artículos que lleven consigo las personas que no son pasajeros y los vehículos que ingresan a la ZSR, salvo en el caso de los artículos descritos en el PSA que han sido sometidos a controles de seguridad (incluyendo la inspección) y mantenidos bajo custodia por parte del explotador aéreo tal como es el caso de la carga y de los artículos de aprovisionamiento.

(g) El operador del aeródromo es responsable de asegurar que los contenedores donde se mantengan los artículos prohibidos no sean vulnerados en su integridad, así como que ninguna otra persona pueda manipular dichos artículos, salvo como parte de la disposición final de los artículos prohibidos, durante actividades de control de calidad o investigaciones.

(h) En atención a lo señalado en el artículo 11.1 de la Ley de Seguridad de la Aviación, el operador del aeródromo debe impedir el acceso a la zona estéril del aeródromo y hacia la aeronave, a todo pasajero que no permita la inspección de su persona o artículos que lleve consigo en el puesto de inspección de pasajeros.

(i) El operador del aeródromo debe asegurar que las inspecciones físicas del equipaje de mano o artículos que lleven las personas a la ZSR, por parte de los oficiales de seguridad aeroportuario sean efectuadas sin la intervención de los titulares del equipaje o artículos (ej. pasajeros, tripulantes, usuarios) y en un ambiente iluminado, seguro y controlado por parte de dicho oficial.

(j) El operador del aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión, debe realizar inspecciones aleatorias a las personas y a los artículos que lleven consigo en el puesto de inspección de pasajeros (de origen y en transbordo) de acuerdo a lo señalado en el PSA. Para efectos de elegir a las personas o a los artículos para una inspección aleatoria, el operador del aeródromo debe tener en cuenta lo siguiente:

(1) Las personas y artículos deben ser elegidos en forma imprevisible para ser sometidos a una inspección aleatoria,
(2) Las personas a ser elegidas para una inspección aleatoria, son aquellas que atraviesen el pórtico detector de metales sin activar el mismo. La proporción de las personas a ser inspeccionadas bajo este criterio será no menor a 1 por cada 20 personas. La inspección de estas personas será a través de una inspección física.
(3) Los artículos a ser elegidos para una inspección aleatoria, son aquellos que son inspeccionados a través del equipo de rayos X y durante la interpretación de imágenes de su contenido, no se ha reconocido o no existe sospecha acerca de la presencia de un artículo prohibido. La proporción de los artículos a ser inspeccionados bajo este criterio será no menor a uno (1) por cada veinte (20) artículos.
(4) Cuando el nivel de riesgo se eleve, las proporciones antes citadas se incrementarán y estarán descritas en el PSA, teniendo como referencia mínima los valores indicados en el PNSAC.

(k) Cuando el operador de aeródromo realice la inspección de los artículos antes citados a través de equipos de rayos X en el puesto de inspección de pasajeros (de origen y de transbordo) y cumpla con todos los requisitos respecto al TIP establecidos en la presente parte, en forma consecutiva por seis (6) meses, no requiere realizar inspecciones aleatorias a los artículos inspeccionados mediante equipos de rayos X. Para tal efecto, debe remitir a través del portal web de la DGAC (Extranet), las evidencias que acrediten la realización del análisis de los resultados y los entrenamientos otorgados cuando hayan correspondido.

(l) Cuando en el aeródromo se realicen operaciones aéreas de vuelos en tránsito, el operador del aeródromo debe implementar medidas para proteger a las personas a bordo de estas aeronaves contra interferencias no autorizadas, así como la integridad de la seguridad del aeropuerto.

(m) En el caso de que el operador del aeródromo evidencie que hubo una falla en la correcta aplicación de los procedimientos de inspección relativos a un vuelo que ya partió, el operador del aeródromo debe informar inmediatamente a la DGAC, quién informará a las autoridades competentes aeronáuticas del Estado de destino del vuelo a través del sistema de punto de contactos (POC) de la OACI.

(n) El operador del aeródromo debe inspeccionar los suministros y mercancías que vayan a ser vendidos o utilizados en la zona de seguridad restringida (Ej. bebidas, alimentos, materia prima, artículos para la venta y artículos utilizados para la limpieza del terminal, etc.) antes de que ingresen a la zona estéril. El método de inspección a aplicarse a los suministros y mercancías debe tener en cuenta la naturaleza de los suministros y mercancías.

(o) El operador del aeródromo debe inspeccionar los artículos que ingresan a la ZSR en un vehículo, cuando este vehículo no forme parte de la flota de un terminal de carga del explotador aéreo o de un servicio de aprovisionamiento certificados como servicios especializados aeroportuarios por parte de la DGAC, que brinde servicios a un explotador aéreo en dicho aeródromo.

(p) El operador del aeródromo debe inspeccionar el material de la compañía (comat y comail) del explotador aéreo que ingresa a la ZSR desde la parte pública, a

menos que este material sea enviado como carga a través de un terminal de carga certificado por la DGAC.

(q) El operador del aeródromo debe verificar la integridad de los sellos y de la documentación respectiva de los vehículos que transportan la carga, los artículos de aprovisionamiento y los artículos de servicios en vuelo que ingresan a la ZSR, cuando estos provengan de un terminal de carga del explotador aéreo o de un servicio de aprovisionamiento certificados como servicios especializados aeroportuarios por parte de la DGAC.

(r) En el caso de que el operador del aeródromo detecte signos de manipulación indebida o existen incongruencias en la documentación (ej. números de sellos no coinciden con el número registrado en la documentación), el operador del aeródromo no debe permitir el acceso a la ZSR de estos vehículos, a menos que el operador del aeródromo realice una inspección al vehículo, las personas a bordo y a todos los artículos transportados en el mismo.

(s) Los canes utilizados para necesidades operativas y manejados por una persona provista de una tarjeta de identificación válida serán objeto de un control visual previo a la autorización de acceso a la ZSR por parte del operador del aeródromo. Este requisito también resulta aplicable en el caso de los canes de la Policía Nacional del Perú.

(t) El operador del aeródromo debe inspeccionar a los vehículos que ingresan a la ZSR. Para tal efecto, el operador del aeródromo debe proporcionar espejos y linternas a los oficiales de seguridad aeroportuaria que realizan la inspección antes citada e incluir el procedimiento para la inspección de los vehículos en su PSA. Los vehículos serán sometidos a una inspección manual exhaustiva de las áreas indicadas en el precitado procedimiento, salvo en el caso de los vehículos exceptuados de inspección de acuerdo a lo señalado en el PNSAC o en la presente regulación.

(u) El operador del aeródromo debe asegurar que las inspecciones de las personas y los vehículos por parte de los oficiales de seguridad aeroportuario en el puesto de seguridad sean efectuadas previniendo que las personas o vehículos inspeccionados tengan contacto con otras personas o vehículos no sometidos a inspección, y además que esta actividad se desarrolle en un ambiente iluminado y protegido contra las inclemencias del clima (Ej. radiación ultravioleta o lluvia). Del mismo modo, el operador del aeródromo debe asegurar que el área de inspección de los artículos que lleven consigo las personas que no son pasajeros en los puestos de seguridad, permitan separar los artículos inspeccionados de aquellos que aún no han sido sometidos a inspección y que esta área también esté protegida contra las inclemencias del clima (ej. Lluvia o radiación ultravioleta) e iluminado.

(v) El proveedor de los servicios de tránsito aéreo que opere en un aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior), cuya ubicación de la torre de control o sala radar, permitan el acceso desde la parte pública de personas que no laboran en estos lugares, debe inspeccionar a estas personas y a los artículos que llevan consigo antes de ingresar a estos lugares.

(w) El operador del aeródromo no debe someter a inspección a los contenedores que lleven en su interior, órganos o tejidos bajo control de profesionales de la salud autorizados para tal efecto por parte del Ministerio de Salud.

107.270 Puesto de Inspección de Pasajeros

(a) A partir del 01 de Julio de 2019, todo operador de aeródromo que administre un aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados desde dicho aeródromo (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) y desde donde operen explotadores aéreos bajo la RAP 121 o RAP 129, debe asignar la siguiente cantidad mínima de personal en las líneas de inspección asignadas para la inspección de pasajeros de vuelos de origen o de transbordo:

(1) Una persona ubicada al inicio de la línea de inspección de pasajeros para que pueda brindar información a los pasajeros respecto a la preparación de su persona y equipaje de mano para el proceso de inspección,

(2) Un oficial de seguridad aeroportuaria ubicado en la pantalla del equipo de rayos X, asignado al análisis de las imágenes del contenido de los

artículos o equipajes inspeccionados a través del equipo de rayos X,

(3) Un oficial de seguridad aeroportuaria ubicado a la salida del túnel de rayos X, para la inspección de los equipajes seleccionados para una inspección manual,

(4) Un oficial de seguridad aeroportuaria ubicado en el pórtico detector de metales, para la inspección de los pasajeros y personas que pasen a través del pórtico, y

(5) Un supervisor de las tareas de inspección de pasajeros, responsable de la operación eficiente en este puesto de inspección.

(b) El operador del aeródromo debe asignar un lugar destinado a la inspección privada de los pasajeros, que evite la observación de las actividades de inspección desde el exterior. El lugar destinado a la inspección privada de los pasajeros debe ser distinto a un área dentro de los servicios higiénicos o lugar destinado al almacenamiento de artículos o bienes. Cuando el aeródromo cuente con un sistema CCTV, el lugar destinado a la inspección privada debe contar con una cámara integrada a dicho sistema que registre las actividades de inspección en privado. El área de inspección privada debe ser accesible para el ingreso de una persona en silla de ruedas.

(c) El operador del aeródromo debe asegurar que los oficiales de seguridad aeroportuaria que realizan la inspección del equipaje de mano de los pasajeros o tripulantes a través de equipos de rayos X o equipos EDS en el puesto de inspección de pasajeros, realicen dichas actividades por un período de tiempo no mayor de veinte (20) minutos. Tras cada uno de estos períodos, el oficial no deberá examinar imágenes de rayos X durante los siguientes veinte minutos.

(d) El operador del aeródromo debe asegurar que los oficiales de seguridad aeroportuaria que realizan la inspección de los artículos de las personas que no son pasajeros a través de equipos de rayos X o equipos EDS, realicen dichas actividades por un período de tiempo no mayor de treinta (30) minutos en cualquier período de una hora.

107.275 Ingreso de armas de fuego a la ZSR

(a) El personal de la Policía Nacional del Perú (PNP) en cumplimiento de sus funciones y en posesión de su tarjeta de identificación emitida por el operador del aeródromo, puede ingresar a la ZSR con su armamento reglamentario.

(b) A solicitud del operador del aeródromo, ante una situación de emergencia o en el caso de intervenciones necesarias para restituir el orden público, el personal de la Policía Nacional del Perú (PNP) no requiere presentar una tarjeta de identificación emitida por el operador del aeródromo para ingresar a la ZSR.

(c) Cuando una persona presente una autorización para el ingreso de armas de fuego a la ZSR en cualquier puesto de inspección de pasajeros o de seguridad, el operador de aeródromo debe contactar o coordinar con la DGAC para verificar la validez de dicha autorización.

(d) El personal y los vehículos oficiales que estén designados a la atención, custodia y/o protección del Presidente de la República y de la aeronave que lo traslade, pueden ingresar con su armamento reglamentario y no requiere presentar una tarjeta de identificación emitida por el operador del aeródromo para ingresar a la ZSR. Sin embargo, el operador del aeródromo debe coordinar con estas entidades, las acciones para el ingreso de este personal a la ZSR en forma controlada, para garantizar un desarrollo seguro durante las operaciones aéreas en el aeródromo.

(e) El operador del aeródromo que deba implementar un área de descarga de armas de fuego de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, es responsable de asegurar que esta área esté protegida contra las inclemencias del tiempo e iluminada (en forma artificial luego de la puesta de sol o cuando sea necesario). Cuando esta área se encuentre fuera del terminal de pasajeros, esta área debe prevenir que el público en general observe las tareas o actividades que se llevan a cabo en esta área.

107.280 Control de Calidad Interno

(a) Todo operador de aeródromo que administre un aeródromo en cumplimiento de un contrato de concesión firmado con el Estado Peruano o cualquier otro aeródromo que tenga un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) y el proveedor de servicios de tránsito aéreo que aplique

controles de seguridad en un aeródromo que tenga un movimiento anual superior al millón de pasajeros (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) deben elaborar, aplicar y mantener actualizado un programa de control de calidad interno que permita verificar la aplicación del PSA. Este programa de control de calidad interno debe ser remitido a la DGAC, para ser revisado y de corresponder, sea aprobado por la DGAC.

(b) El programa de control de calidad interno citado en el punto anterior debe incluir lo siguiente:

(1) El procedimiento para la ejecución de las actividades de control de la calidad destinadas a verificar el cumplimiento de todas las medidas de seguridad descritas en el Programa de Seguridad. La frecuencia mínima para realizar estas actividades será cada doce (12) meses. Las personas que realicen esta actividad de verificación deben contar con una experiencia no menor a doce (12) meses en seguridad de la aviación y conocer el programa de seguridad a evaluar.

(2) En el caso de los operadores de aeródromos, el procedimiento para la ejecución de los ejercicios controlados. La frecuencia mínima para realizar los ejercicios controlados por parte del operador de aeródromo será de acuerdo a lo siguiente:

(i) Aeródromos cuyo movimiento anual sea superior al millón de pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año anterior) – realizar por lo menos, un ejercicio controlado de cada uno de los tipos aprobados en su programa de control de calidad interno, cada tres (3) meses.

(ii) Aeródromo cuyo movimiento anual sea superior a los 500,000 pasajeros, pero menor al millón de pasajeros embarcados en forma anual (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año anterior) – realizar por lo menos, un ejercicio controlado de cada uno de los tipos aprobados en su programa de control de calidad interno, cada cuatro (4) meses.

(iii) Aeródromo cuyo movimiento anual sea superior a los 100,000 pasajeros, pero menor al medio millón de pasajeros embarcados en forma anual (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año anterior) – realizar por lo menos, un ejercicio controlado de cada uno de los tipos aprobados en su programa de control de calidad interno, cada seis (6) meses.

(c) Todo operador de aeródromo y el proveedor de servicios de tránsito aéreo que requieran contar con un programa de control de calidad interno de acuerdo a lo señalado en la presente RAP, deben evidenciar a través de un registro impreso o electrónico, los resultados de cualquier actividad de control de calidad o de un ejercicio controlado realizado como parte del programa de control de calidad interno.

(d) En el caso de que como resultado de las actividades de control de calidad o de los ejercicios controlados, se detecten deficiencias en la aplicación de las medidas de seguridad, todo operador de aeródromo y el proveedor de tránsito aéreo que requieran contar con un programa de control de calidad interno de acuerdo a lo señalado en la presente RAP, deben establecer, evidenciar y ejecutar planes de medidas correctivas para cada una de las deficiencias identificadas

(e) Todo operador de aeródromo y el proveedor de servicios de tránsito aéreo que requieran contar con un programa de control de calidad interno de acuerdo a lo señalado en la presente RAP, deben elaborar un reporte que incluya una descripción de las actividades de control de calidad y los ejercicios controlados realizados durante el año calendario, así como los resultados obtenidos, y de ser el caso, los planes de medidas correctivas y actividades de seguimiento. Este reporte anual debe ser remitido a la DGAC dentro del primer mes del año calendario siguiente al período del reporte a través del portal web de la DGAC (Extranet).

(f) Todo operador de aeródromo y el proveedor de servicios de tránsito aéreo que requieran contar con un programa de control de calidad interno de acuerdo a lo señalado en la presente RAP, deben asegurar que los artículos a emplearse para la ejecución de los ejercicios controlados cumplan con:

(1) Estar etiquetados claramente como artículos de prueba (p. ej., mediante una etiqueta informativa adherida al artículo) y se indique a quién se debe llamar en caso de que se encuentre el artículo.
(2) Estar descritos en su Programa de Control de Calidad interno, y sean de una naturaleza tal que estén permitidos por Ley y no se ponga en peligro la seguridad de las personas, aeronaves, aeropuertos o sus instalaciones, en caso de pérdida de estos artículos.
(3) Los artículos empleados para los ejercicios controlados deben mantenerse siempre bajo control de la persona encargada de estos ejercicios y además debe evitarse interferir con las operaciones o crear inconvenientes al público y a las personas que no se someten al ejercicio controlado.
(4) Los artículos a emplearse para simular un artefacto explosivo o sus componentes para un ejercicio controlado acerca de la inspección con equipos de rayos X deben estar fabricados de un material inerte cuya forma, número atómico y densidad es equivalente a los elementos reales. En este caso se debe incluir la palabra "material inerte" en una etiqueta adherida al artículo. En el caso de que fuera necesario, trasladar este artículo por vía aérea a otra sede, el operador del aeródromo debe contactar a la DGAC, antes de realizar este traslado para coordinar los procedimientos correspondientes.

(g) Todo operador de aeródromo o el proveedor de servicios de tránsito aéreo que aplica un programa de control de calidad interno debe entregar o presentar a solicitud de los inspectores de la DGAC, los registros, resultados y evidencias de las actividades de control de calidad, ejercicios controlados, planes de acciones correctivas y reportes anuales antes citados.

(h) Los registros que evidencien el cumplimiento del programa de control de calidad interno por parte del operador del aeródromo y del proveedor de servicios de tránsito aéreo deben conservarse por un período de tiempo no menor a tres (3) años contados a partir de la fecha de elaboración del registro.

107.285 Comité de Seguridad del Aeropuerto

(a) Todo operador de aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión, debe implementar un Comité de Seguridad del Aeropuerto. El objetivo principal de dicho Comité es proporcionar asesoramiento sobre la elaboración y coordinación en la aplicación de las medidas y procedimientos de seguridad en la parte pública y en la parte aeronáutica del aeródromo. Para tal efecto, realizará evaluaciones de riesgo a fin de proponer el establecimiento de medidas de seguridad para la parte pública y aeronáutica del aeródromo, a fin de prevenir o mitigar el riesgo de posibles actos de interferencia ilícita. Las medidas de seguridad propuestas por el comité de seguridad serán adicionales a las existentes y no pueden ser inferiores o contrarias a lo establecido en el PNSAC o la presente regulación.

(b) El Comité de Seguridad de la Aviación Civil de Aeródromos, será presidido por el Jefe del Aeródromo o el Jefe de Seguridad del Aeródromo. Los integrantes del comité serán los explotadores aéreos nacionales e internacionales, el proveedor de servicios de tránsito aéreo, los servicios especializados aeroportuarios y los organismos públicos que participan en las operaciones del aeródromo y otros que considere el comité.

(c) El operador del aeródromo debe informar a la DGAC acerca de las fechas en que se reunirá el comité con una antelación no menor a diez (10) días calendario, salvo cuando se trate de reuniones extraordinarias sobre las cuales se debe informar a la DGAC con la mayor antelación posible.

(d) El operador del aeródromo debe enviar a la DGAC, a través del portal web que la DGAC implemente, el acta de la reunión del comité en un plazo no mayor a los quince (15) días calendario contados a partir de la fecha de realización del comité.

(e) El PSA debe incluir el Reglamento del Comité de Seguridad de la Aviación Civil del Aeródromo. Este reglamento incluirá información sobre la composición del Comité, sus atribuciones y los detalles de

su funcionamiento (incluyendo quorum mínimo para las reuniones, formación de grupos, redacción y distribución de las actas).

(f) El comité podrá presentar a la DGAC o al operador del aeródromo las sugerencias que considere necesarias tales como la revisión o enmienda del PSA; cuando el comité considere que resulta necesaria la modificación del PSA en atención a los resultados de las actividades de control de calidad, mejora de los procedimientos, revisión periódica, etc.

(g) El Comité de Seguridad de la Aviación Civil del Aeródromo debe coordinar la aplicación de las medidas de seguridad de la aviación en la parte pública y aeronáutica, entre la Policía Nacional del Perú, Explotador Aéreo, Operador de Aeródromo, Servicios de Tránsito Aéreo y otras entidades a nivel aeroportuario, con sujeción a la forma y magnitud de las amenazas. Esta evaluación de riesgos será realizada por lo menos una vez cada semestre calendario y los resultados deben ser presentados a los miembros del comité de seguridad del aeródromo, en la reunión siguiente al término de esta evaluación. Esta acción debe quedar registrada en el acta del comité.

(h) Las reuniones del Comité de Seguridad de la Aviación Civil del Aeródromo serán por lo menos cada cuatro (04) meses calendarios.

107.290 Mezcla de pasajeros

(a) El operador del aeródromo es responsable de evitar que se mezclen o entren en contacto, los pasajeros (de origen o de transbordo) sometidos a inspección en el aeródromo, con otras personas no sometidas a inspección en dicho aeródromo, a menos que la DGAC haya realizado y culminado en forma satisfactoria un proceso de validación de la equivalencia de las medidas de seguridad entre ambos aeródromos de acuerdo a lo señalado por la normativa aplicable.

(b) El operador del aeródromo es responsable de evitar que los pasajeros y la tripulación de un vuelo de arribo que no ha sido inspeccionado en el aeródromo, así como las personas que no cuenten con la autorización para ingresar o permanecer en las salas de embarque, puedan hacerlo a través de una puerta o los puentes de abordaje (Passenger Loading Bridge) cuando no estén siendo utilizadas por un explotador aéreo.

107.295 Respuesta a Situaciones de Contingencia.

(a) Todo operador de aeródromo debe asignar los recursos necesarios para salvaguardar a la aviación civil contra actos de interferencia ilícita. El operador del aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión, debe elaborar, aplicar, evaluar y mantener actualizado un plan de contingencia del aeródromo.

(b) El plan de contingencia del operador del aeródromo debe incluir los procedimientos y acciones a seguirse durante los siguientes eventos:

(1) Apoderamiento ilícito de aeronaves
(2) Toma de rehenes en el aeródromo,
(3) Ataques contra una aeronave e instalaciones del aeródromo,
(4) Intrusión no autorizada o por la fuerza en el aeródromo (ej. Persona, personas o multitudes que ingresan por encima o debajo del cerco perimétrico, manifestaciones o personas con intención violenta que ingresan a la parte pública o aeronáutica del aeródromo),
(5) Aviso y alerta de bomba contra las instalaciones del aeródromo y de una aeronave,
(6) Una investigación de los artefactos explosivos sospechosos u otros peligros potenciales en un aeropuerto o dentro de una aeronave, incluyendo la eliminación de dichos artículos.

(c) El plan de contingencia del operador del aeródromo también debe incluir lo siguiente:

(1) Un listado actualizado de los diferentes centros médicos y hospitales a los cuales acudir durante o al término de la contingencia, incluyendo los recursos médicos de los que se disponen en estos establecimientos.
(2) Un mapa reticulado donde se incluya la ubicación del puesto de

estacionamiento aislado de aeronaves.

(3) Los tiempos estimados de arribo al aeródromo de la unidad de respuesta especializada de la PNP ante un acto de interferencia ilícita. Para tal efecto, durante un ejercicio práctico del plan de contingencia se debe medir los tiempos observados y registrar este tiempo referencial en el precitado plan.

(d) Todo operador de aeródromo debe coordinar con el explotador aéreo o con la DGAC para la provisión de especialistas tales como personal de mantenimiento de aeronaves, intérpretes, consejeros religiosos y otros especialistas cuya presencia sea requerida en el COE debido a las circunstancias de la contingencia.

(e) Todo operador de aeródromo debe verificar periódicamente que el plan de contingencia sea adecuado, con miras a mejorar su eficacia. Para tal efecto, el operador del aeródromo realizará los ejercicios de mesa y ejercicios prácticos del plan de contingencia de acuerdo a la frecuencia establecida en el PNSAC y debe revisar los resultados de los ejercicios (de mesa o práctico) del plan de contingencia. En el caso de identificar deficiencias o puntos débiles como resultado de esta revisión, el operador del aeródromo debe aplicar las medidas correctivas pertinentes y efectuar el seguimiento de la implementación de las mismas, con miras a mejorar la eficacia del precitado plan.

(f) Todo operador de aeródromo debe asegurar la participación del personal solicitado por el mando del COE a nivel nacional o del COE a nivel de aeródromo, durante la atención de una situación de crisis.

(g) El operador del aeródromo debe implementar un centro de operaciones de emergencia (COE) de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, y pondrá las instalaciones físicas a disposición de los miembros del COE de nivel aeródromo, durante el desarrollo de un acto de interferencia ilícita, y en el caso de los ejercicios de mesa y prácticos del plan de contingencia.

(h) Todo operador de aeródromo debe comunicar a la DGAC con una antelación no menor a treinta (30) días, la programación de los ejercicios de su Plan de Contingencia, a menos que el ejercicio haya sido solicitado por la DGAC.

(i) El proveedor de servicios de tránsito aéreo debe participar de los ejercicios de mesa o ejercicios prácticos convocados por parte del operador del aeródromo.

(j) El proveedor de servicios de tránsito aéreo, en la medida de lo posible, debe coordinar con la tripulación de una aeronave objeto de un acto de interferencia ilícita, para que esta aeronave se ubique en el puesto de estacionamiento aislado del aeródromo para reducir a un mínimo la perturbación de las operaciones normales del aeropuerto.

107.299 Artículos Prohibidos en la ZSR del Aeropuerto

(a) Los artículos prohibidos a ser detectados durante una inspección por parte del operador del aeródromo y por tanto impedidos de ingresar a la ZSR del aeropuerto son aquellos descritos en el Apéndice 1 de la presente regulación, salvo excepciones previstas en la presente norma o en el PSA.

(b) El operador del aeródromo puede autorizar el ingreso de artículos prohibidos en la ZSR, tales como herramientas por parte de proveedores de servicios (ej. martillos, machetes, etc.), artículos punzocortantes para la preparación de alimentos (ej. cuchillos de cocina), entre otros. Para tal efecto, el operador del aeródromo debe implementar en su PSA, el procedimiento para controlar el ingreso de estos artículos a la ZSR y verificar que los mismos sean retirados al término de las labores autorizadas o en su defecto, que se mantengan bajo control y fuera del alcance de pasajeros o tripulantes.

(c) El operador del aeródromo que autorice el ingreso de artículos prohibidos a la zona estéril por parte de los establecimientos que allí operan (ej. restaurantes, tiendas, etc.) debe realizar por lo menos, una inspección mensual a dichos establecimientos a fin de confirmar que estos artículos autorizados permanecen bajo control y evidenciar esta acción ante solicitud de los inspectores de la DGAC.

(d) El operador del aeródromo puede emplear artículos prohibidos para el entrenamiento de su personal (ej. EPT). En este caso, el operador del aeródromo es responsable de controlar que cada uno de los artículos prohibidos se tengan bajo control mientras

se encuentren en la ZSR. Este requisito también incluye el caso de los artículos inertes que simulen ser un artículo prohibido real visto a través del equipo de rayos X o cuando se trate de réplicas realistas de un artículo prohibido.

_____

CAPITULO D – CERTIFICACION DEL PERSONAL

107.300 Certificación del personal del aeropuerto

(a) El operador del aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) o que administre un aeródromo otorgado en concesión, es responsable de asegurar que el personal que realiza la inspección de personas, vehículos o artículos tales como equipajes de mano, pertenencias de los usuarios, suministros o bultos que ingresan a la ZSR del aeródromo, haya culminado en forma satisfactoria con el proceso de certificación descrito en esta regulación, antes de realizar estas labores.

107.305 Certificación del personal del proveedor de servicios de tránsito aéreo

(a) El proveedor de servicios de tránsito aéreo que opere en un aeródromo con un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior), es responsable de asegurar que el personal que realiza la inspección de personas o artículos que ingresan a la torre de control o sala radar, cuando este ingreso se pueda realizar desde la parte pública hacia dichos lugares, haya culminado en forma satisfactoria con el proceso de certificación descrito en esta regulación, antes de realizar estas labores.

107.310 Proceso de Certificación

(a) El operador del aeródromo o el proveedor de servicios de tránsito aéreo, a quienes les resulte aplicable el requisito de certificación de su personal, deben remitir a la DGAC para su evaluación, a través de una red privada segura o por mesa de partes, los siguientes elementos de la persona a ser certificada:

(1) Un registro que evidencie que la persona obtuvo una nota no menor a setenta y cinco (75) como resultado final de su curso inicial.
(2) Los reportes del entrenamiento práctico en el trabajo (OJT) realizado luego de haber culminado en forma satisfactoria su curso inicial. Estos reportes deben incluir la recomendación u opinión del tutor que realizó el OJT, respecto al desempeño satisfactorio de la persona en entrenamiento y también deben evidenciar que el personal recibió entrenamiento en las actividades de inspección a ser objeto de la certificación.
(3) Un registro o formulario que incluya los datos de la persona, domicilio, teléfonos de contacto, fotografía, experiencia laboral y educación.
(4) Certificado de Antecedentes Penales o Certijoven.
(5) Certificado médico o documento que indique que el estado de salud del postulante, le permite realizar las labores como oficial de seguridad.

(b) Al término de la evaluación de los elementos antes citados, la DGAC informará al operador del aeródromo o al proveedor de servicios de tránsito aéreo, según corresponda, acerca de los resultados de este proceso.

(c) La certificación del personal es válida por dos (2) años, salvo para el caso de los oficiales de seguridad aeroportuaria que reciben entrenamiento en la interpretación de imágenes de rayos X asistidos mediante un CBT, que cumpla con los requisitos de la presente parte, en cuyo caso la validez se extiende a tres (3) años.

(d) El operador del aeródromo y el proveedor de servicios de tránsito aéreo que deban certificar a su personal de acuerdo a lo señalado en esta regulación, pueden realizar las actividades de certificación de su personal, siempre y cuando cumplan con las actividades y procedimientos descritos en la Directiva de Seguridad emitida por la DGAC para tal efecto. Esta Directiva de Seguridad será puesta de conocimiento de las entidades antes citadas, a través del portal web de la DGAC (Extranet), en la misma se incluirá los criterios de certificación a ser cumplidos y evaluados como parte de este proceso. Asimismo, estas entidades deben proporcionar la información requerida por la DGAC en relación a este proceso, y permitir la supervisión de estas actividades de certificación cuando sea requerido por la DGAC.

107.315 Proceso de Recertificación

(a) El operador del aeródromo o el proveedor de servicios de tránsito aéreo, según corresponda debe enviar a la DGAC para

su evaluación, a través del portal web que la DGAC implemente o por mesa de partes, un registro que evidencie que la persona obtuvo una nota no menor a setenta y cinco (75) como resultado final de los cursos de refresco que correspondan. Al término de la evaluación del registro antes citado, la DGAC informará al operador del aeródromo o al proveedor de servicios de tránsito aéreo, según corresponda, acerca de los resultados de este proceso.

(b) El operador del aeródromo y el proveedor de servicios de tránsito aéreo que deban recertificar a su personal de acuerdo a lo señalado en esta regulación, pueden realizar las actividades de recertificación de su personal, siempre y cuando cumplan con las actividades y procedimientos descritos en la Directiva de Seguridad emitida por la DGAC para tal efecto. Esta Directiva de Seguridad será puesta de conocimiento de las entidades antes citadas, a través del portal web de la DGAC (Extranet), en la misma se incluirá los criterios de recertificación a ser cumplidos y evaluados como parte de este proceso. Asimismo, estas entidades deben proporcionar la información requerida por la DGAC en relación a este proceso, y permitir la supervisión de estas actividades de recertificación cuando sea requerido por la DGAC.

107.320 Evaluaciones para la Recertificación

(a) Cuando el operador del aeródromo o el proveedor de los servicios de tránsito aéreo, presente a su personal para la recertificación, una de cada cinco (5) personas será sometidas aleatoriamente a una evaluación, la cual estará a cargo de la DGAC. La evaluación deberá ser aprobada con una nota igual o superior a ochenta (80) puntos sobre cien (100) puntos o su equivalente y tendrá dos (2) oportunidades para aprobarla. En caso de que el personal evaluado no apruebe la antes mencionada evaluación deberá recibir un curso inicial aplicable a la función que realiza, así como el respectivo entrenamiento práctico en el trabajo.

(b) Todo el personal del operador del aeródromo que haya recibido entrenamiento basado en la computadora (CBT) respecto a la interpretación de imágenes de rayos X, no requiere ser sometido al proceso de evaluación establecido en la presente sección.

107.325 Períodos de ausencia

(a) En el caso de períodos de ausencia de las labores de inspección por parte de personal certificado mayor a tres (3) meses, el operador del aeródromo o el proveedor de servicios de tránsito aéreo debe asegurar que este personal reciba las sesiones de OJT en las funciones de inspección que volverá a realizar, teniendo en cuenta lo señalado en el programa de seguridad. Esto no limita o afecta el requisito de otorgar un curso de refresco al personal, en el momento correspondiente.

107.330 Suspensión del certificado

(a) La DGAC se encuentra facultada para suspender a través de sus inspectores de seguridad de la aviación, al personal de seguridad certificado.

(b) Las causales por las que un Inspector de seguridad de la aviación de la DGAC, puede suspender el certificado del personal de seguridad, son las siguientes:

(1) Cuando se identifiquen deficiencias en la aplicación de los procedimientos de seguridad establecidos en su PSA, relacionados a la tarea de inspección para las cuales fue certificado, durante las actividades de vigilancia.

(2) Cuando el personal haya fallado tres (3) pruebas de seguridad llevada a cabo por la DGAC, relacionada a la tarea de inspección para la cual fue certificado.

(c) Cuando la DGAC comunique al operador del aeródromo o al proveedor de servicios de tránsito aéreo, acerca de la suspensión de la certificación de su personal de seguridad, las referidas entidades, deberán asegurarse que dicho personal suspendido no realice las funciones para las cuales fue certificado en ninguna de sus operaciones.

(d) Para que la DGAC pueda levantar la suspensión del personal certificado, el operador del aeródromo o al proveedor de servicios de tránsito aéreo debe evidenciar que dicho personal ha cumplido con llevar a cabo un EPT, relacionado con la deficiencia de conocimiento o el

procedimiento de seguridad evaluado según corresponda.

107.335 Revocación del Certificado

(a) La DGAC puede revocar el certificado otorgado al personal que realiza actividades de inspección, en cualquiera de las siguientes circunstancias:

(1) Ser declarado culpable de cualquiera de los delitos descritos en los criterios de descalificación de la parte de verificación de antecedentes de la presente regulación.
(2) Presentación de documentos o registros falsificados o adulterados en cualquier etapa del proceso.
(3) Haber dejado de laborar (ej. renuncia o cese). En este caso, el operador del aeródromo y el proveedor de tránsito aéreo debe comunicar este hecho a la DGAC, dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la renuncia o cese de labores de su personal certificado.

_____

CAPITULO E – EQUIPOS DE SEGURIDAD

107.400 Pórtico detector de metales

Cuando un aeródromo tenga un movimiento anual superior a los 100,000 pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior), el operador de este aeródromo debe asegurar que el pórtico detector de metales que adquiera para emplearlo en la inspección de los pasajeros y tripulantes, a partir de la entrada en vigencia de esta norma, cumpla con tener la capacidad de configurar una señal acústica y visual en un porcentaje de personas que hayan pasado por el arco sin llevar consigo elementos metálicos que hubieran activado la alarma. Este porcentaje debe ser configurable, a fin de incrementar o disminuir este valor ante distintos niveles de riesgo.

107.405 Prueba de Operatividad del Pórtico Detector de Metales

(a) El operador del aeródromo debe comprobar a través de una prueba de operatividad, los requisitos de inspección del pórtico detector de metales que emplee para la inspección de los pasajeros, tripulantes y personas que ingresan a la ZSR. Para tal efecto, el operador del aeródromo debe contar con una pieza de ensayo que cumpla con las características descritas en la documentación de orientación emitida por la DGAC y emplear la misma durante la prueba. El procedimiento para realizar esta prueba y la frecuencia de ejecución de la misma estará descrito en el PSA.

(b) El operador del aeródromo debe registrar los resultados de la prueba de operatividad del pórtico detector de metales y conservar la evidencia de las pruebas realizadas en los últimos quince (15) días.

(c) Todo operador de aeródromo debe implementar un plan de mantenimiento preventivo del pórtico detector de metales en forma trimestral y otorgar el mantenimiento correctivo cuando el pórtico presente una falla o avería que impida su correcto desempeño o resulte necesario para la operación efectiva del equipo. Este mantenimiento será realizado por personal calificado para estas actividades.

107.410 Reservado

107.415 Prueba de Operatividad del Equipo de Rayos X

(a) El operador del aeródromo debe comprobar a través de una prueba de operatividad, los requisitos de inspección del equipo de rayos X (convencionales o EDS) que emplee para la inspección de equipajes de mano o bultos que ingresan a la ZSR. Para tal efecto, el operador del aeródromo debe contar con una pieza de ensayo que cumpla con las características descritas en la documentación de orientación emitida por la DGAC y emplear la misma durante la prueba. El procedimiento para realizar esta prueba y la frecuencia de ejecución de la misma estará descrito en el PSA.

(b) El operador del aeródromo debe registrar los resultados de la prueba de operatividad del equipo de rayos X y conservar la evidencia de las pruebas realizadas en los últimos quince (15) días.

(c) Cuando el operador del aeródromo realice una prueba de operatividad a los equipos de rayos X y éstos no alcancen los requisitos de detección y de actuación descritos en el PSA, no pueden ser empleados para la inspección del equipaje de mano o de los bultos que ingresan a la ZSR.

(d) Todo operador de aeródromo debe implementar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X en forma trimestral y otorgar el mantenimiento correctivo cuando el equipo presente una falla o avería que impida su correcto desempeño o resulte necesario para la operación efectiva del equipo. Este mantenimiento será realizado por personal calificado para estas actividades.

(e) El operador del aeródromo que requiera implementar equipos de seguridad para la inspección del equipaje de bodega en atención a lo señalado en el contrato de concesión del aeródromo que administre, es responsable de contar con una pieza de ensayo para estos equipos y proporcionar esta pieza para la realización de las pruebas de operatividad. Así como también es responsable de implementar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos antes citados en forma trimestral y otorgar el mantenimiento correctivo cuando el

equipo presente una falla o avería que impida su correcto desempeño o resulte necesario para la operación efectiva del equipo. Este mantenimiento será realizado por personal calificado para estas actividades.

107.420 Equipo Detector de Trazas de Explosivos

(a) Cuando el operador del aeródromo implemente equipos detectores de trazas de explosivos (ETD), este equipo debe poder recoger y analizar trazas de partículas presentes y señalar mediante una alarma la presencia de explosivos. El material consumible no se utilizará más allá de las recomendaciones del fabricante o si el rendimiento de dicho material se ha deteriorado con el uso o ha intervenido en un proceso de inspección cuyo resultado fue una alarma del equipo.
(b) Cuando el operador del aeródromo implemente un ETD para inspeccionar en forma complementaria a los equipajes de mano o bultos, el proceso de recolección de muestras incluirá la toma de muestras dentro y fuera del equipaje o bulto, así como de su contenido.

107.425 Sistemas de Detección de Intrusos

(a) La integración de un sistema de detección de intrusos en el aeródromo para el perímetro está sujeto a que el operador del aeródromo someta este sistema a una evaluación de campo por un período de tiempo no menor a treinta (30) días y que, como resultado de las pruebas realizadas durante este período de tiempo, se evidencia que la probabilidad de detección alcanzada es mayor igual a 95% y que el ratio de falsas alarmas es menor a diez (10) eventos por cada kilómetro por día durante este período. Las pruebas a ser realizadas durante la evaluación de campo deben ser coordinadas por parte del operador del aeródromo con la DGAC. El reporte de los resultados de la evaluación de campo debe ser remitido a la DGAC para su conocimiento.

(b) La integración de un sistema de detección de intrusos en el aeródromo para el perímetro está sujeto a que el operador del aeródromo implemente también un sistema CCTV a fin de verificar las alarmas que el sistema de detección de intrusos genere. El sistema de CCTV que se implemente a raíz de este requisito, debe cumplir con lo señalado en el PNSAC y en esta regulación.

(c) El operador del aeródromo debe proteger el centro de control del sistema de detección de intrusos, de forma tal que únicamente el personal autorizado por el operador del aeródromo pueda tener acceso al mismo. Los componentes del sistema de detección de intrusos tales como sensores u otros, que puedan afectar negativamente el desempeño del sistema, deben estar protegidos por parte del operador del aeródromo contra tentativas o actos de sabotaje.

(d) El operador del aeródromo debe someter a una prueba en forma diaria al sistema de detección de intrusos, de manera tal que se evalúe el funcionamiento del sistema y la recepción de la señal de alarma en el centro de control del sistema.
(e) El sistema de detección de intrusos debe poder registrar los sucesos que fueron señalados como alarma y conservar este registro por un período no menor a tres (3) meses.

107.430 Sistema de Video Vigilancia (CCTV)

(a) El operador del aeródromo que deba implementar un sistema de CCTV de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, debe asegurar que este sistema cuente con mecanismos que garanticen el funcionamiento del mismo, tales como:

(1) Programas de administración del sistema, de carácter gratuito o con licencia. En este último caso, el operador del aeródromo debe garantizar el pago de la licencia, de manera tal que no se afecte el servicio continuo del programa de administración.
(2) Soporte de energía de contingencia.
(3) Sistema de almacenamiento de las imágenes grabadas por el sistema CCTV no menor a quince (15) días.
(4) Integrarse a una red informática de acceso controlado solamente por parte de personal autorizado por el operador del aeródromo. Esta red informática, incluidos los soportes físicos y lógicos, debe estar protegida contra interferencias físicas o virtuales no autorizadas
(5) El programa de compresión de imágenes no debe afectar

significativamente la resolución de las imágenes que almacena el sistema.

(b) El operador del aeródromo que deba implementar un sistema de CCTV de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, debe asegurar que los componentes físicos y electrónicos de este sistema reciban mantenimiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

(c) El operador del aeródromo que deba implementar un sistema de CCTV de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, debe asegurar que este sistema permita la grabación de imágenes en tiempo real sin interrupciones, inclusive cuando el sistema esté realizando otras actividades en simultáneo tales como enfoque de una alarma del sistema de detección de intrusos, exportación de imágenes, copias de seguridad, etc.

(d) El operador del aeródromo que deba implementar un sistema de CCTV de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, debe controlar el acceso al lugar donde se encuentran los equipos de almacenamiento de video, los equipos de control de movimiento de las cámaras y los monitores de visualización de las imágenes registradas en el sistema CCTV.

(e) El operador del aeródromo que deba implementar un sistema de CCTV de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, debe asegurar que las cámaras que conforman este sistema cumplan con:

(1) Contar con medidas de protección contra las acciones del medio ambiente y vandalismo,
(2) Estar ubicadas de manera tal que la incidencia de la luz solar no afecte la calidad de la imagen durante todo el año.
(3) En el caso de estar ubicadas sobre postes, éstos no ayuden a una persona a escalar desde la parte pública para ingresar a la ZSR.
(4) En el caso de las cámaras ubicadas en los puestos de inspección de pasajeros y en los accesos o salidas a la ZSR, éstas deben permitir identificar a una persona sin duda razonable.

(f) El operador del aeródromo que deba implementar un sistema de CCTV de acuerdo a lo señalado en el PNSAC, debe asegurar que la iluminación del aeródromo permita obtener una imagen clara en los monitores del sistema CCTV respecto a los eventos que se desarrollan en el terminal de pasajeros, las posiciones de estacionamiento de las aeronaves y las áreas cercanas al terminal de pasajeros que conecten la parte pública con la ZSR.

107.435 Almacenamiento de imágenes de rayos X

(a) El operador del aeródromo que posea o implemente equipos EDS o máquinas de rayos X a ser utilizados para la inspección del equipaje de bodega (origen y transbordo), en atención a un requisito del contrato de concesión debe asegurar que estos equipos almacenen las imágenes de rayos X vistas en dichos equipos por un tiempo no menor a treinta (30) días contados desde el momento de su visualización en la pantalla del equipo antes citado. Asimismo, el operador del aeródromo es responsable de contar con el software que permita la visualización de las imágenes almacenadas.

(b) El operador del aeródromo que tenga un movimiento anual superior a los 100,000 de pasajeros embarcados (de acuerdo a las estadísticas de la DGAC del año calendario anterior) y que posea equipos EDS o máquinas de rayos X a ser utilizados para la inspección del equipaje de mano u otros artículos a ser transportados en la cabina de la aeronave, debe asegurar que estos equipos almacenen las imágenes de rayos X vistas en dichos equipos por un tiempo no menor a treinta (30) días contados desde el momento de su visualización en la pantalla del equipo antes citado. Asimismo, el operador del aeródromo es responsable de contar con el software que permita la visualización de las imágenes almacenadas.

———————

APENDICE 1
Artículos Prohibidos en la ZSR del Aeropuerto

Por razones de seguridad de la aviación, los artículos citados a continuación están prohibidos en las zonas de seguridad restringidas de los aeródromos:

a) Armas de fuego ligeras, armas de fuego y otros artefactos que lanzan proyectiles diseñados para causar lesiones graves lanzando un proyectil, o que pueden ser confundidos con dichos artefactos, tales como:
   - Armas de fuego de todo tipo, incluidas pistolas, revólveres, fusiles y escopetas;
   - Armas de fuego de juguete, réplicas e imitaciones de armas de fuego que pueden ser confundidas con armas verdaderas;
   - Piezas de armas de fuego, excluidas las miras telescópicas;
   - Armas de aire comprimido y dióxido de carbono, incluyendo pistolas, armas de perdigones, fusibles y armas de balines esféricos;
   - Pistolas para luces de bengala y de largada;
   - Arpones y lanzas; y
   - Hondas o tirachinas y catapultas;

b) Artefactos que causan aturdimiento diseñados específicamente para aturdir o inmovilizar, tales como:
   - Artefactos para causar conmoción, tales como equipos de descarga eléctrica;
   - Máquinas golpeadoras para aturdir y matar animales; y
   - Sustancias químicas inhabilitantes e incapacitadoras, gases y aerosoles, tales como aerosoles de gas pimienta o ají seco, aerosoles ácidos y repelentes para animales y gas lacrimógeno.

c) Objetos puntiagudos o con bordes filosos que pueden usarse para causar lesiones graves, tales como:
   - Objetos para cortar y desmenuzar, tales como hachas, hachuelas y cuchillas;
   - Hachas y garfios para hielo;
   - Navajas;
   - Cuchillos;
   - Tijeras con hojas de más de 6 cm medidos desde el punto de unión (tornillo axial) de los dos ejes;
   - Equipo para artes marciales con objetos puntiagudos o bordes filosos; y
   - Espadas y sables;

d) Herramientas de trabajo que pueden emplearse para causar lesiones graves o para amenazar la seguridad de la aeronave, tales como:
   - Palancas de hierro;
   - Taladros y barrenas, que incluyen los taladros eléctricos portátiles;
   - Herramientas con hojas o ejes de más de 6 cm que pueden usarse como armas, tales como destornilladores;
   - Sierras, incluidas las sierras eléctricas portátiles;
   - Sopletes; y
   - Aprietatuercas de neumáticos y pistolas neumáticas

e) Instrumentos romos que pueden usarse para causar lesiones graves al golpear, tales como:
   - Bates de béisbol y softball;
   - Porras y palos, tales como porras, cachiporras y clavas; y
   - Equipo para artes marciales;

f) Explosivos y sustancias y dispositivos inflamables que pueden usarse para causar lesiones graves o amenazar la seguridad de la aeronave, tales como:
   - Municiones;
   - Fulminantes;
   - Detonadores y mechas;
   - Réplicas o imitaciones de dispositivos explosivos;
   - Minas, granadas y otros artículos militares explosivos;
   - Materiales de pirotecnia, incluidos fuegos artificiales;
   - Cartuchos u otro tipo de envases fumígenos; y
   - Dinamita, pólvora y explosivos plásticos

REPUBLICA DEL PERU

Resolución Directoral

Nº 656 - 2019-MTC/12

Lima, 26 de agosto del 2019

VISTO: el Informe N° 0345-2019-MTC/12.08 de la Dirección de Regulación, Promoción y Desarrollo Aeronáutico;

CONSIDERANDO:

Que, la Dirección General de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es la encargada de ejercer la Autoridad Aeronáutica Civil del Perú siendo competente para aprobar, modificar y dejar sin efecto las Regulaciones Aeronáuticas del Perú y las directivas técnicas, conforme lo señala el literal c) del artículo 9 de la Ley N° 27261, Ley de Aeronáutica Civil del Perú y el literal b) del artículo 2 del Reglamento de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú, aprobado por Decreto Supremo N° 050-2001-MTC;

Que, mediante Resolución Directoral N° 761-2018-MTC/12, publicada en el Diario Oficial El Peruano el 27 de setiembre de 2018, se aprobó el texto de la RAP 107 "Medidas de Seguridad de la Aviación Civil (Aviation Security) para el Operador del Aeródromo y el Proveedor de Servicios de Tránsito Aéreo"- Nueva Edición;

Que, en el marco de la revisión permanente de las Regulaciones Aeronáuticas del Perú - RAP, se propuso la modificación de la RAP 107;

Que, el artículo 7° del Reglamento de la Ley de Aeronáutica Civil señala que la Dirección General de Aeronáutica Civil pondrá en conocimiento público los proyectos sujetos a aprobación o modificación de las RAP con una antelación de quince días calendario;

Que, en cumplimiento del referido artículo, mediante Resolución Directoral N° 554-2019-MTC/12 del 16 de julio de 2019 se aprobó la difusión a través de la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, del proyecto de modificación de la Regulación Aeronáutica del Perú – RAP 107 "Medidas de Seguridad de la Aviación Civil (Aviation Security) para el

LEGAL DGAC

Regulación, Promoción y Desarrollo

DIRECCIÓN DE SEGURIDAD AERONÁUTICA D.G.A.C.

Operador del Aeródromo y el Proveedor de Servicios de Tránsito Aéreo"; proyecto que ha sido objeto de comentarios y aportes, los cuales han dado mérito a la reformulación del texto original;

Que, el texto de modificación de la Regulación Aeronáutica del Perú – RAP 107 cuenta con las opiniones favorables de la Dirección de Seguridad Aeronáutica, la Dirección de Certificaciones y Autorizaciones y la Dirección de Regulación, Promoción y Desarrollo Aeronáutico así como la conformidad para su aprobación de la Asesoría Legal de la Dirección General de Aeronáutica Civil, otorgadas a través del Memorando N° 2006-2019-MTC/12.04, Memorando N° 1560-2019-MTC/12.07, Informe N° 0345-2019-MTC/12.08 y Memorando N° 1292-2019-MTC/12.LEG, respectivamente;

De conformidad con la Ley de Aeronáutica Civil del Perú, Ley N° 27261 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 050-2001-MTC;

SE RESUELVE:

Artículo 1. – Aprobar el texto de modificación de la Regulación Aeronáutica del Perú - RAP 107 "Medidas de Seguridad de la Aviación Civil (Aviation Security) para el Operador del Aeródromo y el Proveedor de Servicios de Tránsito Aéreo" Nueva Edición que pasará a ser Nueva Edición – Revisión 001, el cual forma parte integrante de la presente resolución.

Artículo 2.- Dejar sin efecto el texto anterior de la Regulación Aeronáutica del Perú – RAP 107 "Medidas de Seguridad de la Aviación Civil (Aviation Security) para el Operador del Aeródromo y el Proveedor de Servicios de Tránsito Aéreo" Nueva Edición.

Regístrese, comuníquese y publíquese

JUAN CARLOS PAVIC MORENO
Director General de Aeronáutica Civil

Ley de la Empresa Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial

DECRETO LEGISLATIVO Nº 99

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República, de conformidad con lo previsto en el artículo 188 de la Constitución Política, por Ley Nº 23230, promulgada el 15 de diciembre de 1980, ha delegado en el Poder Ejecutivo la facultad de derogar o modificar la legislación expedida a partir del 3 de octubre de 1968, entre otras materias, sobre la reorganización, competencia y funcionamiento de los ministerios y empresas públicas;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

Ha dado el Decreto Legislativo siguiente:

LEY DE LA EMPRESA CORPORACION PERUANA DE AEROPUERTOS Y AVIACION COMERCIAL

DISPOSICION PRELIMINAR

Transfórmase la empresa pública Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial estatuida por el Decreto Ley Nº 19527, en una empresa de propiedad exclusiva del Estado, sujeta al régimen legal de las personas jurídicas de derecho privado y organizada como una sociedad mercantil.

TITULO I

DE LA DENOMINACION, OBJETO, DURACION Y DOMICILIO

Artículo 1.- La razón social de la empresa transformada es Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial o también CORPAC. Se rige por lo dispuesto en la presente Ley, en la Ley de Sociedades Mercantiles y en su Estatuto Social.

Sólo está sujeta a la fiscalización de la Contraloría General de la República y al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Artículo 2.- El objeto social de CORPAC es:

a) Operar, equipar y conservar aeropuertos comerciales al tránsito aéreo, incluyendo las dependencias, servicios, instalaciones y equipos requeridos por la técnica aeronáutica, de acuerdo con las normas internacionales reconocidas por el Estado Peruano y las disposiciones legales y reglamentarias referentes al funcionamiento de los aeropuertos y sus servicios;

b) Establecer, administrar, operar y conservar los servicios de ayuda a la aeronavegación, radiocomunicaciones aeronáuticas y demás servicios técnicos necesarios para la seguridad de las operaciones aéreas en el país;

c) Establecer y mantener el ordenamiento del tránsito aéreo y su correspondiente control que le asigne el Ministerio de Aeronáutica; y,

d) Establecer sistemas apropiados e idóneos de comunicación requeridos para regular y controlar el tráfico aéreo de sobre vuelo.

En el ejercicio de su objeto social, CORPAC actúa con autonomía económica, financiera, técnica y administrativa y con arreglo a la política, objetivos y metas que apruebe el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Artículo 3.- CORPAC puede participar en la fundación de sociedades mercantiles, o en el accionariado de cualquiera ya constituidas, cuyo objeto social sea complementario o conexo de los indicados en el artículo anterior; o que realice actividades vinculadas a las de CORPAC.

También puede establecer, en cualquier lugar del país o del extranjero, las empresas afiliadas, sucursales, agencias u oficinas que sean necesarias para el cumplimiento de su objeto social.

Artículo 4.- CORPAC tiene duración indefinida y su domicilio es la Provincia Constitucional del Callao.

Su disolución se ordena por Ley, la cual fija el procedimiento para la liquidación.

TITULO II

DEL CAPITAL

Artículo 5.- El capital social de CORPAC es de S/. 50,000'000,000.00, representado por 50'000,000 de acciones, de un valor nominal de S/. 1,000.00 cada una, íntegra y exclusivamente suscritas por el Estado. Los títulos representativos del capital pagado se emiten a nombre del Estado, y se entregan en custodia a la Corporación Financiera de Desarrollo.

Las acciones representativas del capital son intransferibles, inembargables y, además, no pueden ser objeto de prenda ni usufructo. Las mismas limitaciones tienen las acciones de que CORPAC sea titular en sus empresas filiales y subsidiarias u otras en que tenga participación accionaria.

El monto del capital se modifica por acuerdo de la Junta General de Accionistas, de conformidad con la Ley de Sociedades Mercantiles.

Artículo 6.- El importe del capital suscrito y no pagado se cubre con:

a) Los bienes o valores de propiedad del Estado que le sean adjudicados a título de aporte;

b) Los recursos que le otorgue el Estado a través del Presupuesto Funcional de la República u otras fuentes;

c) Los excedentes de revaluaciones que efectúe la Empresa de acuerdo a Ley;

d) El valor de los bienes que le sean donados o legados previa aceptación de la Empresa;

e) La reinversión de utilidades;

f) El monto de tributos capitalizables por mandato de la Ley.

TITULO III

DE SU ORGANIZACION, DIRECCION Y ADMINISTRACION

Artículo 7.- La organización, dirección y administración de CORPAC compete a la Junta General de Accionistas, al Directorio y a la Gerencia General.

La Junta General de Accionistas está integrada por tres miembros que representan al Estado, designados por Resolución Suprema, que refrenda el Ministro de Transportes y Comunicaciones. La Junta es presidida por uno de sus miembros, también designado por Resolución Suprema del mismo Ramo.

El mandato de los miembros de la Junta dura tres años, renovables, salvo que renuncien, o sean removidos antes de su vencimiento mediante Resolución Suprema.

Artículo 8.- Corresponde a la Junta General de Accionistas, de CORPAC, las facultades y obligaciones establecidas para dicho órgano en la Ley de Sociedades Mercantiles, salvo en aquello que se oponga a lo establecido en esta Ley.

Artículo 9.- El Directorio de CORPAC, está integrado por ocho miembros, en la siguiente forma:

a) Cuatro que representan al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, uno de los cuales preside el Directorio; y,

b) Tres que representan al Ministerio de Aeronáutica.

c) Uno que representa a los trabajadores.

Artículo 10.- Al Directorio corresponden las facultades que atribuye a dicho órgano la Ley de Sociedades Mercantiles.

Artículo 11.- La remuneración actual de los miembros de la Junta General de Accionistas es equivalente a 24 sueldos mínimos vitales mensuales fijados para la actividad industrial y comercial en la provincia de Lima, vigentes en el momento del pago.

La remuneración de los miembros del Directorio es fijada en el Estatuto de la Empresa.

Artículo 12.- El Presidente del Directorio puede ser miembro de la Junta General de Accionistas. Es designado por Resolución Suprema refrendada por el Ministro de Transportes y Comunicaciones.

El Director que representa a los trabajadores, es un trabajador de CORPAC. Es elegido por los servidores de la Corporación mediante votación universal, directa y secreta, no hay reelección para un período inmediato siguiente.

Los demás Directores son elegidos por la Junta General de Accionistas. Para tal efecto, cada una de las dependencias del Estado indicadas en el Artículo 9 propone a la Junta una terna simple, integrada por personas naturales idóneas, por cada uno de los representantes que le corresponde acreditar.

No pueden ser miembros del Directorio los incursos en las causales previstas en el artículo 156 de la Ley de Sociedades Mercantiles, con excepción de la contenida en el inciso 4 de dicho artículo.

Tampoco puede ser miembro del Directorio el trabajador que sea elegido para cargo directivo en organizaciones sindicales de trabajadores de la empresa, mientras dure su mandato.

Los Directores están impedidos de realizar gestiones comerciales y de contratar la prestación de servicios no personales, para CORPAC o para las empresas en las que aquella tenga participación accionaria. Tal limitación alcanza a las empresas en las que los Directores fueran socios, asociados o empleados.

Artículo 13.- El Gerente General ejerce la representación legal de CORPAC. Es el mandatario del Directorio y dirige, coordina y controla la acción de los demás órganos de la Empresa. Es nombrado y removido por el Directorio.

El Gerente General puede ser miembro del Directorio.

TITULO IV

DEL REGIMEN ECONOMICO, FINANCIERO Y TRIBUTARIO

Artículo 14.- La formulación, aprobación, ejecución y control del presupuesto y estados financieros de CORPAC, se rigen por las disposiciones contenidas en la presente Ley, en la Ley de Sociedades Mercantiles y en el Estatuto Social.

Artículo 15.- Además del financiamiento que puede recibir de las entidades financieras del Estado, CORPAC está facultada para obtener, con arreglo a la legislación aplicable, recursos de cualquier entidad privada o pública, nacional o extranjera.

Artículo 16.- El ejercicio económico de CORPAC se inicia el 1 de enero y termina el 31 de diciembre de cada año.

Artículo 17.- CORPAC está sujeta al régimen tributario de las empresas privadas.

Artículo 18.- Las tarifas por los servicios que presta CORPAC, son aprobadas y/o modificadas, a propuesta de la propia Empresa, mediante Resolución del Titular del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (*)

(*) Artículo modificado por el Artículo 1 de la Ley N° 26806, publicada el 08-06-1997, cuyo texto es el siguiente:

"Artículo 18.- Las tarifas por los servicios que presta CORPAC, son aprobadas o modificadas, a propuesta de la propia Empresa, mediante Resolución del Titular del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

Las tarifas por los servicios que presta CORPAC, a los pasajeros que viajen al exterior con salvoconducto en lo aeropuertos ubicados en zonas fronterizas de la Amazonía, será la misma que la establecida para los pasajeros que utilicen los servicios aeroportuarios en viajes dentro del territorio nacional."

Artículo 19.- La exoneración del pago, total o parcial, por servicios que presta la Empresa, se fija por Ley.

Artículo 20.- El Estatuto de CORPAC, determina los procedimientos para contratar, mediante licitación, concurso o directamente, la ejecución de obras, suministro de bienes o servicios no personales, así como servicios de asesoría, consultoría u otros servicios especializados.

Artículo 21.- Los trabajadores empleados y obreros de CORPAC están sujetos al régimen laboral y los beneficios que sean reconocidos a los trabajadores de la actividad privada.

Artículo 22.- CORPAC cuenta con una Auditoría Externa permanente a cargo de Contadores Públicos Colegiados, contratados por la Empresa entre los que selecciona la Contraloría General de la República.

Artículo 23.- Corresponde a CORPAC las mismas obligaciones y facultades que las empresas privadas. Salvo lo que esta Ley establece, no le son aplicables las normas que rigen para el Sector Público.

TITULO V

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Artículo 24.- CORPAC, asume frente a terceros, a partir de su transformación en la persona jurídica de derecho privado a que se refiere la Disposición Preliminar de esta Ley, las obligaciones y derechos de que fue titular la empresa pública transformada.

Artículo 25.- La transformación que ordena esta Ley, no altera los compromisos del Estado asumidos en garantía de obligaciones adquiridas por la empresa pública transformada.

Artículo 26.- Lo dispuesto en la presente Ley no afecta de ningún modo los derechos adquiridos por los trabajadores de la empresa.

Artículo 27.- CORPAC tiene, en todos los aeropuertos comerciales de la República que administra, la autoridad y responsabilidad total que requiera el funcionamiento de tales establecimientos.

Para un mejor control y responsabilidad, todas las autoridades que prestan servicios complementarios para el buen funcionamiento de los aeropuertos deberán ser destacadas a la CORPAC para su empleo y control disciplinario, quedando vinculadas directamente con su institución en lo referente a sus funciones.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.- El actual Directorio de CORPAC continúa en sus funciones hasta la designación del nuevo Directorio en aplicación de esta Ley.

Segunda.- Para la transformación que ordena la Disposición Preliminar de esta Ley se observa las siguientes normas:

a. El actual Directorio, en un plazo no mayor de treinta (30) días calendario, contado a partir de la vigencia de la presente Ley, presenta al Ministerio de Transportes y Comunicaciones el proyecto de Estatuto Social de la Empresa.

b. El Estatuto Social es aprobado, por esta única vez, mediante Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Transportes y Comunicaciones.

c. El Estatuto Social aprobado en la forma establecida en el inciso anterior se inscribe sin más trámite, en el Registro Mercantil correspondiente. Dicha inscripción está exenta del pago de derechos registrales y de todo tributo.

d. El capital pagado inicial de la empresa transformada se determina al 31 de diciembre de 1980 y es el que resulte del balance y estados financieros de la empresa a dicha fecha.

Tercera.- Para la transformación a que se refiere la Disposición Preliminar de esta Ley y la anterior Disposición Transitoria, no son de aplicación los artículos 299 y siguientes de la Ley de Sociedades Mercantiles.

Cuarta.- En tanto se da cumplimiento a lo dispuesto en la Segunda Disposición Transitoria, la empresa está sujeta al régimen presupuestal de las empresas públicas y a las normas internas establecidas en su Estatuto aprobado mediante Decreto Supremo Nº 031-73-TC.

Quinta.- La inscripción del Estatuto de CORPAC en el Registro Mercantil, origina el nacimiento de la persona jurídica de derecho privado a que se refiere el artículo 1 de esta Ley. A partir de tal inscripción, se deroga el Decreto Supremo Nº 031-73-TC.

Sexta.- Lo dispuesto en el artículo 19 de esta Ley no modifica las exoneraciones establecidas a la fecha de su promulgación. El Estatuto que se apruebe en aplicación del inciso b) de la Segunda Disposición Transitoria enumera y reconoce los casos de exoneración, total o parcial vigentes en la actualidad.

DISPOSICIONES FINALES

Primera.- Queda derogado el Decreto Ley Nº 19527. Igualmente quedan derogadas o modificadas en su caso, las demás disposiciones legales que se opongan a la presente Ley.

Segunda.- El presente Decreto Legislativo entra en vigencia el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial “El Peruano”.

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla, dando cuenta al Congreso.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintinueve días del mes de mayo de mil novecientos ochentiuno.

FERNANDO BELAUNDE TERRY
Presidente Constitucional de la República

FERNANDO CHAVES BELAUNDE
Ministro de Transportes y Comunicaciones

MANUAL DE SERVICIOS DE AEROPUERTOS

(Doc 9137 – AN/898)

PARTE 3

REDUCCIÓN DEL PELIGRO QUE REPRESENTAN LAS AVES

Tercera Edición - 1991

PREÁMBULO

Según las disposiciones del Anexo 14, es preciso que los Estados tomen las medidas necesarias para reducir el número de aves que representan un peligro para las operaciones de las aeronaves, adoptando medidas encaminadas a desalentar su presencia en los aeropuertos o en sus proximidades. El propósito de este manual consiste en ofrecer asesoramiento a los Estados con el fin de asegurar que se adopten medidas adecuadas para superar los posibles peligros aviarios.

Este documento se ha preparado partiendo del supuesto de que las aves constituyen un riesgo grave para las aeronaves y se procura resumir lo que puede y debería hacerse para salvar este riesgo. Este documento no tiene por objeto examinar la importancia relativa de los diversos peligros que se presentan a las aeronaves.

El propósito fundamental de este manual es ofrecer al personal de aeropuertos la información necesaria para crear y aplicar un sistema eficaz de organización para limitar la presencia de aves en su aeropuerto. Como en todos los sitios no se presentan los mismos riesgos de choques con aves, éstos se abordarán desde ángulos diferentes. La gravedad del peligro aviario depende de la ubicación geográfica, del atractivo que tenga el lugar para las aves y de la densidad del tránsito aéreo. En este manual se describen a grandes rasgos diversas estructuras normativas para tratar con eficacia el problema de la limitación del número de aves. También se ofrece un breve resumen de la forma en que se ha venido planteando el problema y algunos ejemplos de choques importantes con aves.

Este manual tiene la finalidad de destacar la importancia que revisten una organizaci6n y planificación eficaces para establecer un programa de limitación de las aves con resultados satisfactorios, y no pretende ofrecer una descripción detallada de las técnicas de dispersión.

En los programas de control de la fauna silvestre relacionados con el medio ambiente del aeropuerto se incluye la limitación de aves y mamíferos. En este manua1 se aborda estrictamente la restricción de las aves a fin de reducir el peligro de los choques con aves. Se alienta a las autoridades aeroportuarias a que incluyan tanto aves como mamíferos en sus programas de control de la fauna silvestre.

Este manual contiene textos que tratan más específicamente de los motivos de la presencia de aves en los aeropuertos, de la organización y composición de un comité nacional para luchar contra los posibles riesgos que representan las aves para las operaciones de aeronaves, y de las modificaciones que se requieren en un aeropuerto para eliminar todo lo que signifique un atractivo para las aves.

El Ministerio de Transpone del Canadá preparó una gran parte de este manual para la OACI. Al final del documento figura una bibliografía selectiva de publicaciones que contienen textos pertinentes sobre el tema de la restricción de las aves y de la reducción de su número en los

aeropuertos o en sus proximidades.

Se puede observar que se hacen frecuentes referencias a 1a palabra "comité". Al preparar un documento que sirva para muchos Estados, es evidente que a causa de la diversidad en la organización de las autoridades aeroportuarias, de control de vuelo, etc. en los diferentes Estados, es imposible designar al grupo asesor con un término genérico que corresponda exactamente a cada tipo de organización. Más adelante se hace referencia a la constitución que se recomienda de un comité y, por razones de comodidad, este término se utiliza en todo el documento para designar (individual o colectivamente), a quienes han de tomar ciertas medidas.

Existe el propósito de mantener el manual al día. Lo más probable es que las próximas ediciones se perfeccionen a base de la experiencia adquirida y de los comentarlos y sugerencias que se reciban de los usuarios de este manual. Por lo tanto, se invita a los lectores a presentar sus puntos de vista, comentarlos y sugerencias, que deben dirigirse al Secretarlo General de la OACI.

INDICE

		Página
CAPÍTULO 1.	Generalidades	2
1.1	Antecedentes	2
CAPÍTULO 2.	Organización de un Comité Nacional	4
CAPÍTULO 3.	Funciones y responsabilidades del programa de limitación de las aves	6
3.1	Generalidades	6
3.2	Función de la sede	6
3.3	Función de la oficina regional	6
3.4	Función del jefe de aeropuerto	7
3.5	Función del coordinador del programa sobre la fauna silvestre y del comité de aeropuerto de limitación de la fauna silvestre	7
3.6	Importancia de la notificación	8
CAPÍTULO 4.	Cómo organizar un programa de aeropuerto acerca de la protección contra choques con aves	11
CAPÍTULO 5.	Explotador de aeronaves	13
CAPÍTULO 6.	Clasificación de las aves en cuanto riesgo potencial	14
CAPITULO 7.	Ordenación territorial y modificación del terreno	15
CAPITULO 8.	Métodos de dispersión	19
8.1	Generalidades	19
8.2	Artificios sonoros de disuasión	19
8.3	Artificios visuales de disuasión	20
8.4	Barreras de protección	20
8.5	Productos químicos letales	20
8.6	Repelentes químicos	21
8.7	Productos químicos contra otras especies de animales	21
8.8	Trampas	22
8.9	Otras técnicas	22
CAPITULO 9.	Dotación de personal para los programas de control de las aves en los aeropuertos	23
CAPITULO 10.	Aprovechamiento incompatible de tierras en los alrededores del aeropuerto	24
CAPITULO 11.	Evaluación del programa de control de la fauna silvestre	26
APÉNDICE	Referencias	27

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Las aves han representado un peligro potencial para las aeronaves desde los inicios de la aviación. Al principio, los choques con aves no constituían un gran riesgo, ya que las pocas aeronaves que volaban en el espacio aéreo lo hacían a velocidades relativamente bajas. Por lo tanto, los daños que sufrían *las* aeronaves se limitaban generalmente a parabrisas agrietados, abolladuras del borde de ataque de las alas, y a veces desperfectos en el fuselaje. Los gastos de reparación eran pequeños y *los* explotadores de aeronaves y las autoridades aeroportuarias aceptaban la posibilidad de *los* choques con aves como un peligro normal del vuelo.

1.1.2 Con el tiempo, la velocidad de las aeronaves aumentó y los niveles de ruido de los motores se redujeron con el uso de motores de turbina de generaciones más recientes.
Las aeronaves sencillamente se hicieron demasiado veloces y silenciosas para que las aves pudieran percibirlas y eludidas.
De repente, las aves se convirtieron en una serla amenaza para la seguridad de los aviones, a medida que los choques se hicieron más frecuentes y más graves.

1.1.3 En un incidente, por ejemplo, un Boeing-747 experimentó una violenta vibración al despegue en el motor Núm. 2. El compresor se ahogó y el motor se apagó. La aeronave con 270 pasajeros a bordo, logró aterrizar sin tropiezos en un aeropuerto cercano. En la pista se encontró muerta una gaviota de ala glauca *(Lams glaucestens).*También se hallaron varios trozos de metal. Al inspeccionar el aeropuerto de salida, se encontraron restos que parecían *los* de una gaviota, además de un motor *con* grandes averías y partes de un ala. Los daños se calcularon en $1.4 millones EUA. El examen de los restos del ave por electroforesis confirmó que se trataba de una gaviota de ala glauca.

1.1.4 Aunque *l*as colisiones con pájaros no suelen causar daños importantes en las aeronaves, algunos choques pueden interrumpir los despegues y aterrizajes y provocar accidentes. Por ejemplo, en un caso una gaviota argéntea *(Larus argentatus)* fue absorbida por el motor de un Boeing-737. Al perder potencia el motor afectado, el piloto decidió interrumpir el despegue aplicando los frenos en el último momento y tratando de detener la aeronave. Como resultado de ello, la aeronave patinó fuera de la pista hasta detenerse y hundirse en una zona pantanosa. Cincuenta y ocho pasajeros fueron evacuados. Los gastos que acarrearon las maniobras para sacar el avión del lodo y ponerlo de nuevo en servicio se calcularon en más de $1.5 millones EUA.

1.1.5 El tiempo que debe permanecer inmovilizado el material volante para su inspección y reparación de *l*os daños causados, o supuestamente causados por el choque con un ave, la interrupción de los vuelos, los cambios de programación en el itinerario de pasajeros y carga, el traslado de pasajeros a otros medios de transporte, los gastos de pernocte que corren por cuenta del explotador de la aeronave y las

repercusiones desfavorables que afectan a los los programas de conexiones previstos, suelen ocasionar también pérdidas importantes y perjudiciales en los presupuestos de explotación de las empresas y enajenar la buena voluntad del público.

1.1.6 El sistema de notificación de la OACI de los choques con aves (IBIS) facilita el examen de los informes sobre choques con aves recibidos de los Estados. Un análisis de más de 35.000 casos de choques registrados en el sistema IBIS revela lo siguiente:

- El número total de choques importantes notificados (sucesos que provocaron daños considerables en la aeronave, aterrizajes por precaución o despegues interrumpidos, etc.) fue de 1924 (o 5% de los choques);
- 69% de los choques se producen durante l*as* horas del día, aunque 15% tienen lugar durante la noche y el resto en la madrugada y al anochecer;
- 65% de los choques han ocurrido con aeronaves de turbofán de más de 27.000 Kg;
- 29% de los choques ocurren durante la aproximación y otro 25% durante e1 recorrido del despegue;
- 51% de los choques se producen por debajo de los 100 ft de altura; y
- En 92% de los choques los pilotos no fueron advertidos de la presencia de aves.

1.1.7 El análisis de los datos sobre choques con aves puede revelar tendencias que ayudarán a las autoridades aeroportuarias a reconocer las esferas de preocupación que deberían abordarse mediante un programa de control de las aves bien organizado. También permite analizar las estadísticas de choques con aves para determinar las épocas del año o las horas del día en que se hace más necesaria la restricción de las aves.

CAPÍTULO 2

ORGANIZACIÓN DE UN COMITÉ NACIONAL

2.1 Como sucede con todo problema, para llegar a una solución hay que realizar antes un análisis. Según el alcance problema que afronte cada Estado en cuanto a los choques con aves, el comité nacional podría servir de centro de coordinación en lo tocante al análisis del problema, las inspecciones de aeropuertos, la interacción entre el aeropuerto y el explotador de aeronaves, y la investigación y el desarrollo. Este método se ha llegado a utilizar ampliamente para obtener información y solicitar la participación tanto de los aeropuertos como de la comunidad aeronáutica en muchos Estados. Aunque la composición del comité nacional puede variar, éste debería estar integrado por todos los organismos asociados con el problema o directamente afectados por él. El comité nacional actuaría como mera fuente de información e intercambio de la comunidad aeronáutica.

2.2 En el comité nacional deberían participar los ministerios de transporte y defensa, los principales explotadores de aeronaves y aeropuertos, las asociaciones de pilotos y los fabricantes de motores. Los ministerios del medio ambiente y de agricultura podrán actuar periódicamente como asesores del comité. El estatuto de los participantes dependerá de la situación y de las necesidades de cada Estado.

2.3 Una vez creado el comité, éste debería examinar en primer lugar las condiciones peligrosas más evidentes en cada aeropuerto, tomando en cuenta la situación climatológica local, la densidad del tránsito aéreo, los tipos de aeronaves que utilizan normalmente el aeropuerto, y efectuar un análisis de los choques con aves ocurridos durante un período determinado, obrando en todo ello a base de los conocimientos existentes. Tendrán que efectuarse estudios e investigaciones ecológicos fundamentales, y los miembros del comité deberán contribuir aportando directamente sus proyectos. Probablemente dichos miembros formen parte de una dependencia gubernamental encargada de la cuestión de los peligros aviarios. Dada la persistencia del problema que plantean los choques con aves, deberán efectuarse constantes estudios para reducir este peligro. En dichas investigaciones se examinarán con frecuencia los métodos aplicados o nuevas iniciativas propuestas para su incorporación en los programas de aeropuerto sobre control de las aves.

2.4 Como las actividades del comité pueden variar según los recursos con que se cuente, algunas quizás arrojen resultados más satisfactorios que otras. Con todo, y sin atender a los recursos de que se disponga, un mandato y directrices bien meditados facilitarán la formulación y aplicación de una política nacional de protección contra las aves. Una vez que se hayan fijado sus atribuciones, el comité deberá reunirse a intervalos frecuentes, cada tres o seis meses, para mantenerse al tanto de los adelantos o de los problemas importantes que se presenten y examinar la necesidad de actualizar su política.

2.5 Los comités regionales e internacionales, como por ejemplo, el Bird Strike Committee Europe (BSCE) y los seminarios prácticos regionales de la OACI sobre reducción del peligro que representan las aves, brindan a los Estados una oportunidad para adquirir conocimientos y experiencias, y

aplicar con eficacia sus programas de control de las aves. En el G*reen Booklet* preparado por el BSCE se ofrece información sobre las actividades que llevan a cabo los Estados en el marco de sus programas de limitación de las aves.

2.6 Deberían publicarse directrices o reglamentos nacionales como base de trabajo para el comité, así como para orientar a las autoridades aeroportuarias, los explotadores de aeronaves y otras instituciones, y elaborar programas especiales de investigación y de limitación de las aves.

CAPÍTULO 3

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PROGRAMA DE LIMITACIÓN DE LAS AVES

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Una estructura normativa bien concebida simplificará mucho más los métodos para afrontar los peligros de los choques con aves y también facilitará sobremanera la aplicación de las directrices correspondientes. La autoridad nacional aeroportuaria debería administrar de forma centralizada y con eficacia los programas y directrices relativas a la limitación de a fauna silvestre.

3.2 FUNCIÓN DE LA SEDE

3.2.1 La autoridad nacional aeroportuaria debería formular orientaciones, normas y directrices en consulta con las autoridades regionales correspondientes y el comité nacional de protección contra los choques con aves.

3.2.2 La presencia de aves en cl aeropuerto y sus proximidades constituye una amenaza para la seguridad de las aeronaves, aunque su eliminación resulta difícil. La población puede reducirse aplicando medidas biológicas y biotécnicas sobre todo mediante el control del hábitat en el aeropuerto y sus alrededores
En este tipo de programas ambientales, que deberían elaborarse a escala nacional, convendría incluir como una responsabilidad de la sede la de efectuar visitas a los emplazamientos para asegurarse de que éstos cumplan con las diversas normas establecidas en el país. Además de dirigir la política, la sede debería establecer el comité nacional de protección contra los choques con aves y encargarse de elaborar y poner en práctica los programas de capacitación en esta materia.

3.3 FUNCIÓN DE LA OFICINA REGIONAL

3.3.1 Según la situación administrativa que presente el Estado, cada oficina regional debería servir de intermediaria entre la sede y el personal del aeropuerto, lo que permitiría observar las deficiencias del programa de limitación de las aves, y superarlas. Es importante mantener un contacto permanente entre la dependencia gubernamental encargada de la actividad y los comités establecidos en los emplazamientos, ya que ello contribuirá a fomentar la cooperación en la ejecución del plan de administración local.

3.3.2 Como parte del proceso de planificación que se llevará a efecto en el emplazamiento, se tendrán que prever actividades a largo plazo, como la modificación de los edificios, el drenaje, y la introducción de cambios en la vegetación, para lo cual se elaborará un presupuesto. Las recomendaciones para el desarrollo y aplicación de las actividades de control se determinarán en el emplazamiento, en cooperación con la oficina regional.

3.3.3 Las oficinas regionales podrán ayudar a orientar los recursos de los aeropuertos hacia las esferas en que sean más necesarios y en que pueda evaluarse la eficacia de las actividades de restricción de las aves. Para garantizar que los problemas se identifiquen y resuelvan, es preciso que se mantengan en actividad el coordinador entre las autoridades encargadas de la limitación de la fauna silvestre y la protección del medio ambiente, los procedimientos de notificación de sucesos, y el comité de autoridades encargadas de la limitación de la fauna silvestre y la protección del medio ambiente.

3.4 FUNCIÓN DEL JEFE DE AEROPUERTO

3.4.1 Dada la importancia que asume la restricción de las aves, incumbe a cada jefe de aeropuerto la responsabilidad de adoptar todas las medidas que estime necesarias para aplicar esta política y reducir al mínimo los índices de choques con aves en el aeropuerto. Entre estas medidas se incluye la creación y aplicación de un programa de aeropuerto de limitación de la fauna silvestre.

3.4.2 En cada aeropuerto conviene poner en práctica un programa adaptado a las condiciones de emplazamiento, en cooperación con la sede, las oficinas regionales u otros organismos externos. El jefe de aeropuerto designará a un coordinador del programa sobre la fauna silvestre, un oficial de control de los peligros aviarios y un comité de limitación de la fauna silvestre (comité de coordinación de la protección contra los choques con aves), que elaborará y aplicará el programa de que se trate.

3.5 FUNCIÓN DEL COORDINADOR DEL PROGRAMA SOBRE LA FAUNA SILVESTRE Y DEL COMITÉ DE AEROPUERTO DE LIMITACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE

3.5.1 El comité de limitación de la fauna silvestre deberá reunir a todas las oficinas que se ocupan de la restricción de las aves o de la planificación de los aeropuertos, y a los responsables de actividades que puedan verse afectadas por la restricción de las aves. Entre estas actividades se incluyen: el mantenimiento del aeropuerto, los servicios de tránsito aéreo, los servicios de vuelo, los servicios de salvamento y de extinción de incendios, la seguridad, los jefes de turno, la comercialización, la planificación, las finanzas, etc. El comité examinará las notificaciones de choques con aves y los registros de actividades diarias, para disponer las medidas de prevención más eficaces.

3.5.2 El coordinador del programa del aeropuerto sobre la fauna silvestre determinará las responsabilidades de las diversas oficinas participantes. Sus obligaciones deberán dejarle tiempo suficiente para coordinar las actividades de limitación de las aves y de notificación y para participar en ellas. El coordinador del control de los peligros aviarios en el emplazamiento deberá examinar las notificaciones de choques, los registros de actividades diarias y los informes de mantenimiento, para determinar la necesidad de elaborar programas de protección a corto o largo plazo. Para adoptar medidas de protección eficaces en función de los costos es preciso contar con notificaciones apropiadas.

3.6 IMPORTANCIA DE LA NOTIFICACIÓN

3.6.1 La eficacia del programa de restricción de las aves dependerá de la calidad de la notificación. Esta es la base de cualquier programa de control aviario. Los datos podrán derivarse de la observación del movimiento de las aves. Los problemas de mantenimiento, los choques y las actividades de limitación de las aves. En la elaboración de los datos también deberán participar los pilotos, los explotadores de las aeronaves y el personal que actúe en el emplazamiento. En el examen de estos datos se señalarán los problemas que se afronten en el emplazamiento y la eficacia de las medidas de restricción de las aves que se estén aplicando. También importa notificar las cuasicolisiones, ya que estas pueden provocar una situación tan grave como un choque real. En la notificación de una cuasicolisión, se indicará la presencia de aves en la zona de operaciones de aeronave. No sólo debe ser preocupación de los Estados el que se haya producido un choque, sino también presencia de aves en la proximidad de aeronaves en vuelo.

3.6.2 El procedimiento de notificación deberá ser coordinado por una oficina, de modo que pueda realizarse un examen adecuado. Con este procedimiento deberá estar familiarizado todo el personal del aeropuerto. Las notificaciones deberán dirigirse al coordinador de control de la fauna silvestre, quien las enviará a la oficina regional o a la sede.

3.6.3 La calidad de las notificaciones elaboradas en el emplazamiento reducirá la responsabilidad del aeropuerto en caso de un accidente aéreo provocado por un choque importante con un ave. Una notificación adecuada indicará que se aplica el programa de restricción de las aves y que la dirección del aeropuerto adopta medidas para reducir el número de choques con aves en el emplazamiento(véase también el Capitulo 6).

3.6.4 Aunque la notificación de choques con aves se realiza al nivel nacional, también se logran buenos resultados mediante un programa internacional. El programa internacional permitirá comparar los índices de choques en distintas zonas y también que la información sobre un choque sufrido por el explotador de aeronaves que opere en otro Estado se retransmita a ese Estado. Con este propósito, la OACI ha organizado el sistema de notificación de los choques con aves (IBIS), que se encargará de la impresión y distribución de los formularlos de notificación que se muestran en las Figuras 3-1 y 3-2, del almacenamiento en computadora de las notificaciones de choques con aves y del análisis de los datos sobre choques con aves.

3.6.5 Se pide a los Estados que notifiquen todos los choques con aves utilizando los formularios que aparecen en las Figuras 3-1 Y 3-2. Para implantar el sistema de notificación, es preciso encargar a una oficina del gobierno nacional la tarea de distribuir los formularios de notificación y de recogerlos una vez llenos para devolverlos a la OACI. El formulario de notificación se ha concebido de forma que los Estados puedan reproducirlo, pero es preciso incluir en él las direcciones a las que debe devolverse en cada Estado, y la dirección del Estado a la que deben enviarse los restos de aves. En el *Manual sobre el sistema de notificación de la OACI de los choques con aves (IBIS)* (Doc 9332) se ofrece una descripción detallada de este sistema.

Enviese a:

Explotador _____

Marca/Modelo aeronave_____
Marca/Modelo de motor_____
Matrícula de la aeronave_____

Fecha día_____ mes_____ año_____
Hora local
alba ☐ día ☐ crepúsculo ☐ noche ☐

Nombre del aeródromo_____
Pista utilizada_____

Posición, si fue en ruta_____
Altura_____
Velocidad indicada_____

Fase de vuelo

estacionamiento	☐ A	en ruta	☐ E
rodaje	☐ B	descenso	☐ F
recorrido de despegue	☐ C	aproximación	☐ G
ascenso	☐ D	recorrido de aterrizaje	☐ H

Partes de la aeronave

	Golpeadas	*Dañadas*
radomo	☐	18 ☐
parabrisas	☐	19 ☐
proa (excepto 18 y 19)	☐	20 ☐
motor Num. 1	☐	21 ☐
2	☐	22 ☐
3	☐	23 ☐
4	☐	24 ☐
hélice	☐	25 ☐
ala/rotor	☐	26 ☐
fuselaje	☐	27 ☐
tren de aterrizaje	☐	28 ☐
cola	☐	29 ☐
luces	☐	30 ☐
otros (especifíquense)	☐	31 ☐

Consecuencia para el vuelo

ninguna	☐
despegue interrumpido	☐
aterrizaje por precaución	☐
se apagaron motores	☐
otras (especifíquense)	☐

Condiciones del cielo

cielo despejado	☐
algunas nubes	☐
cielo cubierto	☐

Precipitación

niebla	☐
lluvia	☐
nieve	☐

Especie de ave_____

Número de aves

	Observadas	*Golpeadas*
1	☐ A	☐ A
2 - 10	☐ B	☐ B
11 - 100	☐ C	☐ C
mas	☐ D	☐ D

Tamaño de las aves

pequeñas	☐ S
medianas	☐ M
grandes	☐ L

¿Se advirtió al piloto del peligro?
si ☐ no ☐

Observaciones (describanse los daños y las lesiones y consígnense otros datos pertinentes)
_____
_____
_____
_____

Notificado por _____
(facultativo)

* Envíese todo resto de aves, incluso fragmentos de plumas a:
_____

ESTA INFORMACIÓN SE NECESITA POR RAZONES DE SEGURIDAD AERONÀUTICA

FORMULARIO MODELO 1

Figura 3-1. Formulario de los choques con aves

A. DATOS BÁSICOS

Explotador	_____	01 / 02
Marca / Modelo Aeronave	_____	03 / 04
Marca / Modelo Motor	_____	05 / 06
Matrícula de la aeronave	_____	07
Fecha del Choque	_____	08
Aeródromo / posición (si se conocen)	_____	11 / 12 / 14

B. INFORMACIÓN SOBRE LOS COSTES

Tiempo que la aeronave estuvo fuera de servicio	_____ *horas*	52
Coste estimado de la reparación o sustitución	$ EUA (en miles) _____	53
Otros costes estimados		
(por ejemplo lucro cesante, combustible, hoteles)	$ EUA (en miles) _____	54

C. INFORMACIÓN ESPECIAL SOBRE LOS DAÑOS CAUSADOS A LOS MOTORES POR EL IMPACTO

Posición del motor Num	**1**	**2**	**3**	**4**
Motivo de la falla, rotura o apagado	55	56	57	58
rotura no contenida	A ☐	A ☐	A ☐	A ☐
incendio	B ☐	B ☐	B ☐	B ☐
apagado - vibración	C ☐	C ☐	C ☐	C ☐
apagado - temperatura	D ☐	D ☐	D ☐	D ☐
apagado - alarma de incendio	E ☐	E ☐	E ☐	E ☐
apagado - otros motivos (especificar) _____	Y ☐	Y ☐	Y ☐	Y ☐
apagado - razones desconocidas	Z ☐	Z ☐	Z ☐	Z ☐
Porcentaje estimado de la pérdida de empuje *	____ 59	____ 60	____ 61	____ 62
Número estimado de aves ingeridas	____ 63	____ 64	____ 65	____ 66

Especie de aves _____ 41

***** Puede ser difícil de estimar, pero aún los cálculos resultan útiles

Envíese todo resto de aves, incluso fragmentos de plumas a: _____

Notificado por _____

FORMULARIO MODELO 2

Figura 3-2. Formulario suplementario de notificación de los choques con aves

CAPÍTULO 4

CÓMO ORGANIZAR UN PROGRAMA DE AEROPUERTO DE PROTECCIÓN CONTRA LOS CHOQUES CON AVES

4.1 Para que el programa de limitación de las aves tenga éxito es necesario adoptar un enfoque integrado. El personal de tierra que aplique el programa (en la mayoría de los aeropuertos) velará porque todas las partes interesadas en el uso del aeropuerto reciban información sobre las operaciones que se lleven a cabo. Debería inculcarse el interés por la restricción de las aves a todo el personal de control de tránsito aéreo (ATC), mantenimiento del aeropuerto, planificación, finanzas, comercialización, así como a los explotadores de aeronaves.

4.2 A menudo el personal de ATC solicitará que el personal terrestre despeje de aves ciertas zonas del aeropuerto. Debería mantenerse actualizado al ATC sobre las iniciativas de restricción que se estén adoptando. Todo el personal terrestre debería estar informado del programa de limitación y de las técnicas que se apliquen, y debería mantenerse en contacto con el ATC, de modo que si se presenta un problema sobre el terreno, pueda comunicárselo y aplicar las medidas pertinentes.

4.3 Es menester que los encargados de planificar y elaborar el presupuesto de los proyectos de obras en el aeropuerto reconozcan la importancia y gravedad del peligro de un choque con aves. Los proyectos de obras planeadas se examinarán cuidadosamente para asegurar que no resulten atractivas para las aves durante la construcción de las instalaciones e incluso después. En los proyectos en el marco de los cuales se hayan arrendado tierras del aeropuerto para fines agrícolas, es importante determinar los tipos de cultivos, así como el modo de siega o corte de la hierba que se aplicará. No deberían aprobarse cultivos ni usos del terreno que atraigan a las aves.

4.4 Como es lógico, el personal de finanzas y los planificadores de proyectos afrontarán problemas al evaluar los costes y procurar los fondos para determinados proyectos. Tal vez resulte difícil equilibrar los gastos con la necesidad de mejorar las instalaciones de los aeropuertos, y esto puede demorar la aplicación de importantes recomendaciones para restringir la fauna silvestre. Pronto resultará evidente que si bien algunas de las recomendaciones pueden llevarse a la práctica fácilmente sin necesidad de fondos y equipo adicionales, otras exigirán modificaciones importantes. Por lo tanto, conviene que el personal de planificación sea informado regularmente de las necesidades de los proyectos para hacer que el aeropuerto sea menos atractivo para las aves, y que se le mantenga al corriente de las obras requeridas y de las nuevas situaciones que se presenten.

4.5 Por último, los explotadores de aeronaves deberían recibir información sobre la política y las actividades del aeropuerto con respecto a las aves y mamíferos, ya que ellos podrían ofrecer su experiencia técnica y asesorar al personal terrestre en materia de control. Es preciso que los pilotos utilicen luces de aterrizaje durante el despegue y la aproximación, por cuanto ello puede ayudar a reducir el riesgo de choque con un ave. Los explotadores de aeronaves deberían

destacar la importancia de notificar al ATC todos los choques o cuasicolisiones con aves. También deberían notificar todos los choques con aves por conducto del programa de notificación de la OACI de los choques con aves.

4.6 En resumen, es menester elaborar y aplicar un enfoque muy integral para limitar la presencia de aves en los aeropuertos. El personal terrestre y de ATC deberá mantenerse en comunicación para garantizar un control adecuado. El personal de planificación y de finanzas en el lugar velará por que los proyectos planeados no atraigan a las aves ni agraven el problema. La asignación periódica de fondos para la limitación de las aves deberá basarse en los costes de explotación. Por último, los explotadores de aeronaves que utilicen las instalaciones del aeropuerto deberán conocer las medidas de control y contribuir a su aplicación.

CAPÍTULO 5

EXPLOTADORES DE AERONAVES

5.1 Muchas aeronaves corren más riesgo que otras de sufrir choques con aves, problema que se agrava cuanto mayor es su velocidad y menor el ruido que producen. Las aeronaves de nueva generación con motores de alta derivación parecen ser más susceptibles al daño.

5.2 Los explotadores de aeronaves tienen la responsabilidad de participar en los programas nacionales de control de fauna silvestre ya que es su obligación proteger tanto a la aeronave como a los pasajeros. Las autoridades aeroportuarias están contribuyendo a hacer más segura la aeronavegación, gracias a los programas de limitación de la fauna silvestre.

5.3 La mayoría de los choques con aves notificados a la OACI se han producido contra aeronaves comerciales, y en algunos Estados los choques con aviones de línea representan el 90% de todos los choques con aves registrados. Sin embargo, los aeropuertos no deben subestimar las consecuencias que pueden tener estos incidentes para la comunidad de la aviación general, ya que en algunos aeropuertos esta categoría representa la mayoría de los movimientos de aeronaves.

5.4 En algunos casos, se cree que la falta de notificaciones de choques con aves no significa que estos no hayan ocurrido, sino que los explotadores de aeronaves con base fija y la comunidad de la aviación general no los notifican. Las actividades para fomentar la participación de los exploradores de aeronaves en los programas de notificación de choques con aves contribuirán a que aumente el número de notificaciones sobre este tipo de incidentes.

CAPÍTULO 6

CLASIFICACIÓN DE LAS AVES EN CUANTO A RIESGO POTENCIAL

6.1 Es difícil determinar si una especie de ave en particular constituye un peligro para las aeronaves. El mejor método para hacerlo es contar el número de individuos de esa especie que se hallen presentes o predominen en la zona. La cantidad de aves que puedan atravesar la región durante los períodos migratorios también es importante, como asimismo la población aviaria y sus movimientos en la zona del propio aeropuerto y sus alrededores. Las especies que viven a campo raso constituyen un peligro mayor para las aeronaves que las que habitan sobre todo en los montes.

6.2 Cualquier ave, por pequeña que sea, puede provocar graves daños a un avión. Cuanto mayor sea el ave, tanto más grave será el daño que puede provocar un choque aislado. Las probabilidades de que esto ocurra serán mayores cuanto mayor sea el número de aves de la misma especie. Las aves que vuelan a gran altitud constituyen de todos modos una gran amenaza, dado que su punto de llegada o de partida puede estar situado cerca del aeropuerto. Por lo tanto, las aves que representan un grave peligro para las aeronaves son las de gran tamaño y las que vuelan en bandadas, pero las que reúnen ambas características, resultan una amenaza mayor aún.

6.3 Aunque es difícil desalojar todas las aves de un aeropuerto de manera definitiva, es indispensable hacer cuanto sea posible para lograrlo. Toda ave es un peligro en potencia, lo que se hace aún mas evidente a medida que aumenta su número y su tamaño, y surgen nuevas generaciones de aeronaves con motores de turbina más veloces y que producen menos ruido. El personal del aeropuerto y los miembros de los comités deberán examinar los registros de choques con aves a fin de determinar las especies de alto riesgo en el emplazamiento.

6.4 Es importante reunir todas las estadísticas disponibles relacionadas con el emplazamiento, inclusive las notificaciones de choques con aves, los tipos de aeronaves, y las cifras de movimientos de aeronaves. El análisis de estos datos permitirá determinar las especies más peligrosas. También facilitará la notificación de los choques con aves y la preparación de un resumen de las notificaciones.

6.5 En gran parte de las notificaciones de choques con aves no se indica la especie, porque en la mayoría de los casos no se hallan restos para su identificación. Cuando se produce un choque, el piloto por lo general puede dar alguna idea del tamaño del ave de que se trate, ya sea pequeña (un gorrión), mediana (una gaviota), o grande (un ganso). Esta información puede ayudar a identificar el peligro. Un ornitólogo puede identificar las aves incluso con pequeñas muestras de plumas. Las universidades y museos pueden ayudar en muchos casos a identificar las aves a partir de los restos. Por consiguiente, es importante que los pilotos, el personal terrestre, el personal de mantenimiento, y otros, garanticen que todos los restos, incluso las plumas, se identifiquen correctamente.

CAPÍTULO 7

ORDENACIÓN AMBIENTAL Y MODIFICACIÓN DEL TERRENO

7.1 Las aves frecuentan los aeropuertos por diversas razones, aunque suelen ser atraídas por elementos tan esenciales para la vida corno el alimento, el agua y un lugar de abrigo, que a menudo encuentran en los aeropuertos o en sus proximidades.

7.2 Mediante técnicas de modificación del medio ambiente del aeropuerto se puede suprimir o reducir su atractivo para las aves y eliminar así gran parte del peligro. La ordenación ambiental es una parte esencial de la protección contra las aves, puesto que ofrece medios eficaces y de efectos duraderos para reducir el número de aves que frecuentan el aeropuerto. La adopción de medidas directas contra las aves denota, por lo general, que no se han aplicado cabalmente todas las técnicas de ordenación ambiental o que no es posible adoptar otras medidas por que no resultan rentables.

7.3 Antes de poner en práctica un programa definitivo de ordenación ambiental, es sumamente importante efectuar un estudio ecológico de la zona para que en el plan puedan tomarse en cuenta determinados aspectos problemáticos directamente relacionados con la especie de ave que constituya un problema para el emplazamiento. Un programa de notificación eficaz podrá servir de base para un estudio ecológico y permitirá desarrollar las actividades o los proyectos previstos en el plan conforme a un orden de prioridades. El plan de ordenación ambiental puede modificar muchas características que atraen a las aves.

Alimentación

7.4 Es difícil suprimir todas las fuentes de alimento de las aves en los aeropuertos. Como la hierba es el tipo de vegetación más corriente, el tratamiento que se le dé determinará en gran medida la disponibilidad de alimentos para las aves. Todos los trabajos agrícolas, como la siega o el corte de heno, perturban a insectos y lombrices y atraen a los pájaros.

7.5 Las aves frecuentan los terrenos de los aeropuertos en busca de ratones, topos, lombrices de tierra, insectos y arañas, así como de bayas, semillas o cultivos agrícolas. Estas fuentes de alimento resultan muy atractivas para diversas aves. Para reducirlas podrían utilizarse incluso productos químicos.

Agricultura

7.6 Las tierras de los aeropuertos que no se utilizan para operaciones aeroportuarias a menudo se arriendan con fines agrícolas, a efectos de generar ingresos y reducir al mínimo los gastos de mantenimiento. Ahora bien, como la mayoría de los cultivos agrícolas atraen a las aves en alguna etapa de su ciclo de crecimiento, es preciso conocer qué cultivos atraen a cada especie, cuándo y hasta qué punto. El laboreo en las tierras del aeropuerto atraerá a las aves, sea cual fuere el tipo de cultivo.

7.7 Los rociamientos químicos deberán llevarse a cabo, en la medida en que lo permita la legislación nacional, a intervalos adecuados y teniendo presente el tipo de hierba, las especies de plantas y animales, la situación hidrológica, las aguas subterráneas y las condiciones ambientales.

Vertedero de basuras

7.8 Si en las proximidades del aeropuerto hay un vertedero de basuras, quizás sea necesario aplicar medidas para limitar la presencia de aves en el emplazamiento a fin de reducir el atractivo que representa para ellas. El hecho de que un vertedero de desperdicios atraiga o no a las aves que constituyen un peligro potencial para las aeronaves dependerá de la ubicación de ese vertedero en relación con el aeropuerto, del tipo de desperdicios y de las especies de aves que se prevé que se presenten en las proximidades. Los vertederos de basuras en que se echan sólo escombros de demolición no tienen atractivo alguno para las aves, y no entrañan ningún peligro aviarlo.

7.9 Es conveniente que en la legislación nacional y local se establezcan disposiciones firmes que prohíban el establecimiento de nuevos vertederos en las proximidades del aeropuerto, así como el cierre de los existentes en caso de que ello sea necesario. Se recomienda que los vertederos de basuras no estén a menos de 13 Km del aeropuerto. La ubicación adecuada de los vertederos reducirá peligro que puedan crear cerca de los aeropuertos. La apertura de un basurero en las proximidades de un aeropuerto, incluso bajo un estricto control, puede provocar un peligro aviario y por tanto, su ubicación debe analizarse cuidadosamente por un grupo de especialistas sobre problemas aviarios

7.10 Actualmente se dispone de muy pocos métodos para impedir que las aves vayan a buscar alimentos en los basureros. Las técnicas para ahuyentarlos sólo son de valor limitado y es imposible enterrar la basura con suficiente rapidez para evitar el acceso de las aves a algunas de estas zonas. El único método aceptable- podía ser tender una alambrada o redes sobre el área de volteo para impedir que penetren las aves.

Agua

7.11 El agua estancada en la superficie atrae a las aves, por lo que en un aeropuerto esto debería evitarse al máximo. Las excavaciones o depresiones donde se haya acumulado agua deberían drenarse y limpiarse los canales obstruidos. Puede impedirse el acceso de aves a espejos de agua necesarios, como las lagunas, tendiendo sobre ellos una alambrada o una red.

7.12 Las zanjas de drenaje se obstruyen con vegetación o con la sedimentación de la tierra producto de erosión y el agua no circula. En las zanjas obstruidas prosperan los insectos y la vida acuática. Deberían limpiarse las mismas a intervalos regulares y excavarse para que tengan una pendiente tal que el agua circule lo más rápidamente posible y se mantengan limpias. Sería preciso cortar la hierba y otra vegetación que crezca en los taludes. En los taludes de las zanjas de drenaje se pude cortar la hierba con tundidoras comunes para reducir la vegetación.

Cuando sea posible, podría mejorarse la situación sustituyendo las zanjas por tubos de drenaje soterrados.

7.13 En las inmediaciones de los aeropuertos, los lagos artificiales y naturales aumentan el peligro de choques con aves, según el tamaño y la configuración del lago, su estrato trofológico y el entorno. En todos los casos, un ornitólogo o un biólogo debería evaluar las condiciones ecológicas de las inmediaciones, así como la migración en la zona, posiblemente mediante estudios ornitológicos por radar. El peligro de choques con aves pude reducirse limitando la extensión del lago, haciendo más escarpada la orilla, y prohibiendo la pesca, la caza y los deportes acuáticos. Dos de las mejores soluciones al problema son rellenar el lago o cubrir la superficie con alambradas y redes.

Abrigo

7.14 Frecuentemente las aves buscan abrigo en los aeropuertos. sobre todo en los hangares y escondrijos de otros edificios . También buscan los espacios abiertos para sentirse seguras porque pueden tener una clara visión en todas direcciones. A menudo se encuentran nidales en los edificios de los aeropuertos, y también en las malezas, las zonas boscosas o a ras del suelo.

Vegetación

7.15 Los árboles ofrecen alimento, protección, lugares donde construir los nidos y sirven de puesto de observación a las aves rapaces. Deberían talarse los árboles cercanos a las pista y a las calles de rodaje, hasta una distancia de, por lo menos, 150 m del eje. La especie dominante de árbol o el tipo de bosque determinará las clases de aves que atraerá la zona. Las áreas cubiertas de árboles y arbustos, por ejemplo, atraen poco a las aves que prefieren los espacios abiertos. Por lo tanto, la plantación de árboles, arbustos y setos vivos podrá reducir el peligro aviario. De allí la importancia de elegir las especies de plantas que no produzcan semillas o bayas que atraigan a las aves o que les sirvan de refugio y lugares donde posarse y anidar. Quizás sea necesario consultar a un especialista para saber cuál es la especie más apropiada. En todos los casos será preciso tomar en cuenta la ecología de la zona.

Cubierta vegetal

7.16 En la mayoría de los aeropuertos se utiliza corrientemente como cubierta vegetal alguna clase de hierba y se ha debatido la altura a la que debería cortarse la hierba. La altura variará según las especies de aves que constituyan un problema. La mayoría de las aves peligrosas para las aeronaves prefieren la hierba corta y son muy pocas las que prefieren las hierbas altas, entre ellas las perdices, los faisanes y algunas aves pequeñas de poco peso.

7.17 Se recomienda mantener la hierba a una altura de 20 cm o más. Las aves del tipo de las gaviotas suelen reposar en la hierba corta, donde pueden avistar el peligro que se aproxima y a la vez buscar alimento. Si la hierba llega hasta esta altura, las aves perderán visibilidad y les

será difícil buscar alimentos. La única diferencia entre la técnica de la hierba alta y de la hierba corta radica en el modo de cortarla.

7.18 Al sembrar nuevas áreas con cubierta vegetal, se podrán utilizar mezclas especiales de semillas con las que sólo crezca la hierba a mediana altura y se reduzca la frecuencia de corte.

7.19 Se debería reducir al mínimo el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y de estiércol, para así desacelerar el crecimiento de la hierba y disminuir la frecuencia de corte.

CAPÍTULO 8

MÉTODOS DE DISPERSIÓN

8.1 GENERALIDADES

8.1.1 Después de aplicar las técnicas de modificación del medio ambiente, quizás sea necesario aún dispersar las aves del aeropuerto. Existen varios métodos de dispersión con diversos grados de éxito. Según la situación del emplazamiento, es probable que tengan que utilizarse muchos métodos una vez que el que se haya escogido pierda su efecto. En la mayoría de los casos resulta conveniente utilizar más de un método, modificar el enfoque adoptado y aplicar varias técnicas para espantar las aves y lograr una mayor eficacia. Se ha comprobado que el hostigamiento continuo reduce en gran medida la población aviaria en los aeropuertos.

8.1.2 Una vez que se haya escogido el método de dispersión, será necesario observar la respuesta de las aves a ese método, cuyos resultados se conocerán de inmediato. Las técnicas para ahuyentar las aves incluyen, entre otros, los artificios pirotécnicos, los detonadores de gas, las luces y el ruido, los productos químicos, la captura y la cetrería.

8.2 ARTIFICIOS SONOROS DE DISUASIÓN

8.2.1 Entre los artificios sonoros de disuasión figuran los siguientes:

a) detonadores de gas
b) artificios pirotécnicos
c) chillidos de peligro
d) chillidos de alarma y
e) chillidos de aves rapaces.

8.2.2 En estos artificios sonoros se utilizan tanto sonidos naturales como artificiales para dispersar las aves. Entre los sonidos naturales aconsejables para dispersar las aves se cuentan los chillidos que lanzan las aves en señal de alarma o de peligro y los chillidos de aves rapaces. Los sonidos artificiales incluyen las explosiones de pólvora producidas por detonadores de gas o cartuchos petardo y sonidos abstractos producidos por medios electrónicos. Importa elaborar estrategias bien concebidas antes de utilizar los artificios de disuasión para evitar que las aves dominadas por el pánico vuelen hacia el avión durante el aterrizaje o el despegue.

8.2.3 Aunque los artificios sonoros se utilizan profusamente para dispersar las aves de los aeropuertos y pueden resultar eficaces, llega un momento en que las aves se acostumbran a ellos y, en consecuencia, se reduce su respuesta a los ruidos fuertes al intuir que no existe peligro. Sin embargo, es menos probable qué se habitúen a sonidos naturales con algún significado para ellas, como los chillidos de angustia de un miembro de la bandada o los de un ave rapaz, aunque con el tiempo incluso se habituarán a esos sonidos. Para mitigar este problema es preciso cambiar con frecuencia la ubicación de la fuente sonora y utilizar los chillidos de aves para convencer a las otras de que el sonido avisa realmente un peligro. Los artificios sonoros resultan más eficaces contra

visitantes ocasionales o aves de paso que contra las aves residentes.

8.3 ARTIFICIOS VISUALES DE DISUASIÓN

8.3.1 Entre los artificios visuales de disuasión figuran los siguientes:

a) espantapájaros
b) banderines y banderolas
e) luces
d) modelos de aves rapaces
e) cometas con apariencia de halcones y
f) modelos con formas de gaviotas

8.3.2 La eficacia de los artificios visuales de disuasión se ha evaluado fundamentalmente a efectos de reducir el daño a los cultivos, con todo, estas técnicas también pueden resultar útiles en el medio ambiente de un aeropuerto. Los artificios visuales pueden provocar el mismo problema de habituación que los artificios sonoros.

8.3.3 Las aves de paso son mas fáciles de espantar con artificios visuales, ya que no hay ocasión de que se habitúen a estas tácticas. E! problema subsiste con las aves residentes, a las que atraen las características permanentes de estos artificios. A veces ha resultado más conveniente combinar los artificios visuales con los sonoros (sobre todo detonantes).

8.4 BARRERAS DE PROTECCIÓN

8.4.1 Los aeropuertos ofrecen los medios necesarios de vida - alimento, agua y abrigo - a muchas especies de la fauna silvestre. La falta de acceso de una especie a estas fuentes probablemente mitigará el problema en los aeropuertos. El uso de barreras físicas de protección puede resolverlo definitivamente impidiendo el acceso de la fauna silvestre.

8.4.2 Entre las barreras físicas de protección mas útiles contra los pájaros se hallan varios dispositivos que impiden que éstos se posen o hagan nido en los edificios y resaltos. Por ejemplo, la colocación de redes puede prevenir que los pájaros aniden en los edificios y también que busquen alimento en las tierra arrendadas para cultivo en el aeropuerto. La función de estos sistemas de protección es impedir la presencia de las aves y no suprimirlas físicamente. La barrera consiste en extender una malla de alambre fino sobre el lugar, como por ejemplo, un resalto o una fuente de alimento o agua que atraiga a las aves. Otro método utilizado como barrera de protección es construir edificios y otras estructuras destinados a impedir que las aves encuentren lugares propicios para anidar o posarse, o utilizar cubiertas plásticas o metálicas para impedirles hacer nido.

8.5 PRODUCTOS QUÍMICOS LETALES

8.5.1 Se dividen en tres categorías: 1) agentes tóxicos de efectos agudos que causan la muerte poco después de ingerirse una sola dosis letal, 2) sustancias anticoagulantes y descalcificadoras que suelen requerir la ingestión de varias dosis durante algunos días 3) fumigantes que asfixian

a los animales en su madriguera y que también pueden matar las aves en zonas confinadas.

8.5.2 Los medios más corrientes de envenenamiento son:

a) la percha tóxica y
b) los cebos tóxicos

8.5.3 Conviene señalar que en algunos Estados se prohíbe envenenar a las aves, salvo ante una plaga de pájaros que pueda provocar una situación de desastre.

8.6 REPELENTES QUIMICOS

8.6.1 Los productos químicos también pueden utilizarse para repeler las aves en algunos aeropuertos, aunque su éxito de aplicación es controvertido y dudoso. En algunos Estados estos repelentes están prohibidos por la ley. Frecuentemente se utilizan productos químicos en las zonas que resultan más atractivas para una especie de aves. Rociando esta zona con determinados productos las aves se mantendrán alejadas, sin embargo, sólo algunos pueden resultar satisfactorios con determinadas especies de aves. Una vez más es importante velar por que el uso de los repelentes químicos no afecte el medio ambiente y a otras especies y no contamine las aguas de escorrentía o cuencas colectoras. Hay dos tipos de repelentes químicos: los táctiles y los que trastornan el comportamiento.

8.6.2 REPELENTES TACTILES

8.6.2.1 Existen varios tipos de repelentes químicos para la protección contra las aves en los aeropuertos. El tipo más corriente son los repelentes táctiles, sustancias de consistencia viscosa que evitan que las aves se posen en resaltos y otras superficies planas. Aunque la aplicación del repelente requiere un trabajo intenso, los efectos del tratamiento se extienden por un periodo de hasta un año.

8.6.2.2 Los repelentes táctiles comerciales más comunes son:

a) *Tacky- Toes Bird Repellent Paste*
b) *Bird Tanglefoot* y
c) *Shoo Bird Repellent Paste.*

8.6.3 REPELENTES QUE TRASTORNAN EL COMPORTAMIENTO

8.6.3.1 Estos repelentes pueden provocar síntomas visibles de tensión en las aves. Los miembros de la bandada se atemorizan ante el comportamiento de los individuos afectados y se dispersan. El producto químico debe colocarse en un cebo y ser ingerido por las aves. El *Avitroi* es el repelente que se utiliza más corrientemente para modificar el comportamiento.

8.7 PRODUCTOS QUÍM1COS CONTRA OTRAS ESPECIES DE ANIMALES

8.7.1 Estos productos químicos eliminan los elementos que atraen las aves en los aeropuertos. Entre ellos se incluyen todos los plaguicidas para combatir los insectos o mamíferos que comen las aves y todos los herbicidas que inhiben el crecimiento de la hierba o los agentes

defoliantes para eliminar las malezas, semillas o bayas que prefieren las aves. Los productos químicos contra otras especies de animales deben utilizarse con cuidado y aplicarse por personal adiestrado a fin de que produzcan la menor perturbación ambiental posible, En algunos Estados estos productos químicos están prohibidos por la ley.

8.8 TRAMPAS

8.8.1 Con las trampas se puede matar las aves o capturarlas vivas para ponerlas en libertad en una zona alejada del aeropuerto. Como la captura de aves vivas es un proceso lento y costoso, este se aplica particularmente en el caso de especies protegidas o beneficiosas para el hombre. El personal del aeropuerto podrá emprender este método sin dificultades. En algunos Estados la ley protege todas las especies de aves y, por tanto, sólo se permite la captura a reglamentos especiales.

8.8.2 Para atrapar muchas especies de la fauna silvestre es preciso conocer los hábitos de los animales. cómo colocar las trampas y utilizar los cebos. En muchos casos le será fácil al personal del aeropuerto desarrollar los conocimientos y aptitudes requeridos.

Entre las trampas que pueden emplearse se incluyen:

a) las trampas de animales vivos y
b) las trampas de aves rapaces

8.9 OTRAS TÉCNICAS

8.9.1 Existen otras técnicas de protección contra las aves. Los productos *Benomyl* o *Kainite* pueden ayudar a reducir el número de lombrices de tierra en los aeropuertos. sobre todo a lo largo de las pistas y calles de rodaje. El *Ornitrol* limita la fecundidad de las aves y, en última instancia, su número. El *'Methiocarb* es un producto químico que se aplica a la vegetación para impedir que las aves busquen en ella alimento, aunque debe aplicarse en altas concentraciones. En algunos Estados estos productos químicos están prohibidos por la ley.

8.9.2 En algunos Estados se ha venido usando la cetrería, que consiste en el empleo de aves rapaces, como halcones o búhos, para ahuyentar las aves. La técnica se considera muy costosa debido a los planes, estrategias, etc., que es menester elaborar. En algunos Estados se rechaza la cetrería como técnica de limitación de las aves que están en peligro de extinción y no pueden criarse en cautiverio con suficiente eficacia.

8.9.3 En las investigaciones sobre dispersión de las aves de los aeropuertos se deberían emplear las técnicas de dispersión y detección más actualizadas. A medida que las técnicas actuales se vayan haciendo obsoletas, éstas se sustituirán por nuevas tecnologías más adecuadas. Todos los encargados de adoptar decisiones deberían reconocer la importancia de las investigaciones en curso en esta esfera y asignar fondos en consecuencia.

CAPÍTULO 9

DOTACIÓN DE PERSONAL PARA LOS PROGRAMAS DE CONTROL DE LAS AVES EN LOS AEROPUERTOS

9.1 El primer aspecto que hay que tener en cuenta en un programa de control de las aves son las técnicas de modificación ambiental requeridas para desalentar la presencia de aves y mamíferos en los aeropuertos. Con el tiempo resultará mas conveniente combinar los programas de ordenación ambiental con técnicas especiales para ahuyentar las aves.

9.2 Es probable que en algunos aeropuertos los pájaros planteen problemas sólo durante algún tiempo, debido a su aparición en la época en que se producen los vuelos migratorios o a una atracción temporal en el aeropuerto. Las actividades agrícolas, las condiciones atmosféricas o las fuentes de alimento pueden atraer grandes cantidades de aves que deben expulsarse del aeropuerto hasta tanto se suprima o desaparezca el elemento que las atrae, lo que suele requerir sólo unas horas, algunas semanas o un mes. Con todo, en los aeropuertos más importantes y de mayor tráfico las medidas para ahuyentar las aves se aplican a diarlo y durante todo el año, a efectos de evitar su presencia en grandes cantidades.

9.3 Las mediadas para ahuyentar las aves suelen ser aplicadas por personal del aeropuerto. Cuando sea necesario, esa tarea podrá correr a cargo del personal de mantenimiento de aeropuerto, de salvamento y de extinción de incendios o de seguridad. El tiempo cada vez mayor que absorben estas actividades esta haciendo más difícil el empleo de personal del aeropuerto. Una medida eficaz en funci6n de los costes sería contratar los servicios de personal de control de la fauna silvestre ajeno al aeropuerto.

9.4 En los contratos debería incluirse una disposición relativa al suministro de personal y equipo necesarios para la limitación de las aves, y especificarse asimismo que el personal deberá contar con conocimientos específicos sobre los problemas aviarios que se afrontan en el aeropuerto y las medidas de control correspondientes.

9.5 Al elaborar un contrato, es preciso tener en cuenta lo siguiente:

a) horas de exploración
b) especie que deberá combatirse
c) nivel de servicios
d) equipo que suministrará el contratista
e) responsabilidad del personal del contratista
f) desviación de las disposiciones del contrato
g) deficiencias en el proceso de licitación y
h) documentación de las deficiencias.

9.6 Para comprobar si ha resultado útil el empleo de un contratista en las actividades de protección contra las aves, bastará con observar si se ha reducido el número de aves que constituyen un peligro potencial para la aviación en el aeropuerto.

CAPÍTULO 10

APROVECHAMIENTO INCOMPATIBLE DE TIERRAS EN LOS ALREDEDORES DEL AEROPUERTO

10.1 El concepto de planificación del aprovechamiento compatible de tierras se deriva del interés en establecer una relación entre los aeropuertos y los vecinos de la comunidad desde el punto de vista ambiental. Este concepto de planificación es relativamente sencillo y sus resultados pueden ser impresionantes, aunque para aplicarlo se requiere un estudio cuidadoso y una planificación coordinada. El aprovechamiento de tierras en los alrededores del aeropuerto pude imponer restricciones a los vuelos de aeronaves y afectar su seguridad.

10.2 En algunas comunidades y aeropuertos se ha llegado hasta el punto en que las directrices de planificación del aprovechamiento de tierras sólo pueden surtir efectos insignificantes. Sin embargo, todavía hay casos en que su empleo podrá propiciar un desarrollo más compatible del aeropuerto y la comunidad. Para aplicar estas directrices se podrían elaborar planes de sistemas de aviación, leyes sobre aprovechamiento compatible de tierras, servidumbres de paso o zonificación.

10.3 Desde hace tiempo se ha reconocido que el aprovechamiento de tierras en los alrededores del aeropuerto pude provocar choques entre aves y aeronaves. Las aves pueden verse atraídas hacia las zonas cercanas al aeropuerto y a su vez frecuentar éstos en busca de alimento, agua, lugares de descanso o abrigo. También es probable chocar con algunas aves fuera del perímetro del aeropuerto, sobre un terreno explotado que les ofrezca atractivo. De hecho, 21 % de los choques con aves comunicados al sistema IBIS de la OACI ocurrieron "fuera del aeropuerto". Los choques con aves "en un aeropuerto" son aquellos que se producen a una altura de hasta 60 m (200 ft) durante el aterrizaje y de hasta 150 m (500 ti) durante el despegue.

10.4 Los usos de tierras que han causado problemas concretos en los aeropuertos son:

a) elaboración de pescado
b) agricultura
c) corrales reservados
d) basurales y vertederos públicos
e) desechos de fábricas y parques de estacionamiento
f) teatros y lugares de expendio de alimentos
g) refugios de fauna silvestre
h) lagos artificiales y naturales
i) campos de golf, polo, etc
j) granjas pecuarias y
k) mataderos.

10.5 Al aplicar las directrices sobre el aprovechamiento incompatible de tierras, se deberá tener en cuenta la ubicación de la explotación con respecto al aeropuerto, ya que incluso una distancia mayor que la recomendada podría generar rutas de migración sobre el aeropuerto o a través de las trayectorias De vuelo establecidas en el espacio aéreo del

aeropuerto. En algunos casos quizás tuviera que considerarse más de un uso posible de una zona, para asegurar que no aumenten los peligros aviarios en el aeropuerto o en sus inmediaciones.

10.6 Deberían adaptarse reglamentos sobre el aprovechamiento de tierras aledañas a los aeropuertos, a fin de reducir su atractivo para las aves. Estos reglamentos estarán dirigidos a rodos los usos mencionados anteriormente. Antes de que comience la etapa de planificación, es preciso asegurarse de que no se permitan usos incompatibles de tierras que más tarde puedan establecerse con carácter permanente.

CAPÍTULO 11

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DE LA FAUNA SILVESTRE

11.1 Las preguntas que aparecen a continuación están dirigidas a la dirección del aeropuerto -concretamente al jefe de aeropuerto- y su propósito es ayudar a determinar si se aplica un programa eficaz de limitación de las aves en el aeropuerto.

1. ¿Se ha elaborado un programa de limitación de la fauna silvestre?

2. ¿Se ha aplicado el programa de limitación de la fauna silvestre?

3. ¿Se ha nombrado un oficial de control de la fauna silvestre en el emplazamiento y se le han asignado responsabilidades?

4. ¿Se ha creado un programa de capacitación para adiestrar a las personas que participan en el programa de limitación de las aves?

5. ¿Se ha instituido un comité coordinador de limitación de la fauna silvestre con responsabilidades bien definidas?

6. ¿Se ha elaborado un procedimiento de notificación que abarque todos los aspectos del programa de limitación de las aves?

7. ¿Se ha establecido un plan de aprovechamiento de tierras para hacer un uso eficaz de las tierras del aeropuerto y sus cercanías en relación con el programa de limitación de las aves?

8. ¿Se ha completado una lista de todos los elementos que atraen a las aves en el emplazamiento?

9. ¿Se ha completado una lista de todos los elementos que atraen a las aves en los alrededores del aeropuerto? '

10. ¿Se han investigado y aplicado métodos de limitación de las aves en el aeropuerto?

11.2 Si la respuesta a alguna de estas preguntas es "NO", quizás no se este aplicando un programa eficaz de limitación de las aves en el aeropuerto. Huelga decir que el programa de aeropuerto es sólo un aspecto de los muchos que componen un programa nacional de limitación de las aves.

APÉNDICE

REFERENCIAS

1. Publicaciones de la OACI:

Manual sobre el sistema de notificación de la OACI de los choques con aves (IBIS) (Doc 9332)

2. Otras publicaciones:

Handbook of Wildlife Control Devices and Chemicals (AK09- ¡ 70), Ministerio de Transporte del Canadá

Green Booklet. Bird Strike Committee Europe (BSCE)

-FIN-

LEY Nº 28404
Ley de seguridad de la aviación civil

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

POR CUANTO:

El Congreso de la República

Ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Ley siguiente:

LEY DE SEGURIDAD DE LA AVIACIÓN CIVIL

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- De la autoridad competente

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la autoridad aeronáutica civil. La autoridad aeronáutica civil es ejercida por la Dirección General de Aeronáutica Civil. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil, es la autoridad de seguridad competente, estando facultado para regular todo lo relacionado a la seguridad de la aviación, y es responsable de la elaboración, puesta en ejecución, vigilancia y cumplimiento del Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil, en armonía con los convenios internacionales de aviación civil y la Ley Nº 27261, Ley de Aeronáutica Civil del Perú. De acuerdo a estas facultades puede emitir directivas y regulaciones necesarias para normar la seguridad de la aviación civil en el Perú.

Artículo 2.- Del Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil

El Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil precisa las responsabilidades y tareas conducentes a garantizar la seguridad de la aviación civil, es de obligatorio cumplimiento para los organismos e instituciones públicas y privadas que participan en la actividad aeronáutica civil de manera directa o indirecta.

Se considera, además, un Programa Nacional de Control de Calidad de la Seguridad de la Aviación.

El Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil será aprobado por resolución ministerial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Artículo 3.- Del Comité Nacional de Seguridad de la Aviación Civil

Créase el Comité Nacional de Seguridad de la Aviación Civil, conformado por representantes del Estado y de la industria aeronáutica, actuando estos últimos como consultores ad honórem, cuando se requiera.

Su composición, funciones y responsabilidades están contempladas en el Programa Nacional de Seguridad de Aviación Civil.

Artículo 4.- De los organismos del Estado

Los organismos del Estado involucrados están obligados a cumplir con lo estipulado en el Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil. Las entidades del Estado y sus dependencias que por su jurisdicción tienen responsabilidad en la seguridad de la aviación son las siguientes:

a) Presidencia del Consejo de Ministros;

b) Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

c) Ministerio de Defensa;

d) Ministerio de Relaciones Exteriores;

e) Ministerio de Economía y Finanzas;

f) Ministerio de Salud;

g) Ministerio del Interior;

h) Ministerio Público; e,

i) Cualquier otro organismo que se encuentre vinculado con la seguridad de la aviación.

Artículo 5.- De la seguridad aeroportuaria dentro del Sistema de Defensa Nacional

5.1 Los Aeródromos son considerados como instalaciones estratégicas dentro del Sistema de Defensa Nacional.

5.2 El Estado peruano delega a los Operadores de Aeródromos la función de seguridad en sus respectivos Aeródromos, la misma que podrá ser recuperada por el Estado a través de sus instituciones militares o policiales por decreto supremo, en caso de que se vea afectada la seguridad nacional.

5.3 El Operador del Aeródromo no podrá subcontratar los servicios de seguridad, debiendo cumplir dicha función con personal propio y de acuerdo a lo establecido en el Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil.

Artículo 6.- Del financiamiento del Sistema de Seguridad de la Aviación Civil

6.1 El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil, considerará dentro de su presupuesto los recursos económicos que le permitan establecer y mantener un Sistema de Seguridad de la Aviación Civil.

6.2 El Ministerio de Economía y Finanzas provee la asignación de los recursos económicos que permita que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil y CORPAC, cumpla con las obligaciones en materia de seguridad de la

aviación civil que tiene el Estado peruano.

6.3 Los Operadores de Aeródromos y aeropuertos asignarán un porcentaje de su presupuesto anual, orientado a implementar, operar y mantener un sistema de seguridad aeroportuaria con personal y equipos necesarios para la inspección de los pasajeros con su equipaje de mano, así como de cualquier persona que ingrese a las zonas de seguridad restringida y la protección general del aeródromo o aeropuerto.

6.4 Los Explotadores Aéreos asignarán un porcentaje de su presupuesto anual, orientado a implementar, operar y mantener un sistema de seguridad con personal y equipos necesarios para la inspección de los equipajes no acompañado (facturado), carga, correo y sus aeronaves.

Artículo 7.- De la aplicación de los convenios internacionales en materia de seguridad de la aviación civil

7.1 Las entidades del Estado involucradas dictarán las normas y disposiciones complementarias que permitan la correcta aplicación de los convenios internacionales en materia de seguridad de la aviación civil firmados y ratificados por el Perú.

7.2 Los convenios internacionales en materia de seguridad de la aviación civil firmados y ratificados por el Perú serán de aplicación para el transporte aéreo nacional.

CAPÍTULO II

OTORGAMIENTO DE FACULTADES

Artículo 8.- Del Ministerio del Interior

8.1 El personal de la Policía Nacional del Perú está facultado a detener a cualquier persona que sea entregada por el comandante de la aeronave o por los oficiales de seguridad aeroportuaria, cuando estas personas hayan sido retenidas cometiendo o intentando cometer en forma flagrante algún acto de interferencia ilícita u otro que ponga en riesgo la seguridad de la aviación civil.

8.2 La entidad especializada del Ministerio del Interior podrá detener dentro de un aeropuerto a cualquier pasajero nacional o extranjero después del control migratorio de salida hasta la puerta de la aeronave y desde la puerta de la aeronave hasta el control migratorio de llegada, en atención a una orden judicial o cuando cometa o se sospeche que cometió un acto de interferencia ilícita.

CAPÍTULO III

RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

Artículo 9.- De los Explotadores Aéreos

9.1 Los Explotadores Aéreos nacionales o extranjeros están obligados a cumplir con lo estipulado en el Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil y en las normas que emita la Dirección General de Aeronáutica Civil para tal fin.

9.2 Son responsables de la aceptación e inspección del equipaje no acompañado (facturado), de la carga y correo, que será transportado en sus aeronaves.

El explotador aéreo debe custodiar la carga durante la ejecución del contrato de transporte aéreo, el mismo que se extiende desde la aceptación de la carga en origen, hasta su entrega al destinatario en el terminal de carga del explotador aéreo o el designado por éste. El explotador puede contratar operadores de servicios especializados aeroportuarios para realizar determinadas labores con ocasión del transporte aéreo, pero mantiene la responsabilidad derivada de la obligación de custodia. Sólo pueden intervenir en el proceso logístico propio del contrato de transporte de carga, las personas y operadores de servicios especializados aeroportuarios autorizados por el explotador aéreo responsable.

9.3 El explotador aéreo sólo puede contratar operadores de servicios especializados aeroportuarios que cuenten con la certificación de la Dirección General de Aeronáutica Civil, conforme a las regulaciones aeronáuticas peruanas.

Artículo 10.- De los Operadores de Aeródromos públicos y privados

10.1 Los Operadores de Aeródromos públicos o privados están obligados a cumplir con lo estipulado en el Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil, que emita la Dirección General de Aeronáutica Civil y lo establecido en su Programa de Seguridad de Aeródromo o Aeropuerto aprobado.

10.2 Son responsables de la inspección de los pasajeros y su equipaje de mano.

10.3 La seguridad de los Aeródromos y aeropuertos de la República es delegada a los Operadores del Aeródromo o aeropuerto, en tanto éstos son los Operadores de los mismos.

Artículo 11.- De los pasajeros

11.1 Todo pasajero que pretenda transportarse por vía aérea permitirá ser registrado junto con su equipaje cuando lo requiera el personal de seguridad del aeródromo o explotador aéreo en los puestos de control. En caso contrario se le impedirá el acceso a los terminales de pasajeros y a la aeronave.

11.2 El comandante tiene la facultad de desembarcar de la aeronave a todo pasajero perturbador o insubordinado, que atente contra la seguridad.

11.3 Los pasajeros considerados perturbadores o insubordinados podrán ser impedidos de realizar vuelos por vía aérea. Para tal fin, los Explotadores deberán informar a la Dirección General de Aeronáutica Civil dichos sucesos y ésta llevará un control de los mismos.

11.4 La prohibición del transporte aéreo de pasajeros perturbadores o insubordinados podrá ser decidido por el explotador aéreo o la Dirección General de Aeronáutica Civil.

CAPÍTULO IV

DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR VÍA AÉREA

Artículo 12.- De las competencias

12.1 El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil, es la autoridad competente encargada de regular, normar y vigilar todo lo relacionado al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.

12.2 El Instituto Peruano de Energía Nuclear, en coordinación con la Dirección General de

Aeronáutica Civil, es el encargado de regular lo relacionado al transporte de materiales radiactivos por vía aérea.

Artículo 13.- Del transporte de mercancías peligrosas

13.1 Toda persona natural a jurídica que entrega cualquier mercancía o carga, considerada como mercancía peligrosa, para ser transportada por vía aérea, es responsable de informar, identificar, clasificar, embalar, marcar, etiquetar y documentar el embarque de la mercadería, de acuerdo a lo normado en las regulaciones aeronáuticas del Perú. No podrá alegar desconocimiento en caso de que se detecte u ocurra un incidente o accidente como consecuencia de la manipulación, almacenaje y transporte, por parte de personal no capacitado para dicho fin.

13.2 Toda persona natural o jurídica que entrega mercancías como equipaje o carga, considerada como mercancía peligrosa, en forma oculta o en exceso, para ser transportada por vía aérea, será investigada por la Dirección General de Aeronáutica Civil, de acuerdo a las normas administrativas, y sancionada de manera administrativa, según sea el caso, sin perjuicio de las acciones civiles o penales que corresponda.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS Y FINALES

PRIMERA.- Definiciones

a) Servicios Especializados Aeroportuarios.- Son los servicios prestados dentro y fuera de la plataforma por operadores de servicios aeroportuarios, vinculados a servicios prestados directamente a aeronaves o con ocasión del transporte aéreo y cuando para su ejecución se utilizan equipos e infraestructura especializada. Los operadores deberán obtener los permisos administrativos y técnicos requeridos por la DGAC, cumplir con en el Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil, las regulaciones aeronáuticas del Perú y otras normas que emita para tal fin.

b) Agentes acreditados.- Son los agentes de carga y concesionarios postales que brindan servicios a Explotadores Aéreos nacionales y extranjeros, que deberán obtener los permisos administrativos y técnicos de la Dirección General de Aeronáutica Civil, en lo relacionado a seguridad de la aviación civil y mercancías peligrosas, a fin de que puedan emplear el transporte aéreo para sus actividades.

SEGUNDA.- De las agencias de viajes

Las agencias de viajes están obligadas a cumplir con las normas referidas a la seguridad de la aviación civil y mercancías peligrosas que para tal fin emita la Dirección General de Aeronáutica Civil.

TERCERA.- Reglamentación

La presente Ley será reglamentada, mediante decreto supremo refrendado por el Ministro de Transportes y Comunicaciones, en un plazo que no excederá los noventa (90) días calendario, contado a partir de la vigencia de esta Ley.

CUARTA.- Adecuación

Encárgase al Comité Nacional de Seguridad de la Aviación Civil la adecuación a la presente Ley de las competencias de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A.

(CORPAC S.A.) en materia de seguridad de la aviación civil, en un plazo que no excederá los noventa (90) días calendario, contado a partir de la vigencia de esta Ley.

QUINTA.- Derogatoria

Deróganse o déjanse sin efecto, según corresponda, las disposiciones que se opongan a la presente Ley.

Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.

En Lima, a los ocho días del mes de noviembre de dos mil cuatro.

ÁNTERO FLORES-ARAOZ E.

Presidente del Congreso de la República

JUDITH DE LA MATA FERNÁNDEZ

Segunda Vicepresidenta del Congreso

de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintinueve días del mes de noviembre del año dos mil cuatro.

ALEJANDRO TOLEDO

Presidente Constitucional de la República

CARLOS FERRERO

Presidente del Consejo de Ministros

Doc 9157-AN/901
Parte 3

MANUAL DE DISEÑO DE AERÓDROMOS

PARTE 3

PAVIMENTOS

SEGUNDA EDICIÓN — 1983

Aprobado por el Secretario General
y publicado bajo su responsabilidad

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

Publicado por separado en español, francés, inglés y ruso, por la Organización de Aviación Civil Internacional. Toda la correspondencia, con excepción de los pedidos y suscripciones, debe dirigirse al Secretario General.

Los pedidos deben dirigirse a las direcciones siguientes junto con la correspondiente remesa (mediante giro bancario, cheque u orden de pago) en dólares estadounidenses o en la moneda del país de compra. En la Sede de la OACI también se aceptan pedidos pagaderos con tarjetas de crédito (American Express, MasterCard o Visa).

International Civil Aviation Organization. Attention: Document Sales Unit, 999 University Street, Montréal, Quebec, Canada H3C 5H7
Teléfono: +1 (514) 954-8022; Facsímile: +1 (514) 954-6769; Sitatex: YULCAYA; Correo-e: sales@icao.int; World Wide Web: http://www.icao.int

Alemania. UNO-Verlag GmbH, August-Bebel-Allee 6, 53175 Bonn
Teléfono: +49 (0) 228-94 90 2-0; Facsímile: +49 (0) 228-94 90 2-22; Correo-e: info@uno-verlag.de; World Wide Web: http://www.uno-verlag.de

Camerún. KnowHow, 1, Rue de la Chambre de Commerce-Bonanjo, B.P. 4676, Douala / Teléfono: +237 343 98 42; Facsímile: + 237 343 89 25;
Correo-e: knowhow_doc@yahoo.fr

China. Glory Master International Limited, Room 434B, Hongshen Trade Centre, 428 Dong Fang Road, Pudong, Shangai 200120
Teléfono: +86 137 0177 4638; Facsímile: +86 21 5888 1629; Correo-e: glorymaster@online.sh.cn

Egipto. ICAO Regional Director, Middle East Office, Egyptian Civil Aviation Complex, Cairo Airport Road, Heliopolis, Cairo 11776
Teléfono: +20 (2) 267 4840; Facsímile: +20 (2) 267 4843; Sitatex: CAICAYA; Correo-e: icaomid@cairo.icao.int

Eslovaquia. Air Traffic Services of the Slovak Republic, Letové prevádzkové sluzby Slovenskej Republiky, State Enterprise, Letisko M.R. Stefánika, 823 07 Bratislava 21 / Teléfono: +421 (7) 4857 1111; Facsímile: +421 (7) 4857 2105

España. A.E.N.A. — Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 14, Planta Tercera, Despacho 3. 11, 28027 Madrid / Teléfono: +34 (91) 321-3148; Facsímile: +34 (91) 321-3157; Correo-e: sscc.ventasoaci@aena.es

Federación de Rusia. Aviaizdat, 48, Ivan Franko Street, Moscow 121351 / Teléfono: +7 (095) 417-0405; Facsímile: +7 (095) 417-0254

India. Oxford Book and Stationery Co., Scindia House, New Delhi 110001 *o* 17 Park Street, Calcutta 700016
Teléfono: +91 (11) 331-5896; Facsímile: +91 (11) 51514284

India. Sterling Book House — SBH, 181, Dr. D. N. Road, Fort, Bombay 400001
Teléfono: +91 (22) 2261 2521, 2265 9599; Facsímile: +91 (22) 2262 3551; Correo-e: sbh@vsnl.com

Japón. Japan Civil Aviation Promotion Foundation, 15-12, 1-chome, Toranomon, Minato-Ku, Tokyo
Teléfono: +81 (3) 3503-2686; Facsímile: +81 (3) 3503-2689

Kenya. ICAO Regional Director, Eastern and Southern African Office, United Nations Accommodation, P.O. Box 46294, Nairobi
Teléfono: +254 (20) 7622 395; Facsímile: +254 (20) 7623 028; Sitatex: NBOCAYA; Correo-e: icao@icao.unon.org

México. Director Regional de la OACI, Oficina Norteamérica, Centroamérica y Caribe, Av. Presidente Masaryk No. 29, 3er. Piso, Col. Chapultepec Morales, C.P. 11570, México, D.F.
Teléfono: +52 (55) 52 50 32 11; Facsímile: +52 (55) 52 03 27 57; Correo-e: icao_nacc@mexico.icao.int

Nigeria. Landover Company, P.O. Box 3165, Ikeja, Lagos
Teléfono: +234 (1) 4979780; Facsímile: +234 (1) 4979788; Sitatex: LOSLORK; Correo-e: aviation@landovercompany.com

Perú. Director Regional de la OACI, Oficina Sudamérica, Apartado 4127, Lima 100
Teléfono: +51 (1) 575 1646; Facsímile: +51 (1) 575 0974; Sitatex: LIMCAYA; Correo-e: mail@lima.icao.int

Reino Unido. Airplan Flight Equipment Ltd. (AFE), 1a Ringway Trading Estate, Shadowmoss Road, Manchester M22 5LH
Teléfono: +44 161 499 0023; Facsímile: +44 161 499 0298 Correo-e: enquiries@afeonline.com; World Wide Web: http://www.afeonline.com

Senegal. Directeur régional de l'OACI, Bureau Afrique occidentale et centrale, Boîte postale 2356, Dakar
Teléfono: +221 839 9393; Facsímile: +221 823 6926; Sitatex: DKRCAYA; Correo-e: icaodkr@icao.sn

Sudáfrica. Avex Air Training (Pty) Ltd., Private Bag X102, Halfway House, 1685, Johannesburg
Teléfono: +27 (11) 315-0003/4; Facsímile: +27 (11) 805-3649; Correo-e: avex@iafrica.com

Suiza. Adeco-Editions van Diermen, Attn: Mr. Martin Richard Van Diermen, Chemin du Lacuez 41, CH-1807 Blonay
Teléfono: +41 021 943 2673; Facsímile: +41 021 943 3605; Correo-e: mvandiermen@adeco.org

Tailandia. ICAO Regional Director, Asia and Pacific Office, P.O. Box 11, Samyaek Ladprao, Bangkok 10901
Teléfono: +66 (2) 537 8189; Facsímile: +66 (2) 537 8199; Sitatex: BKKCAYA; Correo-e: icao_apac@bangkok.icao.int

Catálogo de publicaciones y ayudas audiovisuales de la OACI

Este catálogo anual comprende los títulos de todas las publicaciones y ayudas audiovisuales disponibles. En los suplementos al catálogo se anuncian las nuevas publicaciones y ayudas audiovisuales, enmiendas, suplementos, reimpresiones, etc.

Puede obtenerse gratuitamente pidiéndolo a la Subsección de venta de documentos, OACI.

Manual de diseño de aeródromos

(Doc 9157-AN/901)

Parte 3

Pavimentos

Segunda edición — 1983

ENMIENDAS

La publicación de enmiendas se anuncia periódicamente en la *Revista de la OACI* y en los suplementos del *Catálogo de publicaciones y ayudas audiovisuales de la OACI*, documentos que deberían consultar quienes utilizan esta publicación. Las casillas en blanco facilitan la anotación.

REGISTRO DE ENMIENDAS Y CORRIGENDOS

ENMIENDAS		
Núm.	Fecha	Anotada por
1	25/10/85	OACI
2	31/8/89	OACI

CORRIGENDOS		
Núm.	Fecha	Anotado por

PREAMBULO

Esta versión revisada y actualizada del *Manual de proyecto de aeródromos*, Parte 3, comprende directrices sobre el cálculo y las características de los pavimentos y sobre la evaluación y notificación de su resistencia. El texto de este manual está relacionado estrechamente con las especificaciones del Anexo 14 - *Aeródromos*. El objeto principal de este manual consiste en promover una aplicación uniforme de esas especificaciones y en proporcionar información y guía a los Estados. Las adiciones y revisiones más importantes al manual como consecuencia de esta revisión, son:

a) información sobre los antecedentes del método ACN-PCN para notificar las resistencias de los pavimentos (Capítulo 1);

b) textos sobre reglamento de las operaciones con sobrecarga (Capítulo 2);

c) textos actualizados sobre la evaluación de pavimentos (Capítulo 3) y sobre la textura superficial de la pista y las características de avenamiento (Capítulo 5);

d) textos actualizados sobre el cálculo y la evaluación de pavimentos, proporcionados por Canadá, Francia, el Reino Unido y Estados Unidos (Capítulo 4);

e) directrices sobre la protección de los pavimentos asfáltivos (Capítulo 6); y

f) textos sobre consideraciones de cálculo estructural para alcantarillas y puentes (Capítulo 7).

El Capítulo 4 de este manual se funda en los textos actualizados sobre cálculo y evaluación de pavimentos presentados por los Estados y, por lo tanto, se considera vigente. Si, en cualquier momento, un Estado considerase que el texto incluido en esta publicación está anticuado, debería informar de ello al Secretario General y, si es posible, proporcionar un texto corregido.

INDICE

		Página
Glosario de términos		(ix)
Capítulo 1.-	Prácticas para notificar la resistencia de pavimentos de aeródromo	3-1
1.1	Procedimentos para los pavimentos destinados a aeronaves pesadas (Método ACN-PCN)	3-1
1.2	Procedimiento para los pavimentos destinados a aeronaves ligeras	3-16
Capítulo 2.-	Guía en las operaciones de sobrecarga	3-17
2.1	Criterios sugeridos en el Anexo 14, Adjunto B	3-17
2.2	Prácticas de los Estados	3-17
2.2.1	Práctica de Canadá	3-17
2.2.2	Práctica de Francia	3-18
2.2.3	Práctica del Reino Unido	3-20
Capítulo 3.-	Evaluación de los pavimentos	3-22
3.1	Generalidades	3-22
3.2	Elementos de evaluación de los pavimentos	3-22
3.3	Elementos del método ACN-PCN	3-23
3.4	Evaluación de la magnitud y composición del tránsito	3-25
3.5	Técnicas para evaluación de las "aeronaves usuarias"	3-27
3.6	Técnicas y equipos para la evaluación "técnica"	3-31
Capítulo 4.-	Prácticas de los Estados para el proyecto y la evaluación de los pavimentos	3-62
4.1	Práctica de Canadá	3-62
4.1.1	Objeto	3-62
4.1.2	Prácticas de proyecto de pavimentos	3-64
4.1.3	Prácticas de evaluación del pavimento	3-69
4.2	Práctica de Francia	3-78
4.2.1	Generalidades	3-78
4.2.2	Selección de la carga de cálculo	3-80
4.2.3	Cálculo de pavimentos flexibles	3-83
4.2.4	Cálculo de pavimentos rígidos	3-86
4.2.5	Cálculo general	3-93

Página

Capítulo 4 *(Cont.)*

4.2.6 Cálculo optimizado 3-109
4.2.7 Helada 3-112
4.2.8 Cargas admisibles 3-114
4.2.9 Evaluación de los pavimentos 3-120
4.2.10 Refuerzo de los pavimentos 3-124
4.2.11 Pavimentos ligeros 3-127

4.3 Práctica del Reino Unido 3-129

4.3.1 Cálculo y evaluación de pavimentos 3-129
4.3.2 Notificación de la resistencia del pavimento 3-129

4.4 Práctica de los Estados Unidos 3-130

4.4.1 Introducción 3-130
4.4.2 Investigaciones y consideraciones básicas 3-130
4.4.3 Ensayos de terrenos 3-131
4.4.4 Sistema unificado de clasificación de los suelos 3-133
4.4.5 Ejemplos de clasificación de suelos 3-137
4.4.6 Heladas y suelos perennigélidos 3-140
4.4.7 Ensayos de resistencia del terreno 3-141
4.4.8 Principio de cálculo de pavimentos 3-143
4.4.9 Antecedentes 3-145
4.4.10 Consideraciones relativas a la aeronave 3-146
4.4.11 Determinación de la aeronave de cálculo 3-147
4.4.12 Determinación de las salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo 3-147
4.4.13 Cálculo de pavimentos flexibles 3-149
4.4.14 Areas críticas y no críticas 3-160
4.4.15 Capa de firme y de cimentación estabilizadas 3-160
4.4.16 Factores de equivalencia de la cimentación y del firme estabilizado 3-160
4.4.17 Ejemplo de cálculo 3-161
4.4.18 Cálculo de pavimentos rígidos 3-163
4.4.19 Requisitos de la capa de cimentación 3-164
4.4.20 Areas críticas y no críticas 3-174
4.4.21 Capa de cimentación estabilizada 3-174
4.4.22 Ejemplo de cálculo 3-175
4.4.23 Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos 3-175
4.4.24 Gran volumen de tráfico 3-183
4.4.25 Pavimento de hormigón armado 3-183
4.4.26 Recrecimiento en los pavimentos de aeropuertos 3-185
4.4.27 Evaluación del pavimento 3-199

Capítulo 5.- Métodos para mejorar la textura superficial de las pistas 3-204

5.1 Objeto 3-204

5.2 Consideraciones básicas 3-204

5.3 Tratamiento de la superficie de las pistas 3-212

Página

Capítulo 6.- Protección de pavimentos asfálticos 3-225

6.1 El problema 3-225

6.2 Tratamiento del problema 3-226

6.3 Revestimientos protectores 3-226

6.4 Materiales para revestimientos protectores 3-227

6.5 Aplicación 3-228

6.6 Protección lograda 3-228

6.7 Consideraciones relativas al mantenimiento 3-229

6.8 Otros puntos afines 3-229

Capítulo 7.- Cuestiones estructurales relativas a las alcantarillas y a los puentes 3-230

7.1 Exposición del problema 3-230

7.2 Tipos de subestructuras 3-230

7.3 Algunos conceptos directivos 3-231

7.4 Evaluación de las estructuras subterráneas 3-231

7.5 Consideraciones para el cálculo de nuevas instalaciones 3-234

Capítulo 8.- Construcción de recrecimientos asfálticos 3-237

8.1 Introducción 3-237

8.2 Papel de la autoridad aeroportuaria 3-237

8.3 Consideraciones con respecto al proyecto 3-238D

Apéndice 1.- Características de aeronaves que afectan a la resistencia del pavimento 3-237

Apéndice 2.- Procedimientos para determinar el número de clasificación de una aeronave 3-251

Apéndice 3.- Gráficos para cálculo y evaluación de pavimentos, proporcionados por Francia 3-299

Apéndice 4.- Información sobre los antecedentes de la práctica de los Estados Unidos para el cálculo y la evaluación de los pavimentos 3-311

Apéndice 5.- ACN para varios tipos de aeronaves 3-339

GLOSARIO DE TERMINOS

Los términos que están definidos en el *Léxico de la OACI*, Volumen II (Doc 9110) se emplean de acuerdo con los significados y usos dados en dicho documento. En el ámbito mundial se emplea una amplia variedad de términos para describir suelos, materiales de construcción, y componentes de pavimentos de aeropuerto. En la medida de lo posible, los términos empleados en este documento son los que tienen la más amplia difusión internacional. No obstante, para comodidad del lector, a continuación se indica una breve lista de términos preferidos y sus definiciones, así como de los términos secundarios que se consideran como equivalentes de los primeros.

Término preferido	Término secundario	Definición
Arido		Término general que designa los fragmentos o partículas minerales que mediante un aglomerante adecuado, pueden combinarse en una masa sólida, es decir, formar un pavimento.
CBR (California Bearing Ratio)	Indice de penetración California	Relación de resistencia del suelo determinada mediante comparación de la carga de penetración del suelo con un material normalizado (véase la ASTM D1883). El método abarca la evaluación de la calidad relativa de los terrenos de fundación, aunque es aplicable a la capa de cimentación y a ciertos materiales de la capa del firme.
Cimiento	Capa de cimentación	Capa o capas de material seleccionado especificado de espesor calculado, colocadas sobre el terreno de fundación para soportar el firme.
Firme	Capa de firme	Capa o capas de material especificado o seleccionado, de espesor designado, que se apoya sobre un cimiento, o sobre el terreno de fundación, para soportar la capa superficial o revestimiento.
Hormigón asfáltico	Hormigón bituminoso	Mezcla de árido con asfalto o betún y relleno, extendida en frío o en caliente, y finalmente cilindrada.

Término preferido	Término secundario	Definición
Hormigón de cemento Portland	Concreto	Mezcla de áridos graduados, con cemento Portland y agua.
Número de clasificación de aeronaves (ACN)		Número que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento, para determinada resistencia normalizada del terreno de fundación.
Número de clasificación de pavimentos (PCN)		Número que indica la resistencia de un pavimento, para utilizarlo sin restricciones.
Pavimento	Estructura de pavimento	Combinación de cimiento, firme y revestimiento, colocada sobre un terreno de fundación para soportar las cargas del tránsito y distribuirlas al terreno.
Pavimento compuesto		Pavimento que consta de capas flexibles y capas rígidas, con o sin capas granulares de separación.
Pavimento flexible		Estructura de pavimento que mantiene íntimo contacto con el terreno de fundación y reparte las cargas sobre el mismo y, por lo que a estabilidad se refiere, depende de la trabazón o entrelazamiento de los áridos, rozamiento y cohesión de las partículas.
Pavimento rígido		Estructura de pavimento que distribuye las cargas al terreno de fundación, y que tiene como revestimiento una losa de hormigón de cemento Portland de resistencia a la flexión relativamente elevada.
Recrecimiento		Revestimiento adicional colocado sobre el pavimento existente, bien sea con firme intermedio o sin él, usualmente para reforzar el pavimento o para restaurar el perfil de la superficie.
Resistencia		Medida de la idoneidad de un pavimento para soportar la carga aplicada.
Revestimiento	Capa de rodadura	La capa superior de una estructura de pavimento.
Terreno de fundación	Formación de fundación	Parte superior del suelo, natural o construido, que soporta las cargas transmitidas por el pavimento.

CAPITULO 1.- PROCEDIMIENTOS PARA NOTIFICAR LA RESISTENCIA DE LOS PAVIMENTOS

1.1 Procedimiento para los pavimentos destinados a aeronaves pesadas (método ACN-PCN)

1.1.1 Introducción

1.1.1.1 En el Anexo 14, 2.5.2, se especifica que la resistencia de un pavimento destinado a las aeronaves de masa superior a 5 700 kg, se dará a conocer mediante el método del número de clasificación de aeronaves - número de clasificación de pavimentos (ACN-PCN). Para facilitar la debida comprensión y utilización del método ACN-PCN, en el texto siguiente se explica:

a) el concepto del método; y

b) cómo se determina el ACN de una aeronave.

1.1.2 Concepto del método ACN-PCN

1.1.2.1 El Anexo 14 define así el ACN y el PCN:

ACN: Cifra que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento, para determinada resistencia normalizada del terreno de fundación.

PCN: Cifra que indica la resistencia de un pavimento, para utilizarlo sin restricciones.

Es preciso tener presente desde un principio que el único objetivo del método ACN-PCN es la difusión de los datos sobre resistencia de los pavimentos en las publicaciones de información aeronáutica (AIP). Su finalidad no es el cálculo ni la evaluación de los pavimentos, ni en él se prevé que las autoridades aeroportuarias empleen un método determinado, ya sea para el cálculo o para la evaluación de los pavimentos. En realidad, el método ACN-PCN permite que los Estados utilicen cualquier método de cálculo o evaluación. Con este fin, el método asigna más importancia a la evaluación de la carga de las aeronaves (ACN) que a la de los pavimentos y comprende un procedimiento normalizado de evaluación de las cargas de las aeronaves. Según el método, la resistencia de un pavimento se notifica en función de la clasificación por carga de las aeronaves que el pavimento puede aceptar sin restricciones. Las autoridades aeroportuarias pueden utilizar el método que deseen para determinar la carga de los pavimentos. Si, a falta de una evaluación técnica, optan por continuar basándose en la experiencia adquirida con las aeronaves, deberían calcular el ACN de la aeronave más crítica, utilizando uno de los procedimientos descritos más adelante, convertir esta cifra en un PCN equivalente y publicarla en la AIP como la clasificación por carga de su pavimento. El PCN notificado indicaría que una aeronave de ACN igual o inferior a esa cifra puede operar sobre el pavimento sin limitaciones en cuanto a presión de neumáticos.

1.1.2.2 El método ACN-PCN prevé la notificación de las resistencias de los pavimentos siguiendo una escala continua. El extremo inferior de la escala es cero y no existe límite superior. La misma escala se utiliza, además, para clasificar tanto las aeronaves como los pavimentos en función de las cargas.

1.1.2.3 Para facilitar la utilización del método, los fabricantes de aeronaves publicarán, en los documentos que detallan las características de sus aeronaves, los ACN calculados con dos masas diferentes, a saber: la masa máxima en la plataforma y una masa representativa de operación en vacío, tanto sobre pavimentos rígidos como flexibles, y para las cuatro categorías normalizadas de resistencia del terreno de fundación. Sin embargo, para mayor comodidad, en el Anexo 14, Adjunto B y en el Apéndice 5 de este documento se incluye una tabla con los ACN de varias aeronaves. Debe observarse que la masa empleada en el cálculo del ACN es una masa "estática" y que no se prevé tolerancia alguna para aumento de la carga por efectos dinámicos.

1.1.2.4 El método ACN-PCN prevé asimismo la notificación de la siguiente información con respecto al pavimento:

a) tipo de pavimento;

b) categoría del terreno de fundación;

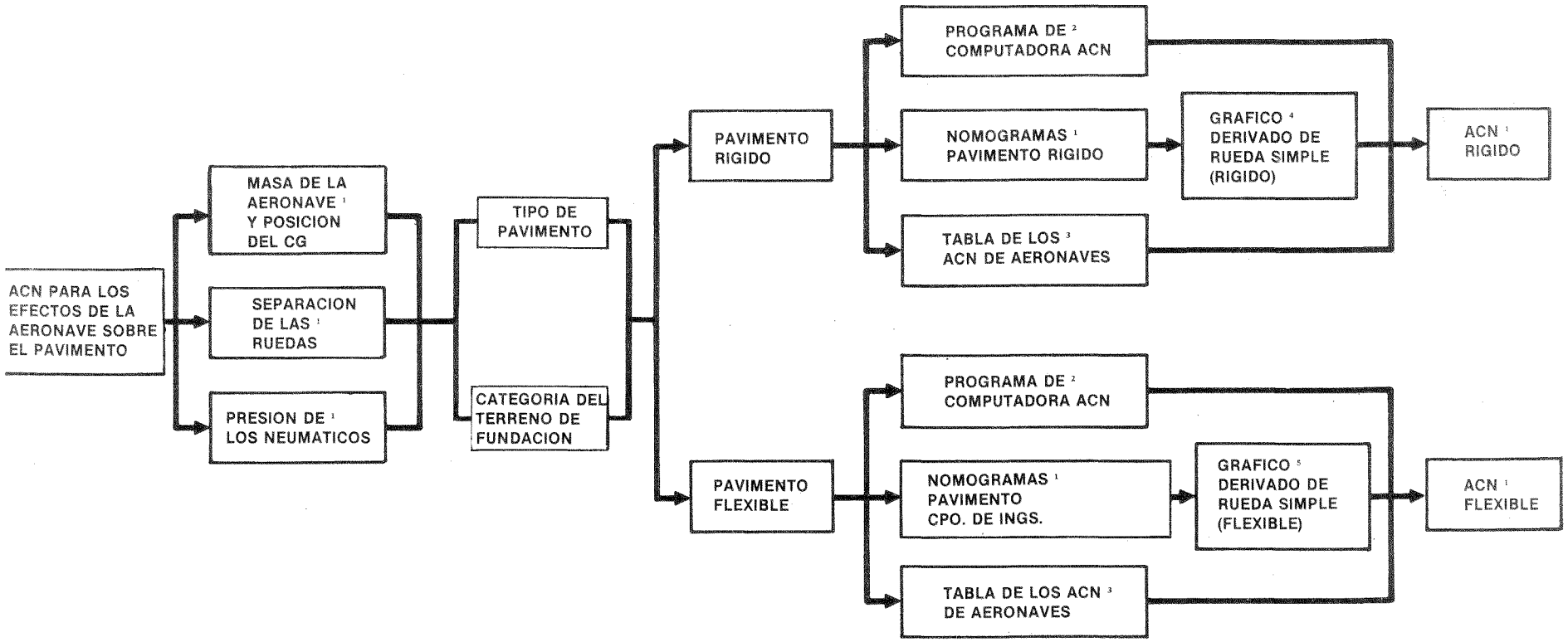
c) presión máxima permisible de los neumáticos; y

d) método utilizado para la evaluación del pavimento.

Dichos datos están destinados primordialmente a permitir a los explotadores la determinación de los tipos de aeronaves y masas de operación admisibles, y a los fabricantes la posibilidad de garantizar la compatibilidad entre los pavimentos de los aeropuertos y sus aeronaves futuras. Sin embargo, no es necesario notificar la verdadera resistencia del terreno de fundación ni la máxima presión permisible real de los neumáticos. En consecuencia, las resistencias del terreno de fundación y las presiones de los neumáticos más comunes se han agrupado en las categorías que se indican en 1.1.3.2. Bastaría con que las autoridades aeroportuarias identifiquen las categorías correspondientes a sus pavimentos. (Véanse también los ejemplos incluidos en el Anexo 14, 2.5.6.)

1.1.3 Modo de determinar el ACN

1.1.3.1 En el organigrama que sigue a continuación se explica sucintamente cómo se calcula el ACN de una aeronave según el método ACN-PCN.



Documentos de consulta

1) CARACTERISTICAS DE LOS AVIONES PARA EL PLANEAMIENTO DE AEROPUERTOS (publicadas por el fabricante de la aeronave).
2) Apéndice 2 de este manual.
3) Anexo 14, Adjunto B, Tabla B-1 y Apéndice 5 de este manual.
4) Figura 1-4 de este manual.
5) Figura 1-5 de este manual.

ORGANIGRAMA

1.1.3.2 Valores normalizados que se emplean en el método y explicación de los diversos términos

a) Categoría del terreno de fundación. En el método ACN-PCN se utilizan ocho valores normalizados de terrenos de fundación (es decir, cuatro valores "k" para pavimentos rígidos y cuatro valores CBR para pavimentos flexibles), en vez de una escala continua de resistencias del terreno de fundación. La concentración de los terrenos de fundación con un valor normalizado en el término medio de cada grupo, se considera un procedimiento totalmente adecuado para la notificación. Las categorías del terreno de fundación se clasifican como alta, mediana, baja y ultra baja y se asigna a cada grupo los siguientes valores numéricos:

Categoría de resistencia del terreno de fundación

Resistencia alta; para los pavimentos rígidos, el valor tipo es k* = 150 MN/m^3 y comprende todos los valores de k superiores a 120 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 15 y comprende todos los valores superiores a 13.

Resistencia mediana; para los pavimentos rígidos, el valor tipo es k = 80 MN/m^3 y comprende todos los valores de k entre 60 y 120 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 10 y comprende todos los valores CBR entre 8 y 13.

Resistencia baja; para los pavimentos rígidos, el valor tipo es k = 40 MN/m^3 y comprende todos los valores de k entre 25 y 60 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 6 y comprende todos los valores CBR entre 4 y 8.

Resistencia ultra baja; para los pavimentos rígidos, el valor tipo es k = 20 MN/m^3; y comprende todos los valores de k inferiores a 25 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 3 y comprende todos los valores CBR inferiores a 4.

b) Esfuerzos de trabajo del hormigón para los pavimentos rígidos. En el caso de pavimentos rígidos, se estipula un esfuerzo normalizado para la notificación (σ = 2,75 MPa), exclusivamente como medio de garantizar una notificación uniforme. El esfuerzo de trabajo que se ha de utilizar para el cálculo y/o evaluación de los pavimentos no tiene relación alguna con el esfuerzo normalizado para la notificación.

c) Presión de los neumáticos. Las conclusiones que se desprenden de las investigaciones sobre pavimentos y la reevaluación de los resultados de pasados ensayos confirman que, salvo para la construcción de pavimentos fuera de lo común (por ejemplo, pavimentos flexibles con una delgada cubierta de hormigón asfáltico o con capas superiores débiles), los efectos de la presión de los neumáticos son secundarios con respecto a la carga y a la separación de las ruedas y, por lo tanto, la presión puede clasificarse, a los fines de la notificación, en cuatro categorías: alta, mediana, baja y muy baja, y asignarse a éstas los siguientes valores numéricos:

Alta - Sin límite de presión.

Mediana - Presión limitada a 1,50 MPa.

Baja - Presión limitada a 1,00 MPa.

Muy baja - Presión limitada a 0,50 MPa.

---

* Valores determinados con una placa de 75 cm de diámetro.

d) Carga de rueda simple derivada matemáticamente. En el método ACN-PCN se ha utilizado el concepto de carga de rueda simple derivada matemáticamente, como medio de definir la interacción tren de aterrizaje/pavimento, sin especificar el espesor del pavimento como parámetro del ACN. Esto se hace igualando el espesor proporcionado por el modelo matemático para el tren de aterrizaje de una aeronave al espesor correspondiente a una sola rueda con presión normalizada de 1,25 MPa. La carga de rueda simple obtenida así se utiliza sin más referencia al espesor, ya que se asigna básicamente más importancia al hecho de que los espesores sean idénticos - lo cual implica "que se aplica el mismo esfuerzo al pavimento" - que a la magnitud del espesor. Las consideraciones precedentes están de acuerdo con el objetivo del método ACN-PCN de evaluar el efecto relativo de la carga de una aeronave sobre un pavimento.

e) Número de clasificación de las aeronaves (ACN). El ACN de una aeronave se define numéricamente como el doble de la carga derivada de rueda simple, la cual se expresa en miles de kilogramos. Como ya se indicó, la presión normalizada de los neumáticos en rueda simple es de 1,25 MPa. Además, la carga derivada de rueda simple es una función de la resistencia del terreno de fundación. El número de clasificación de las aeronaves (ACN) se define sólo para las cuatro categorías de terrenos de fundación (o sea, de resistencia alta, mediana, baja y ultra baja). El factor "dos" (2) en la definición numérica del ACN se emplea para lograr una escala conveniente del ACN con relación a la masa bruta, de modo que todas las cifras de ACN puedan emplearse con razonable exactitud.

f) Dado que una aeronave opera en diversas condiciones de masa y centro de gravedad, en los cálculos del ACN se han adoptado las siguientes convenciones (véase la Figura 1-1):

1) el ACN máximo de una aeronave se calcula con la masa y c.g. que producen la máxima carga del tren de aterrizaje principal sobre el pavimento; generalmente, se trata de la masa máxima sobre la plataforma y del correspondiente c.g. en posición retrasada. Se considera que los neumáticos de la aeronave están inflados siguiendo la recomendación de los fabricantes para ese caso;

2) en las correspondientes cartas y tablas del ACN de la aeronave, ésta aparece como función de la masa bruta de la aeronave y el c.g. de la misma como un valor constante correspondiente al valor máximo ACN (o sea, generalmente el c.g. en posición retrasada para la masa máxima sobre la plataforma) y con los neumáticos inflados a la presión para la masa máxima sobre la plataforma; y

3) los valores ACN para condiciones específicas son los que se ajustan a los efectos de la presión de los neumáticos y/o la posición del c.g., con una masa bruta especificada para la aeronave.

1.1.3.3. Abreviaturas

a) Parámetros de la aeronave

MRGM - Masa máxima total sobre la plataforma, en kilogramos.

b) Parámetros del pavimento y terreno de fundación

σ - Coeficiente de trabajo normalizado de notificación, 2,75 MPa

t - Espesor del pavimento en centímetros

Espesor de la losa para los pavimentos rígidos o espesor total del sistema estructural del pavimento (desde la superficie hasta el terreno de fundación) para los pavimentos flexibles (véase la Figura 1-2).

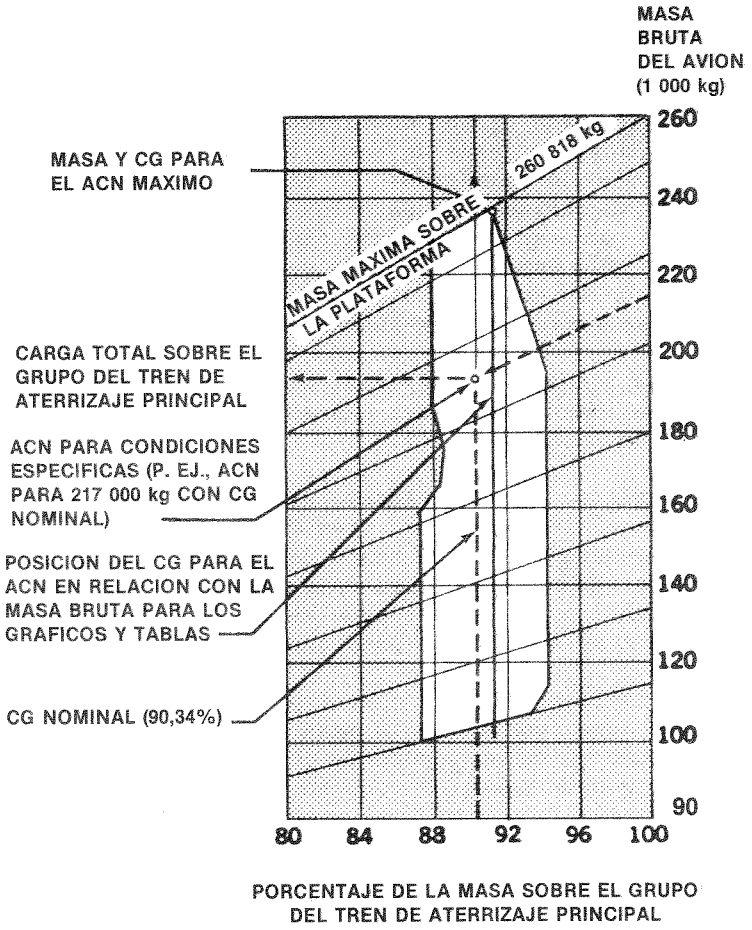


Figura 1-1. Carga del tren de aterrizaje principal sobre el pavimento Modelo DC-10 Series 30, 30CF, 40 y 40CF

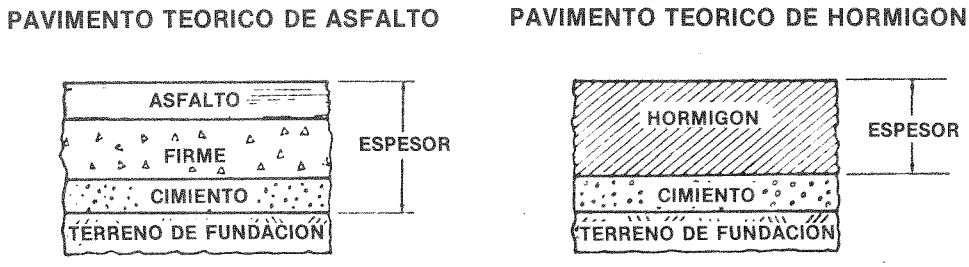


Figura 1-2

k - Módulo de reacción del terreno de fundación de Westergaard, en MN/m^3

ℓ - Radio de rigidez relativa de Westergaard, en centímetros.
Se calcula utilizando la siguiente ecuación (véase la Figura 1-3).

$$\ell = \sqrt[4]{\frac{E\ t^3}{12\ (1 - \mu^2)k}}$$

E es el módulo de elasticidad

μ es el coeficiente de (μ = 0,15) Poisson

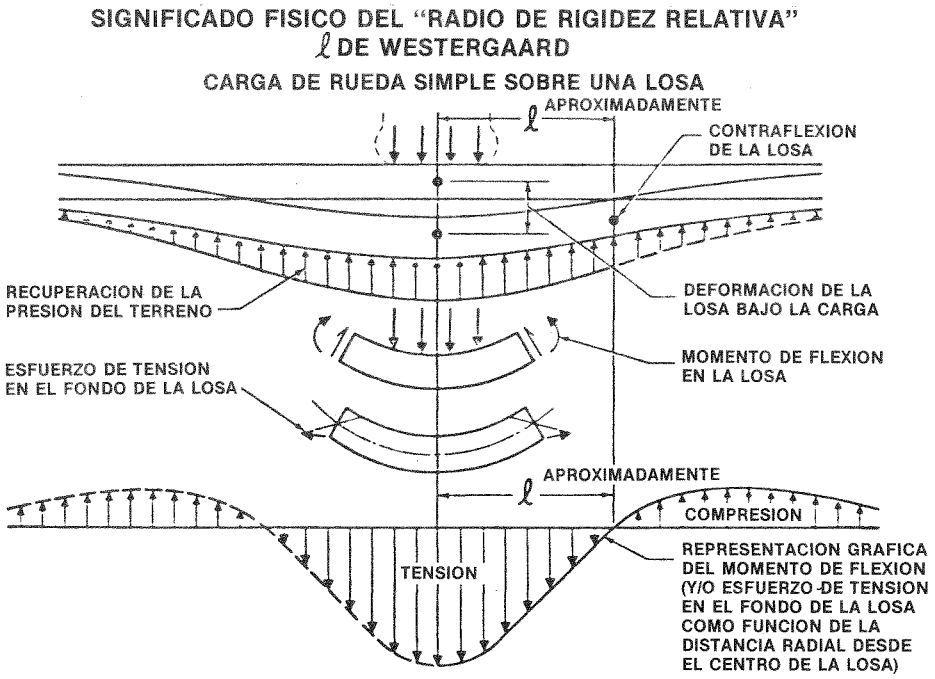


Figura 1-3

CBR - Indice de resistencia de California (California Bearing Ratio), en porcentaje.

Presiones de los neumáticos.

P_s - Presión de los neumáticos para la carga derivada de rueda simple - 1,25 MPa.

P_q - Presión de los neumáticos para la aeronave en situación de masa máxima sobre la plataforma.

1.1.3.4 Modelos matemáticos. En el método ACN-PCN se emplean dos modelos matemáticos; la solución de Westergaard, basada en una placa elástica cargada sobre un cimiento de Winkler (caso de carga interior), para los pavimentos rígidos, y la solución de Boussinesq, basada en los esfuerzos y desplazamientos en un semiespacio elástico isotrópico y homogéneo bajo carga aplicada en la superficie, para los pavimentos flexibles. El empleo de estos dos modelos, ampliamente utilizados, permite la máxima correlación con los métodos mundiales de cálculo de pavimentos, recurriendo al mínimo a los valores paramétricos de los pavimentos (es decir, sólo se necesitan valores aproximados k ó CBR del terreno de fundación).

1.1.3.5 Programas de computadora. Los dos programas de computadora que se han formulado utilizando esos modelos matemáticos se reproducen en el Apéndice 2. El programa para evaluar las aeronaves sobre pavimentos rígidos se basa en el programa formulado por el señor R.G. Packard* de la Portland Cement Association, Illinois, E.U.A., y el destinado a evaluar las aeronaves sobre pavimentos flexibles se basa en el Informe de instrucciones S-77-1 de la Estación experimental de vías acuáticas del Cuerpo de Ingenieros del Ejército estadounidense, titulado "Procedimientos de formulación de curvas de cálculo CBR" (Procedures for Development of CBR Design Curves). Sin embargo, puede observarse que las tablas de clasificación de las aeronaves incluidas en el Anexo 14, Adjunto B y en el Apéndice 5 de este manual, eliminan por completo la necesidad de utilizar esos programas con respecto a la mayoría de las aeronaves actualmente en uso.

1.1.3.6 Procedimientos gráficos. Las aeronaves cuyos fabricantes han publicado gráficos de espesor del pavimento requerido pueden evaluarse también empleando los procedimientos gráficos que se describen a continuación.

1.1.3.7 Pavimentos rígidos. En este procedimiento se utiliza el gráfico de conversión que se muestra en la Figura 1-4 y los gráficos de espesor del pavimento requerido que publican los fabricantes de aeronaves. Para elaborar la Figura 1-4 se utilizó el programa de computadora de la Asociación del Cemento Portland mencionado en 1.1.3.5. En esa figura se vincula la carga derivada de rueda simple, a una presión constante de los neumáticos de 1,25 MPa con un espesor del pavimento utilizado como referencia. Toma en cuenta los cuatro valores k normalizados del terreno de fundación que se han detallado en 1.1.3.2 a), y un esfuerzo normalizado sobre el hormigón de 2,75 MPa. La figura incluye asimismo una escala de ACN que permite leer directamente el ACN. Para determinar el ACN de una aeronave se procede así:

a) utilizando el gráfico de pavimento requerido publicado por el fabricante, obténgase el espesor de referencia para la masa dada de la aeronave, el valor k del terreno de fundación, y el esfuerzo normalizado del hormigón para la notificación, o sea, 2,75 MPa;

b) mediante el espesor de referencia mencionado y la Figura 1-4, obténgase la carga derivada de rueda simple para el terreno de fundación seleccionado; y

---

* Véase el documento titulado "Design of Concrete Airport Pavement" por R.G. Packard, Portland Cement Associaton, Skokie, Illinois, 60076, 1973.

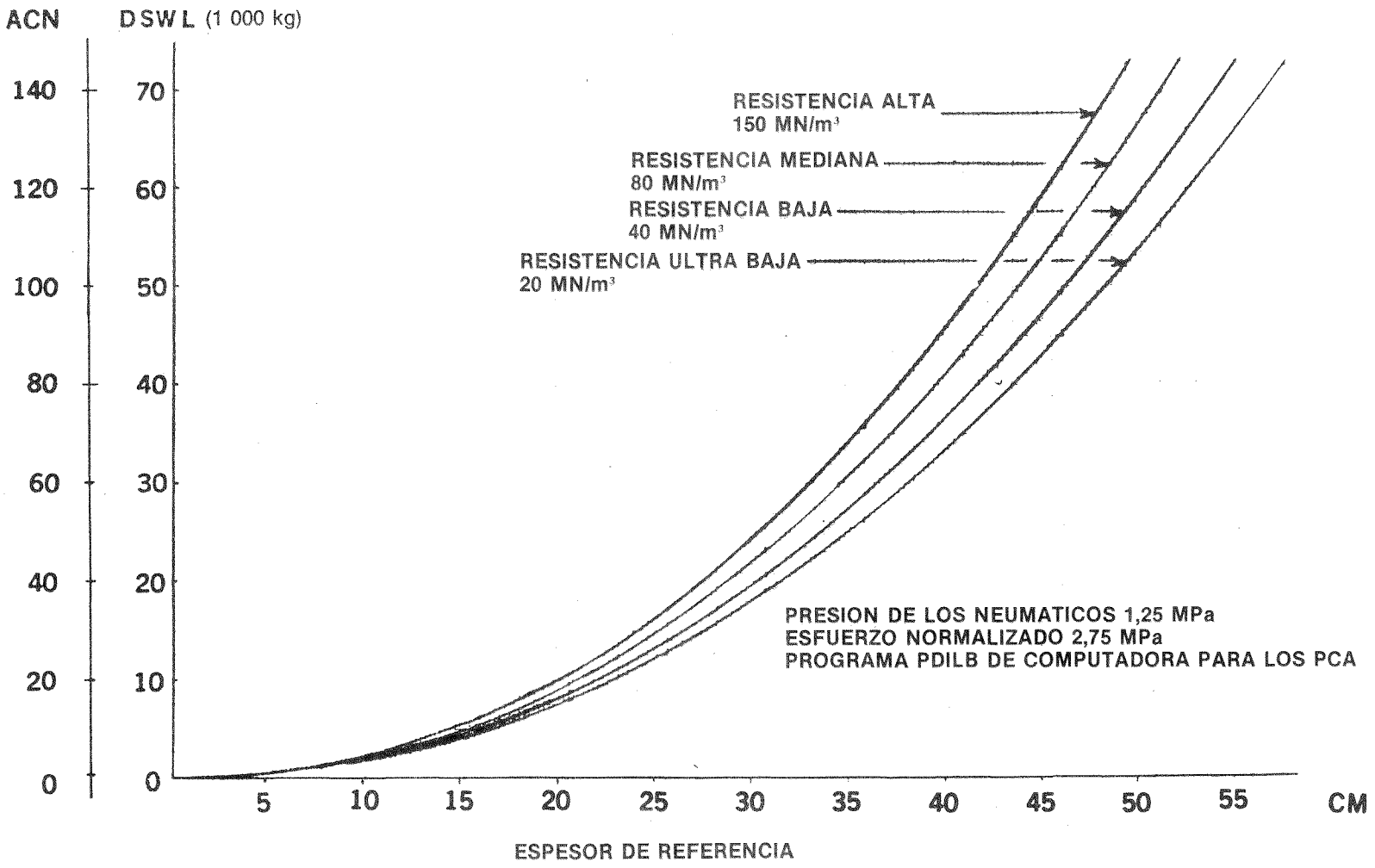


Figura 1-4. Espesor de referencia

c) el número de clasificación de la aeronave, para los valores seleccionados de masa y k del terreno de fundación, es el doble de la carga derivada de rueda simple de 1 000 kg. Obsérvese que también puede leerse directamente el ACN a partir del gráfico. Obsérvese asimismo que cuando se utiliza el procedimiento indicado no es necesario hacer correcciones en la presión de los neumáticos.

1.1.3.8 Pavimentos flexibles. En este procedimiento se utiliza el gráfico de conversión que se muestra en la Figura 1-5 y los gráficos de espesor del pavimento requerido publicados por los fabricantes de aeronaves, en base al procedimiento CBR de los ingenieros del ejército estadounidense. Se ha elaborado el gráfico precedente utilizando la siguiente expresión:

$$t = \sqrt{\frac{DSWL}{C_1 \ CBR} - \frac{DSWL}{C_2 p_s}}$$

Donde t = espesor de referencia en cm

DSWL = carga de rueda simple con 1,25 MPa de presión de los neumáticos

P_s = 1,25 MPa

CBR = terreno de fundación normalizado (Obsérvese que el gráfico emplea cuatro valores normalizados: 3, 6, 10 y 15)

C_1 = 0,5695 C_2 = 32,035

Estos últimos gráficos se emplean para obtener la equivalencia entre el "efecto del grupo de ruedas del tren de aterrizaje" y una carga derivada de rueda simple mediante los coeficientes de deformación de Boussinesq. Para determinar el ACN de una aeronave se aplican los siguientes pasos:

a) utilizando el gráfico de pavimento requerido publicado por el fabricante, determínense el espesor de referencia para la masa de la aeronave y el grupo de terreno de fundación dados, y 10 000 coberturas;

b) búsquense en la Figura 1-5 el espesor de referencia determinado en el paso a) y el CBR correspondiente a la categoría del terreno de fundación y léase la carga derivada de rueda simple; y

c) el ACN para la masa y la categoría de terreno de fundación seleccionados es el doble de la carga derivada de rueda simple de 1 000 kg. Obsérvese que el ACN puede leerse también directamente a partir del gráfico. Obsérvese además que cuando se emplea el procedimiento indicado no se necesitan las correcciones de presión de los neumáticos.

1.1.3.9 Ajuste de la presión de los neumáticos al ACN. Normalmente, los neumáticos de las aeronaves se inflan a la presión correspondiente a la masa máxima bruta y se mantiene esta presión independientemente de las variaciones en las masas de despegue. Hay ocasiones, sin embargo, en que resultan productivas las operaciones con masas reducidas y presiones de los neumáticos reducidas, y es necesario calcular ACN reducidos. Para hacerlo con relación a los pavimentos rígidos, se ha preparado un gráfico que se utilizará en el programa de computadora PDILB de la PCA, que se muestra en la Figura 1-6. El ejemplo incluido en el propio gráfico explica cómo se lo utiliza.

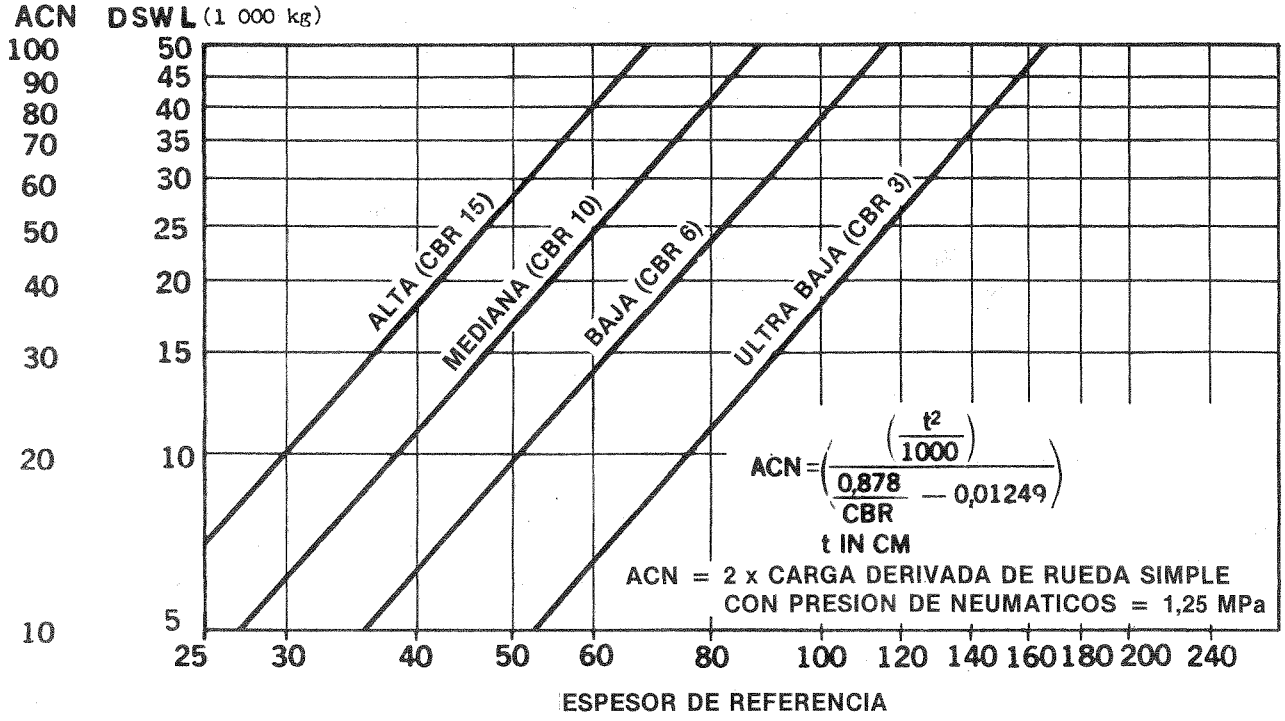


Figura 1-5. Gráfico de conversión del ACN para pavimentos flexibles

1.1.3.10 Para los pavimentos flexibles se empleó la ecuación CBR:

$$t = \sqrt{\frac{DSWL}{C_1 \; CBR} - \frac{DSWL}{C_2 p_s}}$$

a fin de igualar el espesor y encontrar la solución para el ACN con presión reducida en términos del ACN con presión máxima de los neumáticos para masa reducida, que da la siguiente expresión:

$$\underset{\text{Presión reducida}}{ACN} = \underset{\text{Presión máxima}}{ACN} \left[\frac{\frac{1}{C_1 \; CBR} - \frac{1}{C_2 p_{red}}}{\frac{1}{C_1 \; CBR} - \frac{1}{C_2 p_{max}}} \right]$$

(Para los valores de C_1 y C_2, véase 1.1.3.8)

1.1.3.11 Ejemplos representados

Ejemplo 1: Encontrar el ACN del B727-200 Normal con 78 500 kg sobre un pavimento rígido apoyado en un terreno de fundación o resistencia mediana (o sea $k = 80$ MN/m^3). La presión de los neumáticos de las ruedas principales es de 1,15 MPa.

Solución: El ACN de la aeronave, según la tabla del Apéndice 5 de este manual, es 48.

También es posible determinar el ACN de la aeronave utilizando la Figura 1-4 y el gráfico de pavimento requerido para la aeronave (Figura 1-7). Este método involucra las siguientes operaciones:

a) en la Figura 1-7 léanse el espesor del hormigón necesario para la masa de 78 500 kg de la aeronave, el valor k del terreno de fundación de 80 MN/m^3, y el esfuerzo normalizado del hormigón de 2,75 MPa, cuyo resultado es 31,75 cm; y

b) búsquese este espesor en la Figura 1-4 y léase el ACN de la aeronave para el terreno de fundación de resistencia mediana, que da 48.

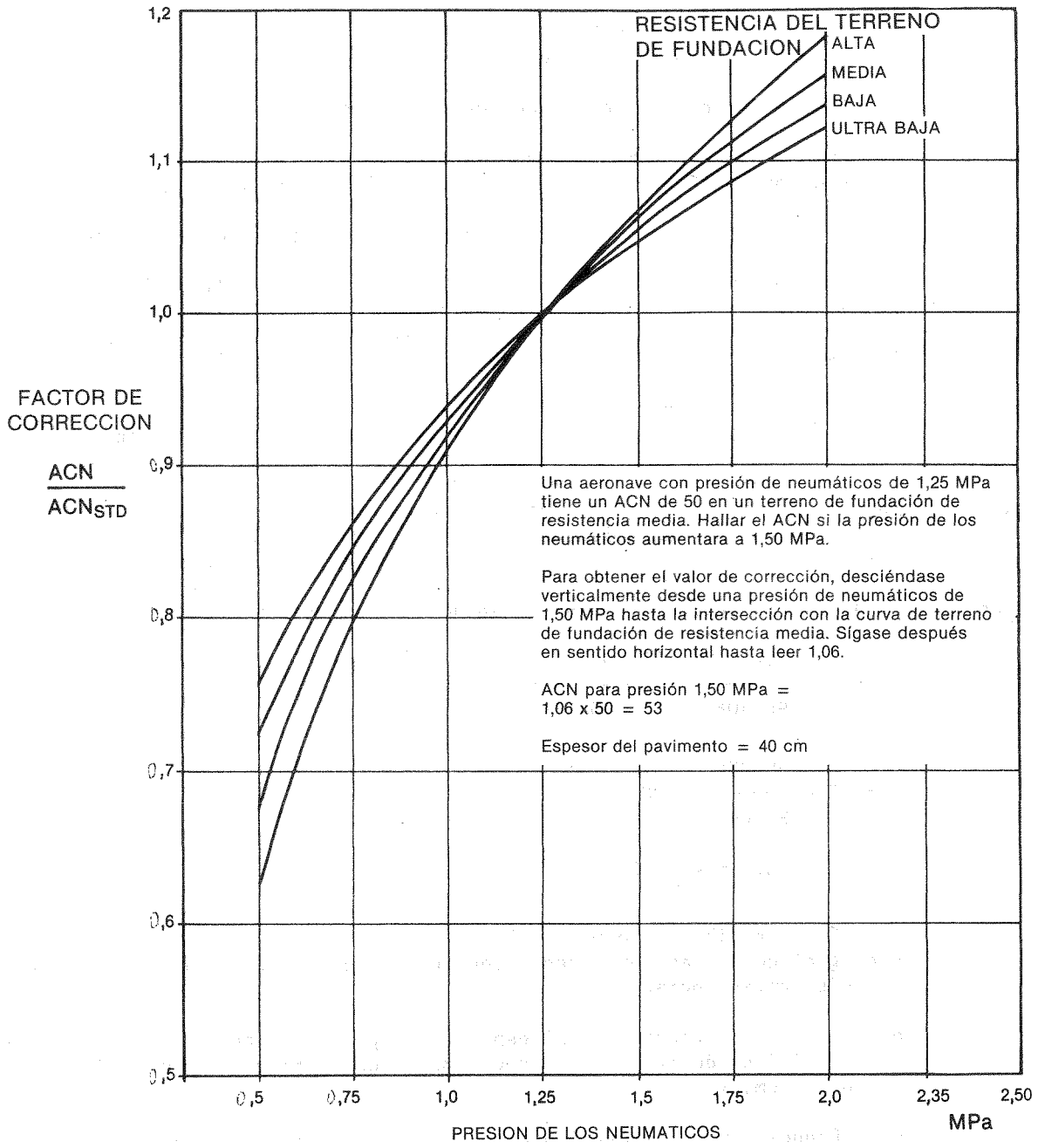


Figura 1-6. Ajuste de la presión de los neumáticos al ACN para pavimentos rígidos exclusivamente

Ejemplo 2: Una AIP contiene la siguiente información relativa al pavimento de una pista:

PCN del pavimento = 80
Tipo de pavimento = rígido
Categoría del terreno de fundación = resistencia mediana
Limitación en la presión de los neumáticos = ninguna.

Determinar si el pavimento puede aceptar la siguiente aeronave, con las masas de operación y presiones de los neumáticos indicadas:

		Masa	Presión de los neumáticos
Airbus A 300 Modelo B2	con	142 000 kg	1,23 MPa
B747-100	con	334 751 kg	1,55 MPa
Concorde	con	185 066 kg	1,26 MPa
DC-10-40	con	253 105 kg	1,17 MPa

Solución: Los ACN de esas aeronaves, según el Apéndice 5 de este manual, son, respectivamente, 44, 51, 71 y 53. Como el pavimento en cuestión tiene un PCN de 80, puede soportar esas aeronaves.

Ejemplo 3: Hallar el ACN del DC-10-10 con 157 400 kg sobre un pavimento flexible apoyado en un terreno de fundación de resistencia mediana (CBR = 10). La presión de los neumáticos de las ruedas del tren principal es de 1,28 MPa.

Solución: El ACN de la aeronave, según el Apéndice 5 de este manual, es

$$57 - \frac{(196\,406 - 157\,400)}{(196\,406 - 108\,940)} \times (57-27)$$

$$= 57 - \frac{39\,006}{87\,466} \times 30$$

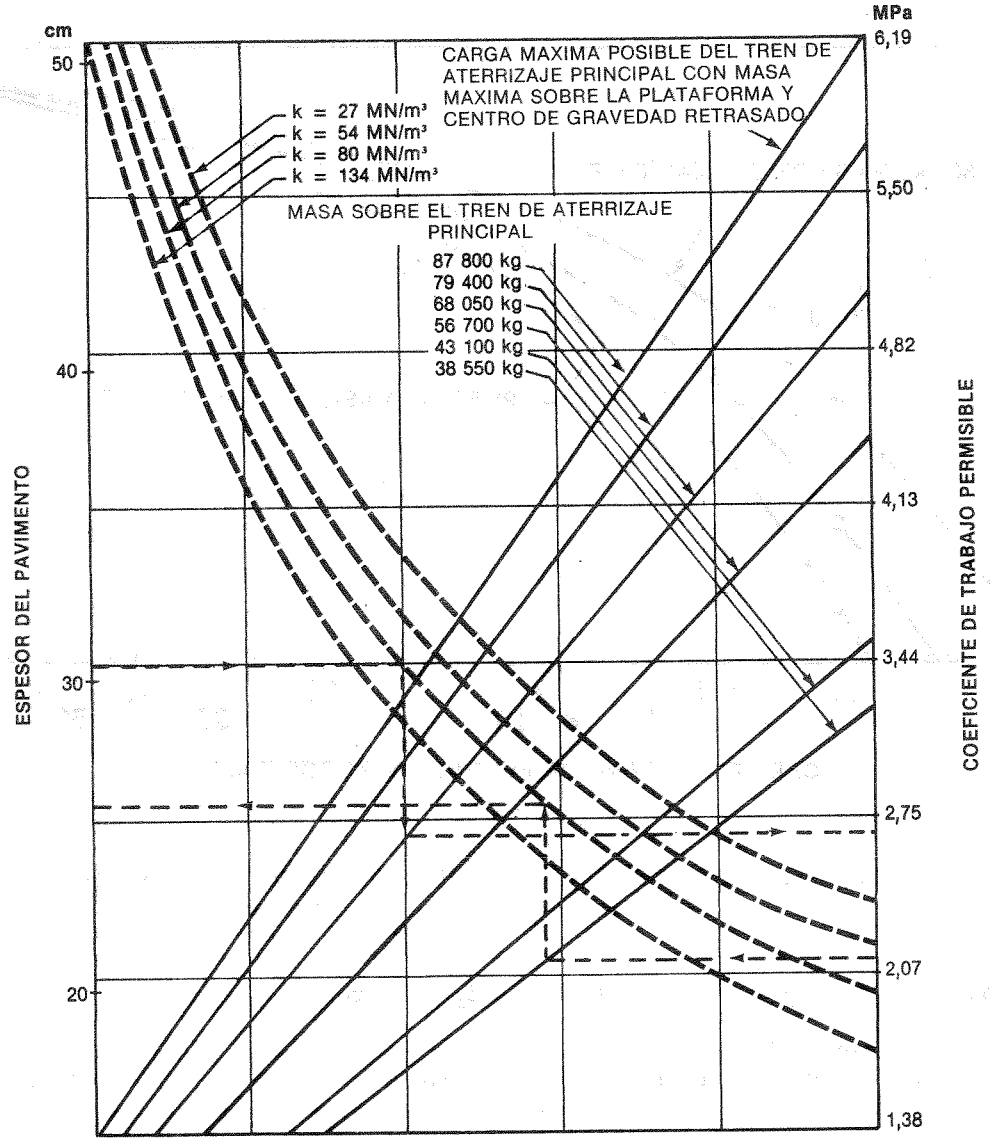
$$= 57 - 13{,}4 = \underline{43{,}6} \text{ ó } \underline{44}$$

También es posible determinar el ACN de la aeronave utilizando la Figura 1-5 y el gráfico de pavimento requerido de la Figura 1-8. Este método involucra las siguientes operaciones:

a) léase en la Figura 1-8 el espesor del pavimento necesario para la masa de 157,400 kg de la aeronave y el CBR 10 del terreno de fundación, que da 57 cm; y

b) búsquese en la Figura 1-5 este espesor y léase el ACN de la aeronave para el CBR 10 del terreno de fundación, que da 44.

NEUMATICOS DE 124,5 x 43,2 cm — PRESION DE LOS NEUMATICOS CONSTANTE DE 11,7 kg/cm²
NEUMATICOS DE 127 x 53,3 cm (NUEVO DISEÑO) — PRESION DE LOS NEUMATICOS CONSTANTE DE 11,7 kg/cm²



NOTA: LOS VALORES OBTENIDOS UTILIZANDO LA LINEA DE REFERENCIA DE CARGA MAXIMA Y CUALQUIER VALOR DE k SON EXACTOS PARA LAS CARGAS INFERIORES A LA MAXIMA; LAS CURVAS SON EXACTAS PARA k = 80, PERO SE DESVIAN LIGERAMENTE PARA LOS DEMAS VALORES DE k.

REFERENCIAS:
"DESIGN OF CONCRETE AIRPORT PAVEMENT" Y "COMPUTER PROGRAM FOR AIRPORT PAVEMENT DESIGN — PROGRAM PDILB."
PORTLAND CEMENT ASSN.

REQUISITOS PARA PAVIMENTO RIGIDO —
METODO DE CALCULO DE LA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION
MODELOS 727-100, -100C CON 77 200 kg; 727-200 NORMAL CON 78 500 kg,
EN PROYECTO CON 89 800 kg Y 95 300 kg DE MASA SOBRE LA PLATAFORMA

Figura 1-7

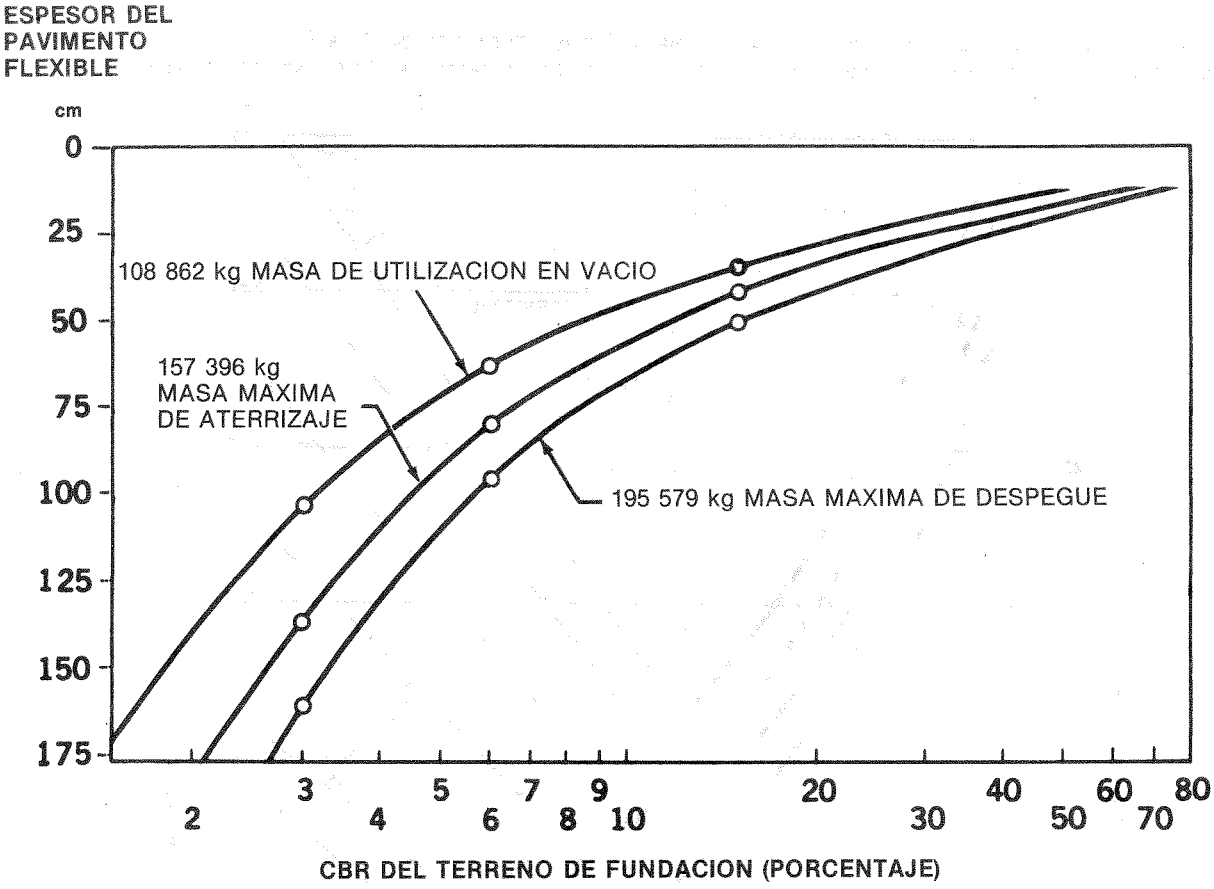


Figura 1-8. Requisitos del DC-10-10 para pavimento flexible 10 000 coberturas con c.g. retrasado

1.2 Procedimiento para los pavimentos destinados a aeronaves ligeras

1.2.1 El método ACN-PCN que se describe en 1.1 no se ha previsto para notificar la resistencia de los pavimentos destinados a aeronaves ligeras, o sea aquéllas cuya masa es inferior a 5 700 kg. En el Anexo 14 se indica un ejemplo sencillo para esos pavimentos. En este procedimiento se prevé la notificación de dos elementos solamente: masa máxima admisible de la aeronave y presión máxima admisible de los neumáticos. Es importante observar que las categorías de presión de los neumáticos del método ACN-PCN (1.1.3.2, c)), no se utilizan para notificar la presión máxima admisible de los neumáticos. En cambio, los límites reales de presión de los neumáticos se notifican como se indica en el ejemplo siguiente:

Ejemplo: 4 000 kg/0,50 MPa

CAPITULO 2.- GUIA EN LAS OPERACIONES DE SOBRECARGA

2.1 Criterios sugeridos en el Anexo 14, Adjunto B

2.1.1 La sobrecarga de los pavimentos puede ser provocada por cargas excesivas, por un ritmo de utilización considerablemente elevado, o por ambos factores a la vez. Las cargas superiores a las definidas (por cálculo o evaluación) acortan la vida útil del pavimento, mientras que las cargas menores la prolongan. Salvo que se trate de una sobrecarga masiva, los pavimentos no están supeditados, en su comportamiento estructural, a determinado límite de carga, por encima del cual podrían experimentar fallas repentinas o catastróficas. Dado su comportamiento, un pavimento puede soportar reiteradamente una carga definible durante un número previsto de veces en el transcurso de su vida útil. En consecuencia, una sobrecarga ocasional de poca importancia puede aceptarse, de ser necesario, ya que reducirá en poca medida la vida útil del pavimento y acelerará relativamente poco su deterioro. Para las operaciones en que la magnitud de la sobrecarga y/o la frecuencia de utilización del pavimento no justifiquen un análisis detallado, se sugieren los siguientes criterios:

a) en el caso de pavimentos flexibles, los movimientos ocasionales de aeronaves cuyo ACN no exceda del 10% del PCN notificado, no serían perjudiciales para el pavimento;

b) en el caso de pavimentos rígidos o compuestos, en los cuales una capa de pavimento rígido constituye un elemento primordial de la estructura, los movimientos ocasionales de aeronaves cuyo ACN no exceda en más de un 5% el PCN notificado, no serían perjudiciales para el pavimento;

c) si se desconoce la estructura del pavimento, debería aplicarse una limitación del 5%; y

d) el número anual de movimientos de sobrecarga no debería exceder de un 5% aproximadamente, de los movimientos totales anuales de la aeronave.

2.1.2 Normalmente, esos movimientos de sobrecarga no deberían permitirse sobre los pavimentos que presenten señales de peligro o falla. Además, debería evitarse la sobrecarga durante todo período de deshielo posterior a la penetración de las heladas, o cuando la resistencia del pavimento o de su terreno de fundación pueda estar debilitada por el agua. Cuando se efectúen operaciones de sobrecarga, la autoridad competente debería examinar periódicamente tanto las condiciones del pavimento como los criterios relativos a dichas operaciones, ya que la excesiva frecuencia de la sobrecarga puede disminuir en gran medida la vida útil del pavimento o exigir grandes obras de reparación.

2.2 Prácticas de los Estados

2.2.1 Práctica de Canadá

2.2.1.1 La evaluación técnica de una operación de sobrecarga propuesta se basa en el concepto de "relación de sobrecarga". La "relación de sobrecarga" es un criterio de la carga impuesta por la aeronave con respecto a la resistencia nominal del pavimento. En el caso de pavimentos flexibles, la relación de sobrecarga impuesta por una aeronave se determina calculando la resistencia del terreno de fundación para el espesor del pavimento existente, aplicando la ecuación de cálculo que se da en 4.1.2.2. La resistencia calculada del terreno de fundación se divide entonces por la resistencia real del terreno de fundación, para obtener la relación de sobrecarga. En el caso de pavimentos rígidos, la relación de

sobrecarga se determina como la resistencia a la flexión impuesta sobre la losa por la aeronave, dividida por la resistencia de flexión de cálculo de 2,75 MPa.

2.2.1.2 A base de estas relaciones de sobrecarga, las operaciones de aeronave se clasifican del modo siguiente:

Relación de sobrecarga	Clasificación para la utilización
menor de 1,25	sin límite
de 1,25 a 1,50	limitada
de 1,50 a 2,00	marginal
más de 2,00	sólo en caso de emergencia

2.2.1.3 La aprobación de las operaciones clasificadas como limitadas o marginales incluye el riesgo de un ritmo acelerado de deterioro del pavimento y de una vida útil más corta. Este riesgo aumenta al aumentar el valor de la relación de sobrecarga y la frecuencia de las operaciones. En consecuencia, la decisión de aprobar esas operaciones depende de la disposición de las autoridades aeroportuarias para financiar medidas de reacondicionamiento de los pavimentos antes de lo que normalmente sería necesario. La práctica normal en los aeropuertos utilizados por Transport Canada es permitir las operaciones de aeronaves comprendidas en la clasificación de limitadas y marginales, salvo que se disponga lo contrario por la antigüedad y el estado del pavimento, o por restricciones presupuestarias.

2.2.1.4 Se tienen en cuenta consideraciones similares para permitir las operaciones de aeronaves con neumáticos inflados a presiones mayores que las restricciones citadas. Si la relación de sobrecarga fuera inferior a 1,50, normalmente se permite que las aeronaves operen con neumáticos inflados a una presión de un valor mayor que la gama de presiones de neumáticos prevista al calcular el pavimento, indicada en 4.1.2.6.

2.2.2 Práctica de Francia

2.2.2.1 La información publicada a base de uno u otro de los métodos que se describen en 4.2.8 no permite una consideración completa del estado operacional del pavimento. En consecuencia, debería utilizarse el procedimiento siguiente para evaluar la conveniencia del pavimento para la aeronave en cuestión. Se hace referencia al gráfico de requisitos del pavimento flexible o del pavimento rígido, para la aeronave que se tiene en cuenta en el Apéndice 3. Estos gráficos y los datos del pavimento permiten determinar la carga autorizada exacta para cada tren de aterrizaje. En el caso de que la aeronave no figure en el Apéndice 3, se seleccionarán las características más próximas a la aeronave en cuestión. Si la carga resultante fuera mayor que la carga prevista de la aeronave, no se excederán las tensiones admisibles del pavimento y la aeronave puede utilizar el pavimento sin experimentar efectos perjudiciales. Si la carga establecida por medio del gráfico fuera inferior a la carga prevista de la aeronave, habrá una sobrecarga efectiva y la aceptación de la aeronave exigirá un permiso especial.

2.2.2.2 Concesiones. Debería observarse que es mínimo el riesgo para la aeronave misma, al aterrizar en una pista de resistencia insuficiente, salvo que la carga que impone sea considerablemente mayor que la resistencia de la pista. En general, la aceptación de una aeronave excesivamente pesada causará indudablemente daño al pavimento, sin detrimento de la aeronave misma. En ningún caso se considerará que el usuario es responsable de deterioros de este tipo. Sin embargo, en ningún caso la carga de una aeronave debería exceder en más de un 50% de la carga admisible de la aeronave típica, o en otras palabras un coeficiente real de sobrecarga P/Po mayor de 1,5 para todos los pavimentos, salvo las plataformas para las cuales estos valores están limitados al 20% y a 1,2 respectivamente.

(En el caso de las pistas esta regla no se aplica a los aterrizajes de emergencia.) La decisión de otorgar o negar la concesión de operar en pistas débiles puede obtenerse del modo siguiente:

a) el tráfico total equivalente soportado por el pavimento se calcula de acuerdo con el mismo principio expresado en el método de cálculo optimizado que se describe en 4.2.6; sin embargo, esto se reduce a un tráfico diario expresado en términos de movimientos por día; y

b) si el tráfico total equivalente excediera de 10 movimientos por día, la negativa de la concesión normalmente estaría justificada, salvo que sea aceptable un desgaste más rápido de la pista. Una decisión de esta clase podría ser aceptable teniendo en cuenta los factores económicos, con el propósito de aumentar el tráfico aéreo sin tener que reforzar los pavimentos, al menos por el momento.

2.2.2.3 Por otro lado, se recomienda limitar el número de movimientos en el cual intervenga una aeronave para la cual se haya otorgado una concesión y tomar medidas de vigilancia del pavimento de acuerdo con la información que figura en la tabla siguiente:

Valores P/Po	Número máximo de movimientos	Medidas de vigilancia del pavimento
1,1	2 por día	Medidas recomendadas
1,1 - 1,2	1 por día	
1,2 - 1,3	1 por semana	Medidas obligatorias de vigilancia periódica y frecuente
1,3 - 1,4	2 por mes	
1,4 - 1,5	1 por mes	

Nota: En lugar de considerar el tráfico diario, sería más riguroso considerar el tráfico acumulativo para tener en cuenta la magnitud real del tráfico que ha pasado. Esto podría llevarse a cabo cuando se justificara en razón de la precisión del estudio.

Ejemplo. Una pista flexible posee las características siguientes:

Espesor total equivalente e = 70 cm

CBR del terreno de fundación CBR = 8

PCN 57/F/C/W/T

La pista recibe cuatro movimientos diarios de Airbus A-300 B2, con una carga de 142 t (ACN = 55) y cuatro movimientos diarios de B-727 con una carga de 78 t (ACN = 49). ¿En qué condiciones puede utilizar la pista el B-747-200 con una carga de 365 t?

Solución:

Paso 1. Cálculo del ACN del B-747-200

$$ACN = 23 + (71 - 23) \times \frac{(365\ 000 - 168\ 872)}{(373\ 306 - 168\ 872)} = 69$$

El ACN excede al PCN publicado: en consecuencia, se requiere una concesión para la aeronave.

Paso 2. Cálculo del tráfico equivalente:

	Carga real P	Carga admisible Po	P/Po	C	Movimientos reales (mvt/d)	Movimientos equivalentes
A-300 B2	142 t	142 t	1	1	4	4
B-727	78 t	84 t	0,93	0,44	4	1,8
B-747	365 t	329 t	1,11	3,52	x	3,5x
TOTAL (5,8 + 3,5 x) mvt/d						

Para x = 1 mvt/d, el tráfico equivalente es de 9,3 mvt/d e inferior a 10 mvt/d: el B-747-200 puede requerir una concesión.

Para x mayor de 1 mvt/d, el tráfico equivalente excedería de 10 mvt/d y no podría aceptarse el B-747-200.

2.2.3 Práctica del Reino Unido

2.2.3.1 Cada autoridad aeroportuaria del Reino Unido está en libertad de decidir según sus propios criterios para permitir operaciones de sobrecarga mientras el pavimento permanezca en condiciones de seguridad para el uso de las aeronaves. Sin embargo, se dan las directrices siguientes:

a) una diferencia del 10% en el ACN por sobre el PCN significa un aumento en las tensiones activas del pavimento que en general se consideran aceptables, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

   1) que el pavimento tenga más de 12 meses;

   2) que el pavimento no muestre signos de deterioro debido a las cargas;

   3) que las operaciones de sobrecarga no excedan del 5% de las salidas anuales y estén distribuidas a lo largo del año;

b) las operaciones de sobrecarga que representan una diferencia del ACN por sobre el PCN, que vayan desde el 10% hasta el 25%, justifican inspecciones regulares del pavimento por una persona competente, aparte de satisfacer los criterios expuestos. Debería haber una restricción inmediata de estas operaciones de sobrecarga en cuanto se advierta el peligro y las cargas mayores no deberían volver a admitirse hasta que se hayan llevado a cabo las obras apropiadas de refuerzo del pavimento;

c) las operaciones de sobrecarga que representen una diferencia del ACN por sobre el PCN desde un 25% hasta un 50%, pueden llevarse a cabo en circunstancias especiales. Las mismas exigen el estudio de los registros disponibles de la construcción del pavimento como datos de prueba por parte de un técnico experto en pavimentos y una inspección rigurosa por un técnico en pavimentos antes y después de llevarse a cabo el movimiento, para evaluar cualquier signo de peligro en el pavimento;

d) las operaciones de sobrecarga con un ACN por sobre el PCN superiores al 50%, sólo deberían llevarse a cabo en casos de emergencia.

CAPITULO 3.- EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS

3.1 Generalidades

3.1.1 El objeto de este capítulo consiste en ofrecer directrices para la evaluación de pavimentos, a los responsables de evaluar y de notificar la resistencia de los pavimentos. Teniendo en cuenta que los responsables pueden ser desde técnicos experimentados en pavimentos hasta administradores de aeropuertos que no gocen del apoyo directo de expertos en el comportamiento de los pavimentos, se presentará información que pueda abarcar los diferentes niveles de necesidades.

3.2 Elementos de evaluación de los pavimentos

3.2.1 El comportamiento de todo pavimento depende de los materiales propios del lugar, que después de la nivelación y de la preparación se llama terreno de fundación; de su estructura, que comprende todas las capas hasta la superficie, y de la masa y la frecuencia de las aeronaves que los utilizan. Cada uno de estos tres elementos deben considerarse al evaluar un pavimento.

3.2.2 Terreno de fundación. El terreno de fundación es la capa de material que se encuentra inmediatamente debajo de la estructura del pavimento, que se prepara durante la construcción para soportar las cargas transmitidas por el pavimento. Se lo prepara extirpando la vegetación, nivelando o bien creando la pendiente planificada mediante operaciones de corte y de relleno y compactando el suelo a la densidad necesaria. La resitencia del terreno de fundación es un elemento importante que debe tenerse en cuenta para la evaluación o el cálculo de un pavimento o para cada sección de un pavimento evaluado o calculado por separado. La resistencia del suelo y por lo tanto la resistencia del terreno de fundación dependen mucho de la humedad del terreno, que debe evaluarse para el estado que se prevé lograr *in situ*, debajo de la estructura del pavimento. Salvo el caso de ciertas capas acuíferas altas, de un avenamiento no usual o de un pavimento extremadamente poroso o agrietado, la humedad del terreno tenderá a estabilizarse en los pavimentos anchos a un valor superior al 90% de la saturación total. La variación estacional (salvo el caso de materiales susceptibles a la penetración de la helada) normalmente es pequeña e incluso nula y es posible lograr condiciones de gran humedad aún en terrenos de zonas bastante áridas. Como los materiales pueden ser de tipo muy diferente, la resistencia del terreno de fundación establecida para un pavimento particular puede caer dentro de cualquiera de las cuatro categorías de resistencia del terreno de fundación indicadas, que se utilizan en el método ACN-PCN. Véase el Capítulo 1 de este manual y el Anexo 14, Capítulo 2.

3.2.3 Estructura del pavimento. Los términos "rígido" y "flexible" se utilizan para identificar los dos tipos principales de pavimentos. Con estos términos se pretende identificar la respuesta de cada tipo a las cargas. El elemento primario de un pavimento rígido es una capa o losa de cemento Portland, en forma de hormigón (PCC), armado o no, de diferentes tipos. Debajo del mismo se deja con frecuencia una capa de piedra granular que contribuye a afirmar la estructura y a facilitar el avenamiento. Un pavimento rígido que sufre cargas superficiales las distribuye por flexión o por efecto de viga hacia áreas más amplias del terreno de fundación. La resistencia del pavimento depende del espesor y de la resistencia de la capa de hormigón de cemento y de las capas sucesivas sobre este terreno de fundación. El pavimento debe poseer las características necesarias para distribuir las cargas superficiales de manera que la presión sobre el terreno de fundación no exceda de la resistencia evaluada. Un pavimento flexible consiste en una serie de capas cuya resistencia aumenta desde el terreno de fundación hasta la capa superficial. Comúnmente se utiliza una serie tal como: material seleccionado, cimiento inferior, cimiento, firme y capa de rodadura. Sin embargo, las capas inferiores pueden no

existir en un pavimento dado. Los pavimentos previstos para las aeronaves de gran peso por lo general poseen una capa de rodadura ligada con material asfáltico. El pavimento flexible cede más bajo las cargas superficiales, llevando a cabo simplemente una ampliación de área de carga y la reducción consiguiente de presión capa por capa. En cada nivel, desde la superficie hasta el terreno de fundación, las capas deben tener resistencia suficiente para tolerar las presiones a su nivel. El pavimento depende por lo tanto del espesor sobre el terreno de fundación, para reducir la presión superficial a un valor que este terreno de fundación pueda aceptar. El pavimento flexible debe también poseer una estructura de espesor suficiente sobre cada capa, para reducir la presión a un nivel aceptable para la capa. Además, la capa de rodadura debe tener resistencia suficiente para aceptar sin peligro las presiones provocadas por los neumáticos de la aeronave sobre la misma.

3.2.4 Carga de las aeronaves. La masa de la aeronave se transmite al pavimento a través del tren de aterrizaje. El número de las ruedas, su espaciado, la presión y el tamaño de los neumáticos, determinan la distribución de la carga de la aeronave sobre el pavimento. En general, el pavimento debe tener resistencia suficiente para soportar las cargas aplicadas por cada rueda, no sólo en la superficie y en el terreno de fundación sino también en las capas intermedias. En el caso de ruedas poco espaciadas, por ejemplo en los trenes con ruedas gemelas y en los bogies de cuatro ruedas y aun en el caso de ruedas adyacentes de aeronaves con trenes de aterrizajes complejos, el efecto de las cargas distribuidas de las ruedas adyacentes se superpone al nivel del terreno de fundación (y en las capas intermedias). En tales casos, las presiones efectivas son las presiones combinadas de dos o más ruedas y la estructura del pavimento debe atenuarlas suficientemente. Como la distribución de la carga por la estructura del pavimento se realiza en una zona mucho más angosta en un terreno de fundación de gran resistencia que en uno de baja resistencia, los efectos combinados de las ruedas adyacentes son mucho menores en pavimentos de gran resistencia que en los pavimentos de poca resistencia. Por esta razón, los efectos relativos de dos tipos de aeronaves no son los mismos para pavimentos de resistencia nominal equivalente. Esto constituye la base de la notificación de la resistencia del pavimento por categoría de resistencia del terreno de fundación. Dentro de una categoría de resistencia del terreno de fundación, los efectos relativos de los tipos de aeronaves sobre los pavimentos pueden establecerse inequívocamente y con una precisión aceptable.

3.2.5 Repeticiones de las cargas y composición del tráfico. No es suficiente considerar únicamente la magnitud de la carga. Existe una fatiga o repeticiones del factor de carga que también hay que considerar. La magnitud y las repeticiones deben tratarse en conjunto y un pavimento que se ha previsto para soportar una magnitud de carga con un número definido de repeticiones, puede soportar una carga mayor con pocas repeticiones y una carga menor con una frecuencia mayor. Por lo tanto es posible establecer el efecto de una masa de aeronave en términos de repeticiones equivalentes de otra masa (y tipo) de aeronave. La aplicación de este concepto permite determinar una magnitud simple (seleccionada) de carga y niveles de repetición que representen el efecto de los diferentes tipos de aeronaves que utilizan un pavimento.

3.2.6 Estudio sobre el estado del pavimento. Un apéndice sumamente importante, o una parte de la evaluación, es un estudio cuidadoso del estado del pavimento. El mismo debería examinarse cuidadosamente por si hubiera deterioro, desplazamiento o modificaciones de cualquier tipo. Cualquier modificación observable en el pavimento da información sobre los efectos del tráfico o del ambiente sobre el pavimento. Los efectos observables del tráfico, junto con una evaluación de la magnitud de la composición de este tráfico, pueden ofrecer una base excelente para determinar la capacidad de un pavimento.

3.3. Elementos del método ACN-PCN

3.3.1 Número de clasificación del pavimento. El número de clasificación del pavimento (PCN) es un coeficiente (1/500) de la masa que según la evaluación puede soportar el pavimento cuando se aplique mediante una rueda sencilla normal (presión de neumático 1,25 MPa). El coeficiente PCN establecido para un pavimento indica que el mismo es capaz de soportar aeronaves que posean un ACN (número de clasificación de aeronave) de magnitud

igual o menor. El ACN para comparación con el PCN debe ser el ACN de la aeronave establecido para el tipo particular de pavimento y la categoría del terreno de fundación del pavimento clasificado e igualmente para la masa y las características de la aeronave en cuestión.

3.3.2 Tipo de pavimento. Para los fines de notificación de la resistencia del pavimento, los pavimentos deben clasificarse en rígidos y flexibles. Un pavimento rígido está compuesto por losas de hormigón de cemento Portland (PCC), sea simple, armado o pretensado, y con capas intermedias o sin ellas entre la losa y el terreno de fundación. Un pavimento flexible consiste en una serie de capas cuya resistencia aumenta desde el terreno de fundación hasta la capa de rodadura. Al clasificar los pavimentos deben considerarse cuidadosamente los pavimentos compuestos resultantes de una capa de PCC sobre un pavimento flexible o una capa de hormigón asfáltico sobre un pavimento rígido o bien los que poseen capas de cemento químicamente estabilizado que ofrecen gran integridad. Si el elemento rígido resulta ser el elemento estructural predominante del pavimento y no se ve muy afectado por un agrietamiento pronunciado, el pavimento debería clasificarse como rígido. De lo contrario, debería incluirse en la clasificación de flexible. Si la clasificación fuera dudosa, la designación de pavimento flexible en general se considera prudente. Las superficies no pavimentadas (tierra compactada, grava, laterita, coral, etc.) deberían clasificarse como flexibles para fines de notificación. De modo similar, los pavimentos construidos con ladrillos o bloques deberían clasificarse como flexibles. Las grandes losas premoldeadas que requieren manipulación con grúa para su instalación, pueden clasificarse como rígidas cuando se las utiliza para pavimentos. Los pavimentos cubiertos con esteras para aterrizaje y pavimentos con superficies de membrana, deberían clasificarse como flexibles.

3.3.3 Categoría del terreno de fundación. Como la efectividad del tren de aterrizaje de ruedas múltiples es mayor sobre los pavimentos construidos sobre terrenos de fundación resistentes, en comparación con aquéllos que tienen terrenos de fundación débil, se complica el problema de notificación de la resistencia. Para simplificar la notificación y permitir utilizar los valores del índice para los pavimentos y los números de clasificación de aeronaves (PCN y ACN), el método ACN-PCN utiliza cuatro categorías de resistencia del terreno de fundación. Estas categorías son: alta, mediana, baja y ultra baja con los respectivos valores para cada una de ellas. De ello se sigue que, para que la evaluación notificada (PCN) sea útil, es preciso establecer y notificar la categoría del terreno de fundación a la cual corresponde el pavimento notificado. Normalmente, la resistencia del terreno de fundación se habrá evaluado en relación con el proyecto original de un pavimento, o con su reconstrucción o refuerzo posterior. Si no se dispusiera de esta información, la resistencia del terreno de fundación debería determinarse como parte de la evaluación del pavimento. La evaluación de la resistencia del terreno de fundación debería basarse, en lo posible, en ensayos. Si la evaluación a base de ensayos no fuera factible, debería seleccionarse una categoría de resistencia del terreno de fundación que sea representativa, a base de las características y de la clasificación del terreno, de la experiencia local o del criterio. Comúnmente, una categoría de terreno de fundación puede ser apropiada para un aeródromo. Sin embargo, cuando los pavimentos se hallen dispersos sobre una zona amplia y las condiciones del suelo difieren de un emplazamiento a otro, pueden aplicarse varias categorías que deberían evaluarse y notificarse. La resistencia evaluada del terreno de fundación debe ser la resistencia en el lugar mismo debajo del pavimento. El terreno de fundación debajo del pavimento de un aeródromo alcanzará y conservará normalmente una humedad y una resistencia prácticamente constantes, a pesar de las variaciones de las estaciones. Sin embargo, en el caso de superficies muy agrietadas, de pavimentos porosos, de napas subterráneas cercanas o de avenamiento local insuficiente, la resistencia del terreno de fundación puede reducirse mucho durante los períodos húmedos. En especial, las superficies de grava y de suelo compacto sufrirán los cambios de humedad. Y en las zonas en que se produzcan heladas, cabe esperar una disminución de la resistencia del terreno de fundación durante el período de deshielo, en que intervienen los materiales que se habían helado.

3.3.4 Categoría de presión de los neumáticos. Directamente en la superficie, la presión de contacto de los neumáticos es el elemento más crítico de carga, que no guarda mucha relación con los otros aspectos de la resistencia del pavimento. Esta es la razón

para notificar la presión admisible de los neumáticos en términos de categorías de presión. Salvo los raros casos de juntas que se desgranan y de defectos poco comunes en la superficie, los pavimentos rígidos no requieren ninguna restricción en cuanto a la presión de los neumáticos. Sin embargo, los pavimentos que se han incluido en la categoría de rígidos, que tienen capas flexibles o asfálticas, deben tratarse como pavimentos flexibles al notificar la presión admisible de los neumáticos. Los pavimentos flexibles que se clasifican en la categoría superior de presión de neumáticos, deben ser de calidad e integridad muy buenas mientras que, de los que se clasifican en la categoría inferior, sólo se requiere que puedan aceptar el tráfico casual de carretera. Aunque las pruebas de las mezclas asfálticas y de los núcleos extraídos para estudiar la calidad de la superficie asfáltica serán sumamente útiles para seleccionar la categoría de presión de neumáticos, no se han establecido relaciones específicas entre el comportamiento en el ensayo y una presión aceptable de neumático. Salvo en los casos en que las limitaciones sean evidentes, generalmente será suficiente establecer límites de categorías sólo cuando la experiencia con altas presiones de neumáticos indique peligro para el pavimento.

3.3.5 Método de evaluación. Cuando sea posible, la notificación de la resistencia del pavimento debería basarse en una "evaluación técnica". Comúnmente, la evaluación es la inversión de un método de cálculo. El cálculo comienza con la carga de la aeronave que ha de soportarse, la resistencia del terreno de fundación resultante de la preparación del terreno local e indica el espesor necesario y la calidad de materiales para la estructura del pavimento que se necesita. En la evaluación se invierte este proceso. Comienza con la resistencia actual del terreno de fundación, encuentra el espesor y la calidad de cada componente de la estructura del pavimento y emplea un tipo de procedimiento de cálculo para determinar la carga de la aeronave que el pavimento puede soportar. En los casos en que se disponga de los datos de cálculo, ensayo y construcción del terreno de fundación y de los componentes de la estructura del pavimento, con frecuencia se los puede utilizar para realizar la evaluación. Por otro lado, puede cavarse el pavimento para determinar el espesor de las capas, su resistencia y la resistencia del terreno de fundación para fines de evaluación. También puede efectuarse una evaluación técnica a base de la medición de la respuesta del pavimento a las cargas. La deflexión de un pavimento bajo una placa estática o la carga del neumático puede aprovecharse para predecir su comportamiento. Existen también varios dispositivos para aplicar cargas dinámicas a un pavimento, observar su respuesta y utilizarla para prever su comportamiento. Cuando por razones económicas o de otro tipo no sea factible una evaluación técnica, la evaluación puede basarse en la experiencia con las "aeronaves usuarias". Un pavimento que soporta satisfactoriamente las aeronaves que lo utilizan puede aceptar otras aeronaves si las mismas no son más exigentes que las aeronaves que lo usan normalmente. Esto puede representar la base de una evaluación.

3.3.6 Pavimentos para aeronaves ligeras. Aeronaves ligeras son las que poseen una masa de 5 700 kg o menos. Los requisitos del pavimento para estas aeronaves son inferiores a los de muchos camiones de transporte en carretera. Por supuesto, pueden efectuarse las evaluaciones técnicas de estos pavimentos, aunque es satisfactoria una evaluación a base de las aeronaves que lo utilizan. Es digno de observarse que en algunos aeropuertos los vehículos de servicio tales como camiones de bomberos, camiones cisternas o barredoras de nieve, pueden ser más críticos que las aeronaves. Como en casi todas las aeronaves ligeras el tren de aterrizaje tiene patas con una sola rueda, no es necesario notificar las categorías del terreno de fundación. Sin embargo, como algunos helicópteros y aviones de entrenamiento militar dentro de esta categoría de masas tienen neumáticos de presión bastante alta, los pavimentos de calidad limitada pueden requerir que se establezcan límites de presiones de neumáticos.

3.4 Evaluación de la magnitud y composición del tránsito

3.4.1 Generalidades. Las evaluaciones de la resistencia de los pavimentos deberían emprenderse no meramente con idea de determinar una carga admisible, sino para averiguar el nivel de utilización repetida de una carga admisible. Un pavimento que puede resistir muchas repeticiones de una cierta carga, puede soportar una carga mayor, naturalmente con menos repeticiones. Lo malo es que los efectos observables del tránsito, incluso los que

implican mediciones cuidadosas *in situ* o el comportamiento de muestras en ensayos controlados de laboratorio, no permiten (a menos que sea evidente el daño material*) la determinación de la parte de vida del pavimento sujeto a cargas repetidas que haya sido anteriormente consumida o, inversamente, lo que le reste de vida (duración) al pavimento. Así, una evaluación que conduzca a la determinación de la resistencia es una estimación de la vida total que se espera del pavimento, cuando hay repeticiones de carga (tránsito/carga). La estimación de la vida útil que le quede al pavimento, dependerá de una determinación de todo el tránsito soportado desde que fue construido o reconstruido.

3.4.2 Cargas mixtas. Normalmente, hará falta considerar una mezcla de cargas a sus respectivos niveles de utilización repetida. Hay una fuerte tendencia a expresar la resistencia del pavimento en función de cierta carga seleccionada correspondiente al nivel admisible de uso repetido, y a expresar cada carga aplicada a un pavimento en función del equivalente numérico de esta carga básica. Para efectuarlo, primeramente se establece una relación entre la carga y el número de repeticiones capaz de producir la rotura. Tales relaciones se establecen de diversos modos, empleando combinaciones de teoría o métodos de cálculo, así como patrones de comportamiento experimentales o curvas de fatiga obtenidas en el laboratorio, que correspondan al elemento estructural principal del pavimento. Evidentemente, no todas las relaciones son iguales,** pero el parámetro referente a peticiones no es de una eficacia absoluta. Unicamente se establece como magnitud general y no como valor específico. De ese modo pueden existir variaciones bastante importantes en la relación "carga-repeticiones" sin que de ello resulten en la evaluación serias diferencias.

3.4.3 Utilizando la curva de carga en función del número de repeticiones hasta la rotura, pueden determinarse para cada carga las repeticiones que causan rotura y compararlas con las referentes a la carga básica seleccionada. Partiendo de estas comparaciones puede determinarse el número equivalente de carga básica seleccionada para aplicaciones únicas, de cualquier condición de carga, es decir, factores mayores que la unidad para cargas grandes, e inferiores a la unidad para cargas menores. A continuación, se indica un ejemplo aclaratorio de este proceso:

a) establecer la relación entre carga y repeticiones hasta la rotura, según puede verse en la Figura 3-1;

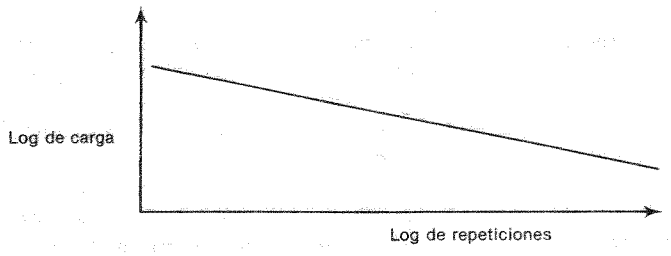


Figura 3-1

* En el caso de daño material evidente, un pavimento ya estará en las últimas fases de su vida útil.

** Véase el Capítulo 4, Figura 4-29 (Práctica de Francia) y 4.4.12.1 (Práctica de los Estados Unidos).

b) para cargas seleccionadas L, obténganse los números de repeticiones r a partir de la curva

$$L_1 - r_1$$

$$L_2 - r_2$$

$$L_3 - r_3$$

$$L_4 - r_4$$

c) elegir L_3 como carga básica;

d) calcular el factor de repeticiones equivalente f para cada carga

Carga	Factor de repeticiones equivalente
L_1	$f_1 = \frac{r_3}{r_1}$ (valor inferior a la unidad)
L_2	$f_2 = \frac{r_3}{r_2}$ (valor inferior a la unidad)
L_3	$f_3 = \frac{r_3}{r_3} = 1$
L_4	$f_4 = \frac{r_3}{r_4}$ (valor superior a la unidad)

Haciendo uso de estos factores, el efecto acumulado de cualquier combinación de cargas, experimentadas o previstas, puede compararse con la evaluación de resistencia en función de una carga seleccionada al nivel evaluado de utilización repetida admisible.

3.5. Técnicas para evaluación de las "aeronaves usuarias"

3.5.1. Aunque la evaluación "técnica" debería llevarse a cabo siempre que fuera posible, se reconoce que las restricciones financieras y circunstanciales ocasionales pueden impedirlo. Como es más importante poseer una información sobre la resistencia notificada completa y como la evaluación de la "aeronave usuaria" es razonablemente directa y fácilmente comprensible, se la presenta en primer lugar.

3.5.2 Aeronave usuaria más pesada. Un pavimento que soporta satisfactoriamente el tráfico de los vehículos usuarios puede considerarse en condiciones de soportar la aeronave más pesada que lo utiliza regularmente y cualquier otra aeronave que no requiera una resistencia mayor del pavimento. Entonces, para comenzar una evaluación a base de la aeronave usuaria, es preciso examinar los tipos y masas de las aeronaves y el número de veces que cada una de ellas opera dentro de un período dado. En este punto debería hacerse hincapié en la aeronave más pesada que utiliza regularmente el pavimento. El hecho de que se haya soportado una carga particularmente pesada sólo en contadas ocasiones, no establece necesariamente la capacidad de soportar cargas equivalentes sobre una base regular y repetitiva (véase 3.4).

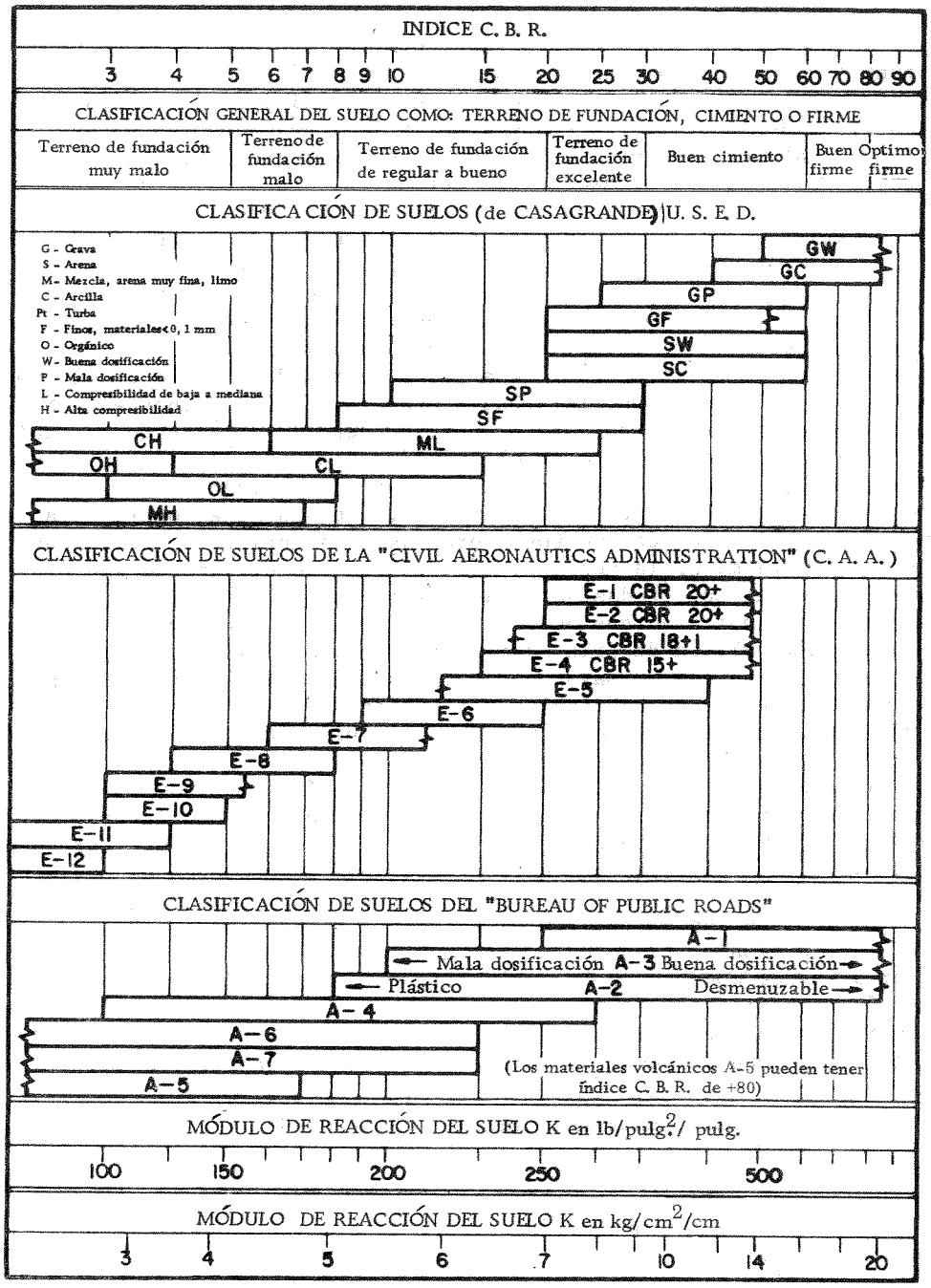
3.5.3 Estado y comportamiento del pavimento. A continuación debe examinarse con todo cuidado el efecto del tráfico de las aeronaves usuarias sobre el pavimento. El estado del pavimento en relación con cualquier agrietamiento, distorsión o desgaste y la experiencia con el mantenimiento necesario, revisten importancia primordial. Debe considerarse la edad, ya que los efectos de sobrecarga en un nuevo pavimento pueden no ser evidentes, mientras que en un pavimento muy viejo normalmente pueden ser evidentes los indicios acumulados de peligro. Sin embargo, en general, puede considerarse que un pavimento que se encuentre en buenas condiciones puede soportar satisfactoriamente el tráfico usuario, mientras los indicios de peligro progresivo indican que el pavimento se encuentra sobrecargado. Al examinar el estado del pavimento debería tenerse en cuenta el comportamiento relativo del pavimento en zonas de uso intenso, comparándolas con las de poco uso, por ejemplo, la huella de las ruedas a la entrada y a la salida o las calles de rodaje de mayor o de menor uso, las zonas sometidas a frenado máximo, por ejemplo el viraje de la calle de rodaje, etc. Debería también tomarse nota del comportamiento de todas las zonas débiles o críticas conocidas, tales como los puntos bajos de la pendiente del pavimento, los cruces de antiguos cursos de agua, los cruces de tuberías en los puntos en que la compactación inicial era insuficiente, las secciones de estructura débil, etc. Estos elementos coadyuvarán para predecir el ritmo de deterioro con el tráfico existente y, en consecuencia, indicar el grado de sobrecarga o de subcarga. Los exámenes del estado del pavimento deberían también concentrarse en todo daño resultante de las presiones de los neumáticos de las aeronaves usuarias y en la necesidad de limitar esa presión.

3.5.4 Aeronave de referencia. El estudio de los tipos y de las masas de las aeronaves indicará las aeronaves que revisten mayor interés para establecer una aeronave de referencia; las conclusiones del estudio indicarán si la carga de la aeronave de referencia debería ser inferior a la que se aplica o si podría ser algo mayor. Como la distribución de la carga sobre el terreno de fundación depende en cierta medida del tipo de pavimento y de la resistencia del terreno de fundación, no pueden seleccionarse la aeronave particular de referencia ni su masa hasta que se hayan establecido los elementos del método ACN-PCN que se notifican, además del PCN (véanse 3.3.2 y 3.3.3).

3.5.5 Determinación del tipo de pavimento, de la resistencia del terreno de fundación y de las categorías de presión de neumáticos. El tipo de pavimento debe establecerse como rígido o flexible. Si el pavimento comprende una losa de hormigón de cemento Portland como estructura primaria, se lo debería clasificar como rígido aunque pueda llevar una capa de revestimiento asfáltico (véase 3.3.2). Si el pavimento no poseyera esa losa de distribución de carga, se lo debería clasificar como flexible.

3.5.6 La categoría del terreno de fundación debe determinarse como de resistencia alta, mediana, baja o ultra baja. Si se dispusiera de los datos de ensayo de resistencia CBR o de placa para el terreno de fundación, estos datos pueden utilizarse directamente para seleccionar la categoría del terreno de fundación. Sin embargo, esos datos deben representar las condiciones del terreno de fundación en el lugar mismo. Pueden utilizarse igualmente datos similares de cualquier estructura cercana sobre el mismo tipo de terreno y con una topografía similar. Los datos de resistencia del terreno pueden usarse prácticamente en cualquier otra forma para proyectar un CBR equivalente o módulos de reacción "k" del terreno de fundación para utilizar en la selección de la categoría del terreno de fundación. La información sobre la resistencia del terreno de fundación puede obtenerse de las empresas viales o camineras locales o en las oficinas de información agropecuarias. Una determinación directa, aunque algo gruesa o aproximada, de la resistencia del terreno de fundación, puede efectuarse a partir de la clasificación* del material del terreno de fundación y haciendo referencia a cualquiera de las muchas correlaciones publicadas, tales como las que se indican en la Figura 3-2. (Véanse también 3.3.3 y 3.2.2.)

* ASTM D2487, D3282 y D2488.



TOMADO DE: "Design of concrete Airport Pavement" PORTLAND CEMENT ASSOCIATION
Nota. Todas las correlaciones son muy aproximadas. Para determinar CBR, K, etc. se requieren ensayos efectivos.

Figura 3-2. Relaciones entre las clasificaciones de suelos, índices C.B.R. y valores k

3.5.7 La categoría de presión de neumáticos debe determinarse como alta, mediana, baja o muy baja. El revestimiento de hormigón de cemento Portland y el revestimiento asfáltico de calidad buena a excelente, pueden soportar las presiones de neumáticos que se hallan comúnmente y deberían clasificarse como categoría de alta presión, sin límite alguno en cuanto a esta presión. Los revestimientos asfálticos de calidad inferior y los revestimientos de áridos o de tierra requerirán la limitación de las categorías inferiores (véase 3.3.4). La categoría de presión aplicable normalmente debería seleccionarse a base de la experiencia obtenida con el uso de las aeronaves. La presión de neumático más alta que se aplique, salvo que sea ocasional, por parte de las aeronaves usuarias, sin producir perjuicios observables, debería ser la base para determinar la categoría de presión de los neumáticos.

3.5.8 El elemento más importante de la evaluación de la "aeronave usuaria" es la determinación de la aeronave crítica y el número de clasificación del pavimento equivalente (PCN) para fines de notificación. Una vez determinado el tipo de pavimento y la categoría del terreno de fundación, la próxima etapa sería determinar el ACN de la aeronave que utilice el pavimento. Con este propósito, debería utilizarse la tabla de clasificación de aeronaves que se presenta en el Apéndice 5 o bien el documento sobre características de las aeronaves pertinentes, publicado por el fabricante. La comparación de las aeronaves que utilizan regularmente los pavimentos, con sus masas operacionales, utilizando la tabla mencionada o bien los documentos sobre las características pertinentes de las aeronaves, permitirá determinar la aeronave más crítica que utiliza el pavimento. Si las aeronaves usuarias fueran soportadas satisfactoriamente por el pavimento y no hubiera factores conocidos que indicaran que podrían soportarse aeronaves mucho más pesadas, el ACN de la aeronave más crítica debería notificarse como el PCN del pavimento. Entonces, toda aeronave que posea un ACN no mayor que este PCN puede utilizar la instalación del pavimento con una frecuencia de uso (tales como repeticiones mensuales) no mayor que la de la aeronave soportada actualmente, sin reducir la vida útil del pavimento.

3.5.9 Llegando a la aeronave crítica, sólo deberían considerarse aeronaves que utilizan el pavimento en forma continua, sin que el mismo presente deterioro. El uso ocasional del pavimento por una aeronave más exigente no es suficiente para asegurar su resistencia continua, aun si no se presentara deterioro evidente en el pavimento.

3.5.10 Tal como se indica, un PCN directamente seleccionado a base de la carga de la aeronave crítica evaluada, tiene en cuenta una intensidad de uso de aeronaves en el futuro, similar a la del momento de la evaluación. Si se previera un aumento importante en la utilización (repeticiones de carga de las ruedas), el PCN debería ajustarse hacia abajo para tener en cuenta el aumento. En la sección 3.4 se presenta un fundamento para este ajuste, que relaciona la magnitud de la carga con las repeticiones de la carga.

3.5.11 Pavimentos para aeronaves ligeras. Al evaluar los pavimentos previstos para aeronaves ligeras - de masa de 5 700 kg e inferior - no es necesario considerar la geometría del tren de aterrizaje de la aeronave ni el modo en que la carga de la misma se distribuye entre las ruedas. En consecuencia, no es necesario notificar la clase del terreno de fundación ni el tipo del pavimento; únicamente es preciso determinar y notificar la masa máxima admisible de la aeronave y la presión admisible máxima de los neumáticos. Con este objeto, deberían observarse las directrices anteriores sobre las técnicas para evaluar las "aeronaves usuarias".

3.5.12 Como el límite de 5 700 kg para las aeronaves ligeras representa cargas sobre el pavimento que sólo son de dos tercios o menos de las cargas comunes de carretera, la evaluación de los pavimentos que soportan tráfico debería ampliarse para considerar los vehículos terrestres pesados tales como camiones cisterna, camiones de bomberos, barrenieves, vehículos de servicio y similares. Esto también debe tenerse en cuenta en relación con los pavimentos para cargas limitadas.

3.6 Técnicas y equipos para la evaluación "técnica"

3.6.1 La evaluación técnica es el proceso de definición o de cuantificación de la capacidad de resistencia de un pavimento, mediante medición y estudio de las características del mismo y de su comportamiento bajo carga. Esto puede llevarse a cabo bien por una inversión del procedimiento de cálculo, utilizando parámetros y métodos de cálculo, aunque invirtiendo el proceso para determinar la carga admisible a partir de las características del pavimento, o también mediante una determinación directa de la respuesta del pavimento a las cargas, por uno o varios medios.

3.6.2 Conceptos sobre comportamiento del pavimento para cálculo y evaluación. Los conceptos de comportamiento convertidos en medios analíticos con los cuales pueden calcularse pavimentos para condiciones dadas de lugar y de tráfico de aeronaves, se designan generalmente como métodos de cálculo. Existen varios conceptos y muchos métodos específicos de cálculo. Por ejemplo, en el Capítulo 4 de este manual se explican con cierto detalle varios métodos de cálculo y evaluación.

3.6.2.1 Métodos anteriores. Los métodos antiguos para cálculo y evaluación de pavimentos flexibles se basaban en la experiencia y se ampliaron con la teoría. Los mismos realizaban ensayos de tipo índice para evaluar la resistencia del terreno de fundación y comúnmente también para evaluar la resistencia o la resistencia contribuyente de las capas de firme y de cimiento. Eran ensayos tales como el CBR, la resistencia de placa y muchos otros, especialmente para el cálculo de carreteras. Estos métodos primitivos, muy desarrollados, aún son métodos de uso primario para el cálculo de pavimentos de aeródromo. El método CBR adoptado para determinaciones del ACN como se menciona en el Capítulo 1 y en el Apéndice 2 de este manual, es un ejemplo excelente y los métodos francés y canadiense, que se describen en el Capítulo 4, son otros ejemplos de los métodos CBR y de carga por placa, respectivamente.

3.6.2.2 Prácticamente todos los métodos anteriores para calcular y evaluar los pavimentos rígidos hacen uso del modelo Westergaard (placa elástica en un fundamento Winkler) anque incluyen varias ampliaciones para tratar la fatiga, la relación de la carga nominal con la carga de rotura, los efectos de refuerzo de las capas de cimiento (o de firme), etc. Westergaard perfeccionó métodos para dos casos: carga en el centro de una losa de pavimento (de anchura infinita) y carga en el borde de una losa (por lo demás infinita). Aunque la mayoría de los métodos para pavimentos rígidos utilizan el estado de carga con losa central, otros utilizan el estado sobre el borde. En éstos se considera la transferencia de carga a la losa adyacente, aunque varían los medios de tratar la transferencia. Los ensayos de resistencia de placa se utilizan para determinar el apoyo del terreno de fundación (o del terreno de fundación y del cimiento), que es un elemento esencial de estos métodos de cálculo. Una vez más los primeros métodos convenientemente perfeccionados, continúan siendo la base principal en el cálculo de pavimentos para aeródromos. El método adoptado para la determinación del ANC (véanse el Capítulo 1 y el Apéndice 2) es un ejemplo excelente de esos métodos; en el Capítulo 4 se indican otros ejemplos.

3.6.2.3 Los métodos más modernos y fundamentales. Los esfuerzos continuos para basar el diseño de pavimentos en principios más fundamentales, han llevado a la preparación de métodos que tienen en cuenta la solicitación a la tensión-deformación de materiales y a los modelos teóricos racionales. Los progresos de la tecnología de la computadora han tenido como resultado que estos métodos, antes difíciles de abordar, sean ahora métodos prácticos que se resuelven con ayuda de la computadora.

3.6.2.4 El modelo teórico más popular para los nuevos métodos de cálculo es el sistema de capas elásticas. Las capas son de espesor finito y de extensión infinita en sentido lateral, salvo que la capa inferior (terreno de fundación) sea también de extensión infinita hacia abajo. La respuesta de cada capa se caracteriza por su módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson. Los valores de estos parámetros se determinan de diferente modo mediante ensayos de laboratorio de varios tipos, mediante ensayos en campo también de varios tipos con correlaciones o con derivaciones calculadas o simplemente por estimación de valores en los cuales las magnitudes no son críticas. Estos métodos permiten

calcular las tensiones, deformaciones y deflexiones de las cargas impuestas. Las cargas múltiples pueden tratarse por superposición de cargas simples. Comúnmente, la magnitud de la deformación en los puntos críticos (parte superior del terreno de fundación bajo carga, fondo de la capa superficial, etc.) se correlaciona con la performance prevista del pavimento para utilizar en el cálculo o en la evaluación. Aunque estos métodos se han aplicado preferentemente a los pavimentos flexibles, también se han visto casos de aplicación para el cálculo de pavimentos rígidos.

3.6.2.5 Aunque los modelos con capas elásticas son actualmente populares, se reconoce que la solicitación de tensión-deformación de los pavimentos, no es lineal. La disposición en capas permite la variación de la magnitud del módulo elástico de una capa a otra aunque no en sentido lateral dentro de cada capa. En algunos métodos se establece la influencia de la tensión dentro del módulo de elasticidad y se utiliza esta influencia en los modelos de elemento finito del pavimento, mediante métodos de cálculo iterativo, para establecer el módulo efectivo - elemento por elemento en la cuadrícula - y, en consecuencia, se produce un modelo más satisfactorio. También en este caso se calculan las deformaciones en los emplazamientos críticos y se las compara con las correlaciones del comportamiento previsto. Los modelos de elementos finitos se utilizan también para perfeccionar los aspectos geométricos específicos del modelo de los pavimentos rígidos, aunque esto entra en gran medida dentro de las aplicaciones de la investigación.

3.6.2.6 Métodos de respuesta bajo carga directa. Las teorías anteriormente aplicadas al comportamiento de los pavimentos indicaban una proporcionalidad entre la carga y la deflexión, de lo cual se infería que la deflexión debería ser un índice de la capacidad del pavimento para soportar cargas. Esto significaba asimismo que la deflexión del pavimento determinada para una carga particular aplicada podía ajustarse proporcionalmente para predecir la deflexión que resultaría bajo otras cargas. Esto representaba una base para la evaluación del pavimento. La verificación en campo, tanto por la experiencia como por la investigación, bien pronto indicó fuertes tendencias que relacionaban el comportamiento del pavimento con la magnitud de la carga y la deflexión y condujo a establecer deflexiones límites para la evaluación. Desde entonces se han llevado a cabo numerosos ensayos en condiciones controladas y muchas experiencias en campo cuidadosamente analizadas que confirman una estrecha relación entre la deflexión del pavimento y la vida útil, bajo repeticiones de cargas previstas (hasta la rotura), del pavimento sometido a la carga que causó esa deflexión. Con todo, esta relación, aunque estrecha, no se halla bien representada por líneas o curvas sencillas. Se trata de una banda bastante ancha dentro de la cual parecen intervenir muchos factores secundarios.

3.6.2.7 Esta relación estrecha que se ha establecido se utilizó y se sigue utilizando como fundamento para evaluar el pavimento, aunque las aplicaciones se han referido - hasta los últimos tiempos - a los pavimentos flexibles. Han sido más comunes los métodos a base de los ensayos de placa y se ha preferido la placa estándar de 762 mm de diámetro. Ejemplos de esta clase son el método LCN y el método canadiense que se utiliza desde hace tiempo (véase el Capítulo 4). Las deflexiones bajo cargas reales de las ruedas (o entre las gemelas de trenes de dos y de cuatro ruedas) son la base de algunos métodos rápidos muy similares a los métodos de placa. El método de viga Benkelman, así como otros métodos que se utilizan para carreteras, aplicables para evaluar los pavimentos para aeronaves ligeras (véase la práctica canadiense en el Capítulo 4).

3.6.2.8 Hay varias razones por las cuales se popularizó el equipo de carga dinámico del pavimento. Las cargas sobre placas estáticas de la magnitud de carga de la rueda no son transportables ni se las repone fácilmente. Las cargas dinámicas aplican una carga punzante que se parece mucho más al impulso inducido por una rueda que pasa. La carga dinámica repetida representa con mayor exactitud las cargas repetidas del tráfico sobre ruedas. Pero era más importante el desarrollo de sensores que simplemente podían colocarse sobre el pavimento o la placa sometida a carga y que mediría la deflexión (desplazamiento vertical). Como consecuencia, se construyó una serie de equipos para cargas dinámicas. Inicialmente se trataba de dispositivos para aplicaciones en las carreteras y más tarde se crearon dispositivos más pesados para los pavimentos de los aeródromos. Estos van desde los dispositivos ligeros que producen cargas inferiores a 1 000 kg hasta el dispositivo pesado que se describirá más tarde en este capítulo en relación con los métodos

de evaluación no destructivos de la FAA de los Estados Unidos (véase 3.6.5). Todos los dispositivos de aquellos tiempos utilizaban masas de vaivén que podían producir cargas de impulsos entre crestas hasta de dos veces aproximadamente la carga estática. Las cargas por impulsos son en esencia sinuzoidales y de régimen permanente. En algunos dispositivos se puede variar la frecuencia y la carga (pero no la carga estática, salvo en el caso de sobrecargas). Algunos dispositivos dinámicos más modernos - que parece que se están tornando rápidamente populares - comprenden una masa de caída. Estos dispositivos pueden aplicar cargas superiores al doble de la masa estática y pueden variar la magnitud de la fuerza modificando la altura de caída. Los impulsos inducidos son repetitivos pero no permanentes y la frecuencia es la natural de la combinación del dispositivo y del pavimento. Los dispositivos dinámicos se aplican prácticamente del mismo modo que los métodos estáticos que se trataron en 3.6.2.7. Algunos de ellos pueden utilizarse para generar datos sobre la respuesta de tensión-deformación de los materiales del pavimento, lo cual se tratará más adelante.

3.6.2.9 Aportes esenciales a los métodos de cálculo de pavimentos. Los parámetros que determinan el comportamiento de los elementos (capas) de un pavimento dado dentro del modelo dentro del cual se efectúa el cálculo, varían desde el CBR y otros ensayos del tipo índice de los métodos antiguos de pavimento flexible, y los ensayos con placa de carga del pavimento rígido de Westergaard y algunos métodos de pavimentos flexibles hasta los métodos con valores de tensión-deformación y de módulo que se emplean en los métodos modernos más fundamentales.

3.6.2.10 Los ensayos CBR para determinar la resistencia de los terrenos de fundación y de otras capas de pavimentos no ligadas para utilizar en el cálculo o en la evaluación deberían ser tal como se describe en el método particular que se emplea (Francia, Estados Unidos/FAA y otros), aunque en general serán como se establece en la ASTM D1883, "Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils for Laboratory Test Determinations". Los ensayos CBR de campo, que se efectúan en el lugar mismo, son preferibles a los de laboratorio siempre que sea posible y esos ensayos deberían llevarse a cabo de acuerdo con las directrices siguientes (de la norma militar 621A de Estados Unidos).

3.6.2.11 Ensayos CBR en campo y en el lugar

a) Esos ensayos se emplean para el cálculo bajo una de las condiciones siguientes:

1) cuando la densidad local y el contenido de agua son tales que el grado de saturación (porcentaje de huecos llenados con agua) es del 80% o mayor;

2) cuando el material es de grano grueso y sin cohesión, de manera que no se vea afectado por los cambios del contenido de agua; y

3) cuando la construcción se llevó a cabo varios años antes. En este último caso, el contenido de agua realmente no resulta constante pero parece fluctuar dentro de una gama bastante estrecha y el ensayo sobre el terreno se considera como un índice satisfactorio de la capacidad de soportar cargas. No puede establecerse absolutamente el tiempo necesario para que el contenido de agua se estabilice, aunque el tiempo mínimo es aproximadamente de tres años.

b) Penetración. Nivélese la superficie que ha de probarse y elimínese todo material suelto. Sígase después el procedimiento que se describe en la ASTM D1883.

c) Número de ensayos. Deberían llevarse a cabo tres ensayos CBR en el lugar, en cada elevación ensayada en la capa base y en la superficie del terreno de fundación. Sin embargo, si los resultados de estos tres ensayos en cualquier grupo no presentaran un acuerdo razonable, deberían efectuarse más ensayos en el mismo lugar. Un acuerdo razonable entre tres ensayos

en los cuales el CBR sea inferior a 10 permite una tolerancia de 3; si el CBR fuera de 10 a 30, una tolerancia de 5 y si el CBR fuera de 30 a 60, una tolerancia de 10. Para los CBR superiores a 60, las variaciones de las lecturas individuales no revisten una importancia particular. Por ejemplo, los resultados reales de ensayos de 6, 8 y 9 son razonables y pueden promediarse como 8; los resultados que indiquen 23, 18 y 20 son razonables y pueden promediarse como 20. Si los primeros tres ensayos no se encontraran dentro de la tolerancia indicada, se efectuarán tres ensayos más en el mismo lugar y el promedio numérico de los seis se utilizará como CBR en ese emplazamiento.

d) Contenido de humedad y densidad. Una vez realizado el ensayo CBR, se obtendrá una muestra en el punto de penetración para determinar el contenido de humedad y 10 a 15 cm desde el punto de penetración, para determinar la densidad.

3.6.2.12 Los ensayos con placa de carga para determinar el módulo de reacción del terreno de fundación para el análisis Westergaard al efectuar la evaluación o el cálculo, deberían realizarse de acuerdo con los procedimientos del método empleado, o tal como se indica en la ASTM D1196, "Non Repetitive Static Plate Load Tests of Soils and Flexible Pavement Components for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements" o en la ASTM D1195, "Repetitive Static Plate Load Tests of Soils and Flexible Pavement Components, for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements". Los procedimientos se refieren asimismo al cálculo de pavimentos flexibles, como indican los títulos de las normas. La práctica de Canadá, tal como se describe en el Capítulo 4, utiliza el método de la ASTM. El método canadiense abarca también la utilización de placas de otros tamaños y las directrices de los métodos canadienses que se describen en el Capítulo 4 pueden utilizarse para ensayos estáticos o dinámicos con placas de tamaño estándar, sea para determinar los valores del coeficiente del terreno de fundación o para utilizar directamente en la evaluación de los pavimentos.

3.6.2.13 Los métodos y valores convencionales que se utilizan para determinar el módulo de elasticidad, E, y el coeficiente de Poisson, μ, se utilizan para describir el comportamiento de la estructura de la capa de hormigón en los análisis Westergaard de pavimentos rígidos. Comúnmente, se considera que el coeficiente μ es de 0,15. El módulo de elasticidad, E, debería determinarse por ensayo del hormigón y normalmente se hallará entre 25 000 y 30 000 MPa.

3.6.2.14 Los valores del módulo de elasticidad y del coeficiente de Poisson se necesitan para cada capa de un sistema de capas elásticas y los mismos pueden determinarse de varios modos. El coeficiente de Poisson no es un parámetro crítico y comúnmente se considera que es de 0,3 a 0,33 para los agregados áridos y de 0,4 a 0,5 para los materiales de grano fino o plástico. Como los métodos para determinar los módulos de elasticidad son variados y como la solicitación de tensión-deformación del suelo y de los materiales áridos no es lineal (no es proporcional), los valores que se han encontrado para un material dado, por los diferentes medios, no son la misma ni la única cantidad que cabría esperar a base de consideraciones teóricas ideales. A continuación se indican algunos medios por los cuales pueden determinarse los valores de elasticidad para utilizar en modelos teóricos (tales como el de capas elásticas) con referencia al comportamiento del pavimento.

a) Valores del módulo de elasticidad para materiales del terreno de fundación en especial, pero también para otras capas de pavimento, excepto los materiales asfálticos o con cemento, pueden determinarse a partir de las correlaciones con los ensayos de resistencia con tipo de índice. El más común es la correlación con CBR, en la cual E = 10 CBR MPa.

b) La respuesta (módulo) de tensión-deformación puede determinarse por ensayo directo de probetas preparadas o extraídas del terreno, aunque casi nunca son satisfactorias. La respuesta se ve demasiado afectada por la preparación o por la perturbación de la muestra para que sea representativa.

c) Se ha hallado que las probetas preparadas, y en algunos casos probetas de muestras del terreno, pueden verse sometidas a cargas repetidas para proporcionar - después de un número dado de ciclos de carga - un módulo razonablemente representativo o una curva de respuesta de tensión-deformación. El módulo de elasticidad determinado de este modo se considera como módulo de resiliencia y actualmente se lo prefiere - de alguna forma - para los análisis elásticos por capas. Los ensayos pueden ser triaxiales, de tracción indirecta, también de compresión no limitada y puede haber otros. Las cargas pueden ser de forma ondulatoria regular (sinusoidal, etc.), pero comúnmente adoptan la forma de un impulso de carga seleccionada con demoras entre impulsos para que representen mejor las ruedas que pasan. El módulo de resiliencia puede determinarse para los materiales asfálticos mediante algunos de estos ensayos y otros de naturaleza similar, pero la temperatura es de la mayor importancia tanto para el ensayo como para la aplicación del módulo para las capas asfálticas. Los módulos para las diversas capas del pavimento se toman de estos ensayos por tipo y se los utiliza directamente en los análisis de los sistemas por capas, aunque con frecuencia se presentan problemas o cuestiones de validez.

d) Cuando el ensayo dinámico con placa de carga se lleve a cabo en los pavimentos existentes, es posible disponer lo necesario para medir la velocidad de propagación de las ondas de tensión dentro de los pavimentos. Se han preparado métodos para deducir el módulo de elasticidad de cada capa - exceptuando por lo general la capa o capas superiores - del pavimento, a partir de esas mediciones de la velocidad. Aunque los módulos determinados de este modo a veces se utilizan directamente en los análisis por capas, las determinaciones se refieren a deformaciones tan pequeñas que los valores representan módulos tangentes para relaciones de tensión-deformación en curva, mientras que los módulos para niveles de tensión mayores (tensión activa) deberían ser inferiores. Se utilizan las determinaciones obtenidas por estos medios, ajustadas según un criterio o según algún medio analítico establecido.

e) El módulo del terreno de fundación es el parámetro más importante y algunos análisis utilizan uno de los métodos citados para determinar un módulo para el terreno de fundación y seleccionan los módulos de otras capas, en forma directa sobre la base del criterio o mediante algún proceso numérico (tal como dos veces el módulo de la capa subyacente o la mitad del módulo de la capa superpuesta), ya que los valores precisos no son críticos.

f) Utilizando módulos derivados en forma seleccionada o simplificada para todas las capas, excepto el terreno de fundación, es posible calcular un valor para el módulo del terreno de fundación, utilizando el análisis por capas elásticas y las deflexiones de placa o por carga de las ruedas. Esto se lleva a cabo para ciertos análisis.

g) Existe actualmente mucho interés en el uso de la teoría por capas elásticas y en la aplicación de las deflexiones determinadas en campo, de los ensayos de pavimentos bajo cargas dinámicas para los puntos que se encuentran debajo del centro de carga y en diferentes posiciones desplazadas a partir del centro de carga. Utilizando la computadora iterativa, pueden calcularse los módulos del terreno de fundación y de varias capas sobre el mismo. Estos módulos calculados se utilizan entonces en el modelo por capas para calcular las deformaciones en los lugares críticos con el propósito de predecir la performance del pavimento.

3.6.2.15 Los métodos de elementos finitos permiten formular modelos de pavimento que no sólo pueden tener en cuenta las capas sino tratar la respuesta de tensión-deformación no lineal (en curva) que se encuentra en la mayoría de los materiales para pavimentos. Una vez más existe el requisito de disponer de los coeficientes de Poisson y de los módulos de elasticidad, pero los mismos tienen que determinarse ahora para cada capa del pavimento como función de la carga o del estado de tensión existente en cualquier punto del modelo (en cualquier elemento finito). Las relaciones de los módulos se establecen a base de ensayos de laboratorio y lo más común es realizar ensayos de carga triaxiales repetidas. Generalmente, los casos adoptan la forma siguiente, aunque hay variantes.

a) Para materiales granulares:

$$M_r = E = K_1 \theta^{k_2}$$

ó

$$M_r = E = K_3 \sigma_3 k_4$$

b) Para terrenos de grano fino:

$$M_r = E = K_5 \sigma_d^{k_6}$$

donde:

M_r - módulo de resiliencia

E - módulo de elasticidad

θ - tensión por unidad de volumen = $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ ó $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$ (suma de 3 tensiones normales mutuamente perpendiculares en un punto)

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - tensiones principales

σ_3 - tensión limitada en la probeta triaxial

σ_d - tensión de deflexión = $\sigma_1 - \sigma_3$

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$ - constantes halladas por ensayo.

3.6.3 Evaluación por inversión del cálculo. Para calcular un pavimento es preciso seleccionar el método de cálculo. Determínense entonces los espesores y las características aceptables de los materiales para cada capa y la superficie de rodamiento, teniendo en cuenta el terreno de fundación sobre el cual descansará el pavimento y la magnitud e intensidad de la carga del tráfico que debe soportarse. Para la evaluación, el procedimiento debería invertirse, ya que el pavimento se encuentra en existencia. Es preciso establecer el carácter del terreno de fundación y el carácter de cada capa de la estructura, incluso la superficie, a partir de lo cual puede determinarse la magnitud máxima admisible y la frecuencia de la carga admisible de las aeronaves, utilizando un método de

cargo seleccionado a la inversa. No es necesario que el método de cálculo seleccionado para la evaluación sea el método por el cual se calculó el pavimento; los parámetros indispensables, que caracterizan el comportamiento de los diferentes materiales (capas), deben ser los que se utilizaron en el método de cálculo seleccionado.

3.6.3.1 El método y los elementos del cálculo. Debe comenzarse por seleccionar el método de diseño cuyo orden ha de invertirse para la evaluación. A continuación es preciso evaluar los elementos de cálculo propios del pavimento existente, de acuerdo con el método que se haya seleccionado.

a) Debe determinarse el espesor de cada capa. Los datos pueden obtenerse de los registros de la construcción o bien pueden exigir la extracción de núcleos de muestra o bien la perforación de hoyos para medir el espesor de las capas.

b) Deben determinarse la resistencia y el carácter del terreno de fundación. También en este caso pueden consultarse los registros de la construcción para obtener la información necesaria en forma directa o bien transfiriendo la información a la forma necesaria para adaptarla al método de cálculo seleccionado. De lo contrario será preciso obtener la información necesaria de estudios realizados en el lugar mismo. En 3.6.2.9 a 3.6.2.14 pueden apreciarse los numerosos métodos de tratamiento del terreno de fundación según los diferentes métodos de cálculo. Puede ser necesario efectuar perforaciones para permitir pruebas de penetración o de placas o bien la obtención de muestras de materiales del terreno de fundación para ensayos en laboratorio. Puede ser posible realizar ensayos de muestreo o de penetración en los agujeros dejados por los núcleos. Puede ser necesario efectuar ensayos de deflexión bajo carga superficial dinámica o estática o bien de propagación de ondas. Pueden obtenerse directrices concretas sobre los detalles del método de cálculo seleccionado para utilizar en la evaluación.

c) Debe determinarse también la resistencia y el carácter de las capas en el terreno de fundación y en la superficie. Los problemas son prácticamente los mismos que para el terreno de fundación (véase b)) y las directrices han de provenir del método de cálculo que se haya seleccionado.

d) La mayoría de los procedimientos de cálculo de pavimentos rígidos requieren un módulo de elasticidad y una tensión de flexión límite para el hormigón. Si estos datos no se encontraran en los requisitos de construcción, deberían determinarse por ensayo sobre muestras extraídas del pavimento (véase la norma ASTM C 469 - modulus of elasticity y ASTM C683 - flexural strength). En el caso de las capas de hormigón armado o pretensado, hay que tener en cuenta los detalles del método de cálculo seleccionado.

e) Es preciso caracterizar las capas de la superficie o del recubrimiento asfáltico para que estén de acuerdo con el método de cálculo seleccionado y para permitir determinar cualquier limitación de presión de los neumáticos que pudiera ser necesaria. La información puede encontrarse en los registros de la construcción o bien llevando a cabo los ensayos necesarios. Los datos sobre la temperatura del pavimento pueden ser necesarios para coadyuvar en la evaluación de la respuesta de tensión-deformación o los efectos de la presión de los neumáticos sobre la carga asfáltica.

f) Es preciso tener en cuenta toda consideración especial de efectos de helada en el método de cálculo seleccionado o para el clima de la zona, y determinarse su repercusión sobre la evaluación.

g) Las repeticiones de carga acumuladas a las cuales se ve sometido el pavimento son un elemento de cálculo importante; tanto el tráfico anterior como el tráfico futuro previsto pueden ser factores para la evaluación. Véase 3.4 en relación con la evaluación del tráfico. En algunos métodos

de cálculo es suficiente considerar que el tráfico que se soporta sin inconvenientes representa el tráfico futuro y que la carga límite establecida por la evaluación es para la intensidad del tráfico. Esta hipótesis es propia de las transposiciones entre la masa de la aeronave y el ACN (o a la inversa), del método ACN-PCN. Sin embargo, muchos métodos no requieren una carga o una magnitud de repeticiones de tensiones como fundamento para seleccionar una deflexión o una deformación límite que se necesita para la evaluación límite de la carga.

A partir del método de cálculo seleccionado y de las cantidades establecidas para los elementos de cálculo, puede establecerse la carga o la masa límite para toda aeronave que haya de usar el pavimento.

3.6.4 Evaluación directa o no destructiva. La evaluación directa comprende la carga de un pavimento, la medida de su respuesta, generalmente en términos de deflexión bajo carga y a veces también en puntos desplazados de la carga, para indicar la forma del ámbito de la deflexión y por último la deducción de la capacidad portante prevista, a partir de las mediciones. Estos conceptos se tratan en 3.6.2.6, 3.6.2.7 y 3.6.2.8.

3.6.4.1 Métodos estáticos. Los métodos estáticos comprenden la puesta en posición de las placas o ruedas, la aplicación de las cargas y la medición de las deflexiones. Las cargas sobre placas requieren una reacción por la cual se ejerce trabajo al aplicar la carga, mientras las ruedas pueden rodar hasta el lugar y después alejarse. El LCN original para los pavimentos flexibles, preparado por el Reino Unido pero utilizado en muchos lugares, es un ejemplo excelente de método estático directo. En el método de Canadá, para pavimentos flexibles o rígidos, se utilizan cargas y deflexiones sobre placas pero de una manera menos directa (véase el Capítulo 4). Estos métodos directos dependen de una correlación entre la actuación del pavimento y la deflexión resultante de la carga del tipo que se indica en la Figura 3-3. Aquí se impone una advertencia ya que esas correlaciones pueden interpretarse mal. Las mismas no indican la deflexión que se ha de medir bajo carga después que se la ha aplicado cierto número de veces. Las deflexiones del pavimento son prácticamente las mismas, ya se efectúen al comienzo o al final de su vida útil (después de un ajuste inicial y antes de que se produzcan deterioros terminales). Estas correlaciones indican el número de repeticiones que pueden aplicarse al pavimento en virtud de la carga que causó la deflexión antes de que el pavimento se rompiera. Se establecen correlaciones mediante medición de las deflexiones de pavimentos en estado satisfactorio y estableciendo sus antecedentes de tráfico. Los métodos rápidos de deflexión para la evaluación que se describen a continuación representan un buen ejemplo de método estático.

3.6.4.2 Métodos rápidos basados en la deformación. Estudios y observaciones llevados a cabo por muchos investigadores, han puesto de manifiesto que existe una efectiva correlación general entre la deformación vertical de un pavimento bajo una carga de rueda y el número de aplicaciones (repeticiones) de tránsito de esa carga de rueda, que darán como resultado un considerable deterioro (rotura) del pavimento (véase Figura 3-3). Esto proporciona la base para establecer un medio rápido y sencillo de evaluar la capacidad de resistencia en el pavimento. Las referencias a varias de estas curvas se indican a continuación:

Transport and Road Research Laboratory Report LR 375 (G.B.);

California Highways Research Report 633128;

Informe presentado por Gschwendt y Poliacek en la Tercera Conferencia Internacional sobre cálculo de la estructura de los pavimentos asfálticos; y

Nota presentada por Joseph y Hall, en la conferencia citada.

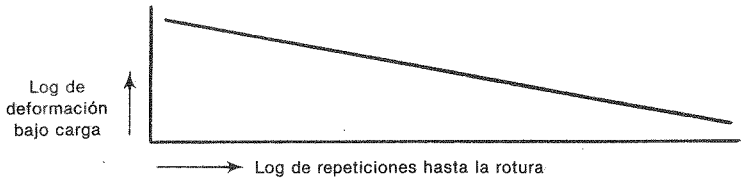


Figura 3-3

3.6.4.3 Aunque estas relaciones obedecen a un patrón muy definido, la dipersión de puntos específicos es considerable. Por ello, al servirse de estas relaciones para evaluaciones rápidas de pavimento, habrá que aceptar o bien el conservadurismo de una curva limitadora o la falta de confianza dimanante de la amplia dispersión de puntos, o quizás una solución intermedia entre ambos extremos. En todo caso, estas relaciones proporcionan un medio de evaluación sencillo y relativamente barato. El procedimiento para llevar a cabo tal evaluación es como sigue:

a) medir el asiento que produce una carga importante de rueda, en un lugar crítico seleccionado del pavimento. Pueden utilizarse configuraciones de ruedas simples o múltiples;

   1) emplazar las ruedas de la aeronave en una zona crítica;

   2) marcar puntos de medición a lo largo del pavimento, según se indica en la Figura 3-4 a);

   3) dirigir visuales a cada punto, y registrar las lecturas de mira;

   4) separar la aeronave y repetir las lecturas;

   5) llevar gráficamente, a título de asientos del pavimento, las diferencias de lecturas de mira. Véase Figura 3-4 b); y

   6) unir los puntos por una línea continua para estimar la flecha (asiento máximo) debajo del neumático;

b) trazar un gráfico de carga en función de la deformación máxima, según se ilustra en la Figura 3-4 c);

c) combinar, con la curva anterior, la curva de asiento en función de las repeticiones hasta la rotura, a fin de proporcionar una evaluación de la capacidad de carga del pavimento, para el tren utilizado al determinar el asiento;

   1) determínense las repeticiones de la carga (o repeticiones equivalentes, como se explica en 3.4) que se prevé que ha de sufrir el pavimento antes de la rotura;

2) a partir de una correlación del tipo que se indica en la Figura 3-3, determínese la deformación para las repeticiones hasta la rotura; y

3) a partir de la relación establecida de carga hasta la deformación del tipo que se indica en la Figura 3-4, determínese la resistencia del pavimento en función de la magnitud de carga admisible sobre la rueda utilizada para medir la deformación;

d) seguir el procedimiento descrito en el Capítulo 1 para determinar cómo la resistencia evaluada del pavimento se relaciona con el PCN. Las aeronaves cuyo ACN no sea mayor que este PCN pueden utilizar el pavimento sin sobrecargarlo. Para obtener información sobre el ACN en función de la masa, véase el Apéndice 5.

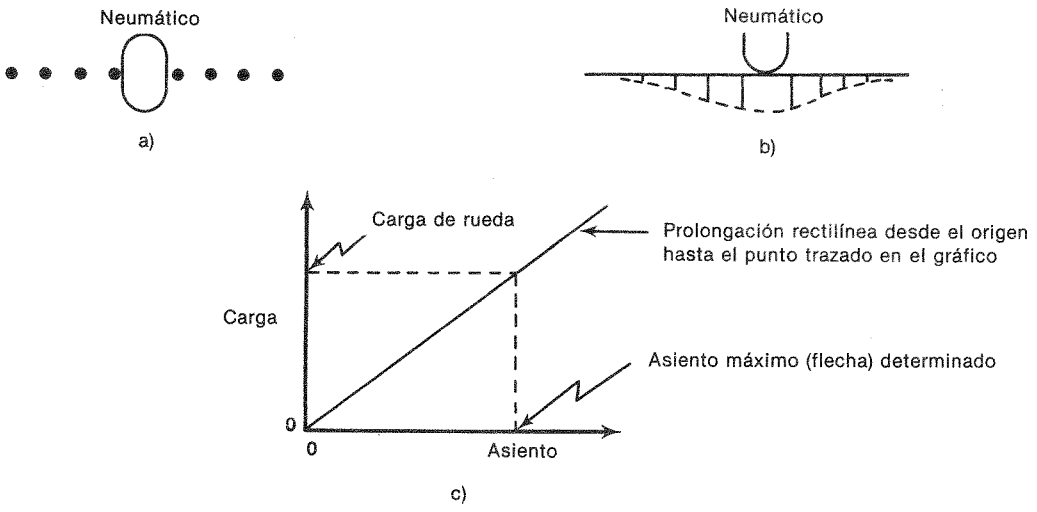


Figura 3-4

3.6.4.4 Puede seguirse un procedimiento similar empleando un gato hidráulico y una placa de soporte cargada, operando debajo de un punto de levantamiento de un ala de avión o cualquier otra carga de reacción conveniente. Puede determinarse la configuración completa de la curva carga/deformación y pueden usarse flexímetros, montados en una viga larga, que sirva de referencia, en vez de los métodos ópticos de topografía. Disponiendo una abertura adecuada de acceso, puede medirse la flecha directamente bajo el centro de la carga. Los resultados pueden tratarse del mismo modo que en el caso de una rueda simple aislada.

3.6.4.5 Los métodos utilizados para la medición de la deflexión bajo carga en las carreteras, tales como el método de la viga Benkleman, pueden utilizarse para trazar diagramas de deflexión en función de la carga. Los resultados se tratan como se indica en la Figura 3-4 para extrapolar cargas a base de las cargas de rueda simple de aeronave, las cuales, utilizando un gráfico como el de la Figura 3-3, permiten evaluar la resistencia del pavimento bajo carga de rueda simple. Con esta base, la masa límite de aeronaves sobre pavimentos, para el caso de aeronaves ligeras, puede determinarse directamente y notificarse de acuerdo con el Capítulo 1, 1.2. Si interviniera una placa de gran carga o elevadas presiones de neumáticos, puede ser necesario ajustar los valores entre las características de carga simple utilizadas para la determinación del tipo que se indica en la Figura 3-4 (3.6.4.3 a)) y la masa límite de aeronave notificada que se admita o las cargas críticas del vehículo que se compara con la masa límite. Para estos ajustes pueden seguirse los procedimientos del Apéndice 2 o un método seleccionado de cálculo de pavimentos.

Los límites en los pavimentos para aeronaves de gran peso pueden determinarse como se indica en 3.6.4.3 d). Debería tomarse nota de que los estudios recientes indican que la extrapolación de las relaciones de deflexión bajo carga (como en la Figura 3-4 c)) a partir de datos de cargas reducidas, tomadas en pavimentos de gran resistencia, no dan resultados fiables. Desafortunadamente, no se establecen los límites de extrapolación para lograr resultados confiables.

3.6.4.6 Métodos dinámicos. En estos métodos se utiliza un dispositivo de carga dinámica que se monta para desplazarse en un vehículo o en un remolcador y que se hace bajar para ponerlo en posición sobre el pavimento. Estos dispositivos utilizan masas contrarrotativas, masas de vaivén accionadas hidráulicamente o pesas (masas) de caída, para aplicar una serie de impulsos, sea en forma continua por las masas de vaivén o rotativas o bien con atenuación, por la masa de caída. La mayoría de los métodos utilizan la carga a través de una placa, aunque algunos dispositivos más pequeños utilizan ruedas o plataformas rígidas. En todos los métodos se utilizan instrumentos (sensores) inerciales, que una vez colocados sobre la superficie del pavimento o en la placa de carga pueden medir el desplazamiento (deflexión) vertical. La carga dinámica se determina generalmente mediante una célula de carga a través de la cual se pasa la carga a la placa. La comparación de la carga aplicada y del desplazamiento medido proporciona las relaciones de carga/deflexión del pavimento que se ensaya. Los desplazamientos se miden siempre en forma directa bajo la carga pero también se los mide en otros puntos a distancias indicadas a partir del centro de la carga. Por lo tanto las relaciones de carga/deflexión se determinan no sólo para el eje de la carga (punto de deflexión máxima) sino también en puntos desplazados, que indican la curvatura o la forma (pendiente) de la cuenca de deflexión. Los dispositivos son de tamaño variado, desde algunos bastante complejos, para utilizar en carreteras, que aplican cargas inferiores a 1 000 kg hasta el gran aparato que se describe en el método de ensayo no destructivo de la FAA de Estados Unidos, que se presenta en 3.6.5. Algunos de los sistemas de masa contrarrotativa y de vaivén pueden variar la frecuencia de la carga dinámica y algunos de éstos y los dispositivos de masa en caída, pueden variar la carga aplicada.

3.6.4.7 Es posible medir el tiempo de las ondas de tensión inducidas por la carga dinámica, en su paso de un sensor hasta el siguiente y calcular la velocidad a partir de la diferencia de tiempo y de distancia entre sensores. Algunos métodos dinámicos utilizan estas mediciones de velocidad para evaluar la resistencia o la respuesta en tensión/deformación del terreno de fundación y de las capas superiores del pavimento, para utilizar en varios métodos de cálculo. La velocidad de la onda de cizallamiento, v, se relaciona con el módulo de elasticidad, E, por la relación:

$$v = \frac{1}{2}\left[\frac{E}{(1+\mu)\rho}\right]$$ (Véase Barkan: "Dynamics of Bases and Foundations")

En los casos en que pueda estimarse satisfactoriamente el coeficiente de Poisson, μ, (véanse 3.6.2.13 y 3.6.2.14), la densidad, ρ, del terreno de fundación de la capa del pavimento (cimiento-firme) puede determinarse por medición o bien estimarse satisfactoriamente. Los valores del módulo determinados de este modo se utilizan directamente o modificados en los modelos de cálculo teórico, o bien se los utiliza con correlaciones para proyectar la resistencia del terreno de fundación y de otras capas en términos del CBR; el coeficiente del terreno de fundación, k, y magnitudes similares del índice de resistencia. Puede ser necesario emplazar los sensores utilizados en las mediciones de velocidad a distancias mayores a partir de la carga que las que se utilizan para determinar la forma de la cuenca de deflexión. Igualmente, el dispositivo dinámico debe estar en condiciones de variar la frecuencia, ya que las diferentes capas de pavimentos responden a frecuencias preferentes que es necesario hallar, e inducir la energía de carga dinámica en la frecuencia preferente para determinar la velocidad de propagación de energía ondulatoria en cada capa.

3.6.4.8 Aplicación de las mediciones por los métodos dinámicos. Las deflexiones en las posiciones central y desplazada y las velocidades de tensión-onda, se determinan de diferente modo según el equipo y los métodos dinámicos que se utilicen y se aplican para evaluar el pavimento de varios modos.

a) Se efectúan correlaciones directas entre la deflexión bajo carga en la respuesta del pavimento y la carga dinámica y en el comportamiento del pavimento. Las correlaciones se establecen a partir del ensayo de carga dinámica del pavimento para el cual se establece el comportamiento. Los métodos de evaluación no destructivos de la FAA de los Estados Unidos que se presentan en 3.6.5, representan ejemplos excelentes.

b) Las mediciones a partir de los métodos dinámicos, en forma directa o con extrapolación, pueden proporcionar información sobre la carga de placa. Esto puede servir como entrada - con un tamaño de placa adecuado o según otras conversiones - para métodos tales como el LCN o los procedimientos de Canadá. Utilizados en forma directa en los terrenos de fundación o en otras capas con correlaciones establecidas, los coeficientes del terreno de fundación pueden determinarse para los análisis de Westergaard.

c) La forma de la cuenca de deflexión establecida con los sensores colocados en puntos desplazados a partir del eje de la carga, se utiliza en algunos métodos - especialmente en las carreteras - para dar cuenta de la rigidez general y en consecuencia el carácter de distribución de la carga por la estructura del pavimento. Pero el uso directo para establecer la evaluación de la capacidad de la carga no ha tenido éxito.

d) La deflexión medida bajo carga dinámica se utiliza para establecer el módulo de elasticidad del terreno de fundación en los modelos teóricos de pavimentos. Las constantes elásticas (módulo y coeficiente de Poisson) de las demás capas se establecen por hipótesis o por ensayo y el módulo del terreno de fundación se calcula utilizando los valores de carga, la deflexión medida y el modelo de pavimento; esta es en general la teoría elástica por capas.

e) En los métodos más modernos se utilizan programas de computadora para las capas elásticas, la carga aplicada, las deflexiones medidas en varios emplazamientos desplazados y en el centro, con medios de cálculo iterativo, con el propósito de establecer módulos elásticos para todas las capas del pavimento objeto del modelo.

f) Los modelos teóricos con constantes elásticas (como en d) y e)) se utilizan para calcular la tensión en flexión de la capa superior, bajo carga o bajo deformación vertical en la parte superior del terreno de fundación, bajo la carga, o sea en los emplazamientos que se consideran críticos para los pavimentos flexibles. La tensión o la deformación a la flexión en una losa de pavimento rígido puede calcularse de un modo similar. Los valores obtenidos se comparan con los valores de deformación (o de tensión) de las correlaciones establecidas con la performance del pavimento. En la bibliografía se encuentran muchos ejemplos de estas correlaciones.

1) 1977 International Air Transportation Conference, ASCE Proceedings - informe de Monismith.

2) The Design and Performance of Road Pavements, por D. Croney - Transport and Road Research Laboratory, Reino Unido - Capítulos 13 y 15.

3) Fatigue of Compacted Bituminous Aggregate Mixtures, ASTM - STP508.

4) Symposium on Nondestructive Test and Evaluation of Airport Pavement - noviembre de 1975, Vicksburg, Miss; publicado en mayo de 1976 por U.S. Army Engineer - Informes WES por Nielsen y Baird.

5) Pueden encontrarse fácilmente otros ejemplos en la bibliografía sobre pavimentos de los últimos 10 años.

g) Las mediciones de velocidad de las ondas de tensión se utilizan para establecer las características de las capas del pavimento, sin tomar muestras. Los módulos de elasticidad de las capas del pavimento se calculan a partir de estas mediciones y se los utiliza directamente en los modelos teóricos o bien se los ajusta para que representen de una manera más exacta los módulos con deformaciones mayores, por lo que se los utiliza en los modelos. Los valores CBR se calculan a partir de las correlaciones CBR y los módulos elásticos calculados, comúnmente, de E=10 CBR en MPa. De modo similar puede calcularse el módulo de reacción del terreno de fundación, k, y otros valores de resistencia de ese tipo.

3.6.4.9 Notificación de la resistencia del pavimento. Para notificar la información sobre la resistencia del pavimento, deben establecerse los cuatro elementos que se indican en el Anexo 14 y en el PCN.

a) Tipo de pavimento. Se considera que el pavimento es rígido (clave R) si la capacidad de distribución de la carga primaria es proporcionada por una capa de hormigón de cemento Portland, PCC, simple, armado o pretensado y esa capa no se encuentra tan quebrantada que ya no se la pueda utilizar para actuar como una losa de distribución de la carga. También podría considerarse rígido un pavimento que haga uso primario de una capa estabilizada gruesa y fuerte y que, en consecuencia, sea mucho más delgada que un pavimento flexible equivalente que no utilice capa estabilizadora (tal como las estructuras LCF de Newark). Todos los demás pavimentos deberían indicarse como flexibles (clave F), incluso las fajas con superficie de áridos o de tierra y los revestimientos de emergencia de esteras para aterrizaje de uso militar.

b) Resistencia del terreno de fundación. Debe evaluarse la categoría de resistencia del terreno de fundación como de alta resistencia (A), resistencia mediana (B), resistencia baja (C) o resistencia ultrabaja (D). Si interviniera directamente el CBR o el coeficiente de reacción del terreno de fundación, la selección de la categoría puede efectuarse directamente a partir de los límites indicados en el Anexo 14. De lo contrario, la categoría debe determinarse a partir de una correlación entre el parámetro de resistencia del terreno de fundación utilizado para la evaluación y el CBR o el coeficiente del terreno de fundación; o bien se lo determina directamente según otro criterio. Para el caso de resistencias del terreno de fundación en el límite entre la selección de categorías de resistencia baja (débil), es preciso actuar con prudencia para proteger el pavimento de sobrecargas.

c) Presión de neumáticos. La categoría de presión de los neumáticos debe evaluarse como alta (W), mediana (X), baja (Y) o muy baja (Z). En los casos en que la superficie sea de PCC, la categoría alta es prácticamente siempre la que corresponde. Las superficies o revestimientos asfálticos de alta calidad deberían aceptar fácilmente presiones de neumáticos de alta categoría, mientras que en el caso de la categoría muy baja sólo es necesario que soporten presiones normales de neumáticos de camión. Las categorías mediana y baja se encuentran por debajo y por encima de estos límites, respectivamente. En algunos métodos de cálculo se establecen espesores mínimos para la capa asfáltica en relación con las presiones de los neumáticos (véase el método de Canadá en el Capítulo 4) y los mismos pueden ser útiles para seleccionar la categoría de presión de neumáticos. En algunos métodos se indican directamente las presiones de los neumáticos en relación con las características de la superficie y las mismas pueden aplicarse directamente para la selección de la categoría. De lo contrario, la selección tendrá que depender de la experiencia y del criterio seguido en relación con las características de la superficie, de las presiones de los neumáticos y de las aeronaves usuarias y de los estudios del estado de los pavimentos.

d) Método de evaluación. Se efectuará una evaluación técnica notificada como clave T.

e) PCN notificado. El PCN que ha de notificarse puede determinarse a partir de las cargas (masas) de las aeronaves, que en la evaluación se hayan establecido como máximos admisibles para el pavimento. Utilizando la carga de evaluación para una de las aeronaves de tipo más pesado que utilice el pavimento y la información que se indica en el Apéndice 5, y efectuando las interpolaciones necesarias, puede encontrarse el PCN. Esto puede efectuarse para una aeronave seleccionada representativa o para varias aeronaves para las cuales pueda llevarse a cabo la evaluación de la carga admisible. Todas estas determinaciones deberían producir el mismo valor PCN o muy aproximado. Si las diferencias fueran grandes, sería conveniente verificar tanto el traspaso a partir de la carga de evaluación, como la evaluación misma. Si las diferencias no fueran muy grandes, debería seleccionarse, para la notificación, un promedio o valor de la gama inferior. Si no se proporcionara la información necesaria en el Apéndice 5, la misma puede obtenerse del fabricante de la aeronave, de la OACI o bien mediante análisis, utilizando los métodos ACN-PCN indicados (véase el Apéndice 2).

3.6.4.10 Notificación de la resistencia de pavimentos previstos para aeronaves ligeras. El tipo de pavimento, la categoría de resistencia del terreno de fundación y el tipo de evaluación son datos que no se requieren para los pavimentos destinados a las aeronaves ligeras, de manera que sólo es preciso notificar la masa límite de la aeronave y la presión de los neumáticos. Los métodos anteriores para determinar la limitación de carga y de presión de neumáticos se refieren a pavimentos previstos también para aeronaves ligeras. Podrían utilizarse también las evaluaciones o los métodos de cálculo para carreteras. Todas las medidas de precaución que se tratan en 3.5.7 también se pueden aplicar aquí.

3.6.5 Métodos de evaluación no destructivos de la FAA de Estados Unidos*

3.6.5.1 Introducción. En este informe se describe un procedimiento para determinar la resistencia de tipos de pavimentos de aeropuerto sirviéndose de técnicas de ensayos no destructivos (NDT). El equipo y los procedimientos han sido desarrollados por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos como respuesta a la necesidad sentida por la Administración Federal de Aviación (FAA) y por el Ejército, de hacer rápidas evaluaciones de las estructuras de pavimento, con un mínimo de interferencia respecto a las operaciones aeroportuarias normales.

3.6.5.2 Hasta mediados de la década de 1950, cuando el Royal Dutch Shell Laboratory comenzó a investigar sobre dispositivos vibratorios de carga para evaluar pavimentos flexibles, poca labor se había realizado en la esfera de los NDT. Desde entonces, muchos otros organismos han investigado la utilización de las técnicas NDT para la evaluación de pavimentos. La estación experimental (WES) del Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos, llevó a cabo una investigación mínima sirviéndose de varios tipos de equipo vibratorio durante los años 50 y 60. Gran parte de los primeros trabajos de WES ponían de relieve el propósito de medir las propiedades elásticas de varias capas de materiales de pavimento, fundándose en mediciones de propagación de ondas. El enfoque básico implicaba el empleo de estas constantes elásticas junto con la teoría de la estratificación múltiple para el cálculo de las cargas de aeronave admisibles. En 1970, el Ejército puso a punto un dispositivo perfeccionado de carga vibratoria, y, en 1972, WES comenzó un estudio para la FAA tendiente a desarrollar un procedimiento de evaluación mediante ensayos no destructivos. Para satisfacer el programa elaborado por la FAA, el esfuerzo primordial se dirigió hacia la puesta a punto de un procedimiento basado en la medición del módulo de rigidez dinámica (DSM), de la estructura del pavimento, relacionando este valor con los resultados de la actuación del pavimento. Continúan los trabajos sobre la preparación de una metodología destinada a medir las constantes elásticas de las diversas capas componentes, valiéndose de técnicas NDT, es decir, de ensayos no destructivos; sin embargo, dicho método no ha conseguido alcanzar aún una fiabilidad aceptable.

3.6.5.3 Aplicaciones. El procedimiento NDT de evaluación que aquí se explica, únicamente es aplicable a estructuras convencionales de pavimentos rígido y flexible. Un pavimento rígido convencional consiste en un revestimiento de hormigón sin armar, sobre un firme no estabilizado y/o materiales de terreno de fundación. Un pavimento flexible convencional consta de una capa delgada de revestimiento bituminoso (15 cm - [6 pulgadas] - o menos de espesor), sobre capas no estabilizadas de firme, cimiento y materiales de terreno de fundación. Está en marcha un estudio para ampliar el procedimiento NDT a otros tipos de estructuras de pavimento, estudio que incorpora otras variables, tales como revestimientos bituminosos gruesos y capas estabilizadas.

3.6.5.4 Equipo. El procedimiento de evaluación que aquí se explica exige la determinación de la reacción de la estructura del pavimento bajo una carga vibratoria específica continua. Teniendo en cuenta que no suele ser lineal la respuesta a la carga, de los materiales que constituyen la estructura del pavimento, la determinación de tal reacción del pavimento, para utilizarla en el procedimiento de evaluación que aquí se explica, exige un sistema de cargas específico. El dispositivo de carga deberá ejercer una carga estática de 16 kips** sobre el pavimento y ser capaz de producir de 0 a 15 kips, valor máximo, cargas vibratorias a una frecuencia de 15 Hz. La carga se aplica al pavimento a través de una placa de acero de 45 cm (18 pulgadas) de diámetro. La carga vibratoria se regula mediante tres células de carga montadas entre el accionador y la placa de carga; la reacción del pavimento se mide sirviéndose de transductores de velocidad montados en la placa de carga. Se necesita equipo automático de registro y tratamiento de datos. El dispositivo de carga debe ser fácilmente transportable para llevar a cabo un gran número de ensayos en un mínimo de tiempo, evitando así la interferencia con las operaciones aeroportuarias. El equipo NDT de WES se monta en un tractor con remolque, como puede verse en la Figura 3-5.

---

* El texto de esta sección proviene de una publicación de la FAA de Estados Unidos, "Airport Pavement Bulletin", Núm. FAA-74-1, de septiembre de 1974.

** 1 kip = 454 kg (1 000 lb).

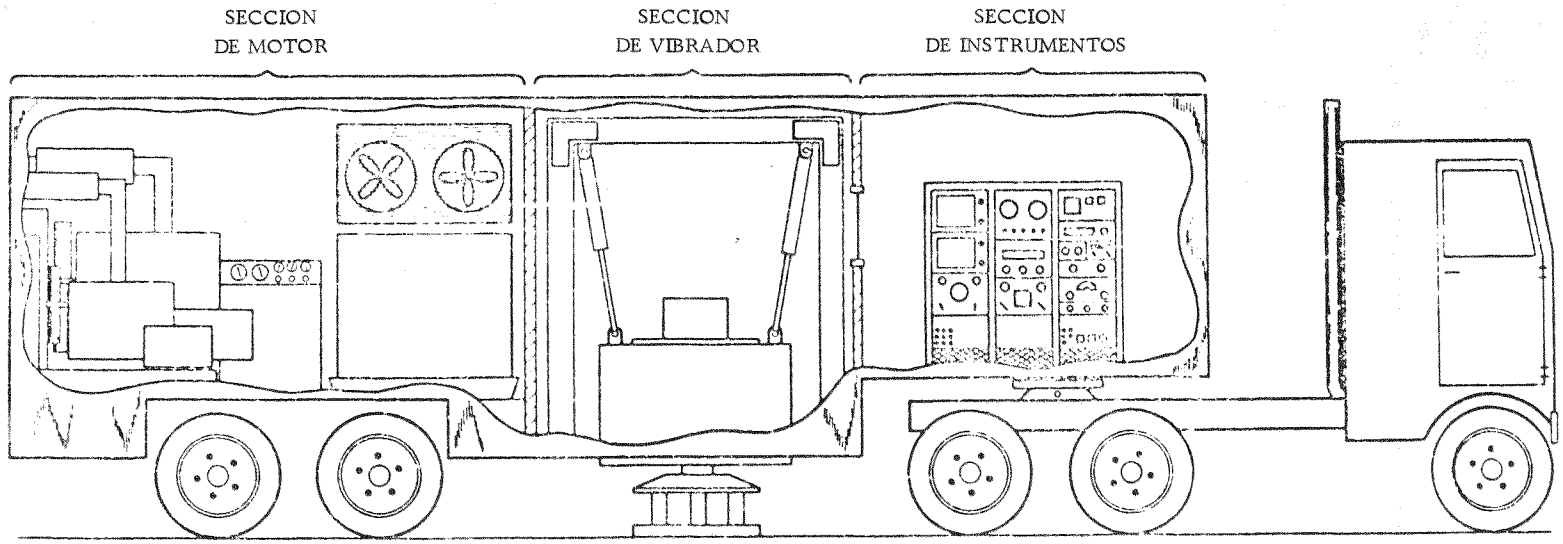


Figura 3-5.- Equipo WES, para ensayos no destructivos

3.6.5.5 Compilación de datos. En el procedimiento de evaluación, la reacción de la estructura del pavimento a la carga vibratoria se expresa en función del módulo de rigidez dinámica (DSM). Como el tiempo necesario para medir el valor de DSM en cada punto de ensayo es breve (de 2 a 4 min), durante el período normal de evaluación pueden hacerse numerosas mediciones de dicho módulo. En pistas, vías de rodaje primarias y en calles de alta velocidad, los ensayos de DSM deberían efectuarse por lo menos cada 75 m (250 ft) en lados alternos respecto al eje, a lo largo de las trayectorias de las ruedas del tren de aterrizaje principal. En cuanto a las vías secundarias, o a las pistas menos utilizadas, los ensayos DSM deberían hacerse cada 150 m (500 ft), aproximadamente, en lados alternos respecto al eje. Para zonas de plataforma, los ensayos DSM deberían efectuarse en una configuración de cuadrícula, con separaciones entre 75 y 150 m (250 y 500 ft). Donde se encuentren valores de DSM que varíen ampliamente deberían hacerse ensayos adicionales; esto dependerá de lo precisa que haya de ser la evaluación. Las mediciones del módulo DSM para pavimentos rígidos, deberán hacerse en el interior (cerca del centro) de la losa. La disposición de conjunto de los sitios de ensayo DSM y la selección de valores DSM para evaluación, deberá tener en cuenta los diversos tipos de pavimento, las secciones de pavimento y las fechas de construcción. Así, un concienzudo estudio de los planos de construcción del pavimento resulta particularmente útil para la redacción del programa de ensayos. Una vez realizados los ensayos DSM y clasificados de acuerdo con el tipo y construcción del pavimento, debería elegirse un valor de DSM representativo (según se describe más abajo) para calcular la carga admisible.

3.6.5.6 Se sitúa el equipo de carga en cada punto de ensayo, y la fuerza dinámica se hace variar entre 0 y 15 kips, a intervalos de 2 kips, a una frecuencia constante de 15 Hz. La deformación del revestimiento, medida por los transductores de velocidad, se lleva gráficamente en función de la carga aplicada según se indica en la Figura 3-6. El DSM (corregido según se describe más adelante), es el valor inverso de la pendiente de la curva de deformación en función de la carga (véase Figura 3-6).

3.6.5.7 Además de la medición del DSM, es necesario conocer el tipo de pavimento (rígido o flexible) y el espesor y clasificación del material de cada capa que integra el pavimento. Estos parámetros pueden deducirse de los planos de construcción (tal y como efectivamente está hecha) o mediante pequeños taladros practicados en el pavimento.

3.6.5.8 Cuando la evaluación se refiere a pavimentos flexibles, deberá determinarse la temperatura del material bituminoso en el momento del ensayo. Esto puede hacerse midiendo directamente las temperaturas con termómetros instalados 2,5 cm (1 pulgada) por debajo de la cara superior, 2,5 cm (1 pulgada) por encima del fondo, y a mitad del espesor de la capa bituminosa, promediando los valores a fin de obtener la temperatura media del pavimento; o bien midiendo las temperaturas del revestimiento y del aire y haciendo uso de la Figura 3-7 para estimar la temperatura media del pavimento.

3.6.5.9 Corrección de datos. La reacción o respuesta "carga/deformación" de muchos pavimentos, especialmente de los pavimentos flexibles, no es lineal para valores de fuerza bajos, pero resulta bastante lineal para valores de fuerza más elevados (12 a 15 kips). En tales casos, se aplica una corrección a la curva "carga-deformación, de manera que el DSM se obtenga de la parte lineal de la curva (véase Figura 3-6).

3.6.5.10 El módulo de los materiales bituminosos depende en alto grado de la temperatura, así que habrá que hacer una corrección en el DSM medido si la temperatura del material bituminoso en el momento del ensayo difiere de 21°C (70°F). La corrección se efectúa entrando en el gráfico de la Figura 3-8 con la temperatura media del pavimento, medida o calculada, y determinando el factor de corrección de temperatura por el cual habrá que multiplicar el DSM medido.

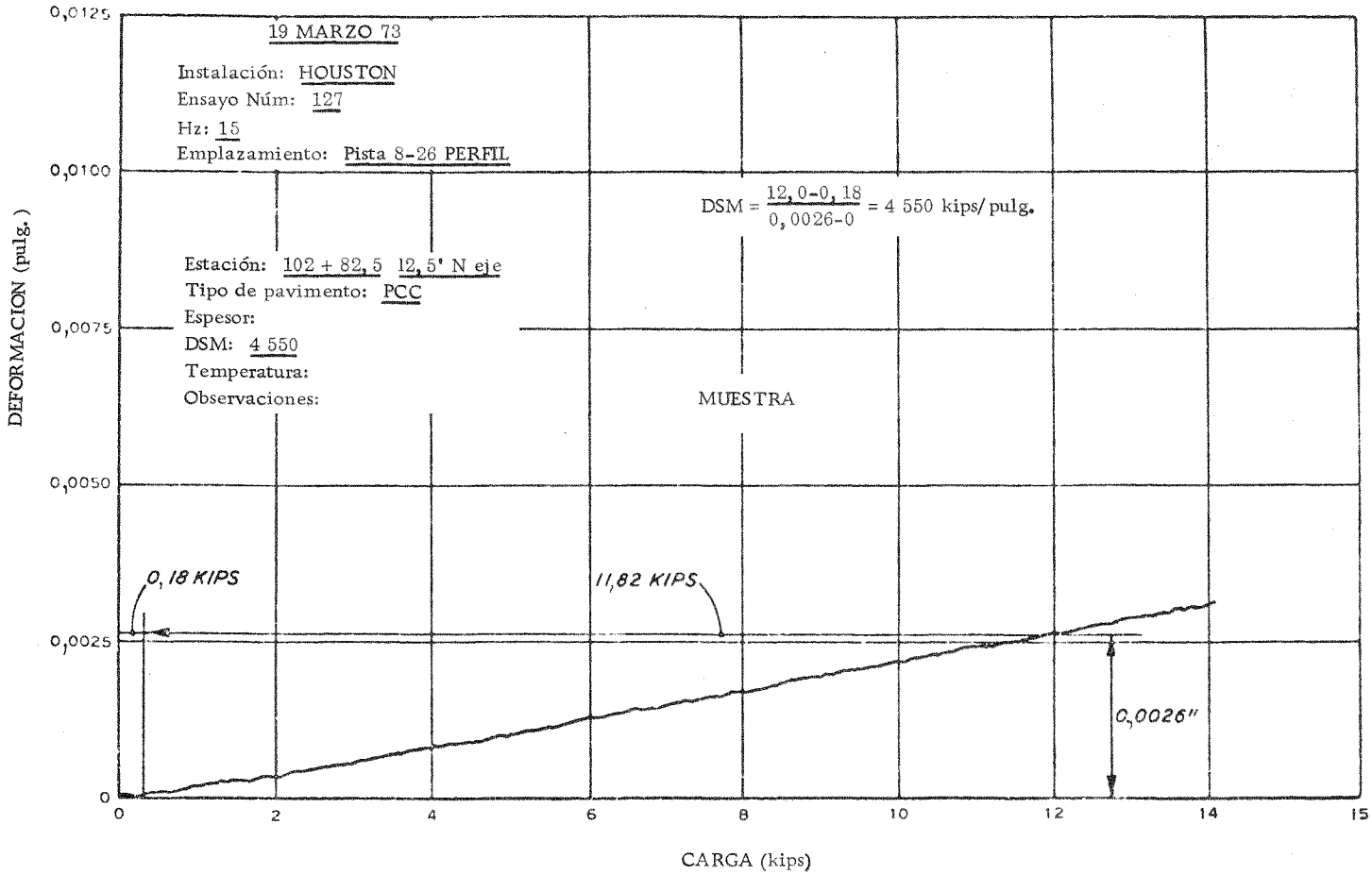


Figura 3-6.- Deformación en función de la carga (gráfico de muestra)

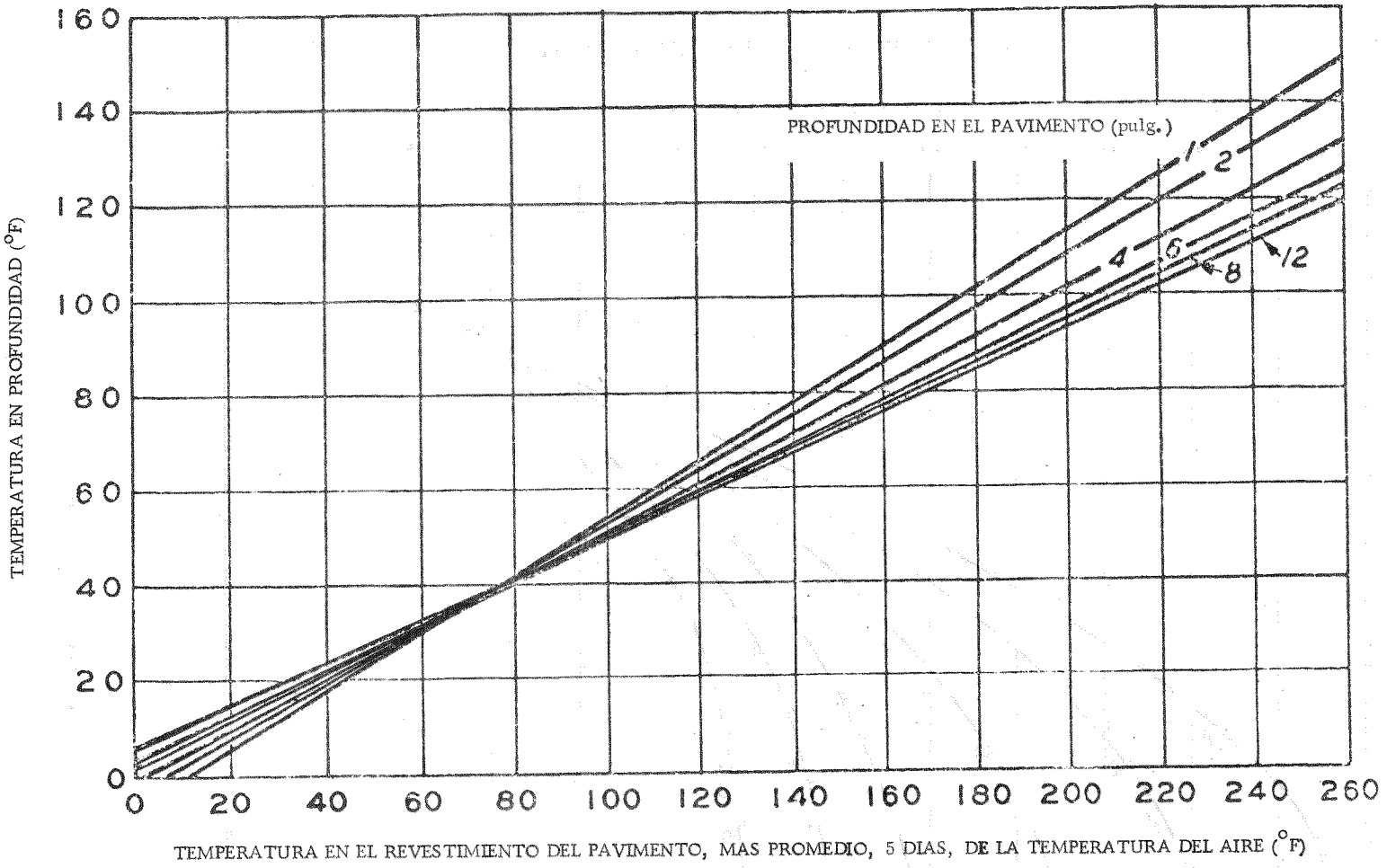


Figura 3-7.- Predicción de temperaturas en pavimento flexible

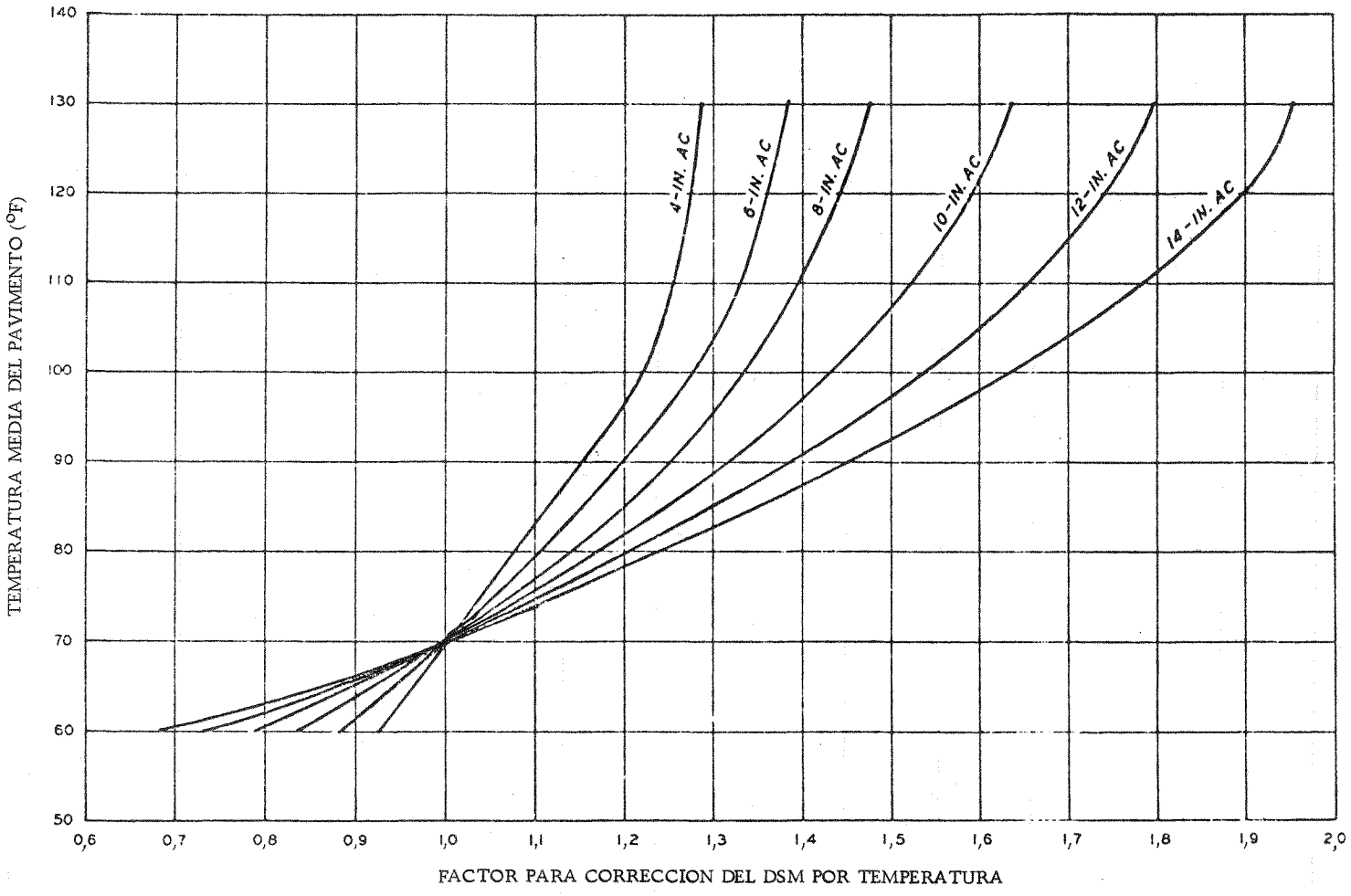


Figura 3-8.- Curvas de corrección del DSM por temperatura

3.6.5.11 El valor de DSM y la capacidad de carga de una cierta estructura de pavimento, pueden cambiar significativamente por la congelación y el deshielo de los materiales que la constituyan, especialmente cuando la escarcha penetra en una capa de material susceptible a la helada. No se han preparado factores de corrección para tener en cuenta estas condiciones. Por lo tanto, la evaluación debería basarse en la gama normal de temperaturas, y, si se requiriese la evaluación de escarcha, el valor DSM debería determinarse durante el período de fusión del hielo.

3.6.5.12 Para cada grupo de pavimento que haya de evaluarse deberá elegirse un valor de DSM representativo. Aunque una sección de pavimento puede suponerse que es del mismo tipo de construcción, debería tratarse como si fuese de más de un grupo de pavimentos cuando los valores de DSM medidos en una sección difieran grandemente de los obtenidos en otra sección. El valor de DSM que ha de asignarse al grupo de pavimento para fines de evaluación se determinará restando, de la media estadística, una desviación característica.

3.6.5.13 Determinación de la carga de aeronave admisible. Una vez determinada y corregida la medición del DSM, el procedimiento de evaluación dependerá de que el pavimento sea rígido o flexible.

3.6.5.14 Evaluación de pavimento rígido.

Etapa 1

Se utiliza el DSM corregido para entrar en el gráfico de la Figura 3-9 y determinar la carga admisible de rueda simple.

Etapa 2

El radio de rigidez relativa, ℓ, se calcula por la fórmula

$$\ell = 24{,}2\sqrt[4]{\left(\frac{h^3}{F_F}\right)}$$

en que

h = espesor de la losa de hormigón, en pulgadas

F_F = factor de resistencia del cimiento, determinado a partir de la Figura 3-10, basándose en la clasificación de grupos de suelo para fines de fundación, de la FAA.

Etapa 3

Sirviéndose del valor ℓ, determinar de las Figura 3-11, 3-12, 3-13 ó 3-14, según sea la configuración del tren de la aeronave para la cual se efectúa la evaluación - el factor de carga F_L.

Etapa 4

Multiplicar la carga admisible de rueda simple, obtenida en la etapa 1, por el valor de F_L determinado en la etapa 3, a fin de obtener la carga bruta de aeronave.

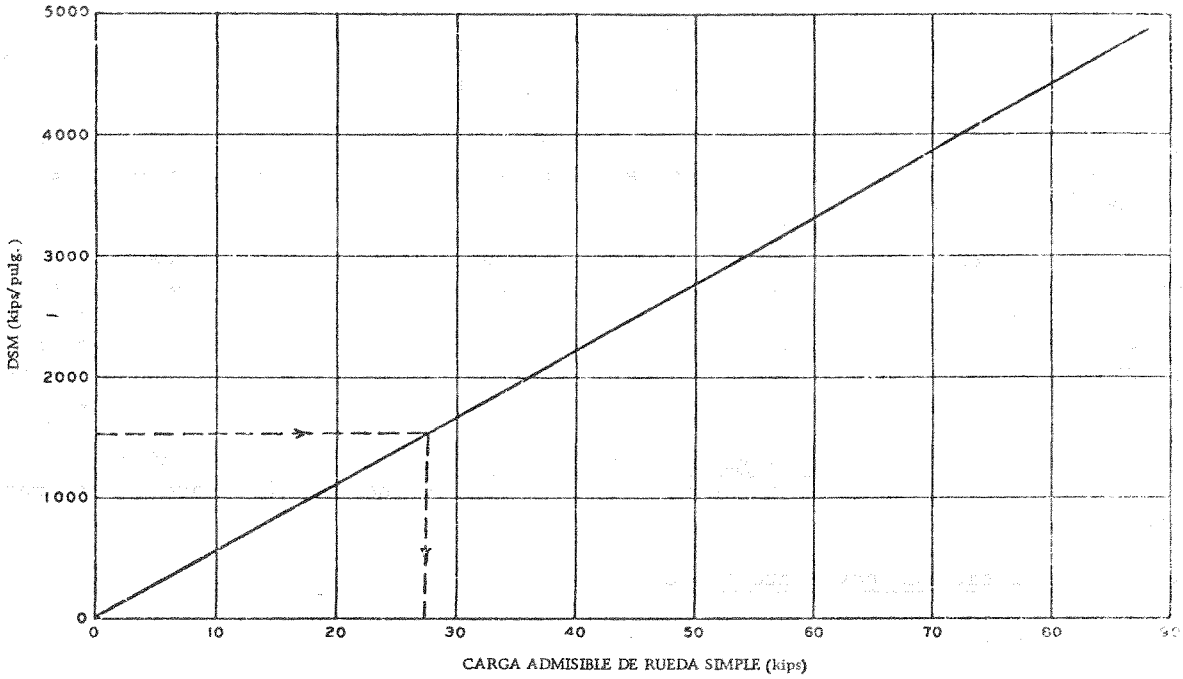


Figura 3-9.- Curva de evaluación para pavimento rígido

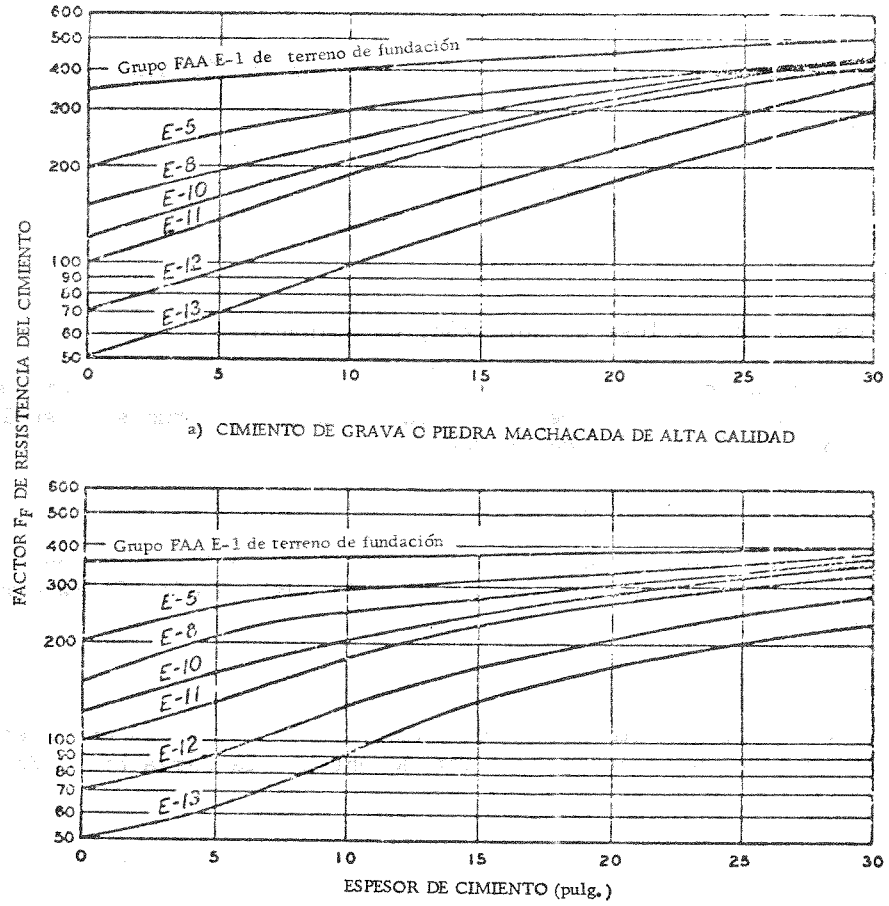


Figura 3-10.- F_F en función del espesor del cimiento

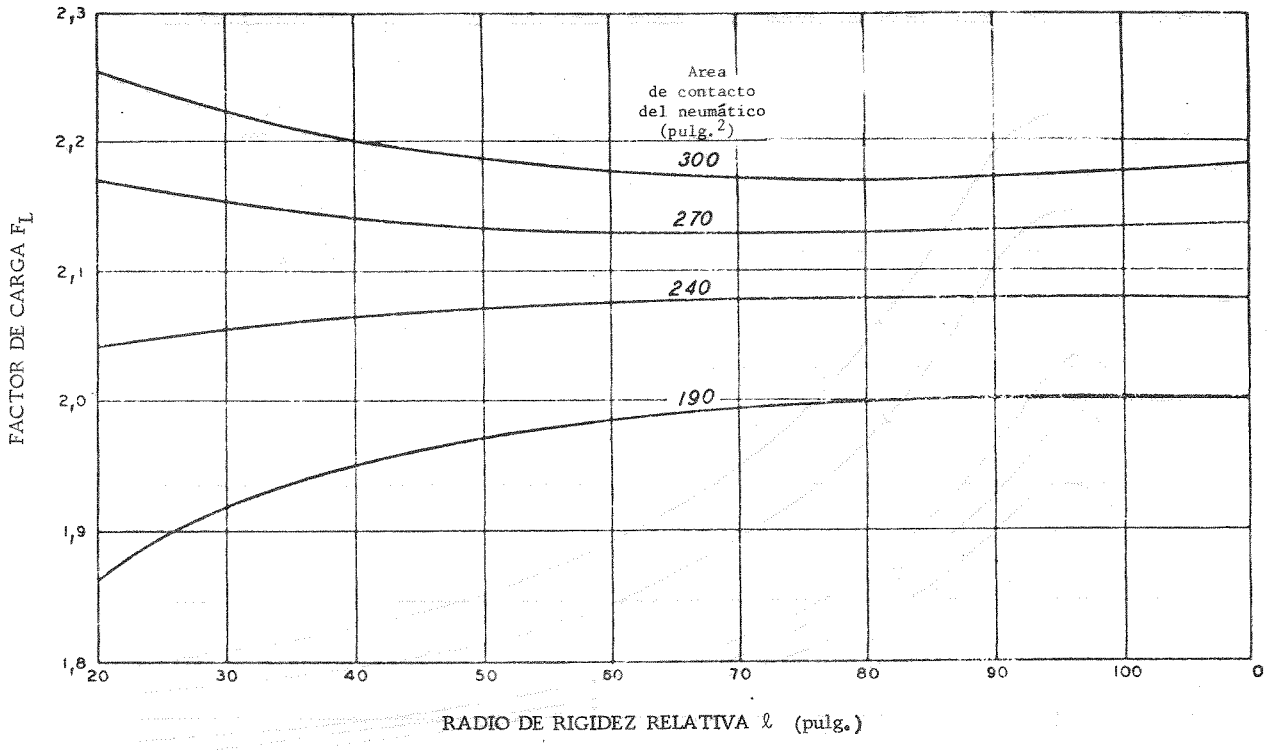


Figura 3-11.- F_L en función de ℓ,
para aeronaves de ruedas simples, sobre pavimento rígido

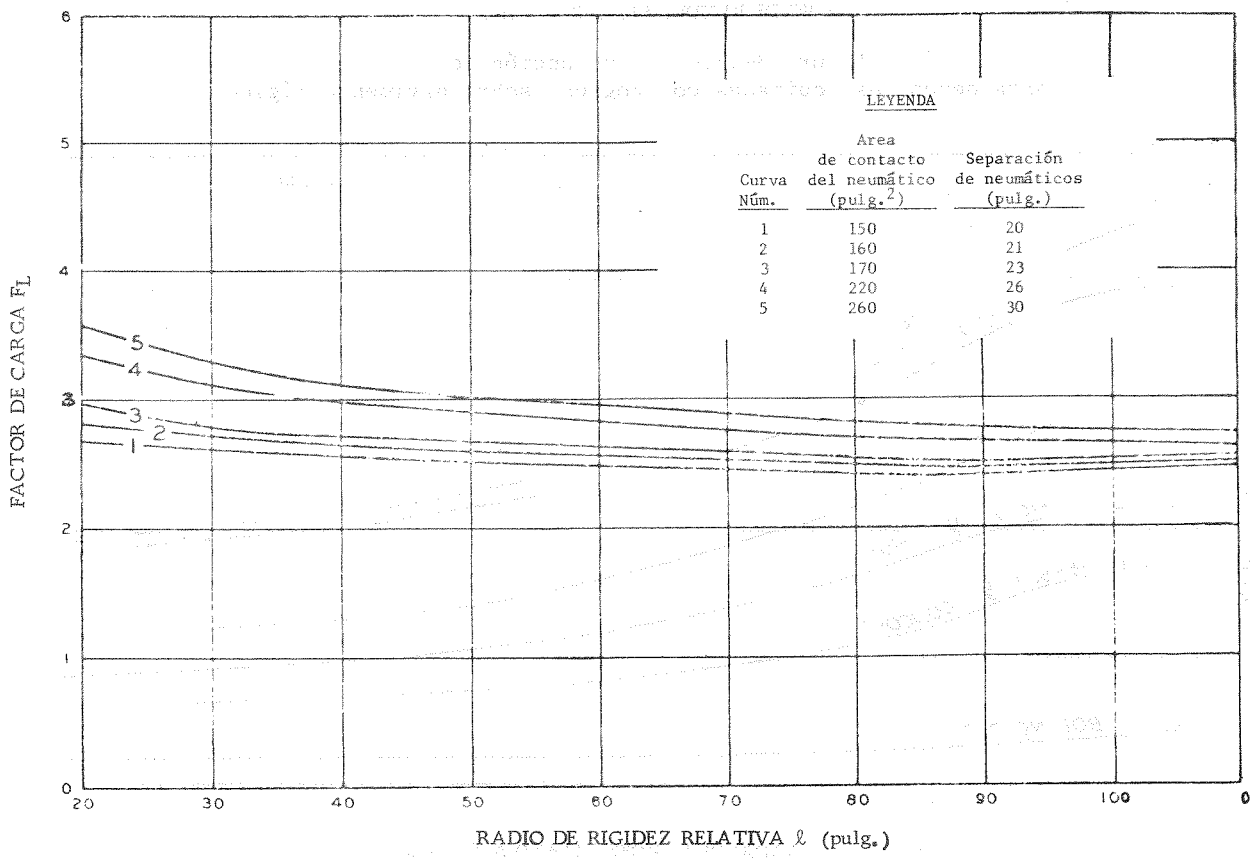


Figura 3-12.- F_L en función de ℓ,
para aeronaves de ruedas gemelas, sobre pavimento rígido

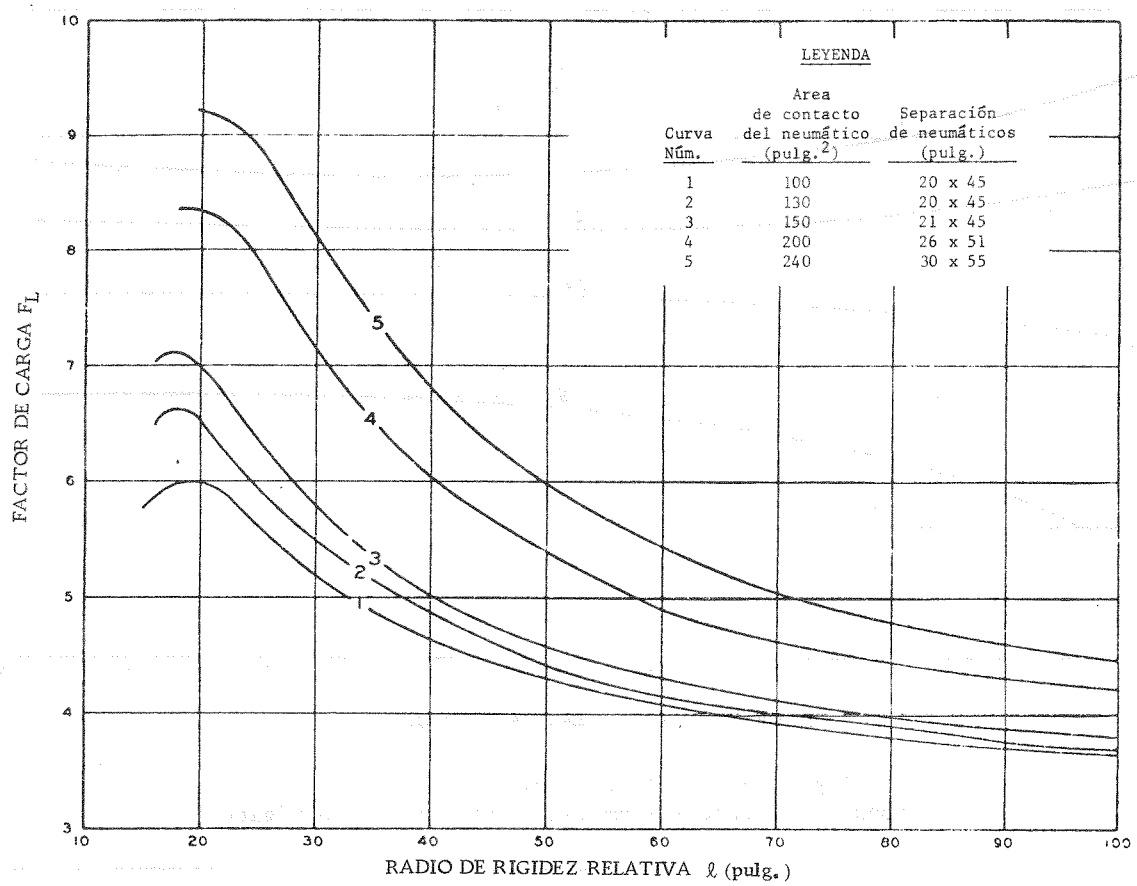


Figura 3-13.- F_L en función de ℓ,
para aeronaves equipadas con bogies, sobre pavimento rígido

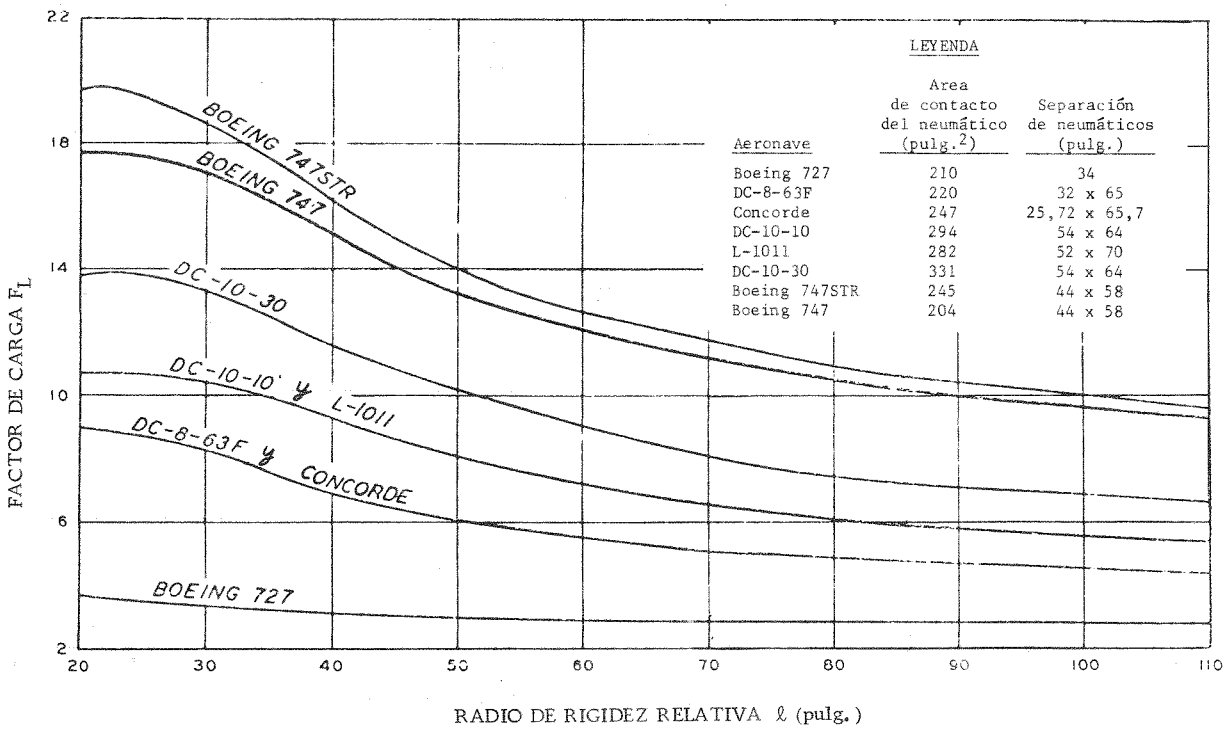


Figura 3-14.- F_L en función de ℓ,
para varios aviones de reacción, sobre pavimento rígido

Etapa 5

Multiplicar la carga bruta de aeronave, proveniente de la etapa 4, por el factor de tránsito apropiado, tomado de la Tabla 3-1, para obtener la carga admisible bruta de aeronave, relativa a las zonas críticas del pavimento que se evalúa. Cuando se trate de salidas para rodaje a gran velocidad, la carga bruta admisible calculada debería aumentarse multiplicándola por el factor 1,18.

Etapa 6

La carga admisible obtenida en la etapa 5 supone que el pavimento rígido que se evalúa es estructuralmente sólido y funcionalmente seguro. La carga admisible calculada debería reducirse si en el momento de la evaluación existen una o más de las condiciones siguientes:

1) la carga admisible debería reducirse en un 10% si el 25% o más de las losas acusan desplazamiento vertical pulsatorio;

2) la carga admisible debería reducirse en un 25% si del 30 al 50% de las losas tienen agrietamiento estructural relacionado con la carga (en contraposición al agrietamiento de reducción de volumen, al de contracción no controlada, hinchamiento debido a congelación, bufamiento del suelo, etc.). Si más del 50% de las losas presentan agrietamiento inducido, el pavimento debería considerarse como inservible;

3) la carga admisible debería reducirse en un 25% si hay pruebas de destrozo excesivo en las juntas, por ejemplo, un continuo desconchado a lo largo de las juntas longitudinales, lo cual denotaría pérdida del mecanismo de transferencia de carga.

3.6.5.15 Evaluación del pavimento flexible

Etapa 1

Empleando el valor de DSM corregido por efectos no lineales y ajustado a la temperatura normalizada, determinar el índice, S_p, de resistencia de la estructura del pavimento, partiendo de la Figura 3-15.

Etapa 2

Utilizando el espesor total, t, de pavimento flexible por encima del terreno de fundación, calcular el factor F_t para pavimentos críticos tal que

$$F_t = 0,067t$$

o para calles de rodaje a gran velocidad, de la fórmula

$$F_t = 0,074t$$

Etapa 3

Sirviéndose de F_t determinado en la etapa 2, entrar en el gráfico de la Figura 3-16 y determinar la relación entre el factor de resistencia del terreno de fundación, SSF, y el índice S_p de resistencia de la estructura del pavimento.

Etapa 4

Calcular el factor SSF de resistencia del terreno de fundación, multiplicando el valor SSF/S_p por el valor de S_p determinado en la etapa 1.

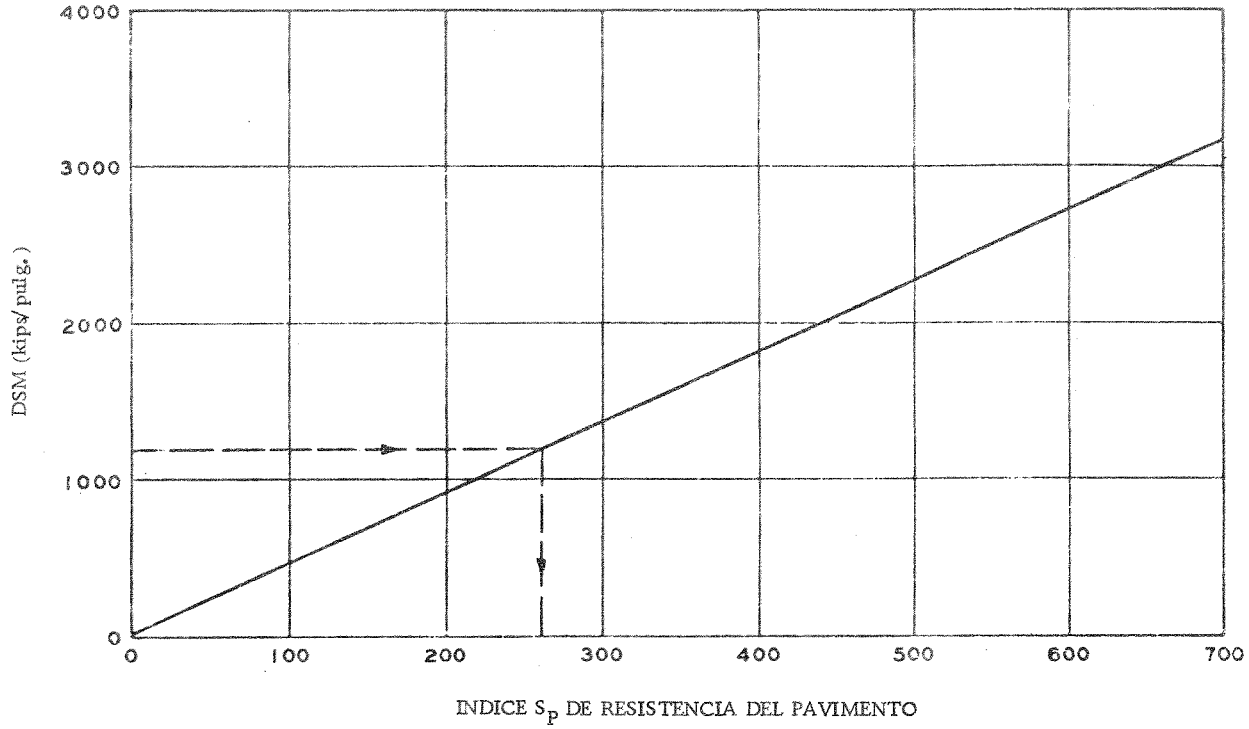


Figura 3-15.- Curva de evaluación para pavimento flexible

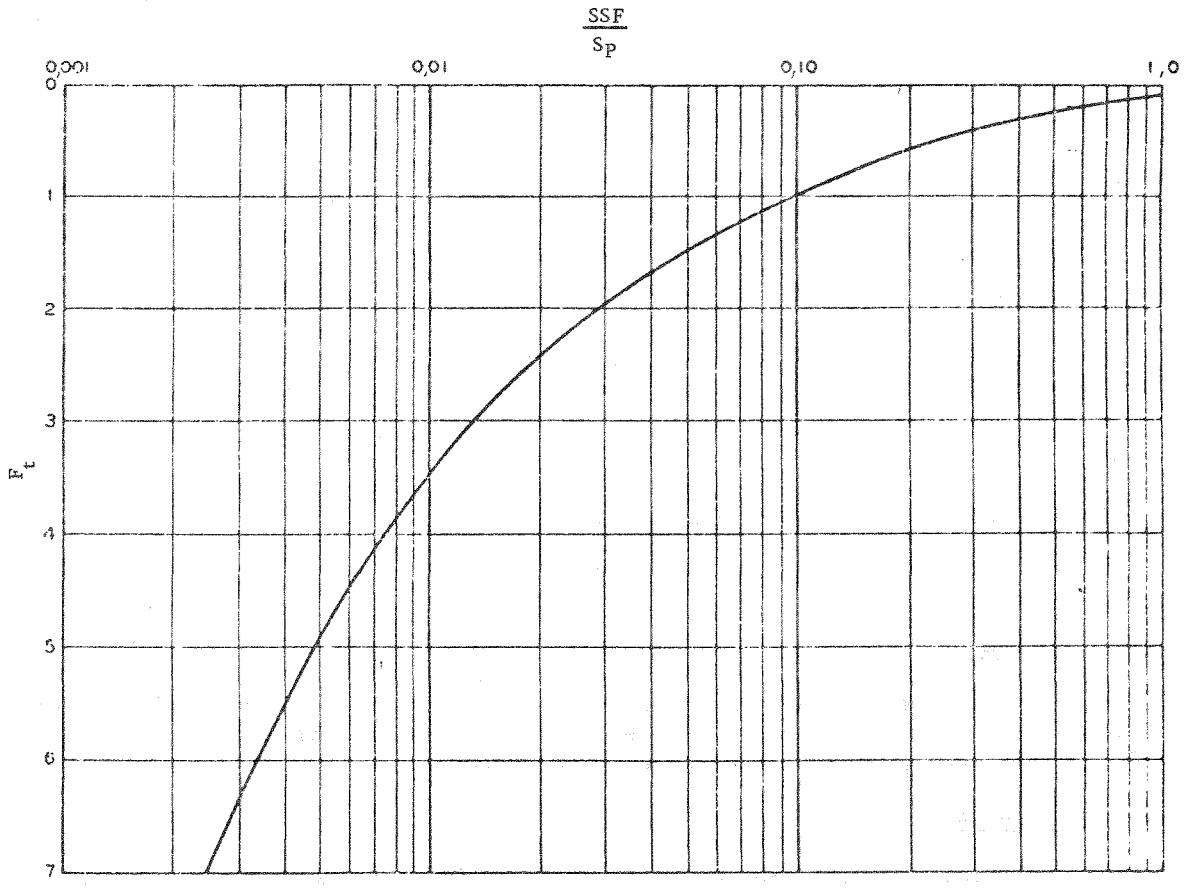


Figura 3-16.- F_t en función de $\frac{SSF}{S_p}$

Etapa 5

Evaluar el pavimento para cualquier aeronave que interese, en la forma siguiente:

1) elegir la aeronave o la configuración del tren de aterrizaje principal de la aeronave para la cual se hace la evaluación, y determinar el área de contacto del neumático, A, de una rueda del tren de aterrizaje principal (véase Tabla 3-2);

2) elegir el nivel anual de salidas, respecto a cada aeronave para lo cual se hace la evaluación, y determinar el factor de tránsito para cada aeronave a partir de la Tabla 3-1;

3) calcular el factor F_t para cada aeronave cuya evaluación se efectúa, que en el caso de pavimentos críticos se obtiene de la fórmula:

$$F_t = \frac{t}{\alpha\sqrt{A}}$$

o si se trata de calles de rodaje a gran velocidad:

$$F_t = \frac{t}{0{,}9\ \alpha\sqrt{A}}$$

4) entrar en el gráfico de la Figura 3-16 con el valor F_t y determinar SSF/S_p;

5) calcular el índice S_p de resistencia de la estructura del pavimento para la aeronave que se evalúa, dividiendo el valor de SSF, obtenido en la etapa 4, por la relación SSF/S_p determinada en el inciso 4) precedente;

6) multiplicar S_p por A, área de contacto del neumático, tomada de la Tabla 3-2, a fin de obtener la carga equivalente de rueda simple (ESWL) de cada aeronave para la que se está haciendo la evaluación;

7) entrar en el gráfico de las Figuras 3-17, 3-18 ó 3-19 con el espesor total de pavimento t, y determinar la ESWL, en porcentaje, para el número de ruedas que caracterizan a la aeronave que se está evaluando, es decir, si la aeronave tiene una disposición de ruedas gemelas con una separación de 26 pulgadas, empléese la curva 4 de la Figura 3-17, o bien, si la evaluación se refiere al avión Boeing 747 STR, utilícese la curva correspondiente al Boeing 747 STR de la Figura 3-19;

8) la carga bruta, admisible, de aeronave, para el pavimento que se evalúa y para el volumen de tránsito elegido, se obtiene luego de la fórmula:

$$\text{Carga bruta, admisible de aeronave} = \frac{\text{ESWL}}{\%\ \text{ESWL}} \times \frac{1}{W_c} \times \frac{W_M}{0{,}95}$$

en que

ESWL = determinada por el inciso 6)

% ESWL = determinado por el inciso 7)

Tabla 3-1

Factores de tránsito para pavimentos flexible y rígido

Aeronave	Factor de tránsito referente al nivel anual de salidas citado, para una duración (vida) prevista de 20 años									
	1 200		3 000		6 000		15 000		25 000	
	Flexible	Rígido	Flexible	Rígido	Flexible	Rígido	Flexible	Rígido	Flexible	Rígido
30 kips rueda simple	0,94	1,00	1,01	0,93	1,05	0,86	1,11	0,79	1,14	0,75
45 kips rueda simple	0,94	1,00	1,01	0,92	1,05	0,85	1,11	0,78	1,14	0,75
60 kips rueda simple	0,94	1,00	1,01	0,91	1,05	0,85	1,11	0,78	1,14	0,74
75 kips rueda simple	0,94	1,00	1,01	0,91	1,05	0,84	1,11	0,77	1,14	0,74
50 kips ruedas gemelas	0,84	0,97	0,87	0,88	0,89	0,82	0,91	0,75	0,92	0,72
75 kips ruedas gemelas	0,84	0,96	0,87	0,87	0,89	0,82	0,91	0,75	0,92	0,72
100 kips ruedas gemelas	0,84	0,96	0,87	0,87	0,89	0,81	0,91	0,75	0,92	0,72
150 kips ruedas gemelas	0,84	0,95	0,87	0,86	0,89	0,81	0,91	0,74	0,92	0,71
200 kips ruedas gemelas	0,84	0,95	0,87	0,86	0,89	0,81	0,91	0,74	0,92	0,71
100 kips bogies	0,78	0,99	0,79	0,89	0,80	0,83	0,81	0,77	0,82	0,73
150 kips bogies	0,78	0,98	0,79	0,88	0,80	0,82	0,81	0,76	0,82	0,73
200 kips bogies	0,78	0,97	0,79	0,88	0,80	0,82	0,81	0,75	0,82	0,72
300 kips bogies	0,78	0,95	0,79	0,87	0,80	0,81	0,81	0,75	0,82	0,72
400 kips bogies	0,78	0,95	0,79	0,86	0,80	0,81	0,81	0,74	0,82	0,71
Boeing 727	0,84	0,95	0,87	0,87	0,89	0,81	0,91	0,75	0,92	0,71
DC-8-63F	0,78	0,95	0,79	0,87	0,80	0,81	0,81	0,74	0,82	0,71
Boeing 747	0,70	0,97	0,70	0,88	0,705	0,82	0,71	0,75	0,71	0,72
DC-10-10	0,78	0,96	0,79	0,88	0,80	0,82	0,81	0,75	0,82	0,72
DC-10-30	0,78	0,96	0,79	0,87	0,80	0,82	0,81	0,75	0,82	0,72
LC-1011	0,78	0,96	0,79	0,88	0,80	0,82	0,81	0,75	0,82	0,72
Concorde	0,78	0,94	0,79	0,86	0,80	0,80	0,81	0,74	0,82	0,71

W_C = número de ruedas reguladoras usado para determinar el porcentaje de ESWL de las Figuras 3-17, 3-18 ó 3-19

W_M = número total de ruedas de todas las patas principales de la aeronave (véase Tabla 3-2), para las que se efectúa la evaluación (no incluye las ruedas de la pata de proa).

3.6.5.16 Resumen. El procedimiento de evaluación que aquí se expone, es el que habrá que denominar procedimiento de la primera generación. Es decir, que está en marcha una labor ulterior tendiente a ampliar la aplicabilidad de este procedimiento, y que será puesto al día según sea apropiado. Además, se llevan a cabo trabajos de investigación que determinarán el procedimiento de evaluación a base de ensayos no destructivos sobre una base más teórica con lo cual fomentará su ulterior aplicación. Las cargas admisibles, determinadas mediante el procedimiento que aquí se expone, quedan dentro de límites de precisión aceptables si se comparan con las obtenidas por medio de otros procedimientos y evaluación aceptados. Este procedimiento tiene además las ventajas de ser menos costoso, de menos interferencia en las operaciones normales de aeropuerto y de proporcionar al ingeniero que hace la evaluación muchos más datos sobre los cuales pueda basar sus decisiones. Asimismo, aparte de su utilidad para llegar al conocimiento de la carga admisible de aeronave, los valores del DSM son útiles para establecer comparaciones cualitativas entre distintas zonas de pavimento (los valores de DSM en pavimentos flexibles no deberían compararse con los correspondientes a pavimentos rígidos), así como para localizar zonas que pueden mostrar un prematuro deterioro y que pueden justificar ulteriores investigaciones. A medida que se vaya obteniendo más experiencia en técnicas DNT e interpretación de datos, se vislumbra que puede haber muchas más utilizaciones por lo que se refiere a este concepto.

Tabla 3-2. Areas de contacto de neumáticos de aeronaves y número total de ruedas del tren principal

Aeronave	Area de contacto del neumático (cm^2)	($pulg.^2$)	Núm. total de ruedas del tren principal	Aeronave	Area de contacto del neumático (cm^2)	($pulg.^2$)	Núm. total de ruedas del tren principal
30 kips rueda simple	1 226	190	2	100 kips bogies	645	100	8
45 kips rueda simple	1 548	240	2	150 kips bogies	839	130	8
60 kips rueda simple	1 741	270	2	200 kips bogies	968	150	8
75 kips rueda simple	1 935	300	2	300 kips bogies	1 290	200	8
50 kips ruedas gemelas	968	150	4	400 kips bogies	1 548	240	8
75 kips ruedas gemelas	1 032	160	4	Boeing 727	1 355	210	4
100 kips ruedas gemelas	1 097	170	4	DC-8-63F	1 419	220	8
150 kips ruedas gemelas	1 419	220	4	Boeing 747	1 316	204	16
200 kips ruedas gemelas	1 677	260	4	Boeing 747 STR	1 580	245	16
				DC-10-10	1 897	294	8
				DC-10-3	2 135	331	10
				LC-1011	1 819	282	8
				Concorde	1 593	247	8

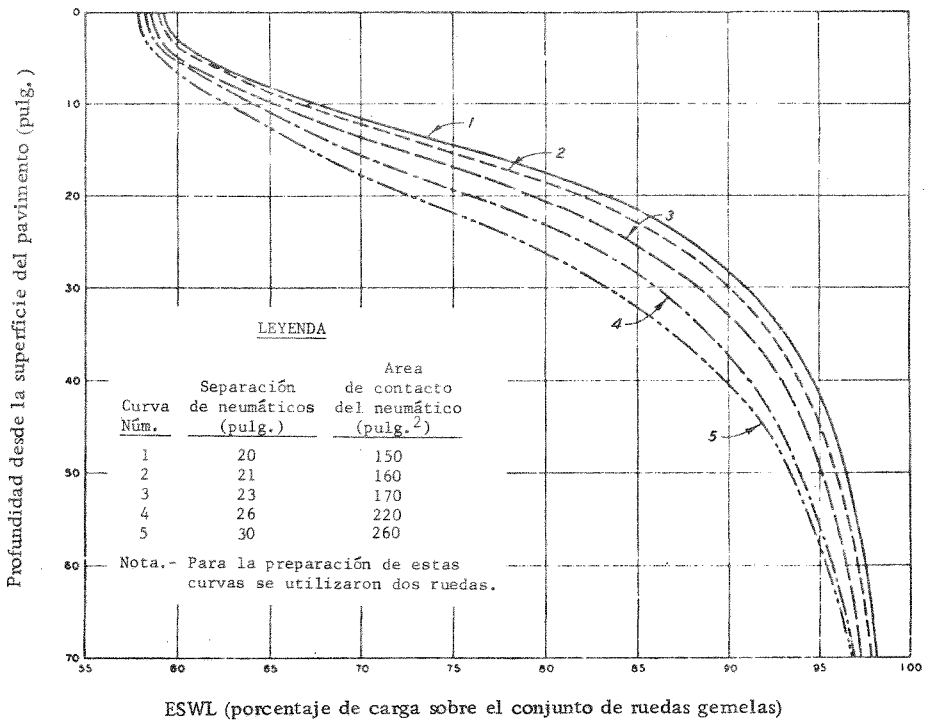


Figura 3-17.- Curvas de ESWL para aeronaves de ruedas gemelas, sobre pavimento flexible

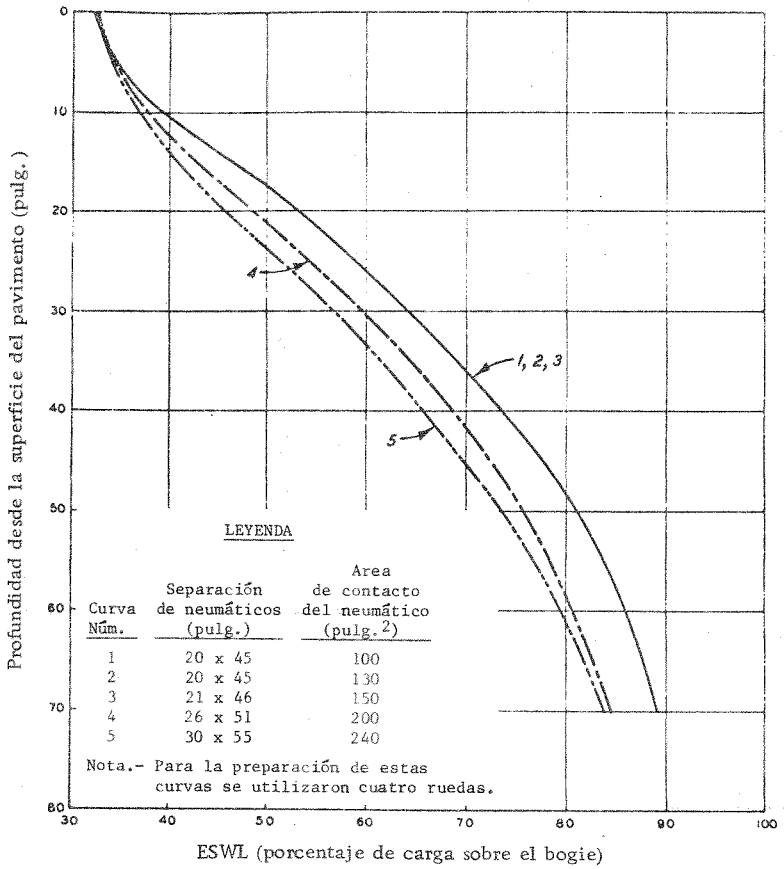


Figura 3-18.- Curvas de ESWL para aeronaves equipadas con bogies, sobre pavimento flexible

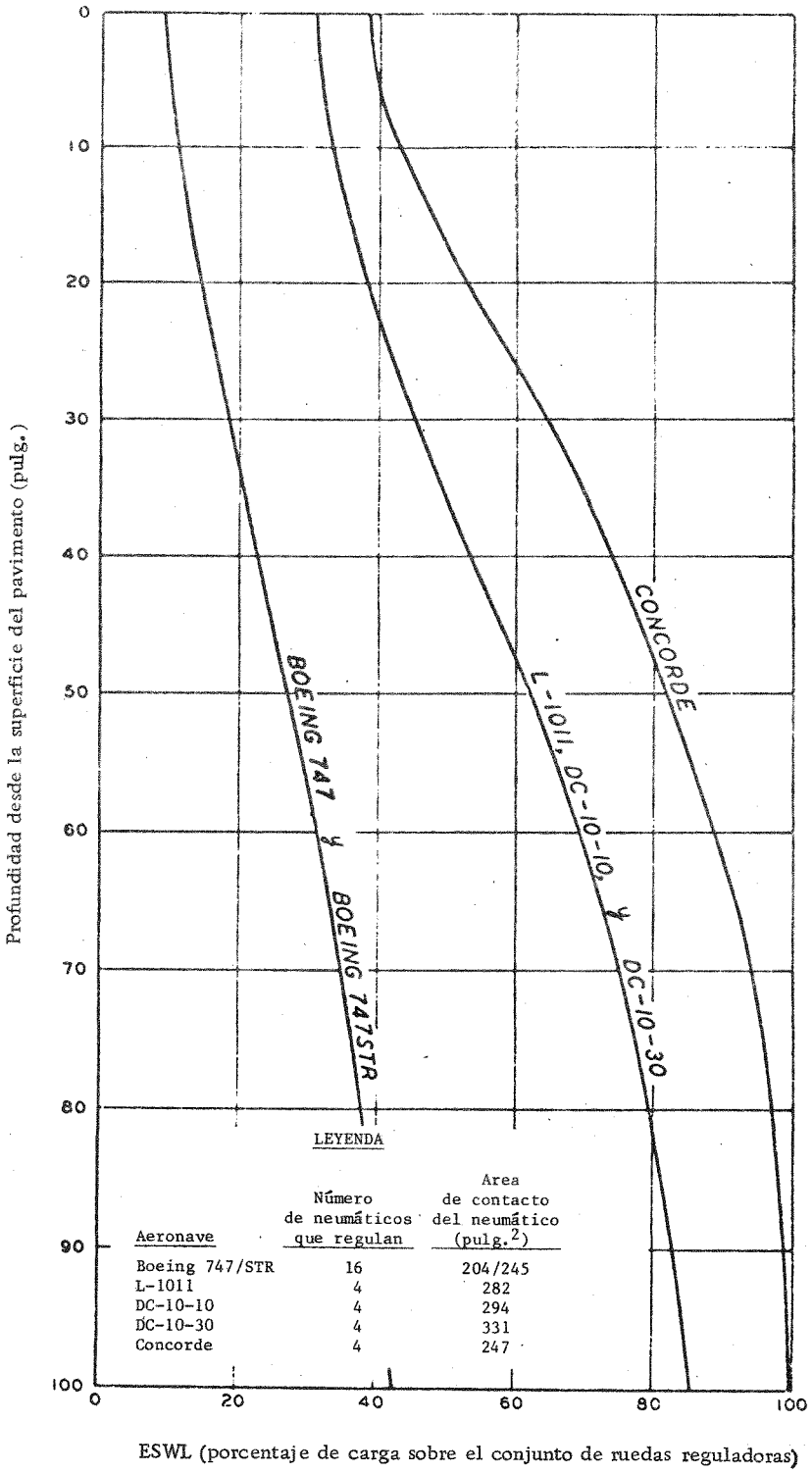


Figura 3-19.- Curvas de ESWL para varios aviones de reacción, sobre pavimento flexible

CAPITULO 4.- PRACTICAS DE LOS ESTADOS PARA EL PROYECTO Y LA EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS

4.1 Práctica de Canadá

4.1.1 Objeto

4.1.1.1 En esta sección se describen brevemente las prácticas seguidas por Transport Canada para el proyecto y la evaluación de los pavimentos de aeropuertos. En la colección de manuales técnicos de Transport Canada pueden encontrarse más detalles. Las prácticas que se describen dimanan de la experiencia de Transport Canada como explotador de los principales aeropuertos civiles de Canadá. La mayoría de los emplazamientos de aeropuertos en Canadá están expuestos a la penetración de la helada en invierno; este factor se tiene en cuenta en las prácticas de proyecto y de evaluación que se describen. Estas prácticas no rigen para los pavimentos construidos en suelos perennigélidos que exigen la adopción de medidas especiales. Las prácticas citadas dejan de lado varios tópicos indispensables para el proyecto de estructura de pavimentos, o relativos a las mismas. Estos tópicos son los estudios técnicos previos, tales como las investigaciones del suelo, de los materiales y de la topografía y consideraciones del proyecto tales como la estabilidad del talud del pavimento y su avenamiento. Debería también observarse que, con frecuencia, el proyecto de estructuras de pavimentos sufre la influencia de factores tan importante como el coste, la factibilidad de la construcción y las operaciones aeroportuarias.

4.1.2 Prácticas de proyecto de pavimentos

Protección parcial de la helada

4.1.2.1 A menos que el análisis del coste de vida útil justifique otro procedimiento, el espesor de los pavimentos construidos en los terrenos de fundación que puedan sufrir heladas, no debe ser inferior al de los requisitos parciales de protección de la helada, que se indican en la Figura 4-1. La susceptibilidad de los terrenos de fundación a la helada se evalúan a base de la gradación del terreno de fundación, como se indica en la Figura 4-2. El requisito parcial de protección de la helada que se indica en la Figura 4-1 es una función del índice de congelamiento del lugar. Para un período invernal dado, este índice, en días-°C, se calcula como la suma de las temperaturas medias diarias en °C para cada día durante toda la temporada de heladas con temperaturas inferiores a 0°C tomadas como positivas y por sobre 0°C, tomadas como negativas. El índice de congelamiento del lugar que se utiliza en la Figura 4-1 representa el promedio de 10 años. Los requisitos de espesor de la Figura 4-1 no son suficientes para evitar el excesivo levantamiento diferencial del suelo debido a la helada, en el caso de suelos muy susceptibles a este fenómeno sólo en ciertos puntos, dentro de un terreno de fundación libre de ese riesgo. Esta situación exige otras medidas de cálculo, tales como la excavación del suelo susceptible de helarse, hasta una profundidad conveniente, y su remplazo por materiales similares a los del terreno de fundación circundante.

Curvas de cálculo de pavimento flexible

4.1.2.2 Una curva de cálculo de pavimento flexible para una aeronave dada es un gráfico del espesor del pavimento necesario para soportar la carga de la aeronave como función de la resistencia del terreno de fundación. La ecuación que se utiliza para trazar esta curva de cálculo es:

$$S = (ESWL) \quad (c_1 10^{-c_2 t})$$

Donde:

S = resistencia del terreno de fundación (en kN) como se trata en 4.1.3.3

ESWL = carga equivalente de rueda simple de la carga de una aeronave de cálculo (kN)

t = espesor granular equivalente del pavimento (cm), como se trata en 4.1.3.1

c_1, c_2 = factores en función del área de contacto de la ESWL, que se indica en la Figura 4-3.

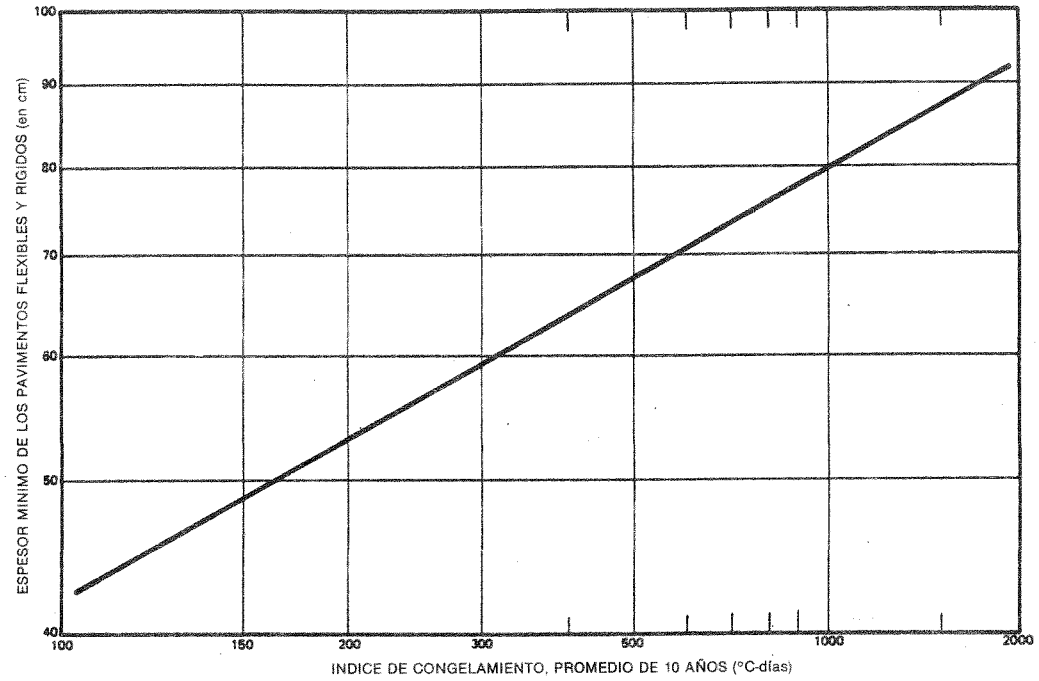


Figura 4-1. Requisitos parciales de protección de la helada

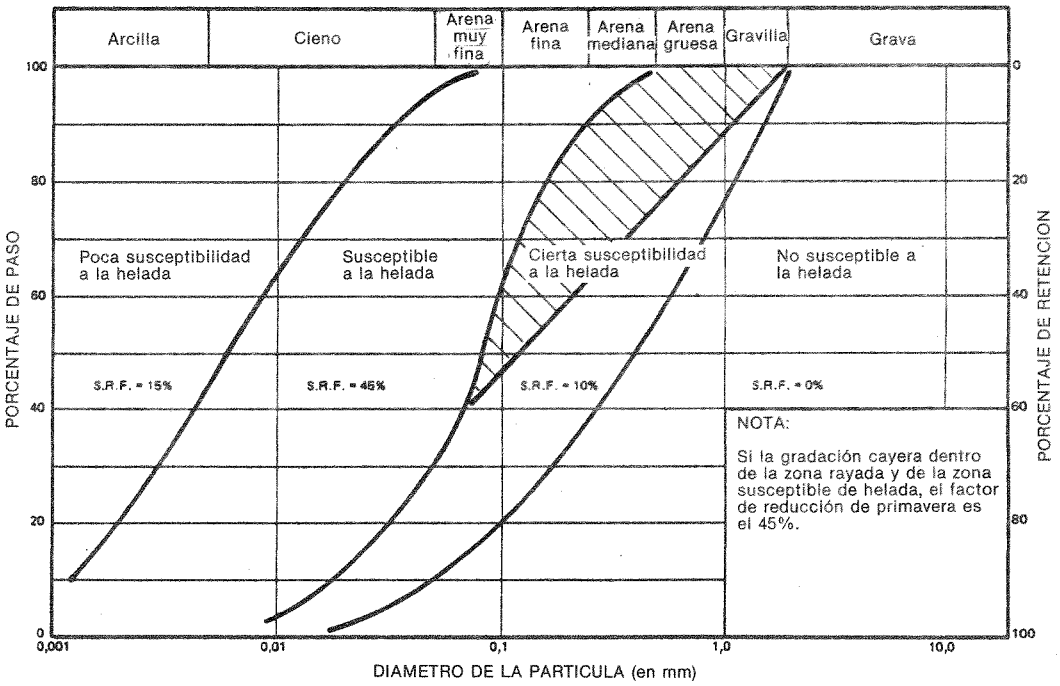


Figura 4-2. Susceptibilidad del terreno de fundación a la helada y factor de reducción de primavera (SRF)

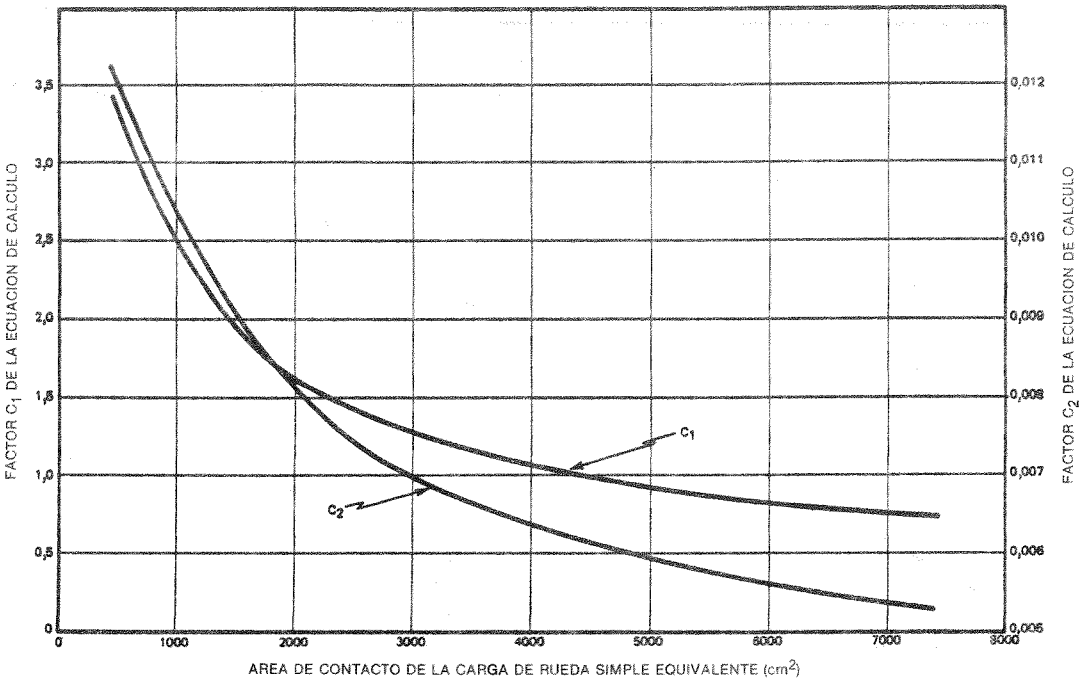


Figura 4-3. Factores de la ecuación de cálculo C_1 y C_2

Curvas de cálculo de pavimentos rígidos

4.1.2.3 La curva de cálculo de un pavimento rígido para una aeronave dada es un gráfico del espesor de la losa de hormigón necesario para soportar la carga de la aeronave como función del módulo de resistencia de la superficie sobre la cual apoya la losa. El espesor de la losa necesario para soportar la carga de una aeronave, se basa en la limitación a 2,75 MPa de la tensión de flexión que se presenta en la parte inferior de la losa, directamente debajo del centro de un neumático del tren de la aeronave. Los cálculos de tensión se llevan a cabo de acuerdo con el análisis Westergaard, para las condiciones interiores de carga de la losa, utilizando un programa de computadora similar al que figura en el Apéndice 2.

Curvas de cálculo pará cargas normales de tren

4.1.2.4 Los pavimentos de los aeropuertos están calculados generalmente para un grupo de aeronaves que poseen características de carga similares y no para una aeronave particular. Con este objeto, se determinó una serie de 12 cargas típicas de tren, que abarcan la gama de carga de las aeronaves actuales. Las curvas de cálculo para pavimentos flexibles y rígidos correspondientes a estas cargas de tren típicas, se indican en las Figuras 4-5 y 4-6. Para comparar la carga de una aeronave dada con las cargas típicas de tren, se superponen las curvas de cálculo de pavimento flexible y rígido para la aeronave, sobre las correspondientes a las cargas de tren típico. A base de este método de comparación, en la Tabla 4-1 figuran varias aeronaves y las cargas de tren típico equivalentes a las mismas. La carga de tren típico que es equivalente a la carga de una aeronave dada se considera como el "coeficiente de carga" para esa aeronave (ALR).

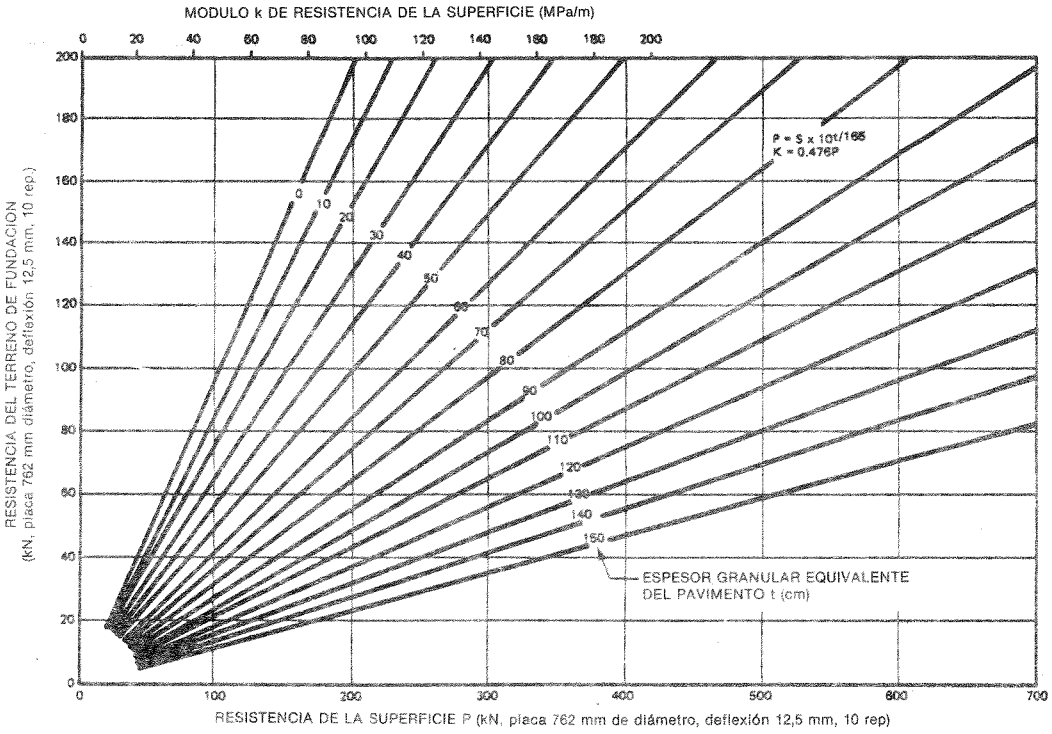


Figura 4-4. Resistencia de la superficie y módulo de resistencia como función de la resistencia del terreno de fundación y espesor granular equivalente del pavimento

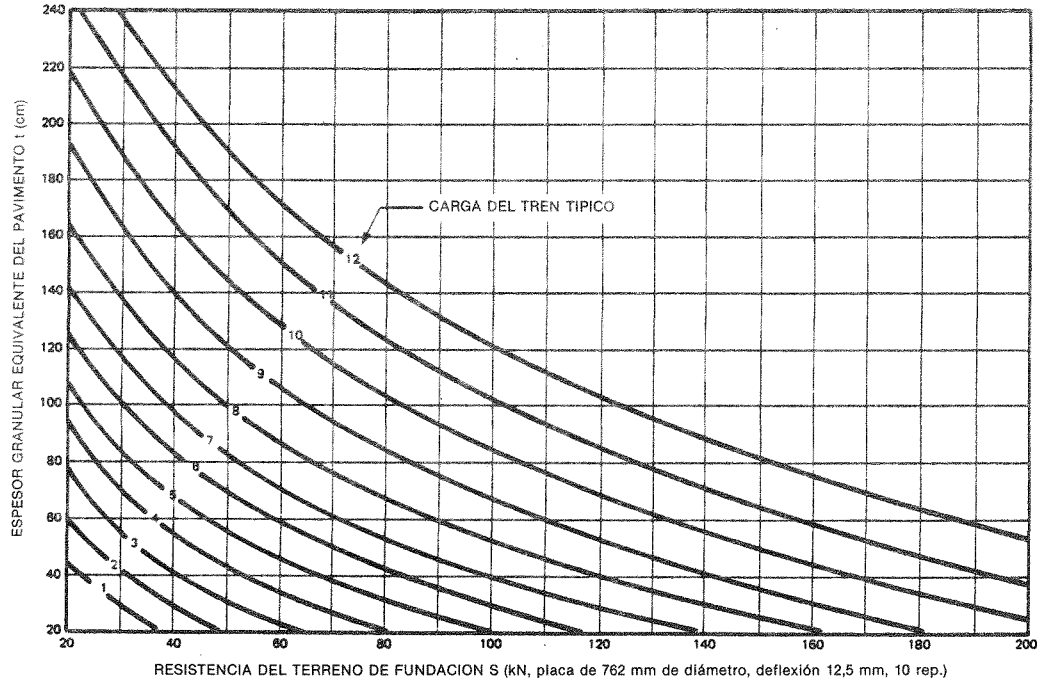


Figura 4-5. Curvas de cálculo de pavimento flexible para cargas de tren típico

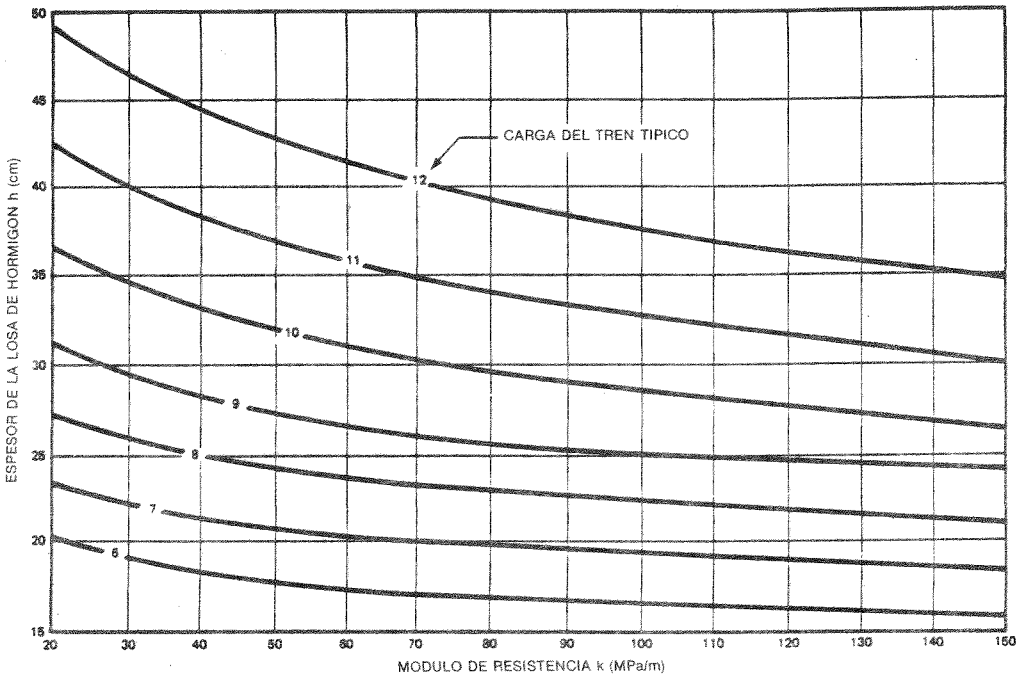


Figura 4-6. Curvas de cálculo de pavimento rígido para cargas de tren típico

Requisitos de espesor de los pavimentos flexibles

4.1.2.5 Las etapas que se siguen para determinar los requisitos de espesor de los pavimentos asfálticos son las siguientes:

a) determinación de la carga de cálculo (ALR) para el pavimento, a base de los estudios y proyecciones del tráfico;

b) determinación de la resistencia del terreno de fundación, que se trata en 4.1.3.3;

c) determinación del requisito de espesor granular equivalente del pavimento, a base de la Figura 4-5, para obtener el coeficiente de carga de cálculo;

d) determinación del espesor del pavimento requerido para la protección parcial de la helada, de acuerdo con 4.1.2.1;

e) el espesor del pavimento será como se determine en c) o en d), el que sea mayor. Al efectuar la comparación, el espesor granular equivalente determinado en c), debe convertirse al espesor real del pavimento que se trata en 4.1.3.1.

Tabla 4-1. Coeficientes de carga de las aeronaves

AERONAVE	PRESION DEL NEUMATICO (MPa)	PESO (kN) (MAX) (MIN)	NOMINAL	COEFICIENTE DE CARGA DE LAS AERONAVES (ALR)							
				PAVIMENTO FLEXIBLE AL VALOR S DE (kN)				PAVIMENTO RIGIDO AL VALOR K DE (MPa/m)			
				50	90	130	180	20	40	80	150
B707-320	1,24	1500 800	10,7 7,6	10,7 7,3	10,7 7,2	10,5 7,2	10,4 7,2	10,5 7,6	10,3 7,6	10,2 7,2	10,1 7,1
B727-100-200	1,35	930 500	11,1 8,7	10,3 7,0	10,7 7,2	10,9 7,5	11,1 7,8	10,5 8,3	10,8 8,4	11,1 8,4	11,3 8,7
B737-100-200	1,02	450 300	8,0 6,5	7,5 5,8	7,5 6,0	7,5 6,4	7,5 —	7,8 6,2	7,7 6,4	7,9 6,4	8,0 6,5
B747-100-200	1,40	3600 2000	11,1 8,4	11,1 8,0	10,9 7,9	10,9 8,0	10,5 8,0	11,0 8,4	10,9 8,3	10,8 8,0	10,8 8,0
B767-200	1,20	1400 800	9,8 7,8	9,8 6,9	9,4 7,0	9,2 6,9	9,2 6,9	9,7 7,3	9,5 7,1	9,3 6,9	9,0 6,5
DC 6B	0,72	470 300	7,9 6,1	7,9 5,6	7,6 5,6	7,2 5,3	— —	7,9 6,0	7,9 6,1	7,9 6,1	7,9 6,1
DC-8-62-63	1,35	1600 800	11,2 7,9	11,0 7,5	11,0 7,6	11,1 7,7	11,2 7,7	10,9 7,9	10,9 7,9	10,9 7,7	10,9 7,5
DC-9-21-32	1,00	485 300	8,7 6,8	8,1 6,0	8,1 6,1	8,2 6,1	8,2 6,1	8,3 6,7	8,4 6,7	8,6 6,7	8,7 6,8
DC-10-20-30-40	1,21	1970 1200	11,0 7,8	11,0 7,0	10,9 6,6	10,8 6,3	10,7 6,0	11,0 7,8	11,0 7,7	10,8 7,5	10,8 7,2
A300-B2-B4	1,25	1480 1000	10,5 8,6	10,5 8,5	10,5 8,6	10,4 8,2	10,2 8,0	10,3 8,6	10,3 8,5	10,2 8,2	10,2 8,0
L1011-100-200	1,25	2080 1400	11,1 9,2	11,1 9,2	11,0 8,7	10,9 8,3	10,5 8,3	10,8 9,2	10,5 9,1	10,5 8,9	10,5 8,5
CONCORDE	1,27	1750 1000	11,8 9,0	11,4 9,0	11,6 8,9	11,7 8,7	11,8 8,5	11,3 9,0	11,3 9,0	11,4 8,7	11,4 8,4
HERCULES C-130	0,69	689 400	8,7 6,7	8,3 6,0	8,0 6,0	8,0 6,0	8,0 —	8,6 6,5	8,6 6,7	8,7 6,6	8,7 6,6
BAC-1-11-400	0,97	390 250	8,5 6,2	7,4 5,5	7,5 5,9	7,4 5,8	— —	8,0 6,0	8,1 6,2	8,3 6,2	8,5 6,2
CONVAIR 640	0,52	280 200	6,0 5,0	5,8 4,3	5,0 4,0	— —	— —	5,9 5,2	6,0 5,0	5,8 5,0	5,6 4,9

Para determinar los coeficientes de carga de las aeronaves de pesos intermedios, efectúese una interpolación lineal entre los valores ALR correspondientes a los pesos mínimo y máximo.

Para determinar los coeficientes de carga de las aeronaves en la resistencia del terreno de fundación (S) o el módulo de resistencia (k) que no sean los valores de la tabla, interpólense entre los valores ALR que se indican.

4.1.2.6 El espesor de las capas que componen el pavimento dependerá de las presiones de los neumáticos que han de tenerse en cuenta, como se establece en la tabla siguiente.

Espesores de cálculo de las capas del pavimento (en cm)

Capa del pavimento	Presión del neumático de cálculo (MPa)			
	inferior a 0,4	de 0,4 a 0,7	de 0,7 a 1,0	mayor de 1,0
Hormigón asfáltico	5,0	6,5	9,0	10,5
Firme de grava machacada o piedra machacada	15	23	23	30
Capa de cimentación granular seleccionada	En la medida de lo necesario para otorgar el espesor total requerido del pavimento			

Requisitos del espesor de los pavimentos rígidos

4.1.2.7 Los pasos que se siguen para determinar el espesor de los pavimentos rígidos son los siguientes:

a) determinación de la carga de cálculo (ALR) para el pavimento, a base de los estudios y proyecciones del tráfico;

b) determinación del espesor total del pavimento, requerido para la protección parcial de la helada de acuerdo con 4.1.2.1;

c) estimación del espesor de la losa de hormigón que se ha de requerir;

d) determinación del espesor del firme requerido, mediante sustracción del espesor de la losa a partir del espesor total del pavimento, determinado en b);

e) determinación de los módulos de resistencia en la superficie de la capa de firme, que se trata en 4.1.3.4;

f) determinación del espesor de la losa del pavimento de hormigón, requerido para el módulo de resistencia, según la Figura 4-6; y

g) utilizando el espesor de la losa, determinado en f), como una nueva estimación de los requisitos, repítanse los pasos c) a f), hasta que el espesor de la losa determinado en f) sea igual al supuesto en c).

4.1.2.8 El espesor mínimo de capa de firme es de 15 cm, aun si no se lo requiriera para la protección de la helada. En el caso de los pavimentos calculados para un coeficiente de carga de 12, la capa mínima de firme normalmente tendrá 20 cm de material estabilizado de cemento. Estos espesores mínimos se colocan sobre el material de cimiento granular seleccionado, cuando se requieran capas de firme de mayor espesor para fines de protección de la helada.

Materiales y especificaciones de construcción

4.1.2.9 En las prácticas de cálculo de pavimentos indicadas anteriormente y en las prácticas de evaluación que se indican más abajo, se supone que el pavimento se construye según las normas estándar que rigen la calidad de los materiales y de la mano de obra en la construcción del pavimento. Si no se cumpliera con los requisitos de las normas, pueden ser necesarios ciertos ajustes del cálculo y de las prácticas de evaluación citados, siguiendo un criterio técnico. En las Tablas 4-2, 4-3 y 4-4 se indican ciertos requisitos de construcción que se consideran indispensables para las prácticas normales de cálculo y evaluación.

4.1.3 Prácticas de evaluación del pavimento

Espesores del pavimento y espesor granular equivalente

4.1.3.1 La evaluación de las estructuras del pavimento para las cargas de las aeronaves requiere información precisa sobre el espesor de las capas dentro de la estructura y las propiedades físicas de los materiales que forman estas capas. Se lleva a cabo un estudio, practicando taladros, para determinar esta información, cuando no se dispusiera de la misma en los registros de la construcción. Espesor granular equivalente es un término que se aplica a las estructuras de pavimentos flexibles y forma la base para comparar pavimentos construidos con espesores diferentes de materiales que tienen características diferentes de distribución de carga. El espesor granular equivalente se calcula utilizando los factores de equivalencia granular para los materiales de construcción de pavimentos que figuran en la Tabla 4-5. El factor de equivalencia granular de un material es la profundidad de base granular en centímetros, que se considera equivalente a un centímetro del material a base de las características de distribución de la carga. Los valores que se indican en la Tabla 4-5 son prudentes y los factores reales de equivalencia granular son normalmente superiores a los valores de esa lista. Para determinar el espesor granular equivalente de la estructura de los pavimentos flexibles, el espesor de cada capa de la estructura se multiplica por el factor de equivalencia granular para el material de la capa. El espesor granular equivalente del pavimento es la suma de estos espesores de capa convertidos.

Tabla 4-2. Requisitos de compactación

Capa	Densidad de referencia	Compactación requerida % de la densidad de referencia
Relleno del talud:		
terreno coherente	ASTM D 1557	90
terreno no coherente	ASTM D 1557	95
Superficie del terreno de fundación: (1)		
terreno coherente	ASTM D 1557	93
terreno no coherente	ASTM D 1557	98
Capa de cimentación	ASTM D 1557	98
Capa del firme	ASTM D 1557	100
Hormigón asfáltico	ASTM D 1559	98

Nota: (1) La compactación de la superficie del terreno de fundación se indica con una profundidad de 15 mm en suelo coherente y de 30 mm en suelo no coherente.

Tabla 4-3. Requisitos de mezcla del hormigón de cemento asfáltico y Portland

Propiedades		Mín.	Máx.
HORMIGON ASFALTICO			
Estabilidad Marshall	(kN)	6,75	
Indice de fluencia Marshall	(mm)	2	4
Poros de aire	(%)	3	5
Poros en el árido mineral	(%)		
áridos de 12,5 mm máx.		15	
áridos de 25 mm máx.		13	
Pérdida por inmersión	(%)		25
HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND			
Contenido de cemento	(kg/m^3)	280	310
Relación agua/cemento			0,45
Resistencia media a la flexión en 28 días	(MPa)	4,0	
Asentamiento	(mm)	10	40
Contenido de aire arrastrado	(%)	4	6

Tabla 4-4. Requisitos de los áridos

Propiedades			Método de ensayo ASTM	Cimiento	Firme	Hormigón asfáltico	
						Capa inferior	Capa superior
Gradación (mín-máx)	% de espesor cribado (mm)	75	C136	100			
		50	C136		100		
		38,1	C136		70-100		
		25	C136			100	
		19	C136		50-75		
		12,5	C136			70-85	100
		9,5	C136		40-65		
		4,75	C136		30-50	40-65	55-75
		2,00	C136			30-50	35-55
		0,425	C136	0-30	10-30	15-30	15-30
		0,180	C136			5-20	5-20
		0,075	C117	0-8	3-8	3-8	3-8
Contenido del material machacado (% mín.)			—	—	60(1)	60	60
Límite líquido (% máx)			D423	25	25	—	—
Indice de plasticidad (% máx.)			D424	6	6	—	—
Equivalente de arena (% mín.)			D2419	—	—	50	50
Pérdida por abrasión (% máx.)			C131(2)	50	45	25	25
Pérdida de solidez (% máx.)			C88(3)			12 árido grueso 16 árido fino	

NOTAS:

1) Aridos machacados no necesarios para las bases de la losa de PCC.

2) Método C131 - utilícese la gradación "A" para la capa del firme y la gradación "B" para el árido de hormigón asfáltico.

3) Método de ensayo C88 - utilícese sulfato de magnesio.

Tabla 4-5. Factores de equivalencia granular

Material del pavimento	Factor de equivalencia granular
Cimiento granular seleccionado	1
Grava machacada o firme de piedra	1
Firme de Macadam ligado con agua	1-1/2
Firme estabilizado asfáltico	1-1/2
Firme estabilizado de cemento	2
Hormigón asfáltico (en buen estado)	2
Hormigón asfáltico (en mal estado)	1-1/2
Hormigón de cemento Portland (en buen estado)	3
Hormigón de cemento Portland (en estado aceptable)	2-1/2
Hormigón de cemento Portland (en mal estado)	2

Tabla 4-6. Resistencias típicas del terreno de fundación

Tipo de terreno de fundación	Reducción usual en primavera %	Resistencia del terreno de fundación (kN)		
		Gama de otoño	Valor de cálculo	
			Otoño	Primavera
GW – grava bien graduada	0	290-400	290	290
GP – grava mal graduada	10	180-335	220	200
GM – grava con finos barrosos	25	135-335	180	135
GC – grava con finos arcillosos	25	110-245	145	110
SW – arena bien graduada	10	135-335	180	160
SP – arena mal graduada	20	110-200	135	110
SM – arena con finos barrosos	45	95-190	120	65
SC – arena con finos arcillosos	25	65-155	85	65
ML – barro con bajo límite de líquido	50	90-180	110	55
CL – arcilla con bajo límite de líquido	25	65-135	85	65
MH – barro con alto límite de líquido	50	25-90	40	20
CH – arcilla con alto límite de líquido	45	25-90	55	30

Mediciones de la resistencia de los pavimentos

4.1.3.2 La práctica de Transport Canada consiste en llevar a cabo mediciones de resistencias en las superficies de los pavimentos flexibles. El ensayo no se lleva a cabo antes de dos años por lo menos después de la construcción, a fin de permitir que las condiciones de humedad del terreno de fundación alcancen un estado de equilibrio. Normalmente no se mide la resistencia de los pavimentos rígidos, ya que las resistencias calculadas a base del espesor de la losa y el módulo de resistencia estimado, se consideran como suficientemente precisas. La medida estándar de la resistencia es la carga en kilonewtons que producirá una deflexión de 12,5 mm después de 10 repeticiones de carga, aplicando esta carga a través de una placa circular rígida de 762 mm de diámetro. Esta determinación tiene validez tanto para la resistencia del terreno de fundación como para las mediciones llevadas a cabo en la superficie de un pavimento flexible. En la práctica, se emplean varios métodos de ensayo para medir la resistencia. Estos métodos comprenden tanto los procedimientos de ensayo con placa de carga repetitivos como no repetitivos, en los cuales pueden utilizarse placas de diferente tamaño. Los procedimientos de ensayo de viga Benkelman pueden utilizarse en lugar del ensayo con carga sobre placa, en pequeños aeropuertos destinados únicamente a las aeronaves ligeras. El documento de Transport Canada AK-68-31 "Pavement Evaluation - Bearing Strength", detalla los métodos de ensayo que pueden utilizarse y establece correlaciones para convertir los resultados de estos métodos de ensayo a la medición estándar de resistencia que se definió antes.

Resistencia del terreno de fundación

4.1.3.3 Si se ha efectuado una medición de resistencia en la superficie de un pavimento flexible y se conoce el espesor granular equivalente de la estructura del pavimento, la resistencia del terreno de fundación en ese emplazamiento puede estimarse a partir de la Figura 4-4. La resistencia del terreno de fundación varía de un emplazamiento a otro en la zona del pavimento. En los pavimentos sometidos a la penetración de la helada en invierno, la variación ocurre simultáneamente con la estación del año, alcanzándose los valores más bajos durante el período de deshielo de primavera. La resistencia del terreno de fundación que se utiliza para identificar una zona del pavimento es el cuartilo inferior, valor reducido de primavera. El valor del cuartilo inferior de varias mediciones de resistencia, efectuadas en una zona de pavimento, es el valor para el cual el 75% de las mediciones son mayores en magnitud. Esto se calcula como $x - 0{,}675s$, donde x es el promedio de mediciones efectuadas y s su diferencia estándar. En el caso de pavimentos sometidos a la penetración de la helada en invierno, se estiman las condiciones de deshielo de primavera aplicando un factor de reducción al cuartilo inferior de las resistencias del terreno de fundación, calculado a partir de las mediciones de verano y de otoño. El factor de reducción aplicado depende de la graduación del terreno de fundación, como se indica en la Figura 4-2; en la Tabla 4-6 figuran factores de reducción de primavera típicos a base de clasificación de los suelos. Cuando la napa de agua subterránea se encuentre dentro de 1 m de la superficie del pavimento, los factores de reducción de primavera que figuran en la Tabla 4-6 se aumentan en 10 para cada tipo de suelo. Las resistencias del terreno de fundación se establecen normalmente en los aeropuertos actuales mediante programas de medición de la resistencia. Los valores de resistencia del terreno de fundación calculados a partir de las mediciones se utilizan al proyectar nuevas instalaciones de pavimentos en el aeropuerto, siempre que las condiciones del terreno de fundación sean similares en todo el lugar. Al proyectar o al evaluar pavimentos en un aeropuerto en que no se hayan efectuado mediciones de la resistencia, se selecciona a partir de la Tabla 4-6 un valor de resistencia del terreno de fundación, a base de la clasificación de ese terreno.

Módulo de resistencia de los pavimentos rígidos

4.1.3.4 El módulo de resistencia se basa en la carga en meganewtons que producirá una deflexión de 1,25 mm cuando se aplique la carga a través de una placa circular rígida de 762 mm de diámetro. Esta carga se divide entonces por el desplazamiento volumétrico de la placa durante la deflexión ($0,57 \times 10^{-3}$ m^3) para calcular el módulo de resistencia en unidades de megapascales por metro. El módulo de resistencia de los pavimentos rígidos es el módulo de resistencia en la superficie del firme sobre el cual apoya la losa de hormigón. No es frecuente medirlo directamente para el proyecto de pavimentos ni para los fines de evaluación. En cambio, el módulo de resistencia en la parte superior del firme se estima según la Figura 4-4 a base de la resistencia del terreno de fundación, determinada según 4.1.3.3 y el espesor granular equivalente de las capas de cimentación y del firme que se encuentran entre el terreno de fundación y la losa de hormigón.

Notificación de la resistencia del pavimento

4.1.3.5 Los dos parámetros que rigen la resistencia de un pavimento flexible son el espesor granular equivalente del pavimento (t), que se trata en 4.1.3.1 y la resistencia del terreno de fundación (s) que se trata en 4.1.3.3. La resistencia del pavimento se notifica en términos del coeficiente de carga del pavimento (PLR), que se determina graficando el punto en la Figura 4-5, utilizando como coordenadas los valores del pavimento t y S. El coeficiente de carga notificado para el pavimento es el valor numérico de la carga del tren típico, cuya curva de cálculo se encuentra inmediatamente por sobre este punto. Los dos parámetros que rigen la resistencia de un pavimento rígido son el módulo de resistencia (k) que se trata en 4.1.3.4 y el espesor de la losa de hormigón (h). Estos valores se grafican en la Figura 4-6 para determinar el coeficiente de carga de los pavimentos rígidos de un modo similar al de los pavimentos flexibles. Puede aplicarse una restricción en cuanto a la presión de los neumáticos en los pavimentos flexibles. La restricción que se aplica es la presión de los neumáticos para la cual el asfalto del pavimento y el espesor del firme cumplirán con los requisitos del cálculo, como se indica en 4.1.2.6. No se aplica restricción alguna en cuanto a la presión de los neumáticos en los pavimentos de hormigón. Las aeronaves que posean un coeficiente de carga (ALR) y una presión de neumáticos igual o inferior a los valores notificados para una estructura de pavimento, están autorizados para operar en ese pavimento sin restricción alguna. En el caso de operaciones propuestas por una aeronave con un coeficiente de carga o una presión de neumáticos que exceda los valores notificados, se debe consultar a la autoridad aeroportuaria pertinente para una evaluación técnica y administrativa.

Estructura de los pavimentos compuestos

4.1.3.6 Una estructura de pavimento compuesto se crea cuando se reviste una estructura de pavimento existente para aumentar su resistencia o para renovar su superficie. Las estructuras de pavimentos compuestos se evalúan como pavimentos flexibles o rígidos, de acuerdo con los procedimientos siguientes:

a) Revestimiento asfáltico sobre pavimento flexible

Un pavimento flexible revestido con varias capas de pavimento asfáltico se evalúa como pavimento flexible que posee un espesor granular equivalente determinado como se indica en 4.1.3.1.

b) Revestimiento asfáltico sobre pavimento rígido

Un pavimento rígido sobre el cual se aplica un revestimiento asfáltico inferior a 25 cm de espesor se evalúa como pavimento rígido, con los espesores de la losa de hormigón y de revestimiento asfáltico convertidos a un espesor equivalente de losa simple, como se indica en la Figura 4-7. Un pavimento rígido sobre el cual se aplique un revestimiento asfáltico de espesor superior a 25 cm se evalúa como pavimento flexible con un espesor granular equivalente determinado como se indica en 4.1.3.1.

c) Revestimiento de hormigón sobre pavimento flexible

Un pavimento flexible sobre el cual se aplique una losa de hormigón se evalúa como pavimento rígido, constituyendo la estructura del pavimento flexible la base de la losa de hormigón.

d) Recrecimiento de hormigón sobre pavimento rígido

Un pavimento rígido sobre el cual se aplique una losa de hormigón se evalúa como pavimento rígido con las dos losas convertidas a un espesor de losa equivalente, como se indica en la Figura 4-7, salvo que se introduzca entre las dos losas una capa de separación de espesor superior a 15 cm. Cuando se aplique la capa de separación de espesor superior a 15 cm, se considera que la losa superior actúa independientemente, como una losa simple, siendo la losa inferior una parte del firme.

Evaluación del estado de la superficie

4.1.3.7 Aparte de la evaluación y la notificación de la resistencia del pavimento, los pavimentos de los aeropuertos están sujetos a una evaluación anual del estado de la superficie en los aeropuertos internacionales, y a una evaluación bienal en los demás aeropuertos. El programa de evaluación del estado de la superficie consiste en una inspección visual del estado de la estructura y de mediciones cuantitativas de la rugosidad y de los niveles de fricción en las superficies de las pistas.

4.1.3.8 Los estudios sobre el estado de la estructura están a cargo de un técnico experimentado en pavimentos que inspecciona visualmente los pavimentos y notifica el alcance y la gravedad de los defectos observados y de las características de los pavimentos que signifiquen riesgo. A base de los niveles de tráfico, de los defectos observados y de las características que entrañen peligro, se hace también una estimación respecto al año en que debería programarse una reconstrucción del pavimento. En la Figura 4-8 se indica un informe típico sobre el estado de la estructura.

4.1.3.9 Las mediciones de rugosidad de la pista se llevan a cabo con un Roadmeter, que es un dispositivo que registra los movimientos verticales de un automóvil a medida que el vehículo rueda por la pista a 80 km/h. Las lecturas del Roadmeter se convierten en un índice de comodidad de rodadura, en una escala de 0 a 10 y se lo traza como se indica en la Figura 4-9 para constituir un registro de la evolución de la rugosidad de la pista a lo largo del tiempo. El gráfico de performance de la rugosidad de la pista, que se ilustra en la Figura 4-9, se utiliza para efectuar las evaluaciones cuando se haya alcanzado un nivel excesivo de rugosidad que exija la reconstrucción.

4.1.3.10 Las mediciones de fricción en la superficie de la pista (estado húmedo normal) se llevan a cabo actualmente con un probador de roce superficial SAAB. Las mediciones se llevan a cabo en un vehículo a una velocidad de 65 km/h utilizando un neumático de medición con relieve, inflado a una presión de 0,21 MPa. El perfil de roce en la superficie de la pista que se obtiene en estas mediciones, Figura 4-10, se utiliza para determinar la necesidad de crear programas para renovar la textura de la superficie o eliminar el caucho.

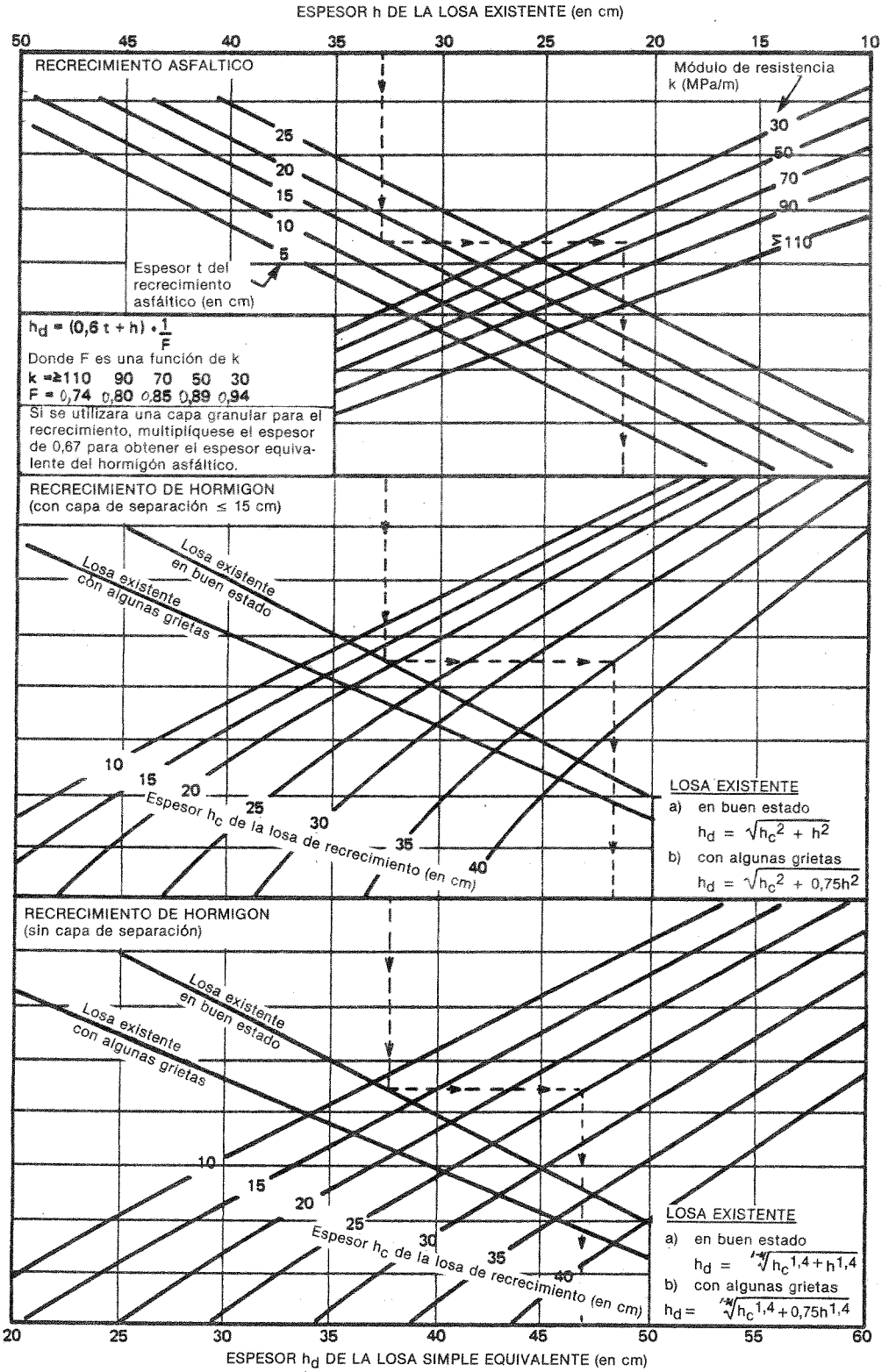


Figura 4-7. Espesor de losa simple equivalente de la losa de hormigón superpuesta

Aeropuerto: TERRACE, B.C.

Observador D. JONES

Fecha: 22 de noviembre de 1979

Tipo de aeronave crítica: B737

Peso operacional: 400 kN

Presión de los neumáticos: 1,0 MPa A.L.R. ~ 9

ESTUDIO DEL ESTADO DEL PAVIMENTO

Instalación	Puntos de medición		SE REQUIERE RECONSTRUCCION EN EL AÑO	ESTADO GENERAL	Superficies asfálticas								Superficies PCC								Todas las superficies				
	Desde	Hasta			Cuarteado piel de cocodrilo	Cuarteado en telaraña	Agrietamiento transversal	Agrietamiento longitudinal	Surcamiento	Disgregación			Agrietamiento de las esquinas	Agrietamiento de los bordes	Agrietamiento de la losa	Desmenuzamiento	Escamado de la superficie	Escamado de juntas/grietas	Separación de la junta	Falla del sello de la junta	Levantamiento debido al hielo	Asiento del terreno de fundación	Parches	Se requiere mantenimiento	
Pista 14-32	5+000	5+090	95	8									0	0	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	2	0/0	0/0	0	√	
	5+090	6+739	90	7	0	0	1/1	1/1	0/0	1/1											0/0	0/0	1		
	6+739	6+829	95	8									0	1	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	2	0/0	0/0	0	√	
Pista 08-26	5+000	5+060	85	5									1	2	3/1	1/1	0/0	1/3	3/1	3	0/0	1/1	2	√	
	5+060	6+525	81	3	1	3	4/3	4/3	1/1	4/2											0/0	1/3	0	√	
	6+525	6+585	85	5									1	2	3/2	1/1	0/0	1/3	3/1	3	0/0	1/1	2	√	
Calle de rodaje A			81	3	4	2	4/2	4/3	1/1	4/1											0/0	1/1	2	√	
Calle de rodaje B			90	7	0	0	1/1	1/1	0/0	1/1											0/0	0/0	0		
Calle de rodaje C			90	7	0	0	1/1	1/1	0/0	1/1											0/0	0/0	0		
Plataforma 1			95	8									0	0	1/1	0/0	0/0	0/0	0/0	1	0/0	0/0	0		

Evaluación del estado general

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

Muy bueno Bueno Aceptable Malo Pésimo

Evaluación de los defectos del pavimento

0: ninguno 1: insignificante 2: moderado 3: importante 4: extremo

Evaluación doble

Alcance del defecto — Gravedad del defecto

Figura 4-8. Informe sobre el ruido del estado del pavimento

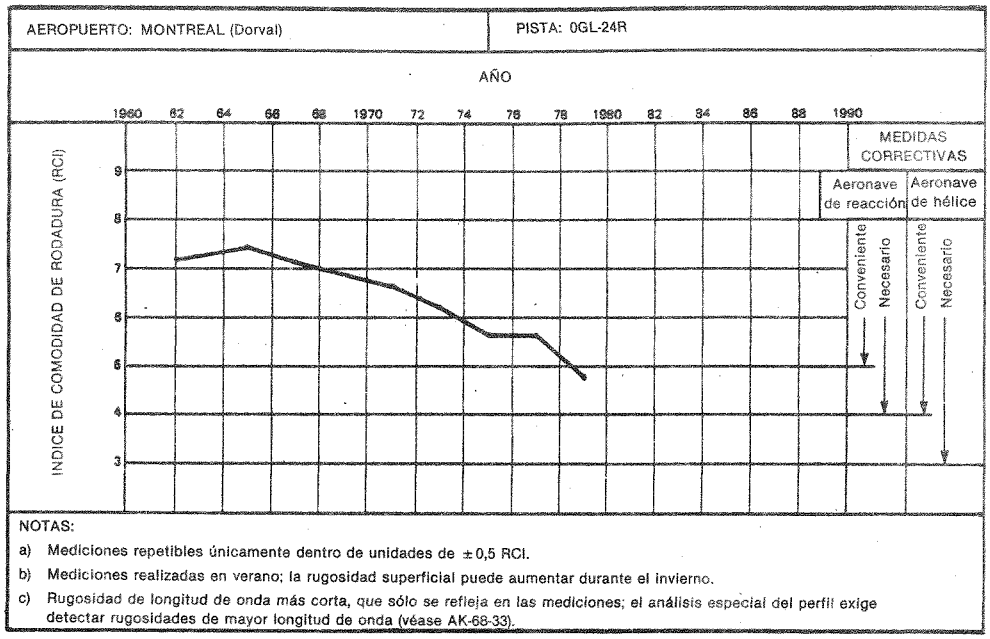


Figura 4-9. Gráfico de performance de la rugosidad de la pista

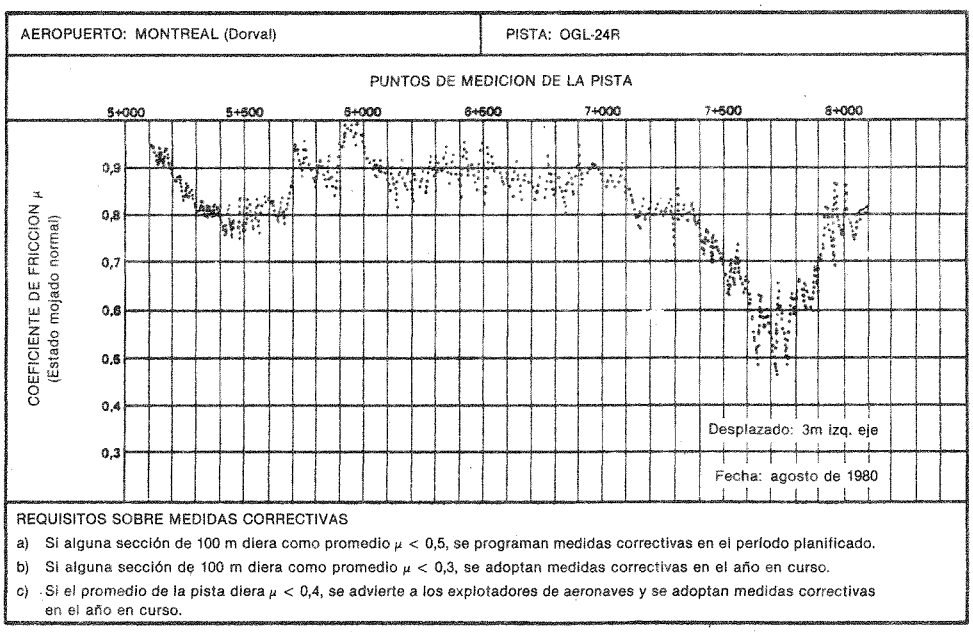


Figura 4-10. Perfil del coeficiente de fricción de la pista

4.2 Práctica de Francia

4.2.1 Generalidades

4.2.1.1 Definiciones

a) Estructura del pavimento. Un pavimento normalmente comprende las capas siguientes, desde arriba hacia abajo:

- una "capa superficial", consiste en una "capa de rodamiento" y quizás una "capa de ligante";
- una capa de firme;
- una capa de cimentación; y
- quizás una capa de cimentación inferior o un terreno de fundación mejorado.

b) Tipos de estructura.

- Una "estructura flexible" consiste únicamente en capas de materiales que no se han ligado ni tratado con ligantes de hidrocarburos.
- Una "estructura rígida" presenta una capa de rodamiento compuesta por una losa de cemento Portland.
- Una "estructura semi rígida" comprende una base tratada con ligantes de hidrocarburos.
- Una estructura "compuesta (o mixta)", resulta del refuerzo de una estructura rígida con una estructura flexible o semi rígida.

c) Tipos de pavimento. Por razones de simplificación, a continuación se hace una distinción solamente entre los dos tipos principales de pavimento, que se citan en términos generales del modo siguiente:

- "pavimentos flexibles", que comprenden estructuras flexibles y semi rígidas, y también ciertos tipos de estructuras compuestas (por ejemplo un antiguo pavimento rígido muy agrietado, que se ha reforzado con material tratado con ligantes de hidrocarburos); y
- "pavimentos rígidos", que comprenden estructuras rígidas y ciertos tipos de estructuras compuestas (por ejemplo un pavimento rígido renovado por aplicación de una superficie de rodamiento tratada con ligantes de hidrocarburos).

d) Resistencia a las cargas. La "resistencia", llamada también "carga admisible", es la capacidad de un pavimento de resistir las cargas impuestas por las aeronaves, manteniendo la integridad de su estructura.

e) Vida útil del pavimento. Este es el período al cabo del cual la resistencia del pavimento resulta insuficiente para soportar el mismo tráfico sin correr riesgos a lo largo del año siguiente y requiere un refuerzo general o bien una reducción del volumen de tráfico. La "vida útil normal" de un pavimento es de 10 años y los pavimentos por lo general

se calculan para ese período. Con todo, en las circunstancias que se describen más abajo, pueden establecerse otros valores para la vida útil de un pavimento.

f) Tráfico.

- Un "movimiento (real)". Aplicación al pavimento de una carga por una pata de tren de aterrizaje real durante una maniobra (despegue, aterrizaje, rodaje). El número de movimientos reales es generalmente mayor que el número de movimientos que el explotador tiene en cuenta (despegue y aterrizajes).

- Una "carga P real" es la carga realmente aplicada por una pata de tren de aterrizaje de aeronave.

- El "tráfico real" consiste en diferentes movimientos de varias cargas reales aplicadas por patas de tren de aterrizaje reales de diferentes categorías.

- La "carga P normal de cálculo" es la carga que se tiene en cuenta en las fórmulas o en los gráficos para fines de cálculo del pavimento. Esta carga puede ser "ponderada" o no, según la función del pavimento en cuestión.

- El "tráfico normal" es el tráfico que consiste en 10 movimientos por día, por parte de la aeronave que produce la carga de cálculo sobre una vida útil de pavimento prevista de 10 años como mínimo.

- La "carga Po admisible" de un pavimento, es la carga en una pata del tren de aterrizaje (real o ficticia) que se calcula de acuerdo con el concepto del cálculo como admisible al rítmo de 10 movimientos por día y a lo largo de 10 años.

- Un "movimiento equivalente" es la aplicación de una carga de referencia por una pata de tren de aterrizaje (real o ficticia).

- El "tráfico equivalente" corresponde al tráfico real reducido a un número de movimientos equivalentes.

- El "potencial" de un pavimento a una fecha dada se representa por el número de movimientos equivalentes que puede aceptar durante su vida útil restante.

g) Tipos de cálculo

- El "cálculo optimizado" (o método de cálculo optimizado): cálculo que tiene en cuenta todos los tipos de aeronaves que tienen un efecto importante sobre el pavimento. Este método es el preferible si se dispone de pronósticos de tráfico suficientemente fiables y precisos para la vida útil prevista del pavimento.

- El "cálculo general" (o método de cálculo general): cálculo en función de una carga de referencia que el pavimento debe soportar. En la práctica, este método se utiliza principalmente al nivel de los estudios preliminares o a falta de datos precisos. La carga de referencia se evalúa en términos de la utilización prevista del aeródromo, de las características de la aeronave en servicio o etapa de planificación y del papel concreto que ha de desempeñar el pavimento en cuestión.

4.2.2 Selección de la carga de cálculo

4.2.2.1 Características de las aeronaves que afectan al cálculo

a) Masa de la aeronave. Es preciso considerar para cada aeronave:

- en el caso del método de cálculo general: masa de despegue;

- en el caso del método de cálculo optimizado: masa de despegue, masa de aterrizaje.

La recopilación de datos sobre la masa de las diferentes aeronaves que han de considerarse en un proyecto es una tarea difícil, teniendo en cuenta:

- las variaciones de la carga útil;

- la incertidumbre de la composición del tráfico previsto (aeronaves, etapas) y la evolución en lo que respecta a las flotas de aeronaves.

Para los fines de estudio de un cálculo optimizado, un método útil consiste en establecer histogramas de masa con respecto a cada aeronave. Seleccionando una anchura de categorías de 1/20 de la masa máxima, se logra una precisión suficiente.

b) Pata del tren de aterrizaje. Conjunto de ruedas montado en una pata. El juego completo de patas del tren de aterrizaje constituye el tren de aterrizaje propiamente dicho. Se introduce una "pata típica de tren de aterrizaje" que es representativa de cada una de las tres categorías más utilizadas de trenes de aterrizaje (rueda simple, ruedas gemelas, bogie de cuatro ruedas). Las características de las patas típicas de tren de aterrizaje son las siguientes:

Pata típica de tren de aterrizaje	Vía del tren (en cm)	Distancia entre ejes (cm)	Presión de los neumáticos
Rueda simple	--	--	0,6 MPa
Ruedas gemelas	70	--	0,9 MPa
Bogie de cuatro ruedas	75	140	1,2 MPa

c) Distribución de la masa sobre las patas del tren de aterrizaje

1) Distribución estática. La distribución general de la masa de la aeronave entre la pata de nariz y las patas del tren de aterrizaje principal depende de la distribución de la carga de la aeronave, o

sea la posición del centro de gravedad, y no varía mucho. A falta de datos, podría suponerse que la distribución es del 10% de la pata de nariz (distribución de carga máxima hacia adelante), 95% sobre las patas del tren de aterrizaje principal (distribución de la carga máxima hacia atrás), para los trenes de aterrizaje comunes.

2) Eficacia del frenado. El efecto de la eficacia del frenado no se tiene en cuenta en el cálculo de pavimentos. Sólo desempeña un papel en estudios concretos (por ejemplo, estructuras debajo de la pista).

d) Cargas utilizadas en los cálculos. En el caso de los trenes de aterrizaje de las aeronaves actuales, la distancia entre las patas es tal que justifica un estudio aparte del efecto de cada pata del tren de aterrizaje. La pata del tren principal por lo general causa las tensiones mayores. En algunos casos, la pata del tren de aterrizaje secundario puede ser la más crítica para el pavimento (ejemplos, pata del morro del B-747, pata central del DC-10-30). Se tiene en cuenta la carga en los cálculos, en forma de carga por pata de tren de aterrizaje. Los gráficos en lo tocante a las principales aeronaves examinadas (Apéndice 3) se confeccionan de acuerdo con este concepto. En los casos en que es probable que la pata del tren de aterrizaje secundario sea más crítica que la pata del tren de aterrizaje principal, los mismos se identifican y se confeccionan gráficos adicionales.

4.2.2.2 Ponderación de la carga de acuerdo con la función del pavimento. Cada tipo de instalación (pistas, calles de rodaje, plataformas, zonas de mantenimiento, etc.) debe designarse por separado para tener en cuenta diferentes condiciones de esfuerzo. Aunque se encuentren sometidos a las mismas cargas, algunos pavimentos pueden experimentar condiciones de fatiga diferentes. Por ejemplo:

a) el tráfico es lento y se concentra en las plataformas y, a la inversa, es raro y se encuentra disperso en los márgenes de las pistas en las zonas de parada; y

b) consecuencias del efecto dinámico. Cuando una aeronave rueda a alta velocidad (por ejemplo en la parte central de la pista durante el despegue y en los primeros 1 000 m más allá del umbral durante el aterrizaje), el fenómeno de carga es transitorio y, por lo tanto, menos marcado. Además, la carga se reduce por la sustentación de las alas. Las cargas que figuran con respecto a cada tipo de área se ponderan para tener en cuenta las diferentes condiciones de fatiga que se indican en la Figura 4-11. Al estudiar un proyecto se recomienda examinar los ahorros que pueden lograrse aplicando estos conceptos e igualmente las posibles dificultades que pudieran surgir durante la construcción o en el momento en que se puedan utilizar estas áreas para un fin diferente. Por lo tanto las reducciones en el espesor pueden llevarse a cabo siempre que representen una ventaja real a corto y a largo plazo. Estos conceptos de cálculo para espesor reducido del pavimento se utilizan comúnmente en algunos países. En Francia sólo se han aplicado hasta ahora en una escala muy limitada.

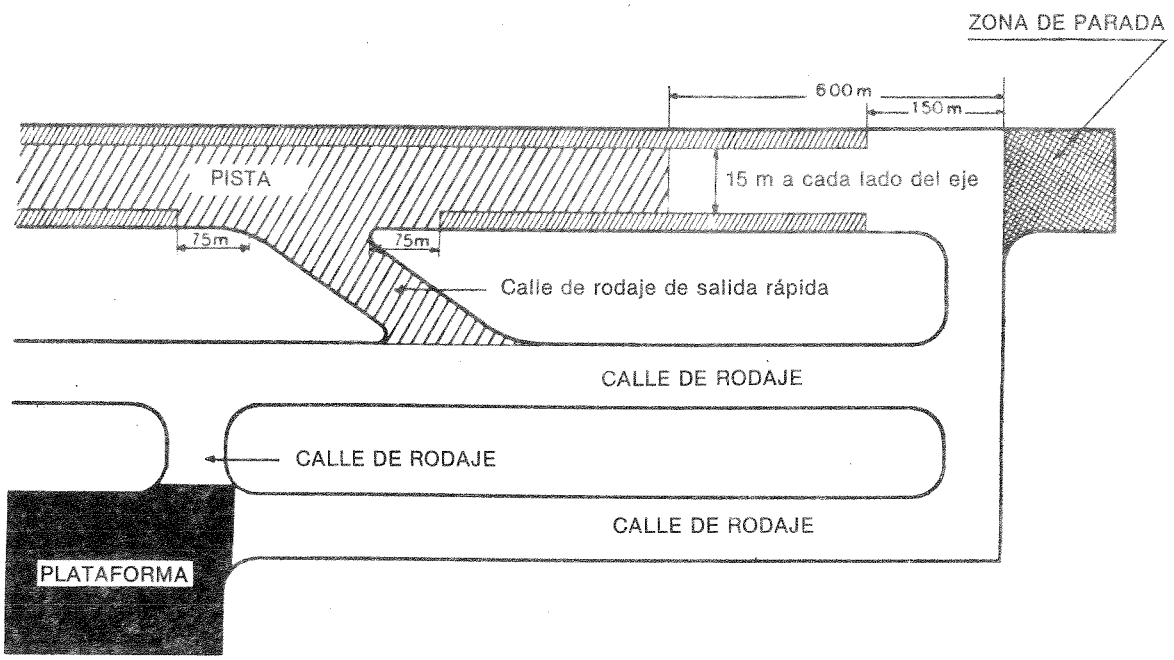
4.2.2.3 Cargas diferentes de las producidas por las aeronaves. Algunas zonas no son accesibles a las patas del tren de aterrizaje (frente a los edificios del aeropuerto). Por otro lado, los pavimentos del aeródromo no solamente soportan las aeronaves sino también otros vehículos y maquinarias (por ejemplo vehículos de transporte en tierra - autobuses, camiones, remolques para equipaje, porta contenedores - vehículos de bomberos, pasarelas telescópicas, etc.) que a veces producen cargas más críticas (particularmente

en las plataformas). Cuando estos vehículos se encuentran estacionados, tienen un efecto punzante considerable sobre el pavimento, produciendo cargas concentradas debido al hecho de que se mueven en un espacio limitado. Las cargas excepcionales se toman en cuenta del modo siguiente:

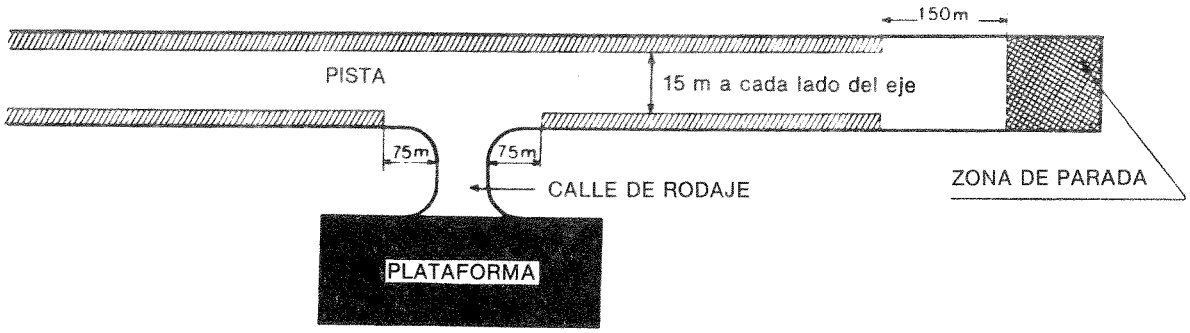
a) las zonas afectadas se calculan para soportar estas cargas;

b) las superficies de las zonas donde circulan los vehículos o el equipo que producen tensiones, debe ser limitada (reglas de tránsito, señalización de la superficie); y

c) pueden estudiarse pavimentos especiales (por ejemplo revestimientos especiales).



a) Ejemplo de pista con calle de rodaje paralela



b) Ejemplo de pista sin calle de rodaje paralela

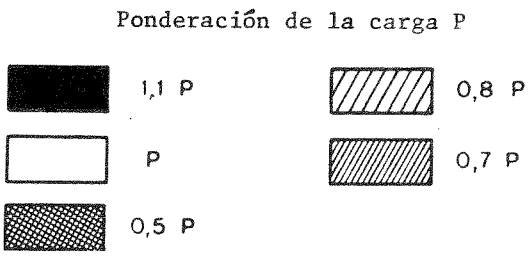


Figura 4-11. Ponderación de la carga P

4.2.3 Cálculo de pavimentos flexibles

4.2.3.1 El cálculo de un pavimento flexible comprende dos etapas:

a) Recopilación de datos: - tráfico (cargas, movimientos);

- características del terreno natural.

b) Cálculo del espesor, que a su vez comprende dos etapas:

- la determinación de un "espesor equivalente del pavimento", utilizando el cálculo general o los métodos de cálculo optimizados;

- la selección de una estructura de pavimento que proporcione un espesor equivalente correspondiente al espesor determinado antes, o mayor.

4.2.3.2 Resistencia del terreno de fundación

a) Caso general: La resistencia del terreno de fundación se designa por su índice de penetración California (CBR). El valor CBR adoptado es el más bajo que se obtenga durante la serie de ensayos en la cual el número total de muestras se compacta al 95% de la densidad óptima Proctor modificada, después de haberse sumergido en agua durante cuatro días.

b) Suelos de grava y arena pura: En el caso de suelos de grava y de arena pura, la medición del CBR no tiene objeto alguno y se adoptarán valores generales como se indica en la tabla siguiente:

Descripción del terreno	CBR medido	CBR significativo
Grava pura de grano uniforme	40	20
Grava pura de grano desigual	30	20
Grava que contiene cieno	>40 (PI<7)> 20 (PI>7)	20 (PI<7) 10 (PI>7)
Grava que contiene arcilla	20	10
Arena pura de grano uniforme	20	10
Arena pura de grano desigual	10	de 6 a 8
		PI - Indice de plasticidad

c) Terreno de fundación mejorado. Cuando el pavimento se asiente en un terreno de fundación mejorado (espesor considerable de materiales agregados de calidad media o no homógena), esto se tendrá en cuenta al efectuar los cálculos, del modo siguiente. Supongamos que las resistencias de los terrenos de fundación sin tratar y mejorados sean respec-

tivamente CBR_1 y CBR_2 y que h_1 y h_2, que se calcularán de acuerdo con el método seleccionado (general u optimizado) correspondan a uno de estos CBR. Si "h" fuera el espesor del terreno de fundación mejorado, el espesor requerido del pavimento sobre este terreno de fundación, o sea "e", puede calcularse aplicando la fórmula:

$$e = h_1 - h \frac{CBR_2 - CBR_1}{CBR_2 + CBR_1}$$

siempre que "e" exceda o sea al menos igual a h_2. Si "e" fuera inferior a h_2, el espesor del pavimento se fija en h_2. Esto se aplica también a los casos en que el suelo natural comprende un substrato que se cubre con una capa relativamente delgada de mayor resistencia. Esta capa superior puede considerarse entonces como un terreno de fundación mejorado, de manera que el método citado puede seguirse utilizando.

4.2.3.3 Cálculo del espesor equivalente del pavimento

- Cálculo general - véase 4.2.5.

- Cálculo optimizado - véase 4.2.6.

4.2.3.4 Estructura del pavimento. Un pavimento flexible normalmente se compone de tres capas diferentes de calidad creciente, desde abajo hacia arriba: el cimiento, el firme y la capa superficial. El concepto de espesor equivalente se introduce para tener en cuenta las diferentes cualidades mecánicas de cada capa. El espesor equivalente "e" de una capa es igual a su espesor real "e_r", multiplicado por un coeficiente numérico "c" o coeficiente de equivalencia. El espesor equivalente del pavimento es igual a la suma de los espesores equivalentes de sus capas. Los valores que se indican en la tabla siguiente pueden utilizarse como referencia en el caso de nuevos materiales:

Nuevos materiales	Coeficiente de equivalencia
Mezcla asfáltica densa del tipo hormigón	2
Mezcla de arena - grava ligada con asfalto	1,5
Emulsión arena-grava	1,2
Arena-grava tratada con ligantes hidráulicos (cemento, escoria, ceniza, barro)	1,5
Grava machacada de grano uniforme	1
Arena tratada con ligantes hidráulicos (cemento, escoria)	1
Gravilla	0,75
Arena	0,5

En un pavimento correctamente constituido, los coeficientes de equivalencia aumentan necesariamente desde abajo hacia arriba.

4.2.3.5 Selección de una estructura. La selección de una estructura debe tener en cuenta dos conceptos generales:

a) Conceptos de construcción que se refieren a la naturaleza de los materiales que han de utilizarse, a la calidad y a la formulación de componentes, a los espesores mínimo y máximo, a la buena liga de las capas, etc.

b) Conceptos mecánicos que determinan los valores de los coeficientes de equivalencia, que dejan de lado o que desaconsejan el uso de ciertos materiales en las diferentes capas, que indican los espesores de los materiales tratados que se necesitan para lograr un comportamiento mecánico normal del pavimento, etc. Estas directrices tienen el efecto siguiente sobre las diferentes capas:

- Capa superficial (capa de rodamiento y posiblemente capa ligante). La capa superficial debe consistir en hormigón asfáltico. (Algunas directivas, especialmente en lo tocante a la formulación y a la compacidad que ha de lograrse en la obra, difieren considerablemente de las que se aplican a los pavimentos de carreteras).

- Firme y cimiento. La selección de materiales para la capa del firme y la del cimiento depende de las aplicaciones que se indican en la tabla siguiente:

Tipos de materiales	Se utilizan en el firme	Se utilizan en el cimiento	Observaciones
Mezcla de arena-grava, unida con ligantes calientes de hidrocarburos	Sí	No	Materiales caros.
Materiales tratados con ligantes hidráulicos (hormigón con áridos gruesos, escorias, grava con ceniza, hormigón a base de arena)	No	No se aconseja	Salvo con permiso especial después de consultar a la administración.
Grava sin tratar (machacada, de grano uniforme)	Sí	Sí	---
Grava menuda (gravilla)	No	Sí	---
Materiales tratados con ligantes fríos de hidrocarburos (grava en emulsión)	No se aconseja	No se aconseja	La utilización de estos materiales exije una técnica que no se ha probado suficientemente en los pavimentos de aeródromos.

Con frecuencia las razones económicas obligan a considerar la utilización de materiales que han sido tratados con ligantes hidráulicos (hormigón de áridos gruesos, escorias sobre mezcla de arena-grava, mezcla de arena con grava y ceniza, etc.) en el firme o en el cimiento. Sin embargo, la magnitud de las cargas aplicadas a los pavimentos de aeródromos crea tensiones mucho mayores que las que se producen en los pavimentos de carreteras. Los riesgos y consecuencias, entre otros, son:

- para los pavimentos: signos precoces de deterioro (grietas en las capas de rodamiento, desmenuzamiento, desgarramiento, desprendimiento de partículas o reaparición de finos de la lechada de cemento);

- para las aeronaves: ingestión de partículas de áridos por los motores de chorro; lisura; y

- para la administración: mayores costos de mantenimiento (relleno de grietas).

En consecuencia, la utilización de materiales tratados con ligantes hidráulicos se proscribe para el firme y no se aconseja para el cimiento. En el caso del cimiento, la capa simi rígida debe estar cubierta por un material cuyo espesor real tenga por lo menos 20 cm de materiales tratados con ligantes de hidrocarburos. Cualquier excepción a estas reglas requiere un estudio especial para el cual debe solicitarse el asesoramiento experto de la Administración. Las especificaciones para los materiales que pueden utilizarse en el firme o en el cimiento son idénticas a las que se aplican a los pavimentos de carreteras.

4.2.3.6 Espesor de los materiales tratados. Es necesario un espesor suficiente de materiales tratados, para asegurar un comportamiento aceptable de las capas superiores del pavimento. Como directriz, en la Figura 4-12 puede observarse el espesor equivalente óptimo de materiales tratados con respecto al espesor equivalente total del pavimento y al CBR del terreno natural.

4.2.3.7 Influencia de los factores climáticos. En las regiones sometidas a grandes variaciones climáticas estacionales, se tendrán en cuenta los posibles cambios en la resistencia del terreno. A pesar de la considerable influencia que la temperatura tiene sobre los pavimentos mixtos asfálticos, no se hará corrección alguna por espesor en lo tocante a este parámetro: los valores indicados para los coeficientes de equivalencia de los materiales mixtos para revestimientos sugeridos anteriormente, representan una media ponderada. Se recomienda que el ensayo de helada-deshielo se lleve a cabo de acuerdo con información que figura en 4.2.7.

4.2.4 Cálculo de pavimentos rígidos

4.2.4.1 El cálculo de pavimentos rígidos comprende las dos etapas siguientes:

a) Recopilación de datos:

- tráfico (cargas, movimientos);

- características del terreno de fundación y del hormigón de cemento hidráulico; y

b) cálculo del espesor de la losa de hormigón (sólo se examina el caso general de pavimentos de hormigón simple y sin pre-tensión).

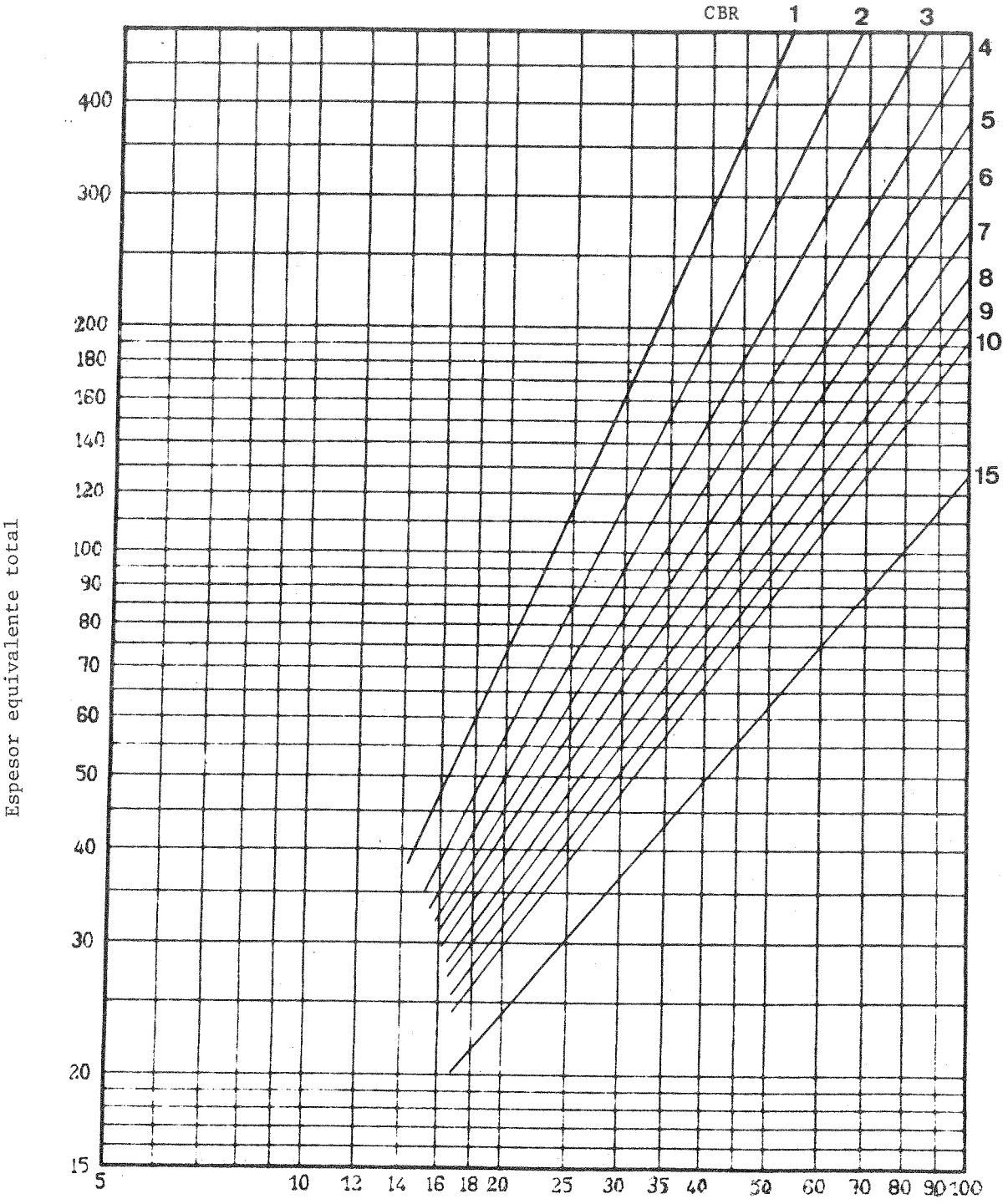


Figura 4-12. Pavimentos flexibles: Espesor óptimo de materiales tratados: espesor equivalente de materiales tratados en relación con el espesor total del pavimento y con la CBR

4.2.4.2 Evaluación de la capa de cimentación. Un pavimento rígido consiste normalmente en dos capas sobre el terreno natural, o sea, un cimiento y una losa de hormigón de cemento hidráulico. La resistencia del terreno natural se expresa en forma de su "módulo de reacción" k_0. Este valor se corrige de acuerdo con el espesor equivalente del cimiento. El módulo corregido de este modo (o sea el módulo de reacción del cimiento) posibilita tener en cuenta el terreno y el cimiento como un solo parámetro para el cálculo.

4.2.4.3 Resistencia del terreno natural (terreno de fundación). El módulo de reacción k_0 del terreno de fundación se evalúa por medio de un ensayo con placa de carga llevado a cabo *in situ* sobre terreno compactado al 95% de la densidad óptima Proctor modificada. Es conveniente que transcurra cierto tiempo entre la compactación y el ensayo, para permitir que el terreno se estabilice en su contenido de humedad libre. El número y la distribución de los puntos de ensayo deben conducir a la obtención de resultados significativos.

4.2.4.4 Resistencia del cimiento. El módulo de la reacción del cimiento de terreno natural se corrige posteriormente en lo tocante al espesor equivalente del cimiento. Para este objeto se utiliza la Figura 4-13. La definición de espesor equivalente se indica en 4.2.3.4.

Nota importante. En estos cálculos debería utilizarse el módulo k corregido. La utilización de k medido en la parte superior del cimiento, daría como resultado cifras optimistas.

Aunque el cimiento sólo afecta ligeramente el cálculo (como término correctivo del módulo k, que en sí mismo sólo tiene una ligera repercusión), tiene un papel múltiple que es importante:

- asegura un apoyo continuo para la losa, particularmente en sus juntas y participa en la transmisión de las cargas;
- debido a su peso, se opone a un posible hinchamiento del terreno de fundación y lo protege contra la helada;
- ofrece una superficie estable para las operaciones posteriores de aplicación de hormigón; y
- evita que en las juntas asciendan partículas finas por bombeo (movimientos relativos de las capas).

4.2.4.5 Estructura del cimiento. Es importante poseer un cimiento de alta calidad. Deben aplicarse las reglas siguientes:

- la capa de cimentación debe tratarse;
- se aconseja utilizar hormigón con áridos gruesos;
- no se recomienda mucho el hormigón de cemento pobre (mucho riesgo de agrietamiento);
- el espesor real del cimiento debe ser de 15 cm por lo menos para asegurar un uso eficaz del material; y
- las especificaciones de materiales que pueden utilizarse en un cimiento son similares a las de los pavimentos de carretera.

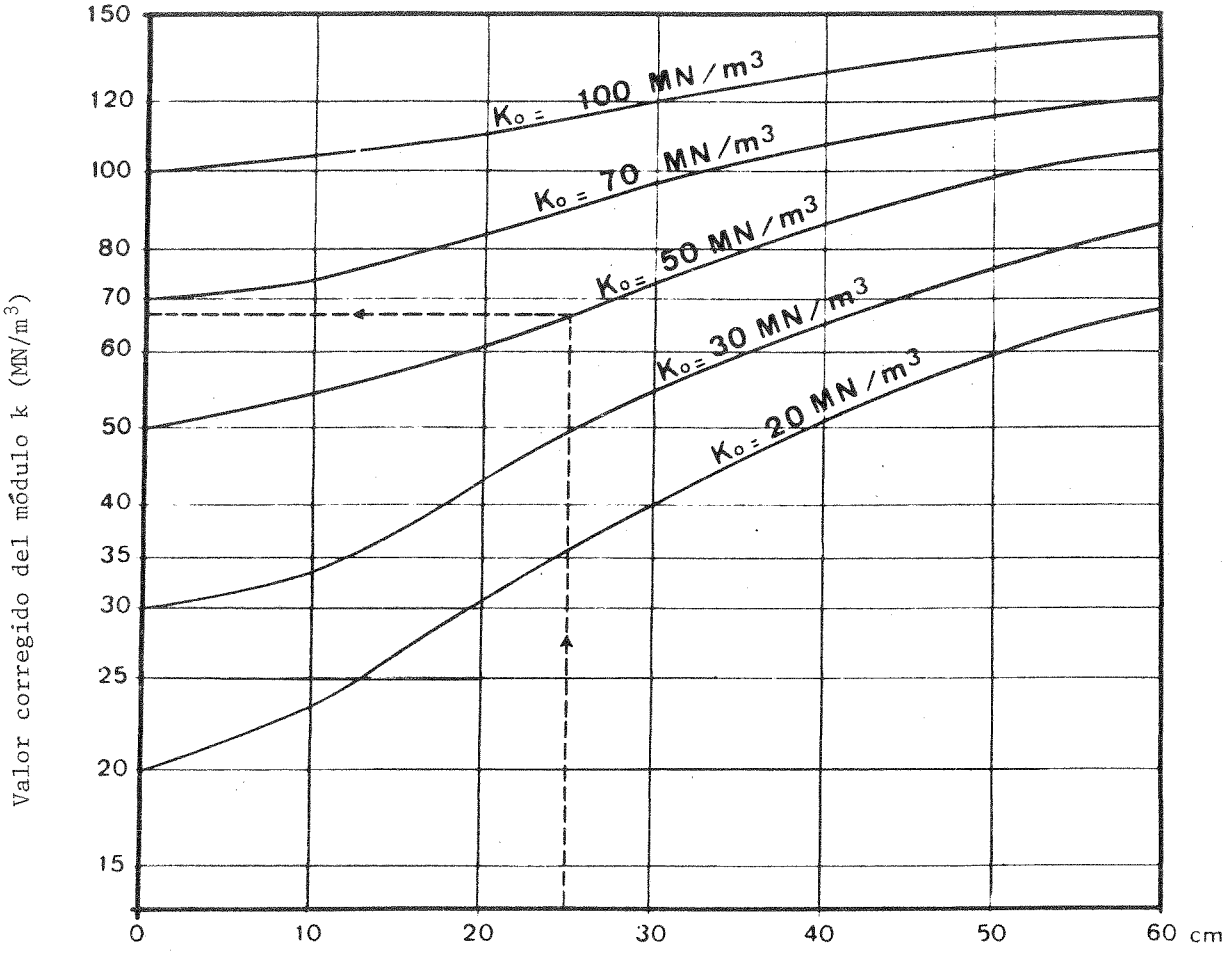


Figura 4-13. Módulo de reacción del cimiento. Corrección del módulo de reacción del terreno de fundación a base del espesor equivalente del cimiento.

El cimiento puede descansar en un terreno de fundación mejorado que puede consistir o no en materiales estabilizados. El espesor equivalente total de las dos capas se tiene posteriormente en cuenta para corregir el módulo de reacción k del terreno de fundación. Es posible colocar una capa de hormigón poroso entre la losa de hormigón y el cimiento tratado, con el propósito de mejorar el avenamiento y de reducir el efecto de bombeo.

4.2.4.6 Cálculo del espesor de la losa de hormigón. Debido a la rigidez del hormigón, las tensiones verticales aplicadas al cimiento por una losa de hormigón cargada son siempre muy bajas; la losa asegura la distribución de las tensiones debidas a las cargas, por su resistencia a la flexión. En consecuencia, al contrario de lo que sucede en el caso de un pavimento flexible, el criterio de cálculo para un pavimento rígido no es la presión máxima a nivel del terreno de fundación, sino el momento admisible de flexión de la losa. En el cálculo, se adoptan valores constantes para describir el hormigón del modo siguiente:

- módulo de elasticidad: E = 30 000 MPa

- coeficiente de Poisson = 0,15

4.2.4.7 Tensiones del hormigón. En los cálculos se tiene en cuenta la tensión admisible de flexión del hormigón, que es igual a la resistencia a la rotura por flexión dividida por el factor de seguridad. La resistencia a la rotura por flexión se mide en probetas prismáticas después de 90 días. El valor final que ha de conservarse es la media de los valores medidos reducida en el valor de una diferencia estándar que corresponde a la dispersión previsible en el lugar (que varía entre un mínimo del 10% para un lugar de construcción bien supervisado, y el 20%). Si se dispusiera de los resultados de ensayos llevados a cabo después de un período de curado de 28 días, puede suponerse que la resistencia a la flexión del hormigón aumenta en un 10% entre los días 28 y 90.

4.2.4.8 Factores de seguridad. El factor de seguridad depende del tipo de juntas que se dejen entre las losas del pavimento. Su valor se establece en 1,8, cuando se prevean juntas para la transferencia eficaz de cargas y de 2,6 en los otros casos, como se indica en la tabla siguiente:

Tipo de dispositivo para la transferencia de cargas a través de las juntas de construcción del pavimento	Otras condiciones	Factor de seguridad
Sin dispositivo	en todos los casos	2,6
Tarugos	---	1,8
Juntas de lengüeta y ranura	menos de 3 condiciones desfavorables (véase más abajo)	1,8
	por lo menos 3 condiciones desfavorables (véase más abajo)	2,6

Condiciones desfavorables

- terreno de fundación flojo (k 20 MN/m^3) o no homogéneo o propenso a sufrir las heladas;

- cimiento delgado (e < 20 cm) o sin tratar;

- tráfico pesado que consiste en aeronaves de fuselaje ancho (B-747, DC-10, etc.);

- gradiente significativo en la temperatura diaria;

- ausencia de barras de unión entre las juntas.

4.2.4.9 Reglas de construcción - véase 4.2.4.11

4.2.4.10 Espesor de la losa de hormigón

- cálculo general (véase 4.2.5);

- cálculo optimizado (véase 4.2.6).

Comentario: El método de cálculo general es normalmente suficiente para el estudio de los pavimentos rígidos.

4.2.4.11 Reglas de construcción

a) Juntas. Un pavimento rígido bien calculado debe respetar las reglas principales de construcción que se exponen en la Figura 4-14.

b) Transferencia eficaz de las cargas. Ninguno de los dispositivos descritos proporciona una eficacia total. Los sistemas de ranura y lengüeta y las juntas de contracción-dilatación sólo son eficaces cuando las juntas no se abren demasiado bajo el efecto combinado de contracción hidráulica (definitiva) y contracción térmica (periódica); por otro lado, con el transcurso del tiempo pierde cierta eficacia debido a que las dos superficies en contacto presentan desgaste por el efecto del tráfico y de los ciclos térmicos. La eficacia de las juntas con tarugos no está estrechamente relacionada con sus aberturas. Sin embargo, es probable también que con el tiempo disminuya la eficacia de las transferencias de carga, debido principalmente a que la cavidad cilíndrica en la cual encaja el tarugo en dirección longitudinal se agrande y ovalice. Tal como se hizo constar, el cimiento puede mejorar la transferencia de cargas, siempre que tenga suficiente rigidez. Sin embargo, su efecto favorable también se reduce con el tiempo, principalmente debido a la erosión superficial.

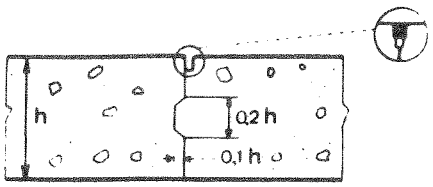
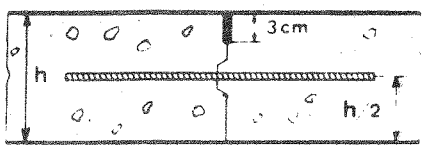
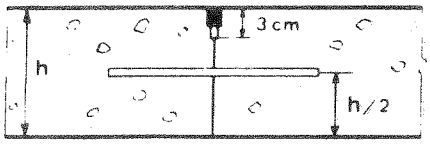
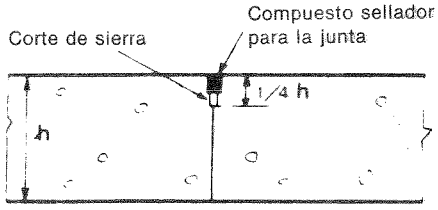
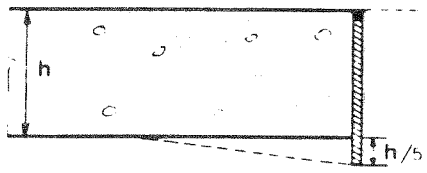
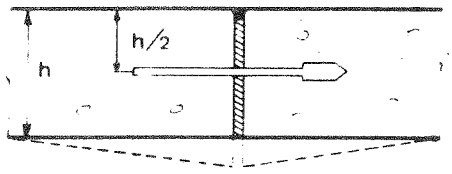
TIPO DE JUNTA	DIAGRAMA	L: Emplazamiento C: Condiciones de utilización
CONSTRUCCION	 Ranura y lengüeta simple	L: Longitudinalmente: al final de las fajas. Transversalmente: cuando el hormigón se encuentre interrumpido a lo largo de la faja. C: Lengüeta y ranura únicamente para losas de espesores superiores a 20 cm se recomiendan los tarugos para pavimentos que soportan tráfico pasado de aviones de fuselaje ancho o en los terrenos relativamente flojos la barra de unión se utiliza únicamente en las juntas longitudinales; la anchura del enlace no debe ser superior a 25 m
	 Ranura y lengüeta con barra de unión	
	 Tarugo	
CONTRACCION		L: Longitudinalmente: cuando la anchura de la faja sea superior a 5 m transversalmente: instalación sistemática a intervalos regulares
DILATACION		L: en la unión de las obras vieja y nueva — entre pistas y calles de rodaje — en el perímetro de las subestructuras — a lo largo del avenamiento C: utilizado para evitar tensiones excesivas
	 Tarugo	

Figura 4-14. Junta en los pavimentos de hormigón de cemento

4.2.4.12 Influencia de los factores climáticos

a) Factores de origen térmico o hidrométrico. Como regla general se acepta que, si se utilizan métodos apropiados para las juntas, no es preciso tener en cuenta las tensiones de origen térmico o hidrotérmico al realizar el cálculo. Las tensiones de flexión producidas por las cargas durante la utilización del pavimento no son las únicas tensiones de tracción a las cuales puede haberse sometido el hormigón. Ante todo, las tensiones pueden ser la consecuencia de dilataciones diferenciales entre las superficies superior e inferior del hormigón debido a las diferencias entre estos dos aspectos:

- temperatura (gradiente de temperatura);

- contenido de agua.

Otras tensiones pueden ser causadas también por el roce del cimiento que resiste a una variación en la longitud de la losa en su totalidad cuando se presenta un cambio en la temperatura o el contenido de agua. Se supone que estos cambios son de duración suficiente para permitir que la losa logre un estado de equilibrio hidrotérmico. En consecuencia, hay cambios que pueden describirse como estacionales en oposición a los cambios (diarios) que se producen por gradientes hidrotérmicos en la losa. En todos los casos, la existencia de juntas que limita las longitudes de las losas básicas, tiene el efecto de reducir la magnitud de los diferentes tipos de tensiones. Por otro lado, las tensiones de la primera categoría presentan una fuerte tendencia a compensarse entre sí debido al hecho de que los gradientes de temperatura y el contenido del agua normalmente son características opuestas. Finalmente, estas tensiones diferentes no aumentan mucho las tensiones impuestas por las cargas.

b) Helada. Se recomienda efectuar una inspección para la helada y el deshielo de acuerdo con las explicaciones que figuran en 4.2.7.

4.2.5 Cálculo general

4.2.5.1 Principio. El método general de cálculo permite calcular un pavimento de acuerdo con una carga de referencia. Por ejemplo:

- la carga máxima de la aeronave que se considera ha de producir la tensión máxima; y

- la carga conveniente para una categoría típica del tren de aterrizaje.

El proyecto se basa en las condiciones normales de tráfico, o sea 10 movimientos por día a lo largo de 10 años con la carga nominal. Sin embargo, cuando el tráfico

real sea evidentemente diferente de esta hipótesis básica, es posible aplicar un factor de corrección para tener en cuenta la intensidad del tráfico real. Los siguientes son ejemplos de utilización de los métodos de cálculo general:

- estudio de un aeródromo utilizado para operaciones con un tipo de aeronave que, evidentemente, produzca tensiones mayores que otras;
- pavimentos rígidos (la precisión del método es generalmente suficiente); y
- estudios preliminares sin contar con pronósticos de tráfico fiables.

4.2.5.2 Determinación del espesor del pavimento

Datos necesarios

- carga normal de cálculo P';
- CBR del terreno natural (pavimentos flexibles);
- módulo de reacción k del terreno de fundación y tensión admisible de flexión del hormigón (pavimentos rígidos).

Método gráfico

Según el caso que se estudie, se utiliza el gráfico para el tren de aterrizaje típico (Figuras 4-15 a 4-27) o el gráfico específico para la aeronave (Apéndice 3).

Nota.- Si se trata de determinar el espesor del pavimento para una aeronave o, de un modo más general, de una pata del tren de aterrizaje que no figure en los gráficos del Apéndice 3, es posible utilizar los gráficos de una aeronave cuya pata de tren de aterrizaje principal (vía del tren, distancia entre ejes) posea características que se aproximen en todo lo posible a las de la aeronave que se estudia.

4.2.5.3 Intensidad del tráfico. Diez movimientos por día a lo largo de 10 años representa una hipótesis plenamente razonable y prudente para fines de cálculo de un nuevo pavimento. Con todo, es razonable que esta cifra se encuentre claramente por debajo del volumen de tráfico previsible para el aeródromo (por ejemplo en el caso de un aeródromo principal) o muy por encima (por ejemplo en el caso de un aeródromo de alternativa). En estos casos es preciso tener en cuenta la intensidad real del tráfico, debidamente ajustada. La corrección se basa en una relación entre los pares (P, n), donde P es la carga y n el número de aplicaciones de movimientos/día y el par (P', 10), donde P' es la carga de cálculo normal (por definición, aplicada 10 veces por día):

$$P' = \frac{P}{C} \qquad [1]$$

El gráfico de la Figura 4-28 aclara la relación 1

con $C = 1{,}2 - 0{,}2 \log n$

Nota importante: La relación [1] sólo es válida para una vida útil de 10 años para el pavimento. Para cualquier otro período sería preciso relacionar la cifra de 10 años (por ejemplo: 4 movimientos/día a lo largo de 20 años son equivalentes a 8 movimientos/día a lo largo de 10 años). El valor del factor C se limita a 1,2 en el extremo superior de la escala (hipótesis mínima de un movimiento/día) y a 0,8 al pie de la escala (hipótesis máxima de 100 movimientos/día).

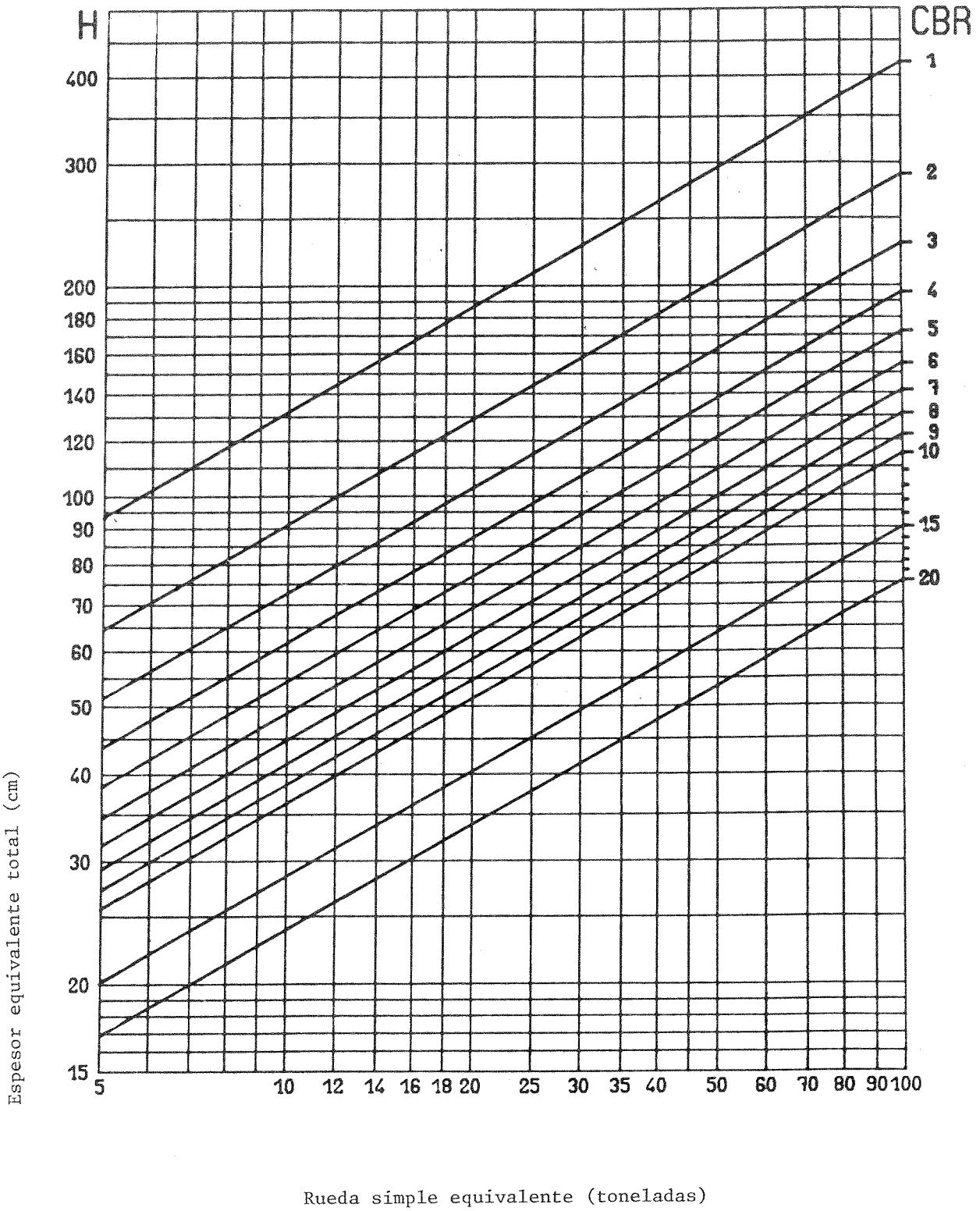


Figura 4-15. Pavimento flexible - pata de tren de aterrizaje típico - rueda simple

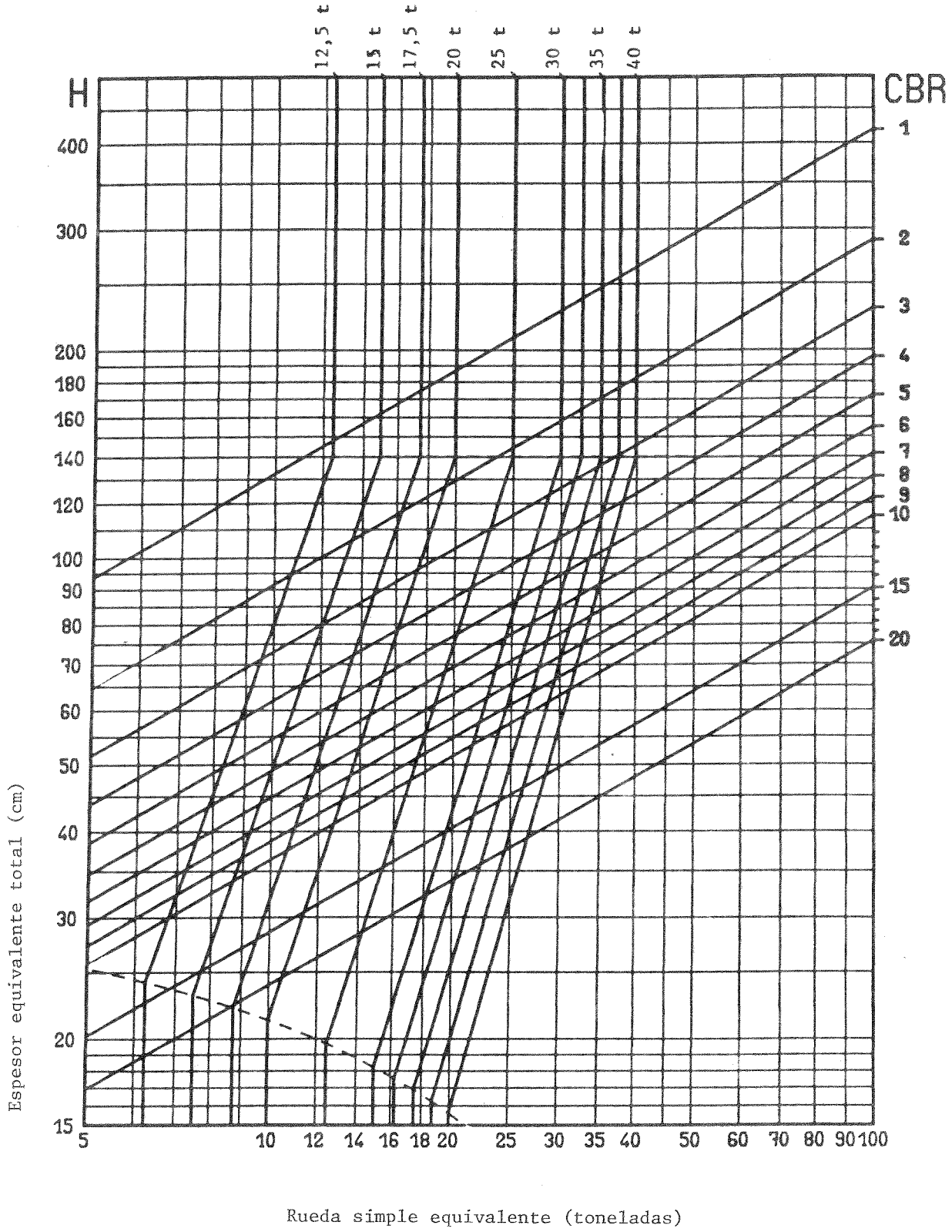


Figura 4-16. Pavimento flexible - pata del tren de aterrizaje típico - ruedas gemelas

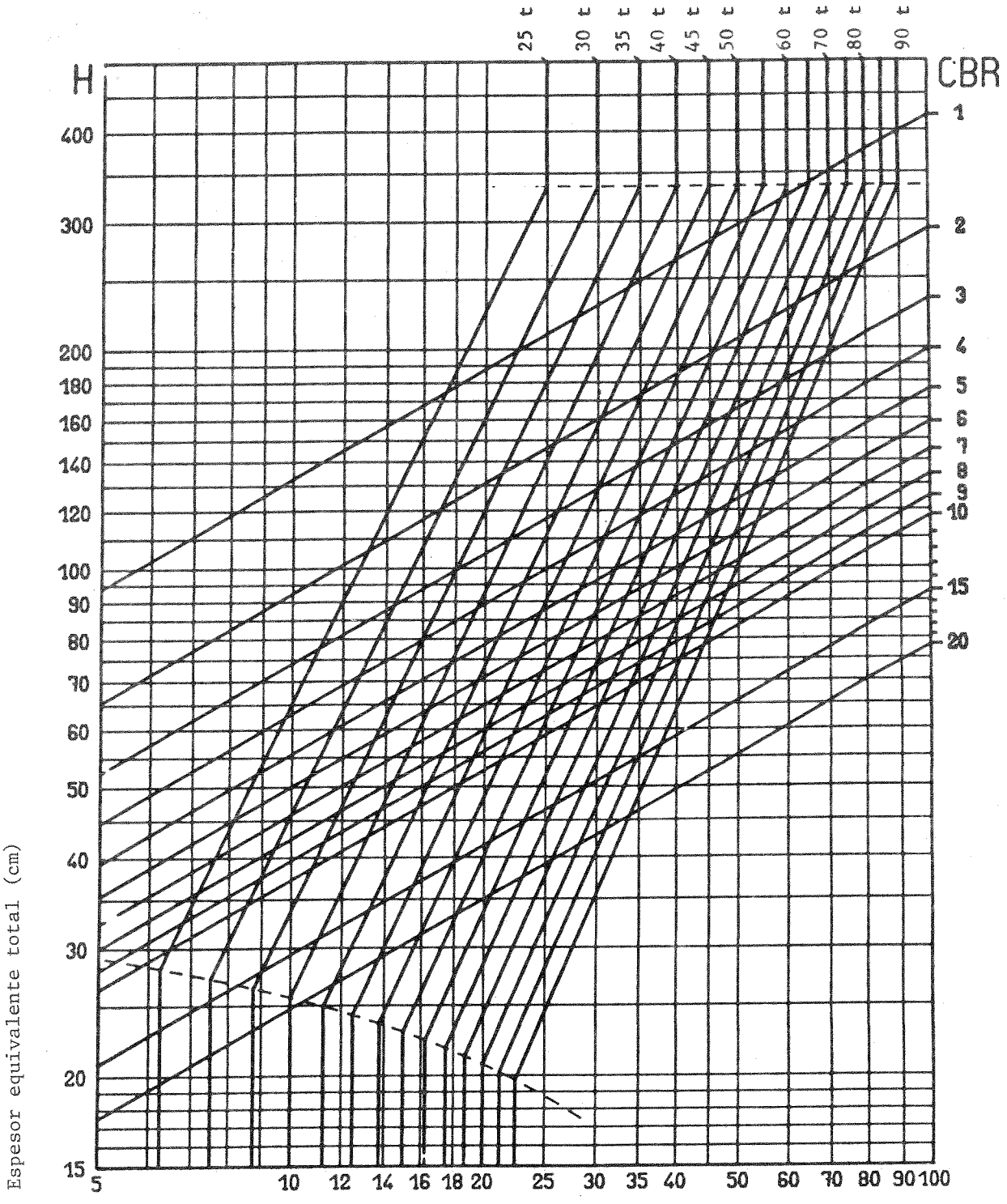


Figura 4-17. Pavimento flexible - rueda de tren de aterrizaje típico - bogie de cuatro ruedas

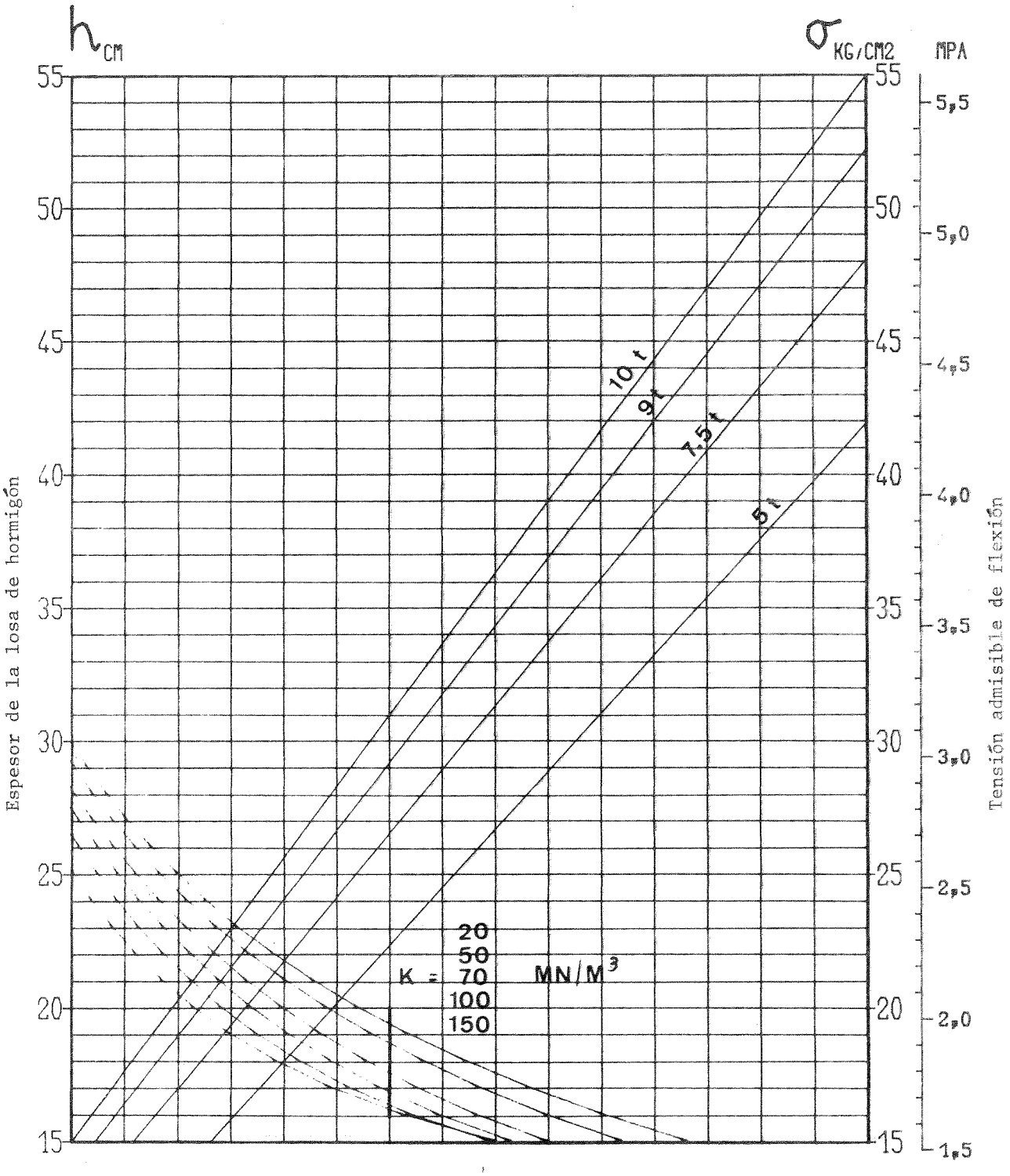


Figura 4-18. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - rueda simple aislada
Cargas inferiores a 10 t

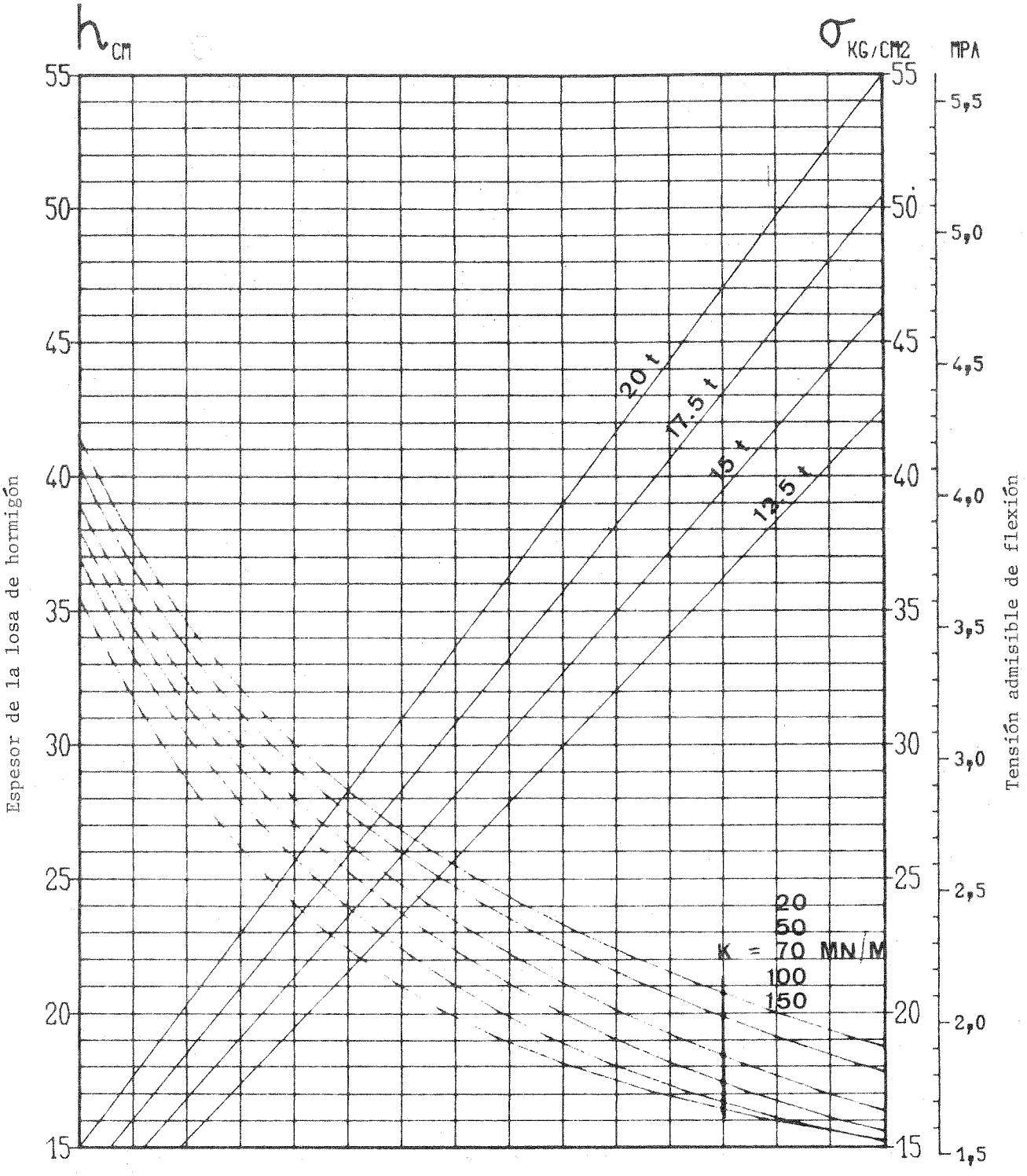


Figura 4-19. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - rueda simple aislada
Cargas de 10 a 25 t

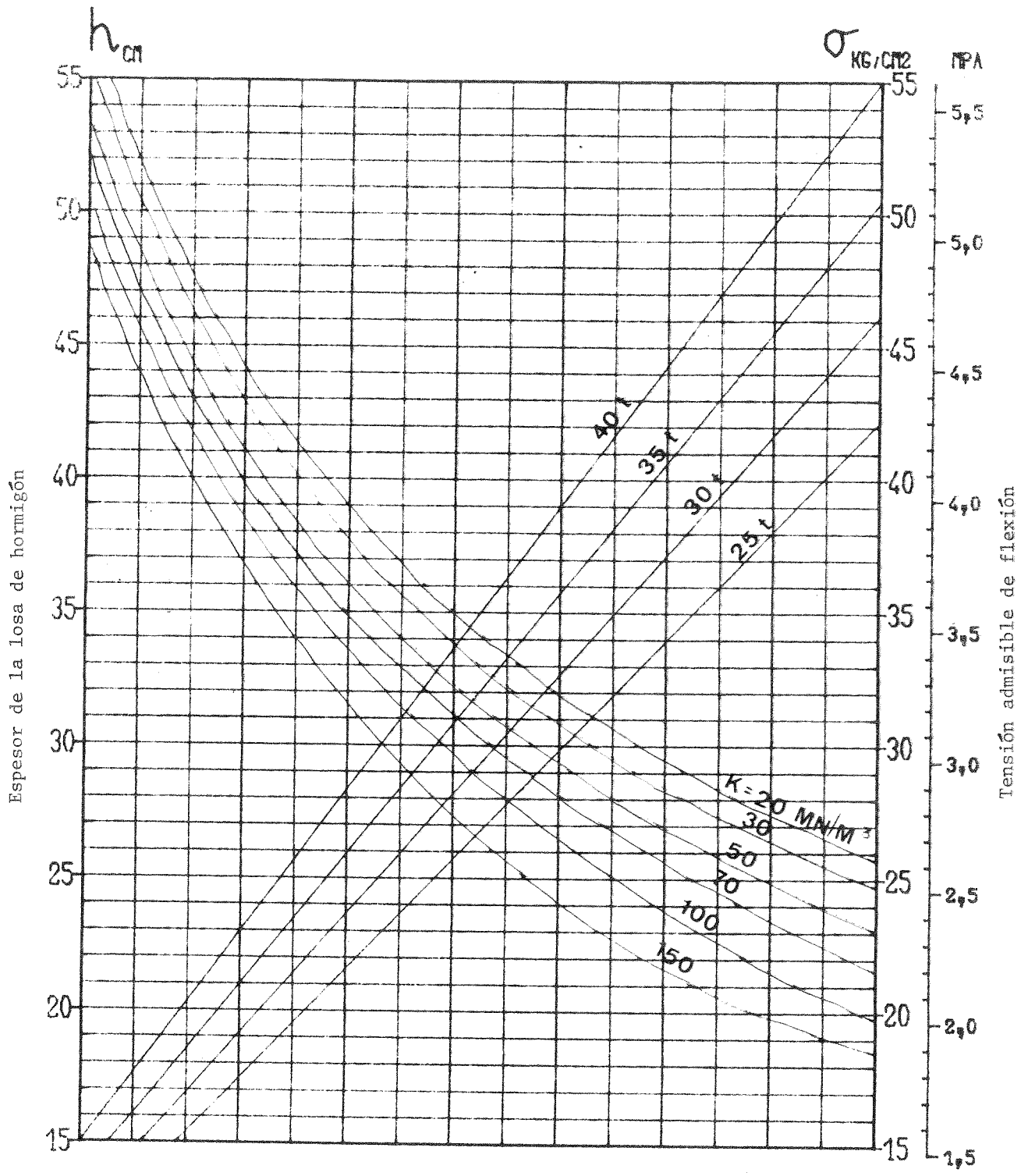


Figura 4-20. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - rueda simple aislada
Cargas superiores a 25 t

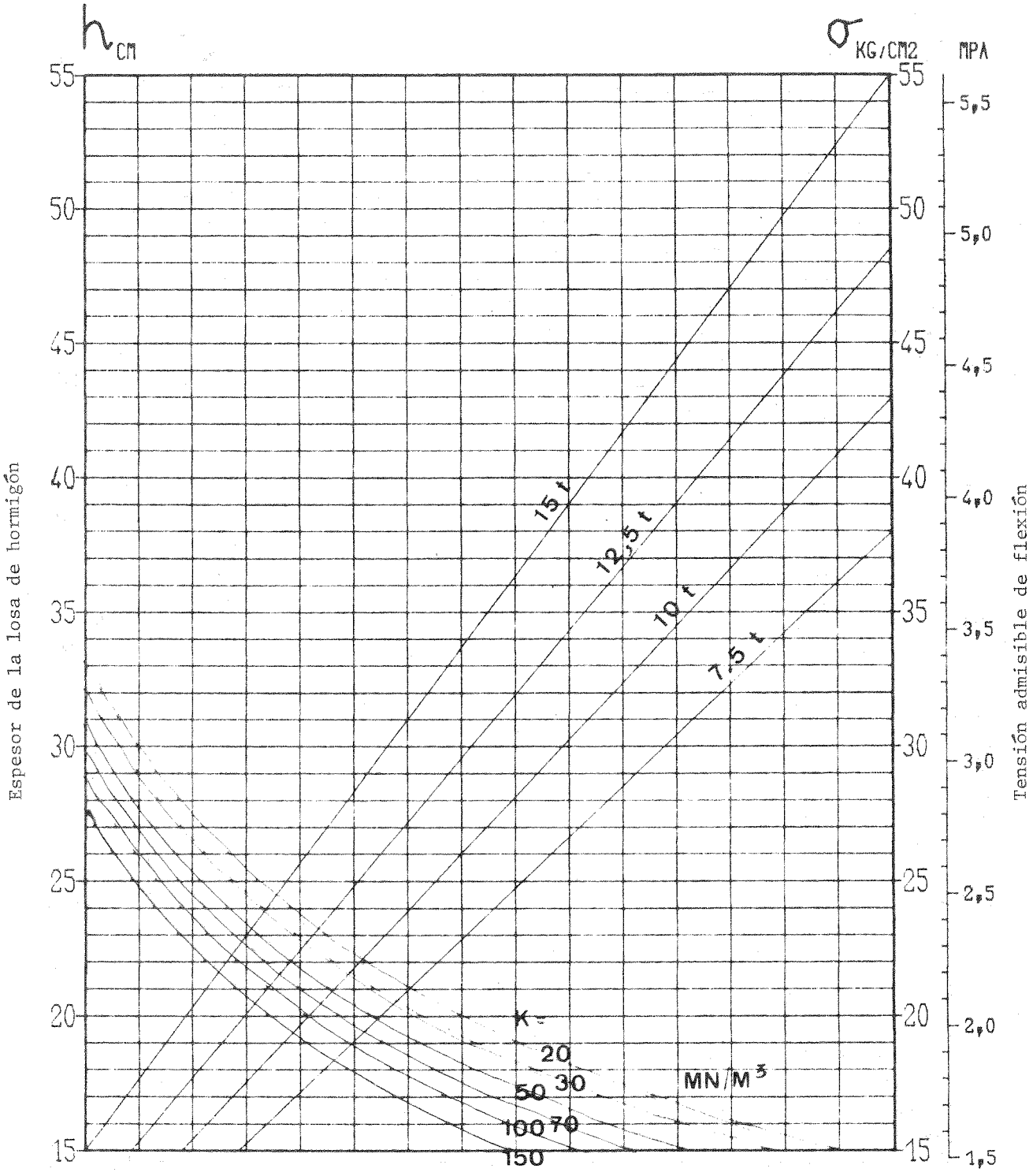


Figura 4-21. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - ruedas gemelas
Cargas inferiores a 15 t

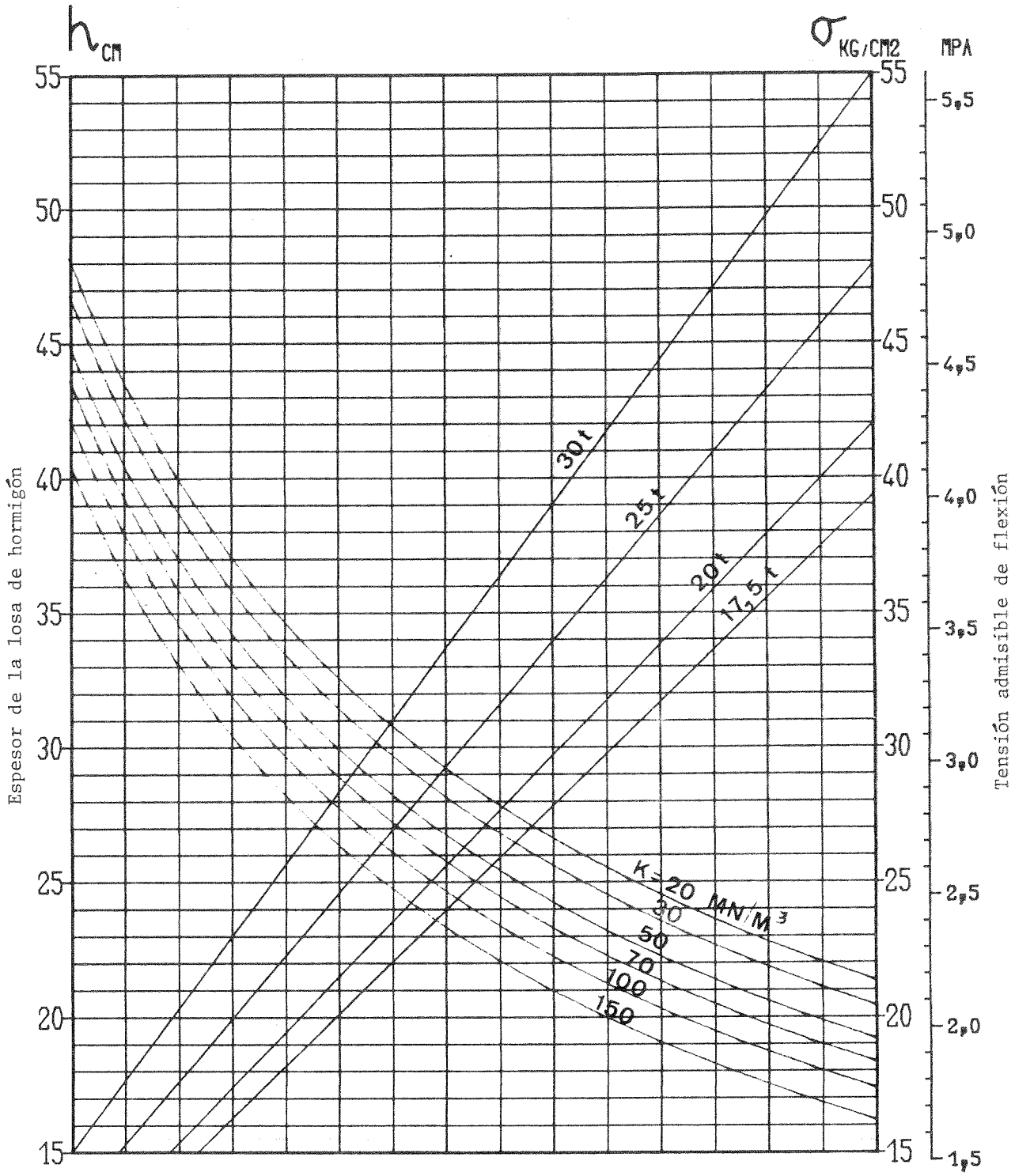


Figura 4-22. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - ruedas gemelas
Cargas de 15 a 32,5 t

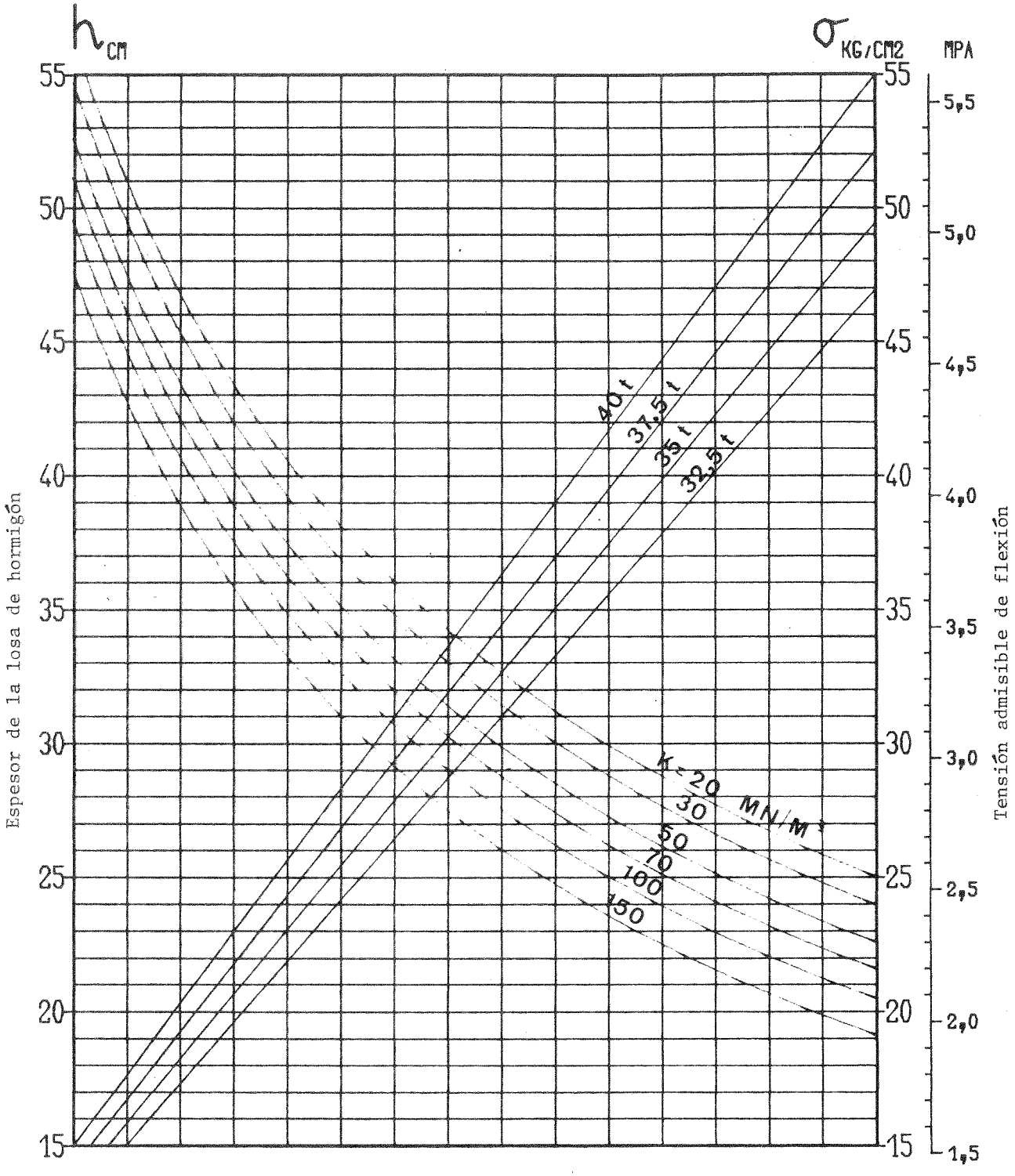


Figura 4-23. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - ruedas gemelas
Cargas superiores a 32,5 t

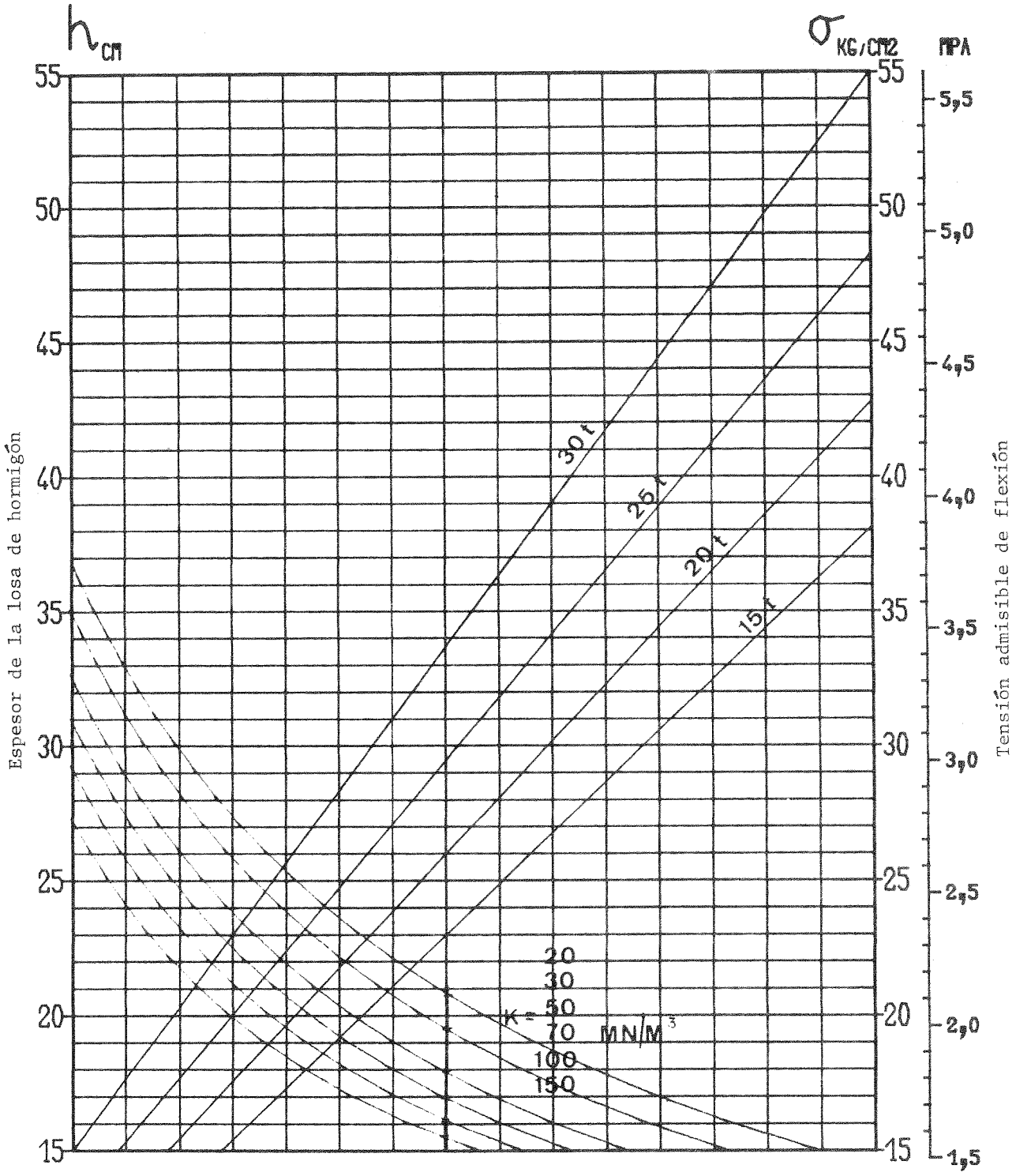


Figura 4-24. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - ruedas gemelas
Cargas de 15 a 30 t

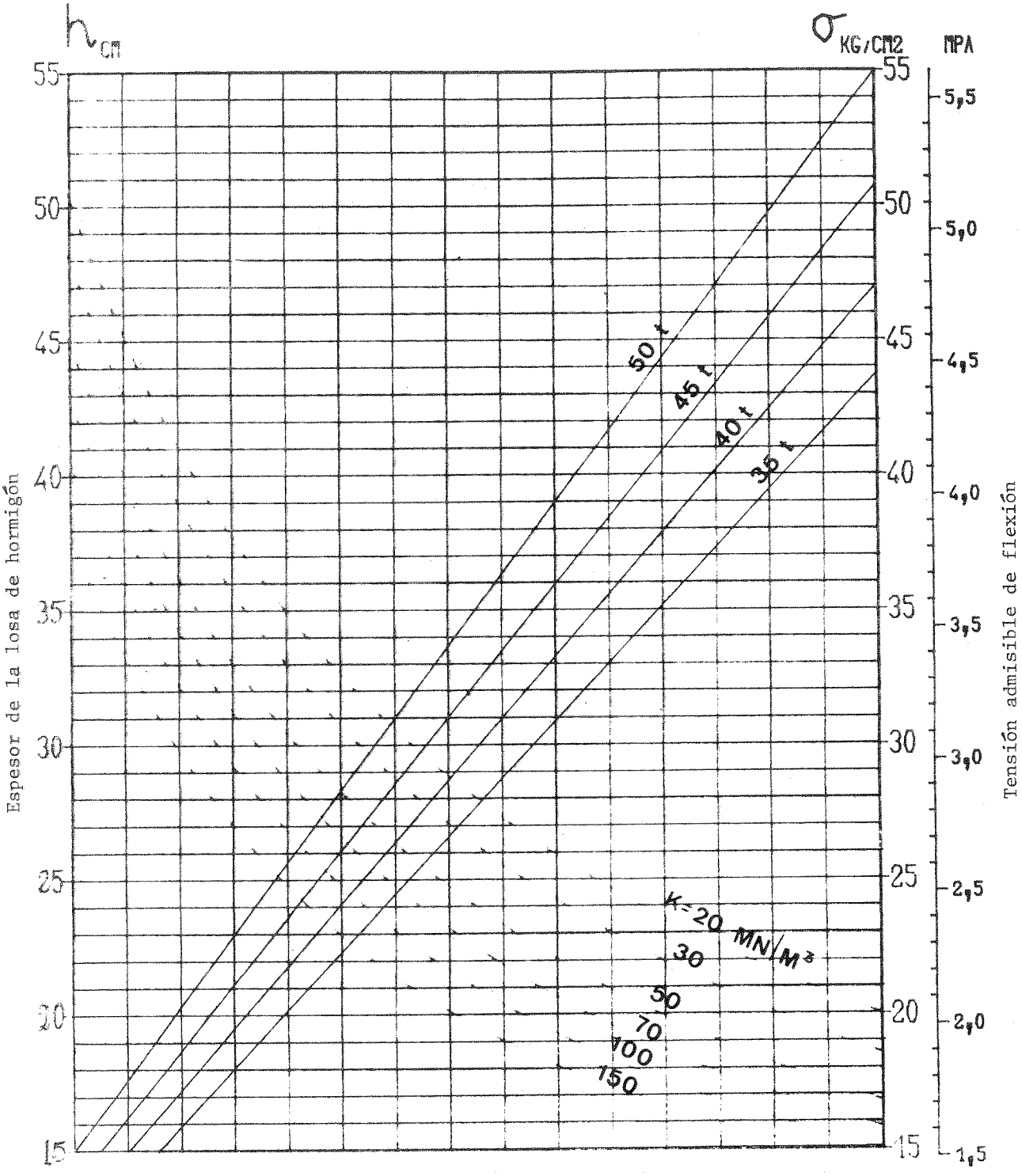


Figura 4-25. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - ruedas gemelas
Cargas de 30 a 55 t

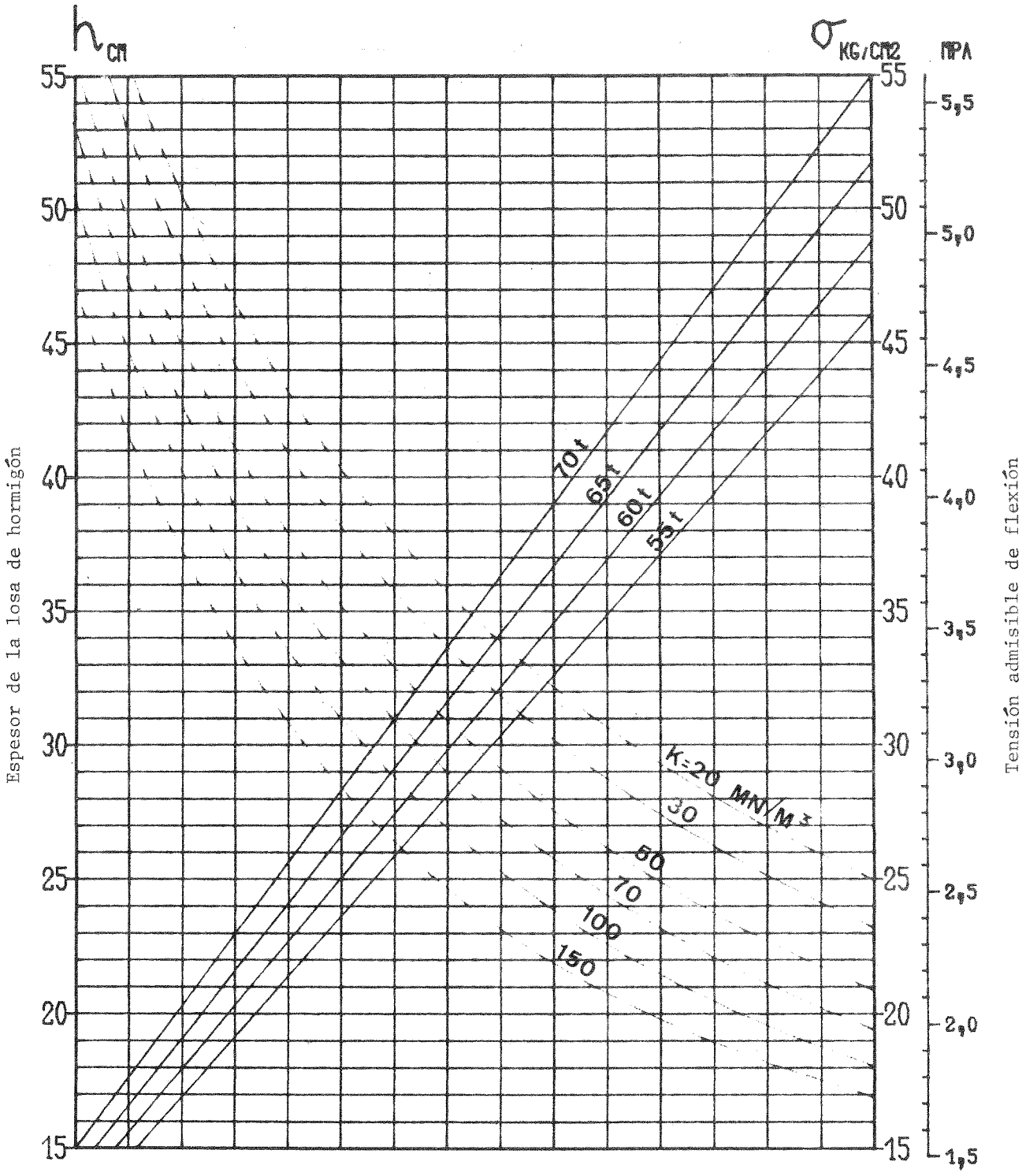


Figura 4-26. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - bogie de cuatro ruedas
Cargas de 55 a 75 t

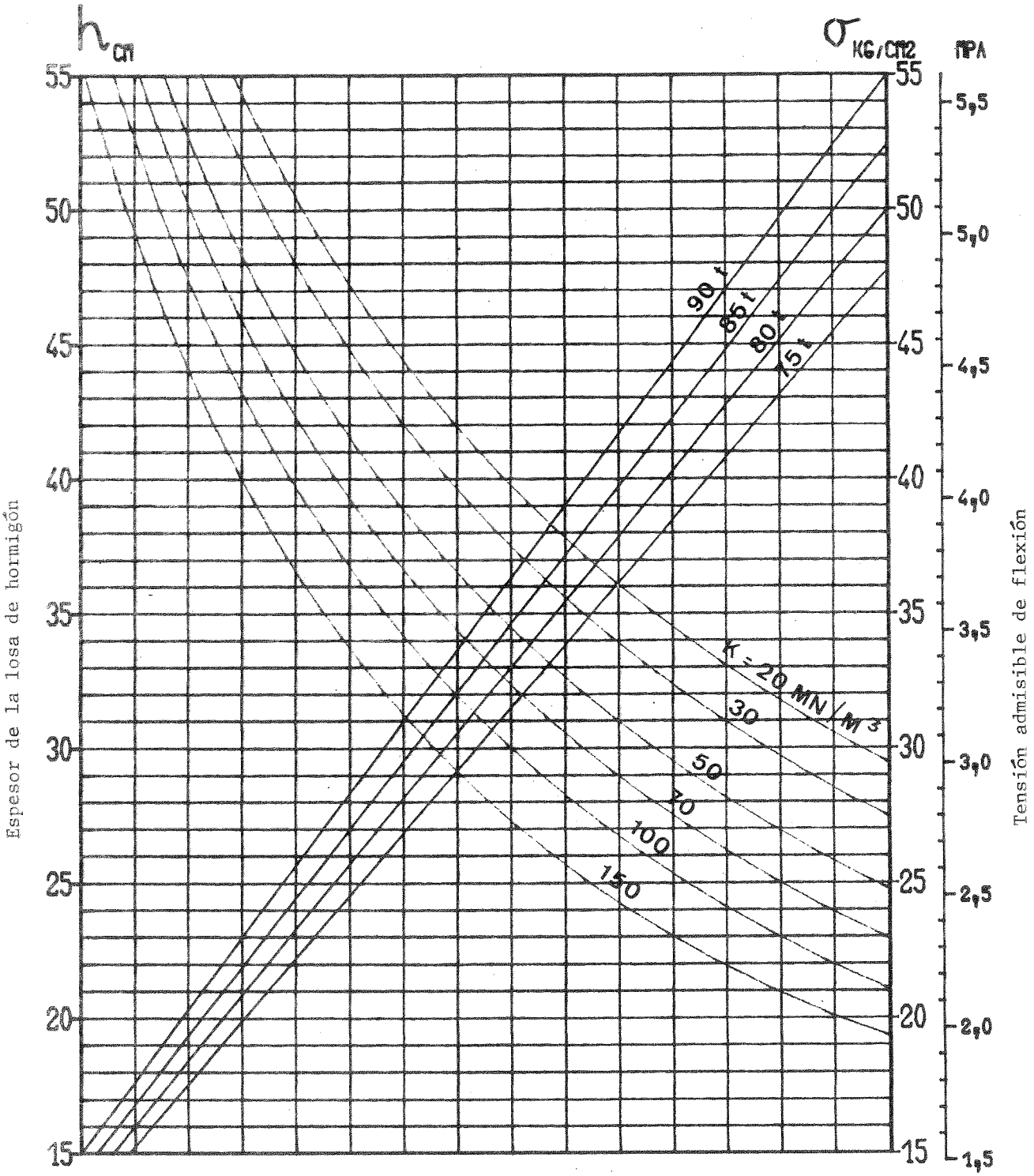


Figura 4-27. Pavimento rígido - pata de tren de aterrizaje típico - bogie de cuatro ruedas
Cargas superiores a 75 t

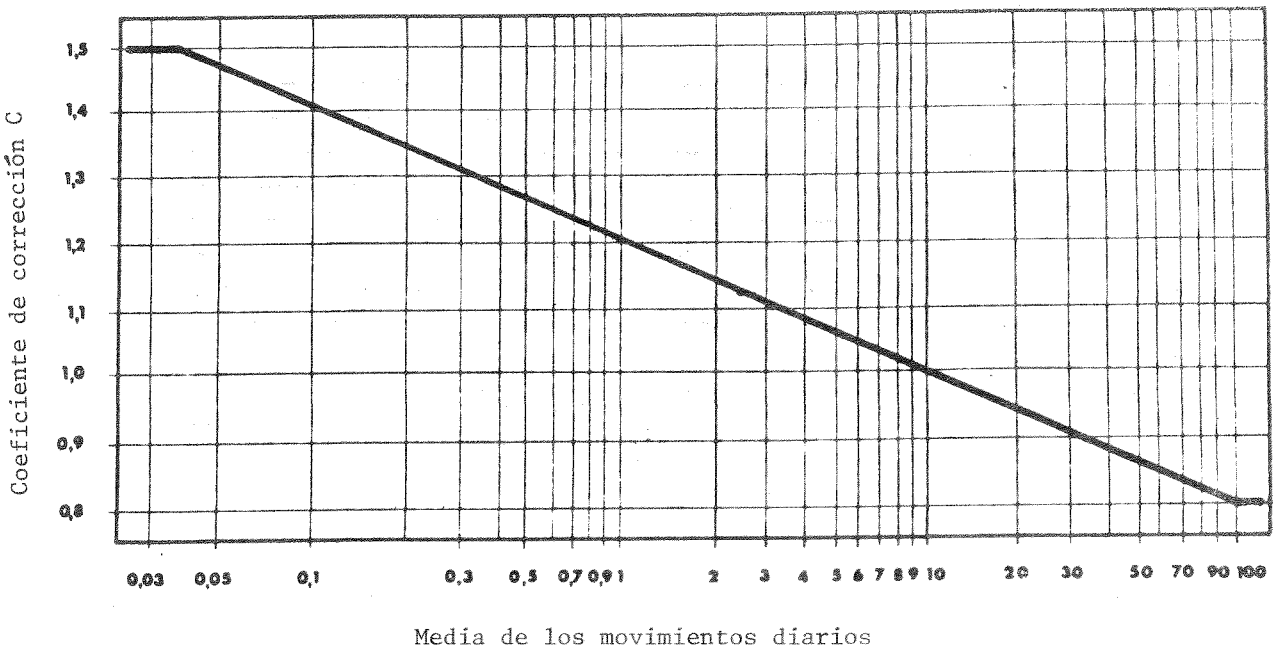


Figura 4-28. Corrección de la carga de cálculo con relación a la intensidad del tráfico

$$\left[\text{Carga corregida} = \frac{\text{Carga real}}{C}\right]$$

4.2.6 Cálculo optimizado

4.2.6.1 Principio. El método de cálculo optimizado permite calcular un pavimento teniendo en cuenta varios tipos de aeronaves a diferentes frecuencias. Este método tiene la ventaja de que los movimientos reales de cada carga real que se considera pueden convertirse en movimientos equivalentes de la misma carga de referencia. En consecuencia, es posible comparar el efecto relativo de diferentes aeronaves. Por lo tanto, en la práctica el método de cálculo optimizado se utiliza cuando hay que considerar diferentes tipos de aeronaves que producen aproximadamente las mismas tensiones (por ejemplo, en los aeródromos principales), e igualmente con el objeto de otorgar concesiones (véanse 2.2.2.2 y 4.2.8). Como base para el cálculo sirven los pronósticos de tráfico detallados, de acuerdo con el tipo de aeronave. Teniendo en cuenta que a veces es difícil establecer datos precisos (particularmente para las cargas reales), se recomienda que se efectúen dos cálculos, suponiendo en uno de ellos un bajo volumen de tráfico y en el otro un alto volumen, con el propósito de evaluar la sensibilidad de los diferentes parámetros y el margen de error para el cálculo. Puede seleccionarse cualquier vida útil para el pavimento (véase 4.2.6.2). El cálculo optimizado tiene en cuenta el número preciso de movimientos reales de cada aeronave para la vida útil prevista del pavimento. A la inversa del método de cálculo general, no existe hipótesis mínima (1 movimiento/día ó 3 650 movimientos a lo largo de 10 años): el pavimento calculado es más sensible a las variaciones del tráfico.

4.2.6.2 Vida útil del pavimento. La vida útil de un pavimento (véase la definición en 4.2.1.1) se selecciona normalmente a base de la tabla siguiente:

VIDA UTIL DEL PAVIMENTO		
Construcción	- aeródromos con poco tráfico - pronósticos de tráfico no fiables	- aeródromos con mucho tráfico - pronósticos de tráfico fiables
Flexible	de 5 a 10 años	10 años
Rígido	no se recomienda la construcción rígida	de 10 a 20 años

Normalmente se adopta un período de 10 años, que corresponde a la práctica que se utiliza más ampliamente. El método de cálculo optimizado tiene en cuenta un número de movimientos reales durante una vida útil fija para el pavimento. Puede seleccionarse entonces cualquier valor para la vida útil.

4.2.6.3 Determinación del espesor del pavimento

a) Datos requeridos

- Pronósticos de tráfico (para los métodos utilizados con el propósito de establecer estos pronósticos, véase 4.2.1.1).
- CBR del terreno natural (pavimentos flexibles).
- Módulo de reacción k del terreno de fundación y tensión admisible de flexión del hormigón (pavimentos rígidos).

b) Método de cálculo. El cálculo consiste en aplicar un "método iterativo" que permite verificar la integridad estructural bajo el tráfico previsto, con respecto a los valores de espesores sucesivos:

Etapa 1 - Se establece un espesor inicial.

Etapa 2 - Se calcula el tráfico equivalente del tráfico real previsto, igual a un número de movimientos equivalentes de la carga Po admisible de la estructura que se ensaya. El número total de operaciones que constituye el tráfico equivalente puede consolidarse en un cálculo siguiendo las líneas del ejemplo que se indica en la Figura 4-29.

Etapa 3 - Las etapas 1 y 2 se repiten con un espesor menor o mayor, si el resultado fuera inferior o superior a 36 500 movimientos equivalentes, respectivamente, hasta encontrar un espesor en que el tráfico equivalente sea igual o lo más cercano posible a los 36 500 movimientos equivalentes.

c) Cálculo práctico. De este modo se puede calcular para cada aeronave considerada como la más crítica, el espesor requerido por su masa prevista máxima, teniendo en cuenta el número de movimientos reales previstos con esta masa y suponiendo que será la única aeronave que utilice el pavimento que se estudia. El espesor máximo obtenido de este modo, más unos pocos centímetros, usualmente da el espesor inicial que se encuentra bastante próximo al valor final. A medida que se aumenta el espesor en las iteraciones (en cuanto P/Po es inferior a 0,8) los efectos de algunas aeronaves son rápidamente despreciables. Las mismas pueden suprimirse de las tablas, lo cual simplifica los cálculos. Los incrementos mínimos en las iteraciones son generalmente de 1 cm para los pavimentos rígidos y de 1 a 2 cm para los pavimentos flexibles, lo que representa la precisión máxima que puede esperarse de un cálculo optimizado.

1	2	3	4	5	6	7
Aeronaves	Cargas reales	Cargas admisibles	$R = P/P_0$	C_p	Movimientos reales	Movimientos equivalentes
Aeronaves 1	$P_1,1$	Po,1	$R_1,1$	$C_{p1},1$	$N_1,1$	$N'_1,1$
	P_1,n_1		R_1,n_1	C_{p1},n_1	N_1,n_1	N'_1,n_1
Aeronaves 2	$P_2,1$	Po,2	$R_2,1$	$C_{p2},1$	$N_2,1$	$N'_2,1$
	P_2,n_2		R_2,n_2	C_{p2},n_2	N_2,n_2	N'_2,n_2
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Aeronaves M	$P_m,1$	Po,m	$R_m,1$	$C_{pm},1$	$N_m,1$	$N'_m,1$
	P_m,n_m		R_m,n_m	C_{pm},n_m	N_m,n_m	N'_m,n_m
		Tráfico equivalente total				$\sum N'$ i, j

1) Aeronave tipo. Dos modelos de la misma aeronave deben considerarse como diferentes si fueran diferentes las características de sus trenes de aterrizaje (número de ruedas, tamaño, presión).

2) Cargas reales P, consideradas para cada modelo.

3) Cargas admisibles Po, calculadas por medio de los gráficos "Pavimento flexible" y "Pavimento rígido", como corresponda (véase el Apéndice 3). Si no hubiera gráfico para la aeronave tipo, se utilizará el gráfico para la aeronave cuyas características se aproximen más a la aeronave que se estudia.

4) Relación R de la carga real P con la carga admisible Po. Esta relación no debe exceder de 1,2 para las plataformas y de 1,5 para los otros pavimentos (sin embargo, se recomienda no exceder de 1,2).

5) Coeficiente de ponderación Cp calculado por medio de la Figura 4-30 o aplicando la fórmula:

$$Cp = 10^{5(R-1)} \qquad [2]$$

6) Número total N de movimientos reales por aeronave a lo largo de la vida útil prevista del pavimento.

7) Número N' de movimientos equivalentes con respecto a los movimientos reales calculados por medio de la fórmula:

$$N' = Cp \times N \qquad [3]$$

El tráfico equivalente total se obtiene agregando el número de movimientos equivalentes en la columna (7).

Figura 4-29. Cálculo del tráfico equivalente total

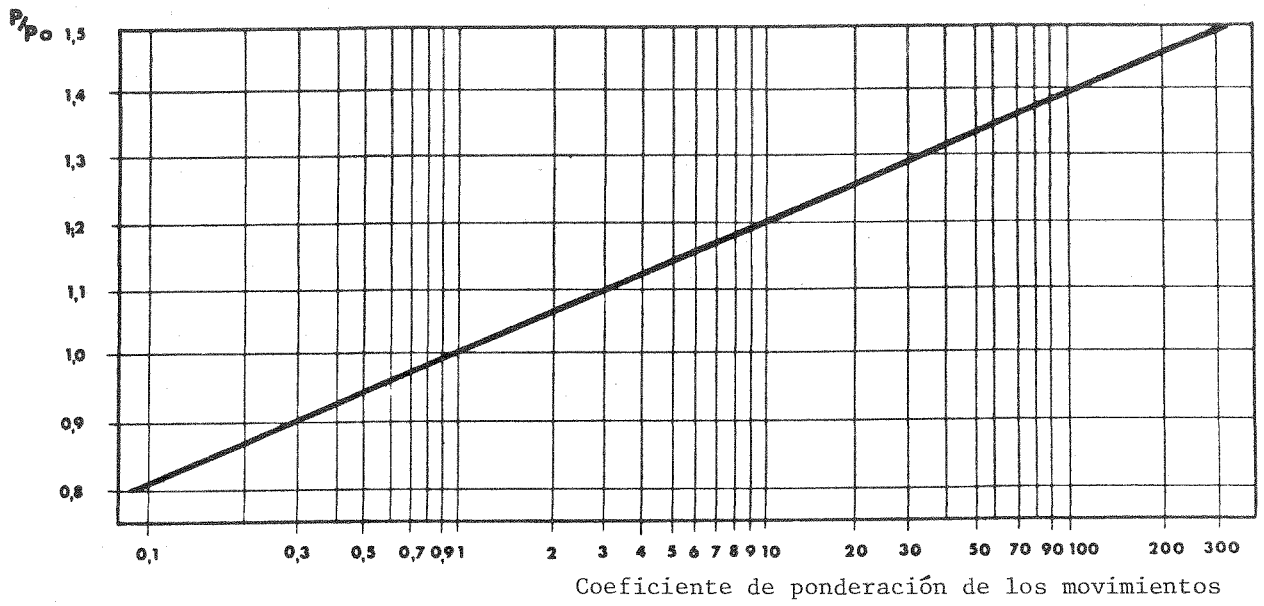


Figura 4-30. Tráfico equivalente

Observación

El método de cálculo optimizado puede utilizarse para fines diferentes del cálculo de los espesores, por ejemplo:

1 - otorgamiento de concesiones (véanse 2.2.2.2 y 4.2.8); y

2 - potencial de vida útil restante del pavimento (comparando los equivalentes de tráfico total y pasado, para un pavimento existente).

4.2.7 Helada

4.2.7.1 Se recomienda ensayar las estructuras teniendo en cuenta los efectos de helada y deshielo del modo siguiente:

a) Clasificación del terreno de acuerdo con la susceptibilidad a la helada. Para expresar la susceptibilidad de los terrenos a la helada, se utiliza la clasificación del Laboratoire Central des Ponts et Chaussées* (Ministère des Transports, Francia).

* Cuyas siglas son LCPC.

b) Determinación de la penetración de la helada. La penetración de la helada se determina utilizando el método Berggren modificado, adaptado al caso de las capas múltiples. Los índices de helada y los parámetros térmicos se determinan del mismo modo que en el LCPC.

c) Protección del pavimento con respecto a la helada. Hay tres niveles factibles de protección, del modo siguiente:

1) Protección total. La protección se calcula de modo que se asegure que la penetración de la helada determinada por un invierno excepcionalmente riguroso no pueda alcanzar a las capas del terreno susceptibles de helarse.

2) Alta protección. El mismo principio que protección total; sin embargo, la penetración de la helada se calcula para un invierno que no sea excepcionalmente riguroso.

3) Baja protección. Se reconoce que la helada en condiciones invernales rigurosas puede penetrar algunos centímetros en las capas o en el terreno susceptible a la helada. La profundidad aceptable de penetración depende mucho del caso individual y se determinará en consulta con la administración. La tabla siguiente indica, para información, los niveles de protección que se recomiendan:

CATEGORIA DE AERODROMO	TERRENO NATURAL	
	Homogéneo	No homogéneo
AERODROMOS GRANDES Y MEDIANOS*		
Pistas y calles de rodaje	H	T
Plataformas	H	H
AERODROMOS INTERMEDIOS**		
Pistas y calles de rodaje	H	H
Plataformas	L	L
AERODROMOS PEQUEÑOS***		
Pistas y calles de rodaje	L	L
Plataformas	L	L

Protección T = Total H = Alta L = Baja

* = tráfico anual superior a los 200 000 pasajeros

** = tráfico anual de 50 000 a 200 000 pasajeros

*** = tráfico anual inferior a 50 000 pasajeros

4.2.8 Cargas admisibles

4.2.8.1 Para la determinación de las cargas admisibles en los pavimentos existentes se sigue un procedimiento inverso al de cálculo. En realidad, en este encabezamiento se abarcan tres tipos de cuestiones, que son:

a) en lo tocante a un pavimento dado, el modo de publicar información sobre su resistencia en función de sus características;

b) a la inversa, de qué manera puede determinarse la carga admisible para cada aeronave, a partir de esta información (que se ha establecido de un modo sintético); y

c) en qué condiciones deberían otorgarse concesiones si las cargas reales excedieran de las cargas admisibles.

Más aún, en Francia existen simultáneamente dos sistemas para la publicación de información sobre la resistencia de las pistas:

- el método basado en una pata de tren de aterrizaje típico, aplicada en Francia hasta ahora;

- el método ACN-PCN.

4.2.8.2 En esta sección se persigue el propósito de:

a) describir cada uno de los dos métodos y las condiciones en que se los utiliza;

b) especificar las medidas provisionales requeridas como consecuencia del uso de dos métodos simultáneos; y

c) indicar el procedimiento de cálculo utilizado al decidir las concesiones que deberían otorgarse.

4.2.8.3 Publicación de informaciones sobre la resistencia de la pista

a) Método basado en la pata del tren de aterrizaje típico. Como prácticamente todas las aeronaves modernas están equipadas con trenes de aterrizaje de rueda simple, dual o tándem, la carga máxima admisible sobre cada pavimento tendrá que fijarse para cada uno de los tres trenes de aterrizaje típicos a base de 10 movimientos por día a lo largo de 10 años.

Ejemplo: 20 t con respecto al sistema de rueda simple, 35 t con respecto al sistema de ruedas gemelas y 50 t con respecto al sistema de bogie de cuatro ruedas, se expresan simbólicamente del modo siguiente:

20 T/SWL - 35 T/DW - 50 T/DTW

Las características de las patas del tren de aterrizaje típico se seleccionan de las características del tren de aterrizaje más críticas de las aeronaves actuales (véase 4.2.2). Este método de determinar las cargas

admisibles adolece de la desventaja de ignorar las variaciones que realmente existen dentro de la misma categoría de trenes de aterrizaje. Por ejemplo, si la anchura de vía de las ruedas gemelas o la presión de los neumáticos fuera diferente de las del tren de aterrizaje típico, el efecto sobre el pavimento será considerablemente diferente para la misma masa de aeronave. En consecuencia, y hablando en rigor, debería establecerse una carga admisible de acuerdo con el tipo de aeronave para un pavimento dado. Evidentemente, en la práctica no puede aplicarse este método. Con todo, cuando la precisión del cálculo lo justifique (por ejemplo, para fines de concesiones), se tienen en cuenta las características exactas del tren de aterrizaje de modo que esto no priva a algunas aeronaves propias del cálculo de su tren de aterrizaje.

b) Método ACN-PCN

Nota.- Este método se describe en el Anexo 14 y en el Capítulo 1 de este manual.

4.2.8.4 Selección de un método. El método ACN-PCN entró en vigencia para las AIP el 26 de noviembre de 1981 y está remplazando gradualmente al método basado en una pata del tren de aterrizaje típico.

a) Pavimentos actuales

- Se publicará un PCN final después de la evaluación completa de pavimentos en las condiciones que se describen en la Sección 4.2.9 y de este modo se remplazará a las publicaciones basadas en la pata del tren de aterrizaje típico.

- Se publicará un PCN provisional en espera de una evaluación, junto con el método actual de notificar datos a base de una pata del tren de aterrizaje típico.

b) Pavimentos reforzados

- Se publicará un PCN final después del refuerzo completo de un pavimento; de este modo se remplazará a las publicaciones a base de una pata del tren de aterrizaje típico para el pavimento viejo.

c) Pavimentos nuevos

- Se publicará un PCN final para los pavimentos nuevos.

Observaciones: En las zonas sometidas a cambios climáticos estacionales agudos, la resistencia del terreno de fundación puede variar considerablemente a lo largo del año. Esto puede exigir la necesidad de dos juegos de valores PCN, uno para la estación seca y otro para la estación húmeda.

4.2.8.5 Cálculo de los valores que han de publicarse

a) Datos requeridos. Los datos requeridos para publicar información sobre la resistencia del pavimento consisten en:

- espesor equivalente total y CBR para el terreno de fundación de los pavimentos flexibles;

- espesor de la losa, tensión admisible a la flexión, módulo de reacción k del terreno de fundación, para los pavimentos rígidos.

Estos datos se obtienen en el caso de:

- pavimentos viejos: a partir de una evaluación de la resistencia en las condiciones que se describen en 4.2.9;

- pavimentos reforzados: de la evaluación de la resistencia anterior al refuerzo y de las características adoptadas en el cálculo del refuerzo;

- pavimentos nuevos: de las características adoptadas para el cálculo, efectuando las correcciones necesarias para tener en cuenta la construcción real.

b) Cálculo

- Método basado en una pata del tren de aterrizaje típico. La carga Po admisible de una pata del tren de aterrizaje típico se obtiene utilizando el método de cálculo inverso, que consiste en determinar la carga, a partir de gráficos o fórmulas, en términos de las características del terreno de fundación y del pavimento.

- Método ACN-PCN. La determinación del PCN es una operación larga y compleja. Los cálculos comprenden las etapas sucesivas siguientes:

Etapa 1 - Establecimiento de una lista de aeronaves que utilizan o es probable que utilicen el pavimento que se estudia.

Etapa 2 - Cálculo, con ayuda del método inverso del Poi admisible de las diferentes aeronaves en términos de las características del terreno de fundación y del pavimento.

Etapa 3 - Cálculo del ACN para cada categoría de terreno típico, que corresponde a la carga Poi. Posteriormente, en cada categoría se considera el PCN incluido entre los valores ACN máximo y mínimo obtenidos. El PCN se expresa mediante dos cifras significativas.

Etapa 4 - Búsqueda entre los pares (categoría de terreno, PCN) del valor que producirán las cargas P'oi admisible que sean más próximas a Poi.

Usualmente, el cálculo tiene como consecuencia una categoría de terreno de fundación que contiene el valor del CBR o del módulo k del pavimento que se estudia. Con todo, no deja de ser frecuente la obtención de una categoría de terreno de fundación adyacente y la clasificación determinada de este modo debe interpretarse "dentro del significado del método ACN-PCN".

c) La clave de cuatro letras que sigue al PCN, se selecciona del modo siguiente:

- tipo de pavimento: la clasificación se establece de acuerdo con los criterios de 4.2.1.1;

- categoría de resistencia del terreno de fundación: se proporciona al mismo tiempo que el PCN, mediante el cálculo descrito anteriormente;

- presión máxima admisible de los neumáticos: generalmente se adoptará la clave W (sin límite de presión). Se adopta la clave X (presión limitada a 1,5 MPa) cuando exista un riesgo comprobado de daño a la superficie;

- método de evaluación: el PCN se calcula después de efectuar una evaluación completa. Normalmente se adoptará la clave T. La clave U sólo puede aplicarse para una publicación provisional del PCN de un pavimento para el cual no existan resultados fiables obtenidos mediante una evaluación detallada y cuyo comportamiento se haya juzgado a base de su capacidad de aceptar el tráfico actual.

Observaciones: 1) En el caso de una pista para la cual puedan distinguirse varias zonas homogéneas en lo que concierne a su resistencia, los valores que han de publicarse son los mínimos obtenidos en el total de la zona del pavimento.

2) Si pudiera efectuarse una reducción en una zona de la carga del cálculo normal (véase 4.2.2.2), se aplica también la ponderación en el cálculo de las cargas admisibles.

4.2.8.6 Utilización de los valores publicados

a) Determinación de las cargas admisibles:

1) Método ACN-PCN. La carga admisible Po de una aeronave se calcula a base del PCN publicado, mediante la relación:

$$Po = m + (M - m) \cdot \frac{PCN - \text{mín ACN}}{\text{máx ACN} - \text{mín ACN}} \qquad [4]$$

ACN máx: Valor ACN correspondiente a la masa máxima*

ACN mín: Valor ACN correspondiente a la masa mínima (masa de operación en vacío)

* Véase el Apéndice 5, Tabla 5.1.

2) Método de la pata del tren de aterrizaje típico. La carga admisible Po en la pata del tren de aterrizaje de la aeronave que se estudia es la que se publica con respecto a la pata del tren de aterrizaje típico correspondiente.

Observación: En el caso del pavimento para el cual se publican tanto la carga por pata del tren de aterrizaje típico, como el PCN, se adopta el valor máximo obtenido, utilizando cualquiera de los dos métodos.

b) Uso de las cargas admisibles:

- si la carga real P fuera inferior a la carga admisible Po, no existe restricción alguna (carga, número de movimientos) para la aeronave que se estudia, dentro del límite general de fatiga del pavimento;

- si la carga real P fuera superior a la carga Po debe llevarse a cabo un estudio especial que puede presentar los resultados siguientes para la aeronave en cuestión:

- sin restricciones;

- operación limitada* (en lo que respecta a la masa o al número de movimientos bajo una concesión);

- prohibición del acceso.

Ejemplo

Determinación del PCN de una pista flexible con las características siguientes: espesor equivalente total e = 70 cm

CBR del terreno de fundación CBR = 8

El pavimento recibe tráfico consistente casi exclusivamente en B-727-200, Standard, Airbus A-300 B2, B-747-100.

Solución

Etapa 1. El terreno de fundación puede clasificarse en la Categoría B (resistencia mediana) y también en la Categoría C (resistencia baja). Estas dos categorías se someterán a prueba en un cálculo posterior.

* Véase 2.3, para obtener directrices sobre esta cuestión.

Etapa 2. Cálculo de las cargas admisibles a base de la práctica de Francia (utilícense los gráficos del Apéndice 3):

Aeronave	Carga sobre cada pata del tren de aterrizaje principal	Porcentaje de la masa total de cada pata del tren de aterrizaje principal	Masa total
A-300 B2	66 t	46,5	142 t
B-727-200 (Estándar)	39 t	46,4	84 t
B-747-100	76 t	23,125	329 t

Etapa 3. Cálculo del ACN correspondiente a la carga admisible determinada para cada aeronave.

CATEGORIA B

A-300 B2 $\quad ACN = 23^{*} + (45 - 23) \cdot \dfrac{142\,000 - 85\,690}{142\,000 - 85\,690} = 45$

B-727-200 (Estándar) $\quad ACN = 22 + (43 - 22) \cdot \dfrac{84\,000 - 44\,293}{78\,471 - 44\,293} = 46$

B-747-100 $\quad ACN = 20 + (50 - 20) \cdot \dfrac{329\,000 - 162\,703}{334\,751 - 162\,703} = 49$

CATEGORIA C

A-300 B2 $\quad ACN = 26 + (55 - 26) \cdot \dfrac{142\,000 - 85\,690}{142\,000 - 85\,690} = 55$

B-727-200 (Estándar) $\quad ACN = 24 + (49 - 24) \cdot \dfrac{84\,000 - 44\,293}{78\,471 - 44\,293} = 53$

B-747-100 $\quad ACN = 22 + (60 - 22) \cdot \dfrac{329\,000 - 162\,703}{334\,751 - 162\,703} = 59$

Etapa 4. El valor PCN que debe determinarse oscila entre 45 y 49 si se adopta la Categoría B y entre 53 y 59 en el caso de la Categoría C. Ahora bien, cabe observar que el B-727 es aceptable en ambos casos con una carga superior a la masa total máxima de despegue. Por lo que respecta al A-300 B2 y al B-747-100 exclusivamente, la elección queda limitada dentro de un margen de 55 a 59 para la Categoría C.

---

* Véase el Apéndice 5, Tabla 5-1.

Etapa 5. Se hace la selección final entre los valores medios PCN = 47 y PCN = 57, obtenidos de las Categorías B y C respectivamente.

		Carga admisible deducida del PCN	Carga admisible "verdadera"	Diferencia
Categoría B - PCN = 47	A-300 B2:	147,2 t	142 t	+ 5,2 t
	B-747-100:	317,5 t	329 t	-11,5 t
Categoría C - PCN = 57	A-300 B2:	145,8 t	142 t	+ 3,8 t
	B-747-100	321,2 t	329 t	- 7,8 t

La diferencia entre las cargas admisibles calculadas por medio de los dos métodos es inferior en el segundo caso.

Etapa 6. Publicación

PCN 57/F/C/W/T

4.2.9 Evaluación de los pavimentos

4.2.9.1 Generalidades. La evaluación de los pavimentos actuales es un elemento indispensable para asegurar la utilización eficaz de sus posibilidades. Cumple tres objetivos principales, que son:

a) determinar el momento en que deben emprenderse las operaciones de mantenimiento, o bien obras más amplias;

b) en el momento en que se han de emprender esas obras, evaluar las cualidades residuales del pavimento con el propósito de permitir encontrar una solución técnica y económica y determinar el cálculo de un posible refuerzo; y

c) determinar en cualquier momento qué tipo de aeronave puede utilizar un pavimento dado, y su masa y su frecuencia máxima de movimientos (cargas admisibles que se describen en 4.2.8).

4.2.9.2 En la evaluación del pavimento es preciso tener en cuenta tanto las características estructurales como funcionales de los pavimentos. Las características estructurales del conjunto del pavimento y del terreno de fundación determinan su resistencia, o sea su capacidad para resistir las cargas impuestas por las aeronaves, sin detrimento de la integridad estructural durante una cierta vida útil. Las características funcionales afectan el estado de la superficie del pavimento y el modo en que el pavimento puede ser utilizado por las aeronaves en condiciones de seguridad. Estas características son:

a) calidad del perfil longitudinal y, en particular, la lisura que determina el grado de vibraciones producidas en la aeronave durante el rodaje;

b) resbalosidad, que determina el grado de mando direccional y de frenado de la aeronave; y

c) calidad de la superficie (desmenuzamiento, rotura del asfalto, etc.), ya que estos efectos pueden dañar a la aeronave (ingestión de piedrecitas en los reactores, reventones de los neumáticos).

Por otro lado, las características estructurales y funcionales no son independientes: en consecuencia, el estado de la superficie puede revelar posibles defectos de la estructura y, a la inversa, una estructura no apta para el tráfico causa deterioros en la superficie.

4.2.9.3 La evaluación de los pavimentos es un procedimiento sumamente complejo que exige una síntesis por parte de un equipo de especialistas, de los elementos siguientes:

a) datos sobre el cálculo del pavimento y del terreno de fundación y también de las posibles tareas ulteriores (mantenimiento, refuerzos, etc.);

b) estudio del emplazamiento del aeródromo;

c) datos climatológicos (hidrología, aguas subterráneas, helada, etc.);

d) inspecciones visuales del estado del pavimento, vigilancia del deterioro y examen del avenamiento;

e) varias mediciones que permiten determinar ciertos parámetros relacionados con las características del pavimento (lisura, resbalosidad, resistencia);

f) medición del espesor y evaluación cualitativa de las capas del pavimento y de las características del terreno de fundación.

4.2.9.4 En los parámetros siguientes se trata únicamente de la evaluación de la resistencia del pavimento. El objeto de esta evaluación consiste en asignar los siguientes parámetros estructurales representativos a un pavimento existente para representar su resistencia actual, que puede aplicarse directamente para determinar la carga admisible y los refuerzos que se requieran:

a) el CBR del terreno de fundación y el espesor equivalente total de un pavimento flexible; y

b) el módulo k de reacción del terreno de fundación, el espesor de la losa de hormigón y la tensión de flexión admisible del hormigón en el caso de un pavimento rígido.

4.2.9.5 Para determinar estos parámetros pueden utilizarse dos métodos:

a) siguiendo un procedimiento que es la inversión exacta del procedimiento de cálculo, o sea, el "método de cálculo inverso"; y

b) mediante ensayos no destructivos con placa de carga en la superficie del pavimento, que indica la carga real admisible en caso de una pata de rueda simple.

En la práctica, la evaluación de la resistencia del pavimento debe efectuarse mediante una síntesis de los resultados de estos dos métodos complementarios.

4.2.9.6 Método de cálculo inverso. El objeto de este método de cálculo, descrito anteriormente, que utiliza los datos del terreno de fundación, consiste en determinar una estructura de pavimento que pueda soportar un tráfico dado durante una cierta vida útil, siempre que puedan llevarse a cabo trabajos "normales" de mantenimiento. A la inversa, una vez conocidas las características del terreno de fundación y de la estructura del pavimento, este método permite determinar el tráfico que puede aceptarse durante un tiempo dado. Lo dicho representa una base de evaluación de la resistencia por medio del método de cálculo inverso. Sin embargo, se encuentran considerables dificultades si se utiliza este método por sí solo para determinar los parámetros estructurales que deben tener en cuenta para evaluar un pavimento actual y su terreno de fundación. Asimismo, si se dispusiera de los registros de la construcción del pavimento, de todo trabajo de mantenimiento y de refuerzo llevado a cabo en el pasado y también de registros del tráfico habido, este método exige muchas perforaciones de prueba y ensayos del pavimento. Más aún, siempre quedará cierta incertidumbre en lo relativo a los resultados, debido a la dificultad de evaluar ciertos parámetros (coeficientes de equivalencia de las capas en un pavimento flexible, transferencia de cargas entre losas de hormigón, etc.).

Observación: El método de cálculo inverso sólo puede utilizarse para un pavimento correctamente constituido (en el caso de los pavimentos flexibles, las capas deben ser de calidad que vayan en aumento desde la parte inferior hasta la superior, y han de tener buena adherencia).

4.2.9.7 Ensayos de placas no destructivos. Los ensayos no destructivos efectuados sobre placas, interpretados por especialistas calificados, pueden proporcionar directamente la carga admisible para una rueda simple en un gran número de puntos de un pavimento flexible y la carga admisible en las esquinas de las losas en el caso de un pavimento rígido. Estos ensayos son insuficientes para determinar la carga admisible de las aeronaves con trenes de aterrizaje de ruedas múltiples o para servir como base para proyectar un refuerzo, en cuyo caso se ha de adoptar el método del cálculo inverso. Con todo, los ensayos de placa reducen considerablemente el número de ensayos destructivos necesarios con el propósito de aplicar una verificación fiable en el caso de pavimentos flexibles y de permitir evaluar la calidad de la transferencia de carga en el caso de pavimentos rígidos, como se explica en el párrafo siguiente.

4.2.9.8 Programa de ensayo para evaluar la resistencia. La importancia del equipo requerido depende del objetivo que se persiga y de lo que ya se sepa sobre el pavimento:

a) Si el pavimento fuera viejo y no se conocieran mucho sus características, debe utilizarse todo el equipo que se describe más abajo.

b) Si el pavimento fuera reciente y se dispusiera de registros suficientes o el pavimento hubiera sido objeto de una evaluación amplia del tipo que se describe anteriormente y sólo hubiera que determinar las modificaciones en cuanto a resistencia, por lo general es suficiente efectuar ensayos no destructivos sobre placa. Esto rige también para un pavimento que haya sido objeto de una evaluación completa después de las tareas de refuerzo, en cuyo caso basta con verificar los resultados de esas tareas.

En los párrafos siguientes se trata del primer caso, o sea de un estudio completo.

4.2.9.9 Determinación de zonas homogéneas

a) La primera fase del estudio persigue el propósito de determinar las zonas cuyas estructuras y estados son idénticos y de determinar su homogeneidad con el propósito de reducir el número de los demás ensayos necesarios para determinar la estructura del pavimento. Para completar la información disponible en los registros, debe llevarse a cabo en

primer lugar una inspección visual detallada del pavimento, inclusive un estudio y una clasificación de su deterioro e igualmente la inspección del sistema de avenamiento.

b) Durante una segunda etapa puede utilizarse el equipo siguiente:

Para pavimentos flexibles: el deflectógrafo de Lacroix del LCPC, o bine el influógrafo del STBA*.

Para los pavimentos rígidos: el equipo de medición de vibraciones de losa (DMBD) del LCPC.

c) Finalmente, se lleva a cabo un número relativamente grande de ensayos no destructivos sobre placa (de 80 a 100 en un aeródromo de tamaño mediano), que no sólo permiten evaluar la homogeneidad del comportamiento del pavimento como en el caso del equipo mencionado anteriormente, sino también evaluar la carga admisible para una rueda simple en cada uno de esos puntos.

4.2.9.10 Descripción de las zonas homogéneas. Todo el equipo mencionado anteriormente se utiliza para determinar las zonas homogéneas a base de su estructura y comportamiento. Una vez determinada la carga admisible Po para cada zona homogénea, deben efectuarse una o varias perforaciones para evaluar cada zona. Estas perforaciones se llevan a cabo en uno o en varios puntos en los cuales se realizaron ensayos de placa produciendo un resultado Pi próximo a la carga admisible Po adoptada para esa zona. También se efectuaron algunas perforaciones ocasionales en puntos específicos (por ejemplo, allí donde la carga visible Pi es particularmente baja). Como orden de magnitud, un total de 6 a 12 perforaciones de prueba generalmente son suficientes para un aeródromo de tamaño mediano, lo cual depende de la homogeneidad de los pavimentos que se ensayan. Estas perforaciones de prueba deben abarcar un área de 1,5 m^2 aproximadamente, y se llevan a cabo:

a) para determinar la estructura del pavimento, particularmente el espesor de las capas y para verificar la calidad de los materiales encontrados, si fuera necesario en el laboratorio;

b) para llevar a cabo ensayos CBR *sin situ* o bien ensayos del módulo de reacción k del terreno de fundación cuando sea posible; y

c) para medir el contenido de humedad y la densidad en seco del terreno de fundación y para tomar muestras intactas o tratadas para análisis de laboratorio y ensayo.

4.2.9.11 Interpretación y síntesis de los resultados. Los resultados de cada zona homogénea se interpretan en virtud de los datos con respecto al pavimento y el tráfico que haya recibido, los estudios de su deterioro, los resultados de la inspección del sistema de avenamiento y todas las mediciones efectuadas. Esta síntesis debe estar a cargo de un equipo de especialistas, en la práctica del STBA. La verificación de los diferentes valores de medición permite efectuar una selección final de las diferentes características necesarias para calcular las cargas admisibles (véase 4.2.8).

---

* STBA: Service Technique des Bases Aériennes, Ministère des Transports, Francia.

4.2.10 Refuerzo de los pavimentos

4.2.10.1 Generalidades. El problema del refuerzo de pavimentos de aeródromo puede surgir cuando los pavimentos existentes deban modificarse a fin de satisfacer exigencias futuras que impondrán aeronaves más pesadas, o cuando los pavimentos han de ser reforzados para satisfacer necesidades inmediatas del tráfico actual. En la práctica estos dos problemas se confunden con frecuencia. Sin embargo, el refuerzo no constituye la única solución cuando un determinado pavimento no es adecuado para el tránsito presente o futuro:

- A veces puede ser preferible construir un nuevo pavimento en otro sitio. Esta solución resuelve la dificultad de mantener la corriente de tránsito durante los trabajos de refuerzo; permite asimismo introducir una configuración de pistas mejorada, más adaptada a las nuevas condiciones de utilización.

- Puede adoptarse también el método llamado de "sustitución". Este método consiste en levantar el pavimento existente y construir uno nuevo al mismo nivel. Esta solución, que en el caso de una pista puede limitarse a 15 m a cada lado del eje, evita que se mezclen los problemas. Sin embargo, de todas las posibles soluciones es la más costosa.

El texto que sigue trata del refuerzo efectivo de pavimentos; describe un método para determinar el espesor del refuerzo y trata de ciertos problemas conexos que surgen durante la construcción.

4.2.10.2 Elección de la solución. El refuerzo de un determinado pavimento (rígido o flexible), puede ser del mismo o de diferente tipo. La elección viene regida por consideraciones técnicas y económicas, por las restricciones que imponga la solución en la utilización del aeropuerto mientras se ejecutan los trabajos, y por la trabazón que se establezca entre el esfuerzo y el pavimento existente.

4.2.10.3 Elección del perfil transversal. Puede conseguirse un ahorro apreciable en el coste del refuerzo de una pista, reduciendo el espesor del pavimento que quede fuera de la faja central de 30 m de anchura. Aparte de ahorrar en material de refuerzo, la disminución en espesor hacia los bordes, a veces hasta cero, hace mínima, o incluso elimina, la necesidad de elevar el nivel de los márgenes de la pista.

4.2.10.4 El espesor equivalente del refuerzo flexible puede obtenerse mediante la relación:

$$e = 3{,}75\ (Fh_t - h) \qquad [5]$$

- e es el espesor equivalente según la definición dada en 4.2.3.4. Conviene observar que los materiales que se utilicen para fines de refuerzo deberán ser por lo menos de igual calidad que los empleados para la capa de cimiento, es decir, el coeficiente de equivalencia deberá ser como mínimo igual a la unidad;

- h es el espesor de la losa de hormigón existente;

- h_t es el espesor teórico de una nueva losa que hace falta para soportar la carga de cálculo. Este espesor se calcula teniendo en cuenta el esfuerzo admisible del hormigón y el valor de k corregido aplicable a losa existente.

- F es un coeficiente de reducción del espesor, h_t, cuyo valor viene dado por la Figura 4-31 como función del k antes mencionado (el espesor teórico del hormigón se reduce porque se supone que la losa se agrietará hasta un cierto grado en servicio, en contraposición a la hipótesis formulada en relación con el cálculo de losas empleadas en la capa de rodadura);

- el espesor equivalente del refuerzo no deberá ser inferior a 20 cm salvo que se utilicen capas de nivelación especiales para corregir deformaciones. Debido a la presencia de las juntas y al movimiento de las losas, el hormigón tendrá que cubrirse con una capa de espesor suficiente para evitar la aparición de defectos en la superficie;

- más aún, la relación de [5] sólo es aplicable a los valores que tienen como consecuencia un espesor equivalente e superior a 20 cm.

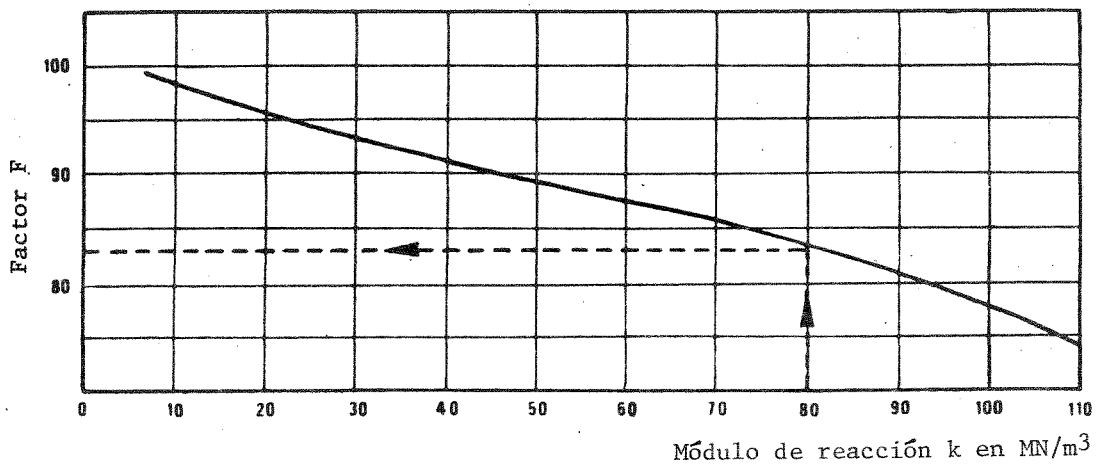


Figura 4-31. Refuerzos flexibles en un pavimento rígido - Factor F

4.2.10.5 Reglamento de construcción. El problema más urgente, que aún no se ha resuelto de modo satisfactorio, relacionado con el refuerzo directo del hormigón con una mezcla asfáltica, es el de la reaparición de la junta del pavimento rígido en la superficie del refuerzo. Se ha intentado evitar este perjuicio reforzando el pavimento en las juntas por medio de rejas metálicas, placas, telas, etc., o al menos separando la capa de mezcla asfáltica de la losa, a lo largo de cierta distancia a cada lado de la junta (por ejemplo, intercalando una capa de arena). Es posible también cortar con sierra las puntas en la superficie del pavimento, para evitar el agrietamiento irregular. Esta solución facilita el mantenimiento pero reduce la resistencia del pavimento.

4.2.10.6 Otra dificultad posible, aunque raramente se la encuentra, es la causada por la afinidad de ciertos compuestos de las juntas para el asfalto, que pueden tener como consecuencia el hinchamiento del pavimento en la junta de la losa de hormigón. En

caso de dudas será aconsejable eliminar el compuesto de la junta antes de aplicar el refuerzo y rellenar las juntas con una mezcla de arena y de ligante compatible con el que se ha utilizado en la capa de refuerzo. Estas reglas no pueden aplicarse en el caso de refuerzos con hormigón, salvo que el hormigón esté limitado a la parte central de la pista y se adopte una solución "flexible" en el caso de las partes laterales.

4.2.10.7 Estudios preliminares. Se requiere una evaluación del pavimento actual (véase 4.2.9). Reviste importancia primordial la perforación sistemática del pavimento para detectar discrepancias frecuentes entre el espesor en la constitución, etc., del antiguo pavimento.

4.2.10.8 Refuerzo de los pavimentos flexibles

a) Refuerzo flexible. El espesor del refuerzo está determinado por la diferencia entre el espesor equivalente requerido para un nuevo pavimento y el del pavimento existente. Al determinar este último, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

1) los coeficientes de equivalencia tienen que corregirse de acuerdo con el estado real de las capas del pavimento;

2) el coeficiente de equivalencia de una capa de pavimento en un nivel dado no puede ser mayor que el de la capa que se encuentra sobre la misma. Por ejemplo, si una mezcla asfáltica en buen estado (coeficiente 2) se encontrara cubierta por una capa de cemento con árido basto (coeficiente 1,5), el coeficiente de la primera también será de 1,5.

b) Refuerzo rígido. Si un pavimento flexible estuviera reforzado con una losa de hormigón, esta losa se considera únicamente como una capa de cimentación para el cálculo. El valor k que se atribuye a esta capa se determina por referencia a la Figura 4-13. El espesor de la losa se establece entonces de acuerdo con 4.2.4, 4.2.5 y 4.2.6.

4.2.10.9 Refuerzo de los pavimentos rígidos

a) Refuerzo flexible. Si el pavimento existente se encontrara apreciablemente fragmentado, es aconsejable considerarlo como pavimento flexible del mismo espesor, al calcular el espesor de refuerzo. Por lo tanto, resulta el mismo caso que se describió anteriormente. La descripción que se da más abajo supone que el pavimento rígido existente sigue estando en buenas condiciones (en este caso, es posible considerar el pavimento rígido existente como pavimento flexible del mismo espesor, si esto resultara favorable para el cálculo).

b) Refuerzo rígido. El espesor de la losa de refuerzo se obtiene aplicando la fórmula:

$$h_r = \sqrt[1,4]{h_t^{1,4} - Ch^{1,4}} \qquad [6]$$

- h_t es el espesor teórico de una nueva losa, determinado a base de la tensión admisible en el nuevo hormigón y del módulo corregido de reacción para el terreno de fundación existente.

- h es el espesor de la losa de hormigón existente;

- C es el coeficiente introducido con el propósito de tener en cuenta la calidad del pavimento existente:

  C = 1 para un pavimento en buen estado,

  C = 0,75 para un pavimento que presente cierto agrietamiento en las esquinas pero no esté muy deteriorado,

  C = 0,35 para un pavimento muy fragmentado.

  En la práctica, se aplica por lo general uno de los dos últimos valores.

La relación anterior se aplica únicamente si la losa reforzada se apoya directamente sobre el pavimento existente. Si se interpusiera una capa de material (usualmente una mezcla asfáltica) entre las dos losas, por ejemplo para modificar el perfil del pavimento actual, la fórmula de cálculo del espesor del refuerzo resulta:

$$h_r = \sqrt{h_t^2 - Ch^2} \qquad [7]$$

En esta expresión, el significado de los parámetros y de los valores para los coeficientes C son iguales que en la nomenclatura anterior. Esta fórmula tiene como consecuencia un espesor ligeramente mayor para el refuerzo.

4.2.10.10 Reglas de construcción. Para evitar la reaparición de las juntas en el pavimento existente, en forma de grietas en la losa de refuerzo, es esencial superponer las juntas con la mayor precisión posible. Más aún, todas las juntas del pavimento actual deben tener nuevas juntas (de cualquier tipo), sobre las mismas. En particular, como las losas antiguas son generalmente de menor anchura que las adoptadas actualmente, puede ser necesario intercalar más juntas longitudinales de construcción-dilatación, en la losa de refuerzo. Esta ubicación de las diferentes juntas de refuerzo exige un estudio detallado preliminar, si se desea evitar cálculos erróneos.

4.2.11 Pavimentos ligeros

4.2.11.1 Los pavimentos ligeros sirven exclusivamente para las aeronaves cuya masa total no exceda de 5,7 t. Puede utilizarse la Figura 4-32 para calcular el espesor del pavimento en relación con el CBR del terreno natural.

4.2.11.2 Cargas admisibles. La carga admisible sobre un pavimento ligero es de 5 700 kg. La presión de los neumáticos de la aeronave no debe exceder de 0,6 MPa (aproximadamente 6 kg/cm^2) para evitar cualquier riesgo de reventón. En consecuencia, la información que ha de publicarse sobre la resistencia del pavimento, de acuerdo con las disposiciones del Anexo 14 para los pavimentos ligeros, será de 5 700 kg/0,6 MPa.

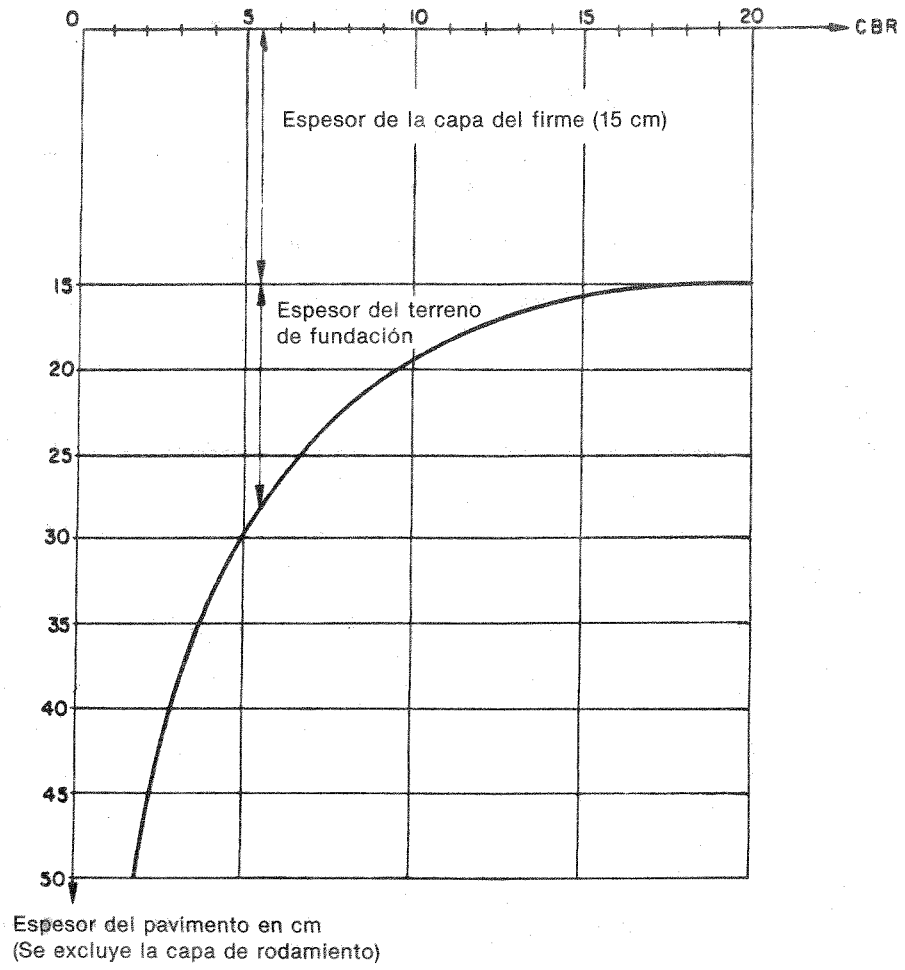


Figura 4-32. Cálculo de pavimento ligero

4.3 Práctica del Reino Unido

4.3.1 Cálculo y evaluación de pavimentos

4.3.1.1 Se aplica el método de cálculo del Reino Unido para el uso operacional ilimitado de una aeronave dada, teniendo en cuenta la carga resultante de la interacción del conjunto de ruedas del tren de aterrizaje adyacente, cuando corresponda. Se designa a la aeronave como "aeronave de cálculo" para el pavimento. La clasificación de resistencia del pavimento se representa por el número de clasificación de pavimento correspondiente a la aeronave de cálculo, que identifica el nivel de severidad de carga. Todas las otras aeronaves consideradas por las normas del Reino Unido como menos severas, pueden contar con un uso ilimitado del pavimento, aunque la decisión final está en manos de la autoridad aeroportuaria.

4.3.1.2 Aunque existen varios programas de computadora a base de la teoría de las placas, de la teoría elástica multicapas y del análisis de elementos finitos, para los que deseen poseer datos tabulados fácilmente disponibles para el cálculo y la evaluación de los pavimentos, se ha preparado la clasificación de construcción de referencia (RCC) a base del número de clasificación de cargas de Gran Bretaña (LCN) y del grupo de clasificación (LCG). Los pavimentos se identifican como de construcción rígida o de construcción flexible y se los analiza en consecuencia.

4.3.1.3 Para la reacción de la aeronave sobre el pavimento rígido, se adopta un modelo simple de dos capas. Para establecer una construcción con profundidad de referencia teórica para la aeronave, en una gama de valores de apoyo del terreno de fundación comparable con el método de notificación ACN/PCN de la OACI, se analiza el modelo según la teoría del centro de Westergaard. Se tiene en cuenta el efecto de los conjuntos de ruedas adyacentes del tren de aterrizaje hasta tres veces el radio de su rigidez relativa. Esto se considera esencial en todo nuevo sistema con el propósito de aumentar la masa de la aeronave, la complejidad de las disposiciones del tren de aterrizaje y la posible interacción de los conjuntos de ruedas adyacentes, especialmente en el caso de terrenos de fundación flojos.

4.3.1.4 Para resolver los problemas prácticos de cálculo y de evaluación, se adopta una serie de factores de equivalencia apropiados para las resistencias relativas de los materiales naturales de construcción, para poder efectuar la conversión entre las profundidades de construcción de referencia teórica para el modelo y los espesores reales de los pavimentos.

4.3.1.5 La reacción de las aeronaves sobre los pavimentos flexibles sigue el mismo modelo básico adoptado para el cálculo y la evaluación de los pavimentos rígidos. En este caso se analiza un cuarto modelo de pavimento, utilizando el índice de penetración en California (CBR) preparado por el United States Corps of Engineers. Este método comprende los factores de deflexión de Boussinesq y tiene en cuenta la interacción entre los conjuntos de ruedas del tren de aterrizaje adyacentes, hasta una distancia de 20 radios. Los problemas prácticos de cálculo y de evaluación se resuelven utilizando factores de equivalencia para relacionar los materiales y los espesores de las capas con los modelos teóricos a base de los cuales se evalúan las profundidades de construcción de referencia para las aeronaves.

4.3.2 Notificación de la resistencia del pavimento

4.3.2.1 La práctica del Reino Unido consiste en seguir el método de notificación ACN/PCN de la OACI, para los pavimentos de las aeronaves. La aeronave crítica se identifica como aquélla que impone una severidad de carga próxima a la máxima permitida en un pavimento dado, para uso operacional ilimitado. Utilizando el ACN con respecto a la aeronave crítica, cada autoridad aeroportuaria decide sobre el PCN que ha de publicarse para el pavimento en cuestión.

4.3.2.2 Aunque no se revela en el método de notificación ACN/PCN de la OACI, cuando la interacción entre los conjuntos de ruedas del tren de aterrizaja adyacentes afecta el nivel de carga impuesto por una aeronave, las autoridades aeroportuarias del Reino Unido pueden imponer restricciones a las operaciones, mediante una limitación de la masa o una reducción del número de movimientos permitidos. Sin embargo, es improbable que se presente este caso con las aeronaves que actualmente se encuentran en uso, salvo que se trate de un terreno de fundación flojo.

4.4 Práctica de los Estados Unidos

Nota.- Las especificaciones que figuran en esta sección, así como los cálculos en los cuales están basadas, fueron comunicadas a la OACI en pulgadas y fracciones de pulgada. Conviene aclarar que aunque, de acuerdo con la práctica seguida normalmente por la OACI se dan los equivalentes métricos, éstos no pueden considerarse tan exactos como las cifras citadas en pulgadas.

4.4.1 Introducción

4.4.1.1 La Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos, ha adoptado recientemente el método de calcular y notificar la resistencia de los pavimentos de aeropuerto en función del peso bruto de la aeronave, para cada tipo de tren de aterrizaje. Esto permite evaluar un pavimento respecto a su idoneidad para soportar los varios tipos y pesos de aeronaves. La comparación entre la resistencia del pavimento (notificada como peso bruto que se refiere a aeronaves equipadas con trenes de aterrizaje de ruedas simples, ruedas gemelas y ruedas dobles en tándem), y el peso bruto efectivo de una determinada aeronave, establecerá la idoneidad del pavimento para que en él opere la aeronave. En 1978, la Federal Aviation Administration de Estados Unidos adoptó el método del índice de resistencia de California (CBR) para el cálculo de pavimentos flexibles, la hipótesis de carga sobre los bordes para el cálculo de los pavimentos rígidos y el sistema de clasificación de terrenos unificado. Esta sección presenta una descripción detallada de los procedimientos y criterios vigentes, que la FAA de los Estados Unidos ha considerado necesario seguir al proyectar los pavimentos y al llevar a cabo una evaluación de la resistencia de los mismos.

4.4.2 Investigaciones y consideraciones básicas

4.4.2.1 Los Estados Unidos están convencidos de que no existe ningún método rápido o abreviado para analizar la resistencia de un pavimento y que son esenciales los servicios de un ingeniero calificado para garantizar una evaluación realista. El espesor de éste y sus componentes no constituye sino uno de los factores que se han de estudiar. Las características locales, tanto climáticas como topográficas, la cimentación, la calidad de los materiales y los métodos de construcción, son todos ellos elementos esenciales de cualquier técnica de evaluación, la cual debe comprender las investigaciones siguientes:

a) Examen detallado del estado de los pavimentos existentes, que muestra la forma en que éstos se comportan bajo el tránsito. Deben representarse exactamente en un plano todas las zonas de falla e indagarse sus causas. Es sumamente importante distinguir entre roturas debidas al tránsito y las cargas, y las debidas al clima, drenaje o deficiencia de los materiales, así como a mano de obra defectuosa.

b) La investigación de suelo deberá ser completa, a fin de que revele las variaciones importantes en su estructura, cambios de contenido de humedad, capas que retengan el agua, nivel de aguas freáticas, y otros datos similares.

c) Deben efectuarse ensayos adecuados, tanto en el terreno como de laboratorio, para evaluar los cimientos, así como los componentes del pavimento.

d) Estudio de las características de drenaje del terreno, para comprobar si han de tomarse medidas correctivas antes de emprender cualquier trabajo de reparación.

e) Deberá emprenderse un análisis de los antecedentes del tránsito en el aeropuerto, tanto por lo que se refiere al peso de las aeronaves como al número de operaciones asociadas con la densidad del tránsito en la zona que se estudia, relacionándolo debidamente con la actuación del pavimento.

f) Deberán evaluarse la calidad de los materiales del pavimento y la bondad de los métodos y procedimientos de construcción, para determinar el grado de conformidad con las normas y especificaciones.

4.4.2.2 El estudio del terreno no se limita a los terrenos descubiertos por los trabajos de nivelación, ni forzosamente a la zona del aeropuerto. Deberían investigarse también los lugares de origen de los materiales disponibles en la zona, tales como las canteras de préstamo o la fuente de los agregados áridos.

4.4.2.3 Deberían obtenerse y ensayarse en laboratorio las muestras representativas de las diferentes capas de los suelos encontrados y de los diferentes materiales de construcción descubiertos, con el propósito de determinar sus propiedades físicas y técnicas. Como los resultados de un ensayo han de ser tan buenos como la muestra, reviste suma importancia que cada muestra sea representativa de un tipo particular de material de terreno y no una mezcla descuidada e indiscriminada de diferentes materiales.

4.4.2.4 Puede ser necesario hacer perforaciones y cortes a cielo abierto para efectuar ensayos de resistencia *in situ*, para tomar muestras no perturbadas, para registrar los diferentes estratos del terreno, etc. Este tipo de investigación complementaria del terreno se recomienda para las situaciones que justifican un alto grado de precisión, o bien cuando las condiciones locales son complejas y exigen una investigación amplia.

4.4.3 Ensayos de terrenos

4.4.3.1 Propiedades físicas de los terrenos. Para determinar las propiedades físicas del terreno y para proporcionar una estimación de comportamiento bajo diferentes condiciones es preciso llevar a cabo ciertos ensayos. Se han preparado y normalizado varios ensayos en el lugar mismo y en laboratorio. En las publicaciones de la American Society for Testing of Materials se encuentran métodos completos y detallados para realizar ensayos de terrenos.

4.4.3.2 Requisitos de los ensayos. Los ensayos de los terrenos se identifican generalmente mediante términos que indican las características del terreno que los ensayos han de revelar. A continuación se indican los términos que identifican los ensayos que se consideran como requisito mínimo o básico para el pavimento de los aeropuertos, con sus designaciones ASTM y una breve explicación:

a) Preparación en seco de muestras de terrenos para análisis granulométrico y determinación de las constantes del terreno (ASTM D-421) o preparación en húmedo de muestras de terreno para análisis granulométrico y determinación de las constantes del terreno (ASTM D-2217). El método en seco (D-421) debería utilizarse únicamente para materiales granulares limpios y sin cohesión. El método en húmedo (D-2217) debería utilizarse para todos los materiales coherentes o los casos límite. En caso de duda, debería utilizarse el método en húmedo.

b) Análisis granulométrico de los terrenos (ASTM C-422). Este análisis proporciona una determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de partículas en los terrenos.

c) Límite de plasticidad de los terrenos (ASTM D-424). El límite de plasticidad de un terreno se define con el contenido mínimo de humedad al cual un terreno pasará del estado semisólido al estado plástico. Cuando el contenido de humedad es superior al límite plástico, se presenta una caída brusca en la estabilidad de los terrenos.

d) Límite líquido de los terrenos (ASTM D-423). El límite líquido de un terreno se define como el contenido mínimo de humedad al cual un terreno pasa del estado plástico al estado líquido. El estado líquido se define como el estado en el cual la resistencia al cizallamiento del terreno es tan escasa que una fuerza pequeña lo hará fluir.

e) Indice de plasticidad de los terrenos (ASTM D-424). El índice de plasticidad es la diferencia numérica entre el límite de plasticidad y el límite líquido. Indica la gama de contenido de humedad sobre la cual un terreno queda en estado plástico antes de pasar al estado líquido.

f) Relaciones de humedad-densidad de los terrenos (ASTM D-698, D-1557). Para los fines del control de compactación durante la construcción, deberían llevarse a cabo ensayos para determinar las relaciones humedad-densidad de los diferentes tipos de terrenos.

1) Para los pavimentos previstos para servir a las aeronaves cuyo peso sea de 30 000 lb (13 000 kg) o más, utilícese el método ASTM D-1557.

2) Para los pavimentos previstos para servir a las aeronaves con un peso inferior a 30 000 lb (13 000 kg), utilícese el método ASTM D-698.

4.4.3.3 Ensayos complementarios. En muchos casos se requerirán otros ensayos del terreno, aparte de los que figuren en 4.4.3.2. No es posible citar todos los ensayos adicionales que puedan requerirse; con todo, a continuación se presentan algunos ejemplos. Esta lista no ha de considerarse en modo alguno como completa.

a) Factores de contracción de los terrenos (ASTM D-427). Puede requerirse este ensayo en las zonas en que pudieran encontrarse suelos sometidos a hinchamiento.

b) Permeabilidad de los terrenos granulares (ASTM D-2434). Puede ser necesario efectuar este ensayo para contribuir al cálculo del avenamiento subterráneo.

c) Determinación del material orgánico en los terrenos por combustión en húmedo (AASHTO T-194). Puede ser necesario efectuar este ensayo en las zonas en que se encuentren o se sospeche la existencia de bolsones profundos de material orgánico.

d) Indice de resistencia de suelos compactados en laboratorio (ASTM D-1883). Se utiliza este ensayo para asignar un valor al índice de resistencia California (CBR), a los terrenos de fundación que han de utilizarse en el cálculo de los pavimentos flexibles.

e) Módulo de reacción del terreno (AASHTO T 222). Se utiliza este ensayo para determinar el módulo de reacción k del terreno, para utilizar en el cálculo de los pavimentos rígidos.

f) Indice de resistencia California, ensayos realizados en el lugar. Los ensayos de resistencia realizados en el lugar pueden efectuarse cuando las condiciones locales estén de acuerdo con las condiciones de densidad y de humedad que existirán bajo el pavimento que se calcula.

4.4.4 Sistema unificado de clasificación de los suelos

4.4.4.1 El método normalizado de clasificación de terrenos para fines técnicos es la norma ASTM D-2487, y se le designa comúnmente como sistema unificado. El cambio del sistema FAA al sistema unificado se basa en los resultados de una investigación en la que se compararon tres métodos diferentes de clasificación de terrenos. El estudio realizado en esta investigación llegó a la conclusión de que el sistema unificado es superior para revelar las propiedades de los terrenos que afectan la performance del pavimento de los aeropuertos. El propósito principal en la determinación de la clasificación de los terrenos consiste en permitir al técnico predecir el comportamiento probable de los terrenos. Las constantes de los terrenos proporcionan asimismo, por sí solas, cierta guía en la cual se han de basar las predicciones sobre la performance. El sistema unificado clasifica los terrenos primeramente a base del tamaño del grano, y establece posteriormente subgrupos de terrenos sobre las constantes de plasticidad. En la Tabla 4-7 se presenta la clasificación de los terrenos según el sistema unificado.

4.4.4.2 Como se indica en la Tabla 4-7, la división inicial de terrenos se basa en la separación de terrenos de grano grueso y de grano fino y en terrenos de alto contenido orgánico. La distinción entre terrenos de grano grueso y de grano fino se determina según la cantidad de material retenido en la criba Núm. 200. Los terrenos de grano grueso se subdividen en grava y en arena, a base de la cantidad de material retenido en la criba Núm. 4. La grava y la arena se clasifican entonces de acuerdo con la presencia o ausencia de material fino. Los suelos de grano fino se subdividen en dos grupos, a base del límite líquido. Se establece una división aparte de suelos de alto contenido orgánico, para los materiales que generalmente no son adecuados para fines de construcción. En la

Tabla 4-7. Clasificación de terrenos
para aplicaciones de pavimentos de aeropuertos

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos de grupos
Suelos de grano grueso; más del 50% retenido en la criba Núm. 200 1/	Grava 50% o más de la fracción gruesa retenida en la criba Núm. 4	Grava limpia	GW GP
		Grava con finos	GM GC
	Arena menos del 50% de la fracción gruesa retenida en la criba Núm. 4	Arena limpia	SW SP
		Arena con finos	SM SC
Suelos de grano fino; 50% o menos retenido en la criba Núm. 200 1/	Limos y arcillas Límite líquido 50% o menos		ML CL OL
	Limos y arcillas Límite líquido Superior al 50%		MH CH OH
Sueldos muy orgánicos			PT

1/ A base del material que pasa por la criba de 3 pulg (75 mm).

clasificación final de los sueldos el material se subdivide en 15 grupos diferentes. A continuación se indican los símbolos de los grupos y una breve descripción de cada uno de ellos:

a) GW - gravas homogéneas y mezclas gravas-arena, con poco o ningún fino.

b) GP - grava no homogénea y mezclas grava-arena, con poco o ningún fino.

c) GM - arcilla limosa, mezclas grava-arena-limo.

d) GC - grava arcillosa, mezclas grava-arena-arcilla.

e) SW - arenas homogénas y arenas con grava, poco o ningún fino.

f) SP - arena no homogénea y arena con grava, poco o ningún fino.

g) SM - arena limosa, mezclas arena-limo.

h) SC - arena arcillosa, mezclas arena-arcilla.

i) ML - limo inorgánico, arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa.

j) CL - arcilla inorgánica de plasticidad baja a mediana, arcilla con grava, arcilla limosa, arcilla pobre.

k) OL - limo orgánico y arcilla limosa orgánica de baja plasticidad.

l) MH - limo inorgánico, arena fina micácea o diatomácea o limo, limo plástico.

m) CH - arcilla inorgánica de alta plasticidad, arcilla grasa.

n) OH - arcilla orgánica de plasticidad media a alta.

o) PT - turba, barro y otros sueldos muy orgánicos.

4.4.4.3 La determinación del grupo de clasificación final requiere otros criterios aparte del indicado en la Tabla 4-7. Estos criterios se presentan en la Figura 4-33 y son aplicables tanto a los suelos de grano grueso como de grano fino.

4.4.4.4 Se ha preparado un organigrama en el que se detalla el proceso de clasificación de los suelos, que se incluye como Figura 4-34. Este organigrama indica los pasos necesarios para clasificar los sueldos de acuerdo con la ASTM D-2487.

4.4.4.5 Una de las ventajas principales de la ASTM D-2487, Sistema unificado de clasificación de los suelos, es que se ha preparado también un método sencillo y rápido de clasificación en el lugar; véase ASTM D-2488, *Descripción de suelos (Procedimiento visual-manual)*. Este procedimiento permite que el personal del terreno clasifique los suelos con bastante precisión, con tiempo y equipo mínimos.

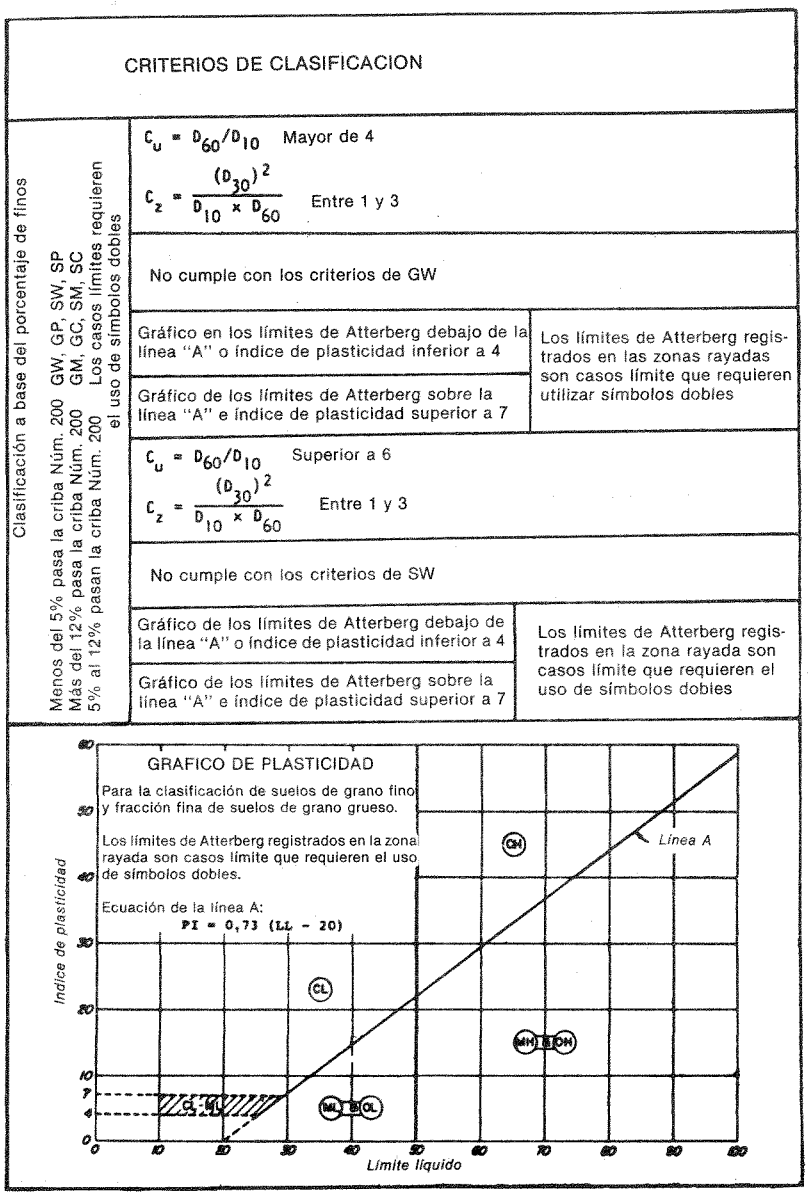


Figura 4-33. Criterios de clasificación de los suelos

4.4.4.6 La Tabla 4-8 detalla las características pertinentes de los suelos utilizados para los cimientos del pavimento. Estas características se han de considerar como aproximadas y los valores que allí figuran son generalizaciones que no deben utilizarse en remplazo de los ensayos.

4.4.5 Ejemplos de clasificación de suelos

4.4.5.1 En los ejemplos siguientes se ilustra la clasificación de los suelos según el sistema unificado. El proceso de clasificación avanza de acuerdo con el organigrama de la Figura 4-34.

Ejemplo 1

Supongamos una muestra de suelo que tenga las características siguientes y que se clasifique de acuerdo con el sistema unificado.

Porcentaje que pasa la criba Núm. 200 - 98%.

Límite líquido en el material menos 40 - 30%.

Límite plástico en el material menos 40 - 10%.

Solución

Sobre la línea "A", véase la Figura 4-33. El suelo se clasificaría como CL, arcilla pobre o de plasticidad baja a mediana. La Tabla 4-8 indica que el material sería de valor aceptable e insuficiente, como cimiento, sin estar sujeto al efecto de las heladas. La posibilidad del efecto de la helada es de mediana a alta.

Ejemplo 2

Supongamos una muestra de suelo con las características siguientes que ha de clasificarse según el sistema unificado.

Porcentaje que pasa la criba Núm. 200 - 48%.

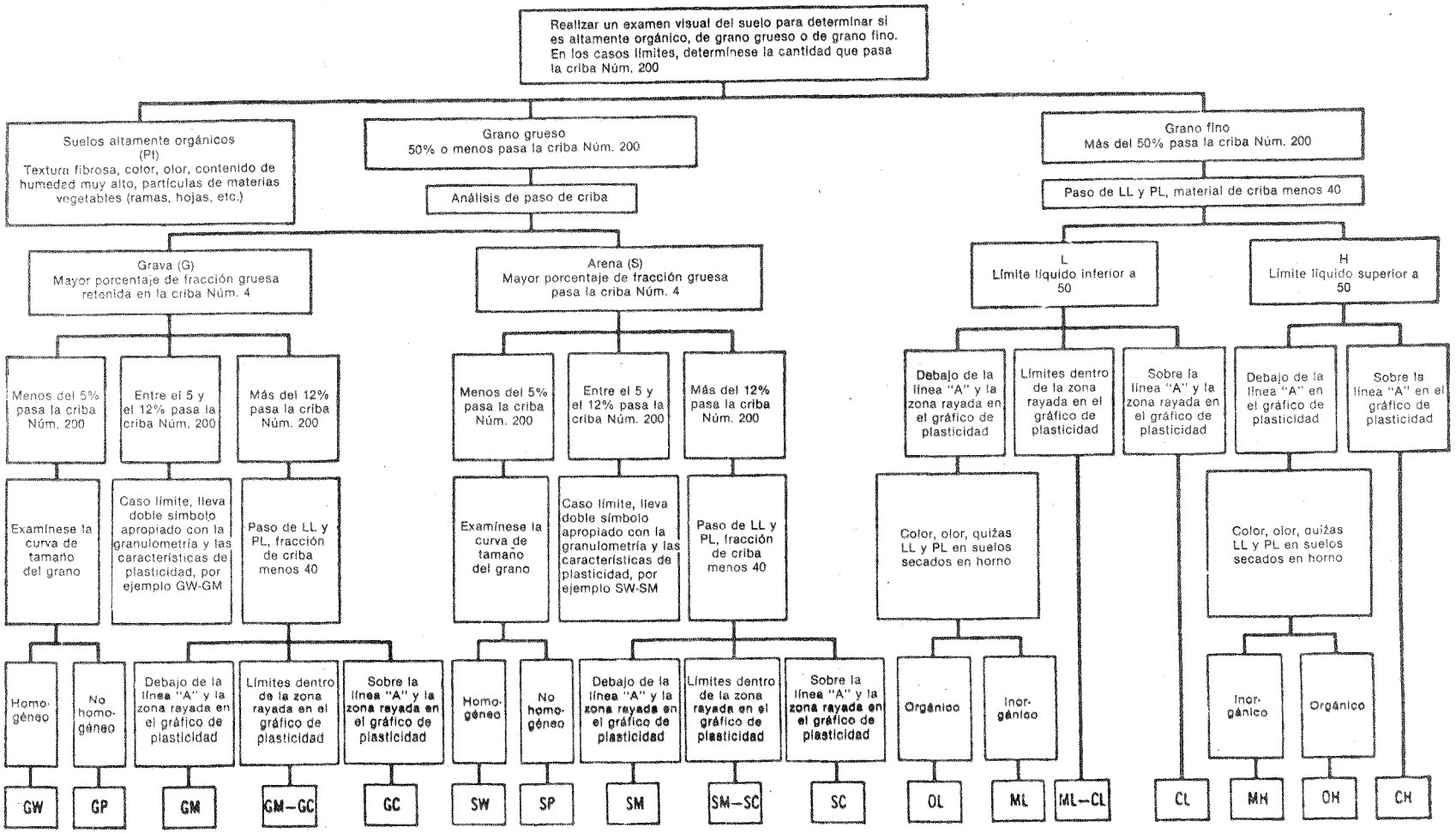
Porcentaje de fracción gruesa retenida en la criba Núm. 4 - 70%.

Límite líquido en la fracción menos 40 - 60%.

Límite plástico en la fracción menos 40 - 20%.

Tabla 4-8. Características de los cimientos de los pavimentos

Divisiones (1)	principales (2)	Letras (3)	Nombre (4)	Valor como cimiento, no sujeto al efecto de la helada (5)	Valor como firme directamente debajo del revestimiento (6)	Posible efecto de la helada (7)	Compresibilidad y dilatación (8)	Características de avenamiento (9)	Equipo de compactación (10)	Peso seco unitario (lb/ft^3) (11)	CBR del lugar (12)	Módulo del terreno de fundación (lb/m^3) (13)
Suelos de grano grueso	Suelo total o parcialmente de grava	GW	Grava o grava arenosa, uniforme	Excelente	Bueno	Nula hasta muy ligera	Casi nula	Excelente	Tractor de oruga con equipo sobre neumáticos, rodillo con ruedas de acero	125-140	60-80	300 o más
		GP	Grava o grava arenosa, no uniforme	Bueno hasta excelente	Malo hasta aceptable	Nula hasta muy ligera	Casi nula	Excelente	Tractor de oruga con equipo sobre neumáticos, rodillo con ruedas de acero	120-130	35-60	300 o más
		GU	Grava o grava arenosa, graduación uniforme	Bueno	Malo	Nula hasta muy ligera	Casi nula	Excelente	Tractor de oruga, equipo sobre neumáticos	115-125	25-50	300 o más
		GM	Grava limosa o grava arenosa limosa	Bueno hasta excelente	Aceptable hasta bueno	Ligera hasta media	Muy ligera	Aceptable hasta mala	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra, control estricto de la humedad	130-143	40-80	300 o más
		GC	Grava arcillosa o grava arenosa arcillosa	Bueno	Malo	Ligera hasta media	Ligera	Mala hasta prácticamente impermeable	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	120-140	20-40	200-300
	Suelos total o parcialmente de arena	SW	Arena o arena con grava, homogénea	Bueno	Malo	Nula hasta muy ligera	Casi nula	Excelente	Tractor de oruga, equipo sobre neumáticos	110-130	20-40	200-300
		SP	Arena o arena con grava, no homogénea	Aceptable hasta bueno	Malo hasta inadecuado	Nula hasta muy ligera	Casi nula	Excelente	Tractor de oruga, equipo sobre neumáticos	105-120	15-25	200-300
		SU	Arena o arena con grava, graduación uniforme	Aceptable hasta bueno	Inadecuado	Nula hasta muy ligera	Casi nula	Excelente	Tractor de oruga, equipo sobre neumáticos	100-115	10-20	200-300
		SM	Arena limosa o arena con grava limosa	Bueno	Malo	Ligera hasta alta	Muy ligera	Aceptable hasta mala	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra, control estricto de la humedad	120-135	20-40	200-300
		SC	Arena arcillosa o arena con grava arcillosa	Aceptable hasta bueno	Inadecuado	Ligera hasta alta	Ligera hasta media	Mala hasta prácticamente impermeable	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	105-130	10-20	200-300
Suelos de grano fino	Baja compresibilidad LL < 50	ML	Limo, limo arenoso, limo arcilloso o suelos diatomáceos	Aceptable hasta malo	Inadecuado	Mediana hasta muy alta	Ligera hasta media	Aceptable hasta mala	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra, control estricto de la humedad	100-125	5-15	100-200
		CL	Arcillas pobres, arcillas arenosas o arcillas con grava	Aceptable hasta malo	Inadecuado	Mediana hasta alta	Mediana	Prácticamente impermeable	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	100-125	5-15	100-200
		OL	Limo orgánico o arcilla orgánica pobre	Malo	Inadecuado	Mediana hasta alta	Mediana hasta mala	Mala	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	90-105	4-8	100-200
	Alta compresibilidad LL > 50	MH	Arcillas micáceas o suelos diatomáceos	Malo	Inadecuado	Mediana hasta muy alta	Alta	Aceptable hasta mala	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	80-100	4-8	100-200
		CH	Arcillas grasas	Malo hasta muy malo	Inadecuado	Mediana	Alta	Prácticamente impermeable	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra	90-100 80-105	3-5 3-5	50-100 50-100
		OH	Arcillas orgánicas grasas	Malo hasta muy malo	Inadecuado	Mediana	Alta	Prácticamente impermeable	Equipo sobre neumáticos, rodillo pata de cabra			
Turba y otros suelos orgánicos fibrosos		Pt	Turba, humus y otros	Inadecuado	Inadecuado	Ligera	Muy alta	Aceptable hasta mala	La compactación no es práctica			



Nota: Los tamaños de criba son norma de los Estados Unidos.
* Si los finos interfirieran con las propiedades de avenamiento libre, utilícese un símbolo doble, tal como GW-GM, etc.

Figura 4-34. Nomograma para el sistema unificado de clasificación de suelos

Solución

Calcúlese el índice de plasticidad LL-PL - 40%.

Sobre la línea "A", véase la Figura 4-33.

Esta muestra se clasifica como GC, grava arcillosa. La Tabla 4-8 indica que el material es bueno para el uso como cimiento de pavimento si no está sometido al efecto de la helada. La posibilidad de efecto de la helada es de ligera a mediana.

4.4.6 Heladas y suelos perennigélidos

4.4.6.1 El cálculo de pavimentos en zonas sometidas al efecto de las heladas o en zonas de terrenos perennigélidos es un problema complejo que requiere un estudio detallado. El efecto perjudicial de las heladas puede manifestarse en el empuje o deformación de los terrenos o en la pérdida del apoyo del cimiento debido a la fusión del hielo.

4.4.6.2 El cálculo de pavimentos para condiciones de helada estacional puede llevarse a cabo de cuatro maneras diferentes:

a) El método de protección total comprende la eliminación del material susceptible de helarse hasta la profundidad de penetración de la helada y su remplazo por materiales no susceptibles de helarse.

b) El método de penetración limitada de la helada en el terreno de fundación permite que la helada penetre hasta cierta profundidad en el terreno de fundación susceptible de helarse. Este método limita las deformaciones a valores pequeños y aceptables.

c) El método de resistencia reducida del terreno de fundación usualmente permite un espesor de pavimento inferior a los dos métodos tratados anteriormente y debería aplicarse a los pavimentos en los cuales las velocidades de las aeronaves son bajas y los efectos de la deformación por las heladas son menos objetables. El objetivo principal de este método consiste en proporcionar una capacidad estructural suficiente para el pavimento durante el período de deshielo. En este método, la deformación debida a la helada no es la consideración principal.

d) El método de protección reducida del terreno de fundación contra la helada proporciona al calculista un método de tratar estadísticamente el cálculo de la helada. Este método sólo debería utilizarse en los casos en que las velocidades de las aeronaves son bajas y puede tolerarse cierta deformación debida a la helada. El método estadístico permite que el calculista tenga más libertad que en los otros tres métodos tratados anteriormente.

4.4.6.3 El cálculo de pavimentos en las zonas perennigélidas exige esfuerzos para restringir la profundidad del deshielo. El deshielo del suelo helado puede tener como consecuencia una disminución de la resistencia. Si el suelo helado descongelado volviera a congelarse, podría producir deformaciones y provocar rugosidades y agrietamientos en el pavimento. Existen dos métodos de cálculo disponibles para la construcción en las zonas perennigélidas, que son el método de protección total y el método de resistencia reducida del terreno de fundación. Estos métodos son algo similares a los métodos tratados en 4.4.6.2, para el cálculo de las heladas estacionales.

4.4.6.4 La profundidad de penetración de la helada puede calcularse utilizando la ecuación de Berggren modificada. Esta ecuación necesita la introducción de varios datos relativos al estado del terreno local y a los datos de la temperatura del lugar. Las compañías de servicios públicos cercanas al lugar pueden también proporcionar datos valiosos relativos a la profundidad de la helada. El proyectista debería tener en cuenta que las profundidades de la cobertura necesarias para proteger las líneas de los servicios son prudentes y en general exceden las profundidades de penetración de la helada.

4.4.6.5 Los procedimientos de cálculo de la helada que se tratan aquí pueden encontrarse en el Research Report FAA-RD-74-30, *Design of civil airfield pavement for seasonal frost and permafrost conditions*. Otra referencia valiosa para el cálculo de la helada y de las zonas heladas es el Army Corps of Engineers Technical Manual TM 5-818-2, *Pavement design for frost conditions*, de los Estados Unidos.

4.4.7 Ensayos de resistencia del terreno

4.4.7.1 La clasificación de los terrenos para fines técnicos proporciona un indicio del comportamiento probable del terreno como fundación para el pavimento. Sin embargo, esta indicación del comportamiento es aproximada. El comportamiento puede ser diferente del previsto debido a varias razones, tales como grado de compactación, grado de saturación, altura del terreno de recubrimiento, etc. La posibilidad de predecir incorrectamente el comportamiento del terreno de fundación puede eliminarse ampliamente midiendo la resistencia del terreno. La resistencia de los materiales previstos para utilizar en las estructuras de pavimentos flexibles se mide según el índice de penetración California (CBR). Los materiales previstos para utilizar en las estructuras de pavimentos rígidos se ensayan según el método de placa de carga. Cada uno de estos ensayos se trata con mayor detalle en los párrafos siguientes.

4.4.7.2 Indice de penetración California. El ensayo CBR es básicamente un ensayo de penetración llevado a cabo con un régimen de tensión uniforme. La fuerza necesaria para producir una penetración dada en el material que se ensaya se compara con la fuerza requerida para producir la misma penetración en una caliza machacada normalizada. El resultado se expresa como relación de las dos fuerzas. Por lo tanto, un material con un valor CBR de 15 significa que el material en cuestión ofrece un 15% de la resistencia a la penetración, comparada con la que ofrece la piedra machacada normalizada. Los ensayos CBR en laboratorio deberían llevarse a cabo de acuerdo con la norma ASTM D-1853, *Bearing ratio of laboratory-compacted soils*. Los ensayos CBR realizados en el terreno deberían llevarse a cabo de acuerdo con los procedimientos indicados en Manual Series No. 10 (MS-10), por The Asphalt Institute.

a) Los ensayos CBR en laboratorio se llevan a cabo con materiales extraídos del lugar y remoldeados a la densidad que se obtendrá durante la construcción. Las muestras se impregnan durante cuatro días para permitir que el material alcance la saturación. Se utiliza un ensayo CBR saturado para simular las condiciones que es probable que ocurran en un pavimento que ha estado en servicio durante cierto tiempo. Los cimientos del pavimento tienden a alcanzar una saturación prácticamente completa después de unos tres años. Los cambios estacionales en la humedad también determinan el uso de un valor de cálculo CBR saturado, ya que debe soportarse el tráfico durante períodos de alta humedad, tales como en la estación primaveral.

b) Los ensayos CBR realizados en el campo pueden proporcionar información valiosa sobre los cimientos que se encuentran tendidos desde hace varios años. Los materiales deberían estar en el lugar durante un tiempo suficiente para permitir que la humedad alcance un estado de equilibrio. Un ejemplo de este estado es un terraplenado que se haya construido y sobrecargado durante un período prolongado de tiempo antes de la construcción del pavimento.

c) Los ensayos CBR sobre materiales de grava son difíciles de interpretar. Los ensayos CBR en laboratorio sobre grava con frecuencia producen resultados CBR que son demasiado altos, debido a los efectos limitadores del molde. La asignación de valores CBR a los materiales de grava para el terreno de fundación pueden basarse en el criterio y la experiencia. La información que se ofrece en la Tabla 4-8 puede proporcionar una guía útil para seleccionar un valor CBR para el cálculo, en el caso de un suelo de grava. Sin embargo, la Tabla 4-8 no debería utilizarse en forma indiscriminada como la única fuente de datos. Se recomienda que el CBR máximo para el terreno de fundación de grava no estabilizada sea de 50.

d) El número de ensayos CBR necesario para establecer correctamente un valor de cálculo, no puede determinarse sencillamente. La variabilidad de las condiciones del terreno encontradas en el lugar ejercerán la mayor influencia sobre el número de pruebas necesarias. Como regla práctica aproximada, debería considerarse la realización de tres ensayos CBR en cada tipo principal de terreno. El estudio preliminar del terreno revelará los tipos diferentes de terrenos que se han de encontrar. El valor CBR de cálculo debería seleccionarse con un criterio prudente. La práctica técnica usual para pavimentos consiste en seleccionar un valor que sea una diferencia normal por debajo de la media.

4.4.7.3 Ensayos con placa de carga. Como el nombre indica, el ensayo con placa de carga mide la capacidad de resistencia del cimiento del pavimento. El resultado de este ensayo se expresa como un valor k con las unidades de presión sobre la longitud. El valor k puede considerarse como la presión requerida para producir una deformación unitaria de una placa de carga en el cimiento del pavimento. Los ensayos con placa de carga deberían llevarse a cabo de acuerdo con los procedimientos establecidos en la norma AASHTO T 222.

a) El cálculo de pavimentos rígidos no es demasiado sensible al valor k. Un error en el establecimiento del valor k no tendrá ninguna repercusión seria sobre el espesor nominal del pavimento rígido. Los ensayos con placa de carga deben llevarse a cabo en el terreno mismo y lo más adecuado es realizarlos sobre secciones que se hayan construido según las condiciones de compactación y de humedad de cálculo. Se requiere una corrección del valor k para tener en cuenta la saturación, con el propósito de simular las condiciones de humedad que es probable encontrar en el pavimento en uso.

b) Los ensayos con placa de carga son relativamente costosos y, en consecuencia, es limitado el número de ensayos que puede llevarse a cabo para establecer un valor de cálculo. Por lo general, sólo pueden llevarse a cabo dos o tres ensayos para cada característica del pavimento. El valor k de cálculo debería seleccionarse con un criterio prudente.

c) Las curvas de cálculo y evaluación de un pavimento rígido que se presentan aquí, se basan en un valor k determinado por un ensayo con carga de placa estático, utilizando una placa de 30 pulg (762 mm) de diámetro. La utilización de una placa de diámetro menor tendrá como consecuencia un valor k superior, que se representa en las curvas de cálculo y de evaluación.

d) Se recomienda llevar a cabo los ensayos con placa de carga en el terreno de fundación y ajustar los resultados para tener en cuenta el efecto de la capa de cimentación. La Figura 4-35 muestra el aumento del valor k para diferentes espesores de la capa de cimentación, sobre un terreno de fundación k dado. Los ensayos con placa de carga llevados a cabo en la parte superior de las capas de cimentación, pueden a veces producir resultados erróneos ya que la profundidad de influencia, debajo de una placa de carga de 30 pulg (762 mm), no es tan grande como la profundidad de influencia debajo de una losa cargada por el tren de aterrizaje de una aeronave. En este caso, una capa de fundación puede influir la respuesta de una placa de carga más que la respuesta de un pavimento cargado.

e) La determinación del valor k para las capas estabilizadas es un problema dificultoso. Normalmente, hay que estimar el valor k. Se recomienda que el valor k se estime del modo siguiente. El espesor de la capa estabilizada debería multiplicarse por un factor que vaya desde 1,2 a 1,6, para determinar el espesor equivalente del agregado árido machacado homogéneo. El valor real se encuentra en la gama de 1,2 a 1,6, y debería basarse en la calidad de la capa estabilizada y en el espesor de la losa con relación al espesor de la capa estabilizada. A los materiales de alta calidad que se estabilizan con altos porcentajes de estabilizadores, se les debería asignar un factor equivalente que es mayor que en el caso de un material estabilizado de baja calidad. Para un espesor dado de pavimento rígido, una capa estabilizada de mayor espesor ejercerá una mayor influencia sobre el comportamiento del pavimento que una capa estabilizada delgada y en consecuencia se le debería asignar un factor de equivalencia mayor.

f) Se recomienda no exceder en ningún cimiento el valor k de cálculo de 500 $lb/pulg^3$ (136 NM/m^3). La información que se presenta en la Tabla 4-8 ofrece una orientación general en cuanto a los valores k probables para varios tipos de terreno.

4.4.8 Principio de cálculo de pavimentos

4.4.8.1 El criterio de la FAA, de tratar el cálculo de trenes de aterrizaje de aeronaves y el cálculo y evaluación de los pavimentos de aeropuertos como tres unidades separadas, se describe en 4.4.1 de este documento. El cálculo de pavimentos de aeropuertos es un problema técnico complejo que abarca un gran número de variables interdependientes. Las curvas de cálculo que se presentan en esta sección se basan en el método CBR de cálculo de pavimentos flexibles y un análisis de tensiones en los bordes de las juntas, para los pavimentos rígidos. Estos procedimientos representan una modificación de los métodos de cálculo anteriores de la FAA y tendrán como consecuencia un pavimento de espesor ligeramente diferente. Debido a las variaciones de espesor, la evaluación de los pavimentos actuales debería llevarse a cabo empleando el mismo método que en el cálculo. A continuación se dan detalles del modo en que se prepararon los nuevos métodos de cálculo de la FAA:

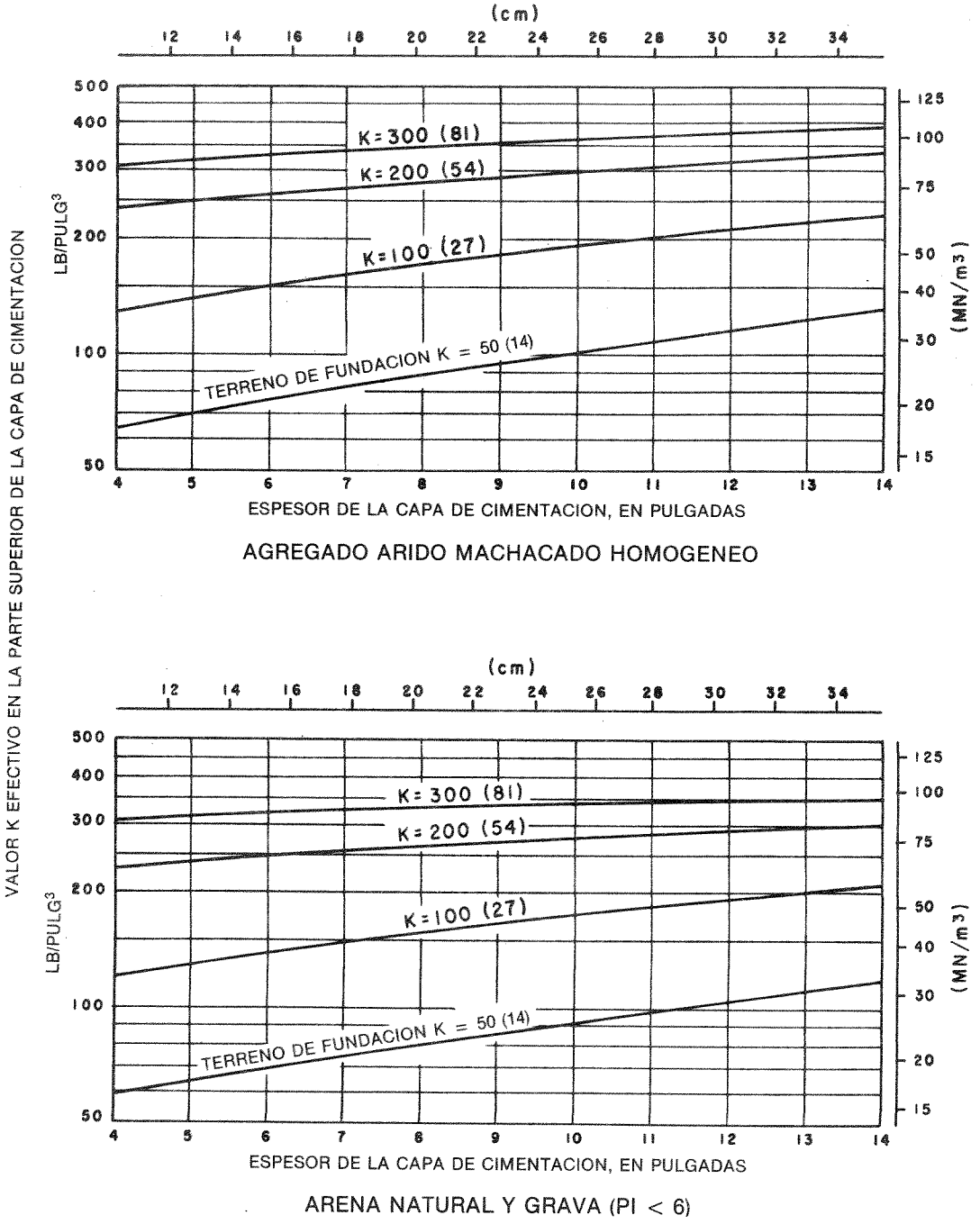


Figura 4-35. Efecto de la capa de cimentación sobre el módulo de reacción del terreno de fundación

4.4.8.2 Pavimentos flexibles. Las curvas de cálculo del pavimento flexible que se presentan en esta sección se basa en el índice de penetración California (CBR). El método de cálculo CBR es básicamente empírico; con todo, el método ha sido objeto de numerosas investigaciones y se han preparado correlaciones fiables. Las configuraciones de los trenes se relacionan utilizando conceptos teóricos e igualmente datos preparados empíricamente. Las curvas de cálculo proporcionan el espesor total requerido de los pavimentos flexibles (superficie, firme y capa de cimentación) necesarios para soportar un peso dado de aeronave sobre un terreno de fundación dado. Las curvas muestran asimismo los espesores de superficie requeridos. Los espesores mínimos de la capa del firme se indican en una curva separada. En el Apéndice 4 se presenta una discusión más detallada del cálculo CBR.

4.4.8.3 Pavimentos rígidos. Las curvas de cálculo de pavimentos rígidos en esta sección se basan en el análisis Westergaard de cargas en los bordes. El análisis de cargas en los bordes se ha modificado para simular una condición de borde de junta. Las curvas de cálculo se proporcionan para las zonas en las cuales el tráfico sigue una dirección predominantemente paralela a las juntas y para las áreas en las cuales es probable que el tráfico cruce las juntas con un ángulo aproximadamente agudo. Los criterios anteriores sobre pavimentos rígidos de la FAA se basaban en una hipótesis de carga interior. Las tensiones de los pavimentos son mayores en los bordes de juntas que en el interior de las losas. Las convalidaciones del ensayo y el comportamiento en el campo indican que prácticamente todas las grietas producidas por carga se producen en el borde de la junta y se propagan hacia el interior de la losa. Por estas razones, la base del diseño se modificó desde el interior hasta el borde de la junta. En las curvas de cálculo se encuentran líneas para cinco volúmenes diferentes de tráfico anual. El espesor del pavimento determinado a partir de estas curvas se refiere únicamente al espesor de la losa. El espesor de la capa de cimentación se determina por separado. En el Apéndice 4 se encuentra una discusión más detallada de la base para el cálculo de pavimentos rígidos.

4.4.9 Antecedentes

4.4.9.1 El pavimento de un aeropuerto y las aeronaves que en él operan representan un sistema interrelacionado que puede reconocerse en el proceso de cálculo del pavimento. Con el fin de producir un diseño satisfactorio, hay que cumplir con las consideraciones de cálculo relacionadas tanto con la aeronave como con el pavimento. Se requerirá un control esmerado de la construcción y cierto grado de mantenimiento, para producir un pavimento que llegue a la vida útil nominal prevista. Los pavimentos se calculan para proporcionar una vida útil finita y se prevén las fallas por fatiga. Una construcción deficiente y una ausencia de mantenimiento preventivo con frecuencia tendrán como consecuencia que aún el pavimento mejor calculado presente un comportamiento decepcionante.

4.4.9.2 La determinación de los requisitos de espesor del pavimento es un problema técnico complejo. Los pavimentos se encuentran sometidos a una amplia variedad de cargas y defectos climáticos. El proceso de cálculo comprende un gran número de variables interrelacionadas que con frecuencia resulta difícil cuantificar. Aunque se han llevado a cabo numerosas investigaciones y algunas otras se realizan actualmente, ha sido imposible llegar a una solución matemática directa de los requisitos relativos al espesor. Por esta razón, la determinación del espesor del pavimento debe basarse en el análisis teórico de distribución de las cargas por los pavimentos y los terrenos. En el análisis de los datos experimentales relativos al pavimento y en un estudio del comportamiento de los pavimentos en condiciones de servicio real. Las curvas de espesores de pavimentos que se presentan en esta sección se han preparado mediante correlación de los datos obtenidos de estas fuentes. Los pavimentos calculados de acuerdo con estas normas están previstos para proporcionar una vida útil estructural de 20 años, libres de grandes obras de mantenimiento, salvo que ocurran modificaciones de magnitud en el tráfico previsto. Es probable que el reacondicionamiento de la superficie y la renovación de las propiedades de resistencia al resbalamiento sean necesarios antes de los 20 años, debido a los efectos climáticos destructivos y a los efectos del deterioro causado por el uso normal.

4.4.9.3 El cálculo estructural de los pavimentos de los aeropuertos consiste en determinar tanto el espesor general del pavimento como el espesor de las partes componentes del mismo. Hay varios factores que ejercen influencia sobre el espesor del pavimente requerido para proporcionar un servicio satisfactorio. Estos factores son la magnitud y el carácter de las cargas de la aeronave que han de soportarse, el volumen del tráfico, la concentración del tráfico en ciertas zonas y la calidad del terreno de fundación de los materiales que constituyen la estructura del pavimento.

4.4.10 Consideraciones relativas a la aeronave

4.4.10.1 Carga. El método de cálculo del pavimento se basa en el peso bruto de la aeronave. Para fines de cálculo del pavimento, debería preverse el peso máximo de despegue de la aeronave. El procedimiento de cálculo supone que el 95% del peso bruto es soportado por los trenes de aterrizaje principales y el 5% por el tren de nariz. El peso máximo de despegue debería utilizarse en el cálculo del espesor del pavimento requerido. Se recomienda utilizar el peso máximo de despegue para proporcionar cierto grado de prudencia en el cálculo, justificado por el hecho de que pueden presentarse cambios en el uso operacional y reconociendo el hecho de que el tráfico previsto es a lo sumo aproximado. Si no se tiene en cuenta el tráfico de llegada, se anula una parte de la prudencia.

4.4.10.2 Tipo y geometría del tren de aterrizaje

a) El tipo de tren de aterrizaje y su configuración determinan de qué modo se distribuye el peso de la aeronave en el pavimento y establecen la respuesta del pavimento a las cargas producidas por la aeronave. No habría sido práctico preparar curvas de cálculo para cada tipo de aeronave. Sin embargo, como el espesor de los pavimentos, tanto rígidos como flexibles, depende de las dimensiones y del tipo del tren de aterrizaje, sería necesario trazar curvas de cálculo separadas a menos que pudieran plantearse hipótesis válidas para reducir el número de variables. El examen de la configuración del tren, las zonas de contacto de los neumáticos y la presión de los mismos en uso común, indican que se sigue una tendencia determinada relacionada con el peso bruto de la aeronave. En consecuencia, podrían plantearse hipótesis razonables y trazarse curvas de cálculo a partir de los datos supuestos. Estos datos supuestos son los siguientes:

   1) Aeronave de tren simple. No se requiere ninguna hipótesis especial.

   2) Aeronave de ruedas gemelas. Un estudio del espacio entre las ruedas gemelas para estas aeronaves indicaba que una dimensión de 20 pulg (0,51 m) entre el eje de los neumáticos, parecía razonable para las aeronaves ligeras y una dimensión de 34 pulg (086 m) entre el eje de los neumáticos, parecía razonable para las aeronaves más pesadas.

   3) Aeronave con bogie de cuatro ruedas. El estudio indicaba que un espaciado entre ruedas gemelas de 20 pulg (0,51 m) y un espaciado entre bogies de 45 pulg (1,14 m) para las aeronaves ligeras y un espacio entre ruedas gemelas de 30 pulg (0,76 m) y un espaciado entre bogies de 55 pulg (1,40 m) para las aeronaves más pesadas, eran valores apropiados para el cálculo.

4) Aeronaves de fuselaje ancho. Las aeronaves de fuselaje ancho, por ejemplo, el B-747, el DC-10 y el L-1011, representan una diferencia radical con respecto a la geometría supuesta para las aeronaves de tren en bogie que se describe en 3). Debido a las grandes diferencias en peso bruto y en geometría de tren de aterrizaje, se han preparado curvas de cálculo separadas para las aeronaves de fuselaje ancho.

b) La presión de los neumáticos varía entre 75 y 200 lb/pulg^2 (0,52 a 1,38 MPa), en función de la configuración del tren y del peso bruto. Debería tomarse nota de que la presión de los neumáticos ejerce menos influencia sobre las tensiones de los pavimentos a medida que aumenta el peso bruto y que el máximo supuesto de 200 lb/pulg^2 (1,38 MPa) puede excederse en condiciones de seguridad, siempre que no se excedan los demás parámetros.

4.4.10.3 Volumen de tráfico. Es necesario disponer de pronósticos de salidas anuales por tipo de aeronave, para el diseño del pavimento. La información sobre las operaciones de aeronaves está disponible en los planos principales de aeródromo, en los pronósticos de área terminal, en el plan nacional de sistema de aeropuertos, en las estadísticas de actividad aeroportuaria y en la actividad de tráfico aéreo de la FAA. Deberían consultarse estas publicaciones para la preparación de pronósticos de salidas anuales por tipo de aeronave.

4.4.11 Determinación de la aeronave de cálculo

4.4.11.1 El pronóstico de salidas anuales por tipo de aeronave da por resultado una lista de varias aeronaves diferentes. La aeronave de cálculo debería seleccionarse a base de la que requiera el mayor espesor de pavimento. Debería verificarse cada tipo de aeronave del pronóstico para determinar el espesor de pavimento requerido, utilizando la curva de cálculo apropiada, con el número de pronósticos de salidas anuales para cada aeronave. El tipo de aeronave que determine el espesor mayor de pavimento, es la aeronave de cálculo. La aeronave de cálculo no es necesariamente la aeronave más pesada del pronóstico.

4.4.12 Determinación de las salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo

4.4.12.1 Como el pronóstico de tráfico es una mezcla de diferentes aeronaves que poseen diferentes tipos de trenes de aterrizaje y diferentes pesos, hay que tener en cuenta los efectos de todo el tráfico en lo tocante a la aeronave de cálculo. En primer lugar deben convertirse todas las aeronaves al mismo tipo de tren de aterrizaje que la aeronave de cálculo. Deberían utilizarse los siguientes factores de conversión para pasar de un tipo de tren a otro:

Para convertir de	A	Multiplíquense las salidas por
rueda simple	ruedas gemelas	0,8
rueda simple	bogie	0,5
ruedas gemelas	bogie	0,6
bogie doble	bogie	1,0
bogie	rueda simple	2,0
bogie	ruedas gemelas	1,7
ruedas gemelas	rueda simple	1,3
bogie doble	ruedas gemelas	1,7

En segundo lugar, una vez que se han agrupado las aeronaves en la misma configuración de tren de aterrizaje, la conversión a salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo, debería determinarse según la fórmula siguiente:

$$\log R_1 = \log R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{\frac{1}{2}}$$

donde R_1 = salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo

R_2 = salidas anuales expresadas en el tren de aterrizaje de la aeronave de cálculo

W_1 = carga sobre la rueda de la aeronave de cálculo

W_2 = carga sobre la rueda de la aeronave en cuestión

Para este cálculo se supone que el 95% del peso bruto de la aeronave ha de ser soportado por el tren de aterrizaje principal. En este cálculo, las aeronaves de fuselaje ancho requieren una atención especial. El procedimiento tratado anteriormente representa una norma relativa que compara diferentes aeronaves con una aeronave común de cálculo. Como las aeronaves de fuselaje ancho poseen trenes de aterrizaje radicalmente diferentes de las otras aeronaves, es preciso considerarlas especialmente para mantener los efectos relativos. Esto se lleva a cabo tratando cada fuselaje ancho como una aeronave con bogie de cuatro ruedas, de 300 000 lb (136 100 kg), al calcular las salidas anuales equivalentes. Esto debería efectuarse en todos los casos, aun cuando la aeronave de cálculo sea de fuselaje ancho. Una vez determinadas las salidas anuales equivalentes, el cálculo debería proseguir utilizando la curva de cálculo apropiada para la aeronave de cálculo. Por ejemplo, si el fuselaje ancho corresponde a la aeronave de cálculo, todas las salidas equivalentes deberían calcularse como se describe anteriormente; entonces, la curva de cálculo para el fuselaje ancho debería utilizarse con las salidas anuales equivalentes calculadas.

4.4.12.2 Ejemplo: Se supone un pavimento de aeropuerto calculado para el siguiente tráfico previsto:

Aeronave	Tipo de tren	Salidas anuales previstas	Peso máximo de despegue (lb)	(kg)
727-100	ruedas gemelas	3 760	160 000	(72 600)
727-200	ruedas gemelas	9 080	190 500	(86 500)
707-320B	bogie de cuatro ruedas	3 050	327 000	(148 500)
DC-9-30	ruedas gemelas	5 800	108 000	(49 000)
CV-880	bogie de cuatro ruedas	400	184 500	(83 948)
737-200	ruedas gemelas	2 650	115 500	(52 440)
L-1011-100	bogie de cuatro ruedas	1 710	450 000	(204 120)
747-100	bogie doble	85	700 000	(317 800)

Solución a) Determinación de la aeronave de cálculo. En el pronóstico, se determina el espesor del pavimento para cada aeronave, utilizando las curvas de cálculo pertinentes. Los datos de entrada del pavimento, que son CBR. valor k, resistencia a la flexión, etc., deberían ser iguales para todas las aeronaves. Los pesos de las aeronaves y los niveles de salida deben corresponder a la aeronave particular del pronóstico. En este caso, el 727-200 exige el espesor máximo de pavimento y por lo tanto es la aeronave de cálculo.

b) Tráfico previsto por grupos en el tren de aterrizaje de la aeronave de cálculo. En este ejemplo, la aeronave de cálculo está equipada con un tren de aterrizaje de ruedas gemelas, de manera que todo el tráfico debe agruparse en la configuración de ruedas gemelas.

c) Conversión de la aeronave a salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo. Una vez que la diversidad de aeronaves se ha agrupado en una configuración común del tren de aterrizaje, se calculan las salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo.

Aeronave	Salidas con tren gemelo	Carga por rueda (lb)	(kg)	Carga por rueda de la aeronave de cálculo (lb)	(kg)	Salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo
727-100	3 760	38 000	(17 240)	45 240	(20 520)	1 891
727-200	9 080	45 240	(20 520)	45 240	(20 520)	9 080
707-320B	5 185	38 830	(17 610)	45 240	(20 520)	2 764
DC-9-30	5 800	25 650	(11 630)	45 240	(20 520)	682
CV-880	680	21 910	(9 940)	45 240	(20 520)	94
737-200	2 650	27 430	(12 440)	45 240	(20 520)	463
747-100	145	35 625*	(16 160)	45 240	(20 520)	83
L-1011-100	2 907	35 625*	(16 160)	45 240	(20 520)	1 184
						Total 16 241

* Las cargas por rueda en las aeronaves de fuselaje ancho se considerarán como la carga por rueda de una aeronave de 300 000 lb (136 100 kg), para el cálculo de las salidas anuales equivalentes.

d) Para este ejemplo, el pavimento se calculará para 16 000 salidas anuales de una aeronave con ruedas gemelas cuyo peso sea de 190 500 lb (86 500 kg). Sin embargo, el cálculo debería prever la aeronave más pesada en la mezcla de tráfico, al considerar la profundidad de compactación, el espesor de la superficie asfáltica, las estructuras de avenamiento, etc.

4.4.13 Cálculo de pavimentos flexibles

4.4.13.1 Los pavimentos flexibles consisten en una capa de rodadura asfáltica colocada sobre una capa de firme y, cuando lo requieran las condiciones del terreno de fundación, una capa de cimentación. Toda la estructura del pavimento flexible en último término está soportada por el terreno de fundación. Las definiciones de la función de los diferentes componentes se indican en los párrafos siguientes. En algunas aeronaves, tanto el firme como el cimiento tienen que construirse con materiales estabilizados. En 4.4.15 se trata de los requisitos para el firme y la cimentación estabilizados.

4.4.13.2 La utilización de las curvas de cálculo para los pavimentos flexibles requiere un valor para el material del terreno de fundación, un valor CBR para el material del cimiento, el peso bruto de la aeronave de cálculo y el número de salidas anuales de la misma aeronave. Las curvas de cálculo que se presentan en las Figuras 4-36 a 4-44, indican el espesor total del pavimento requerido y el espesor del revestimiento asfáltico. En la Figura 4-45 se indica el espesor mínimo de la capa de firme para los espesores totales dados del pavimento y los valores CBR. Para un total de salidas anuales superiores a 25 000, el espesor total del pavimento debería aumentarse de acuerdo con 4.4.24 y el revestimiento asfáltico en 1 pulg (3 cm).

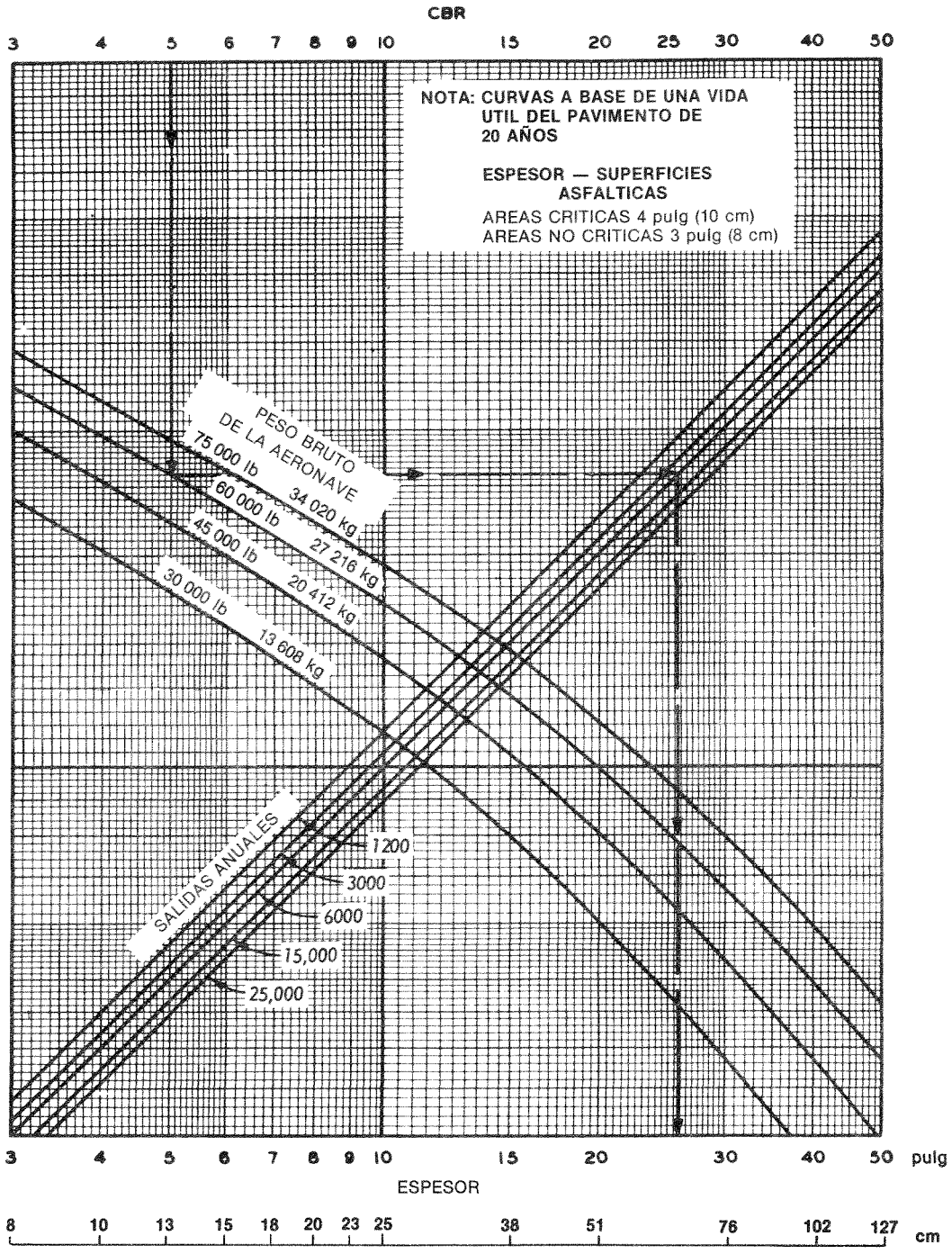


Figura 4-36. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, tren de rueda simple

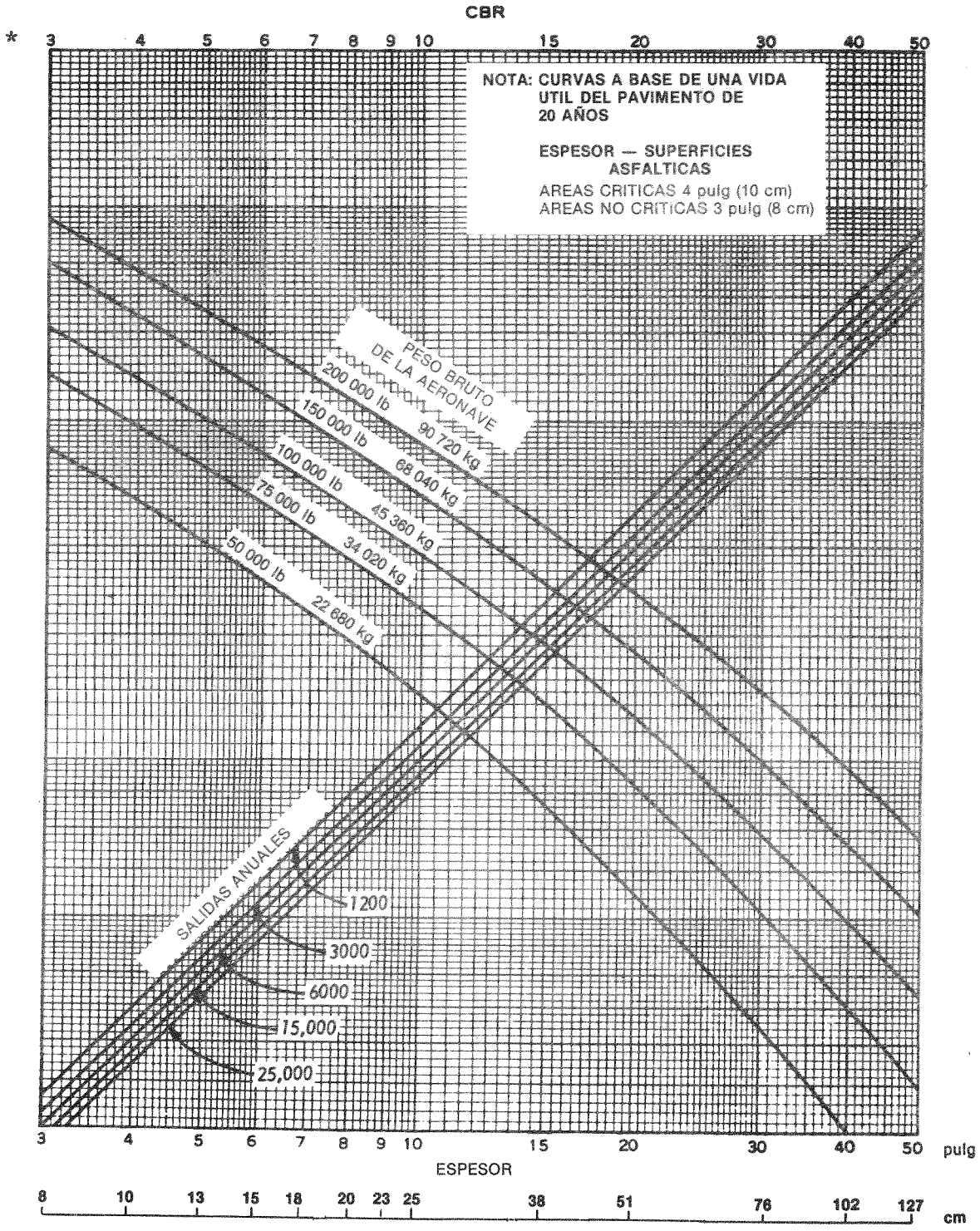


Figura 4-37. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, tren de ruedas gemelas

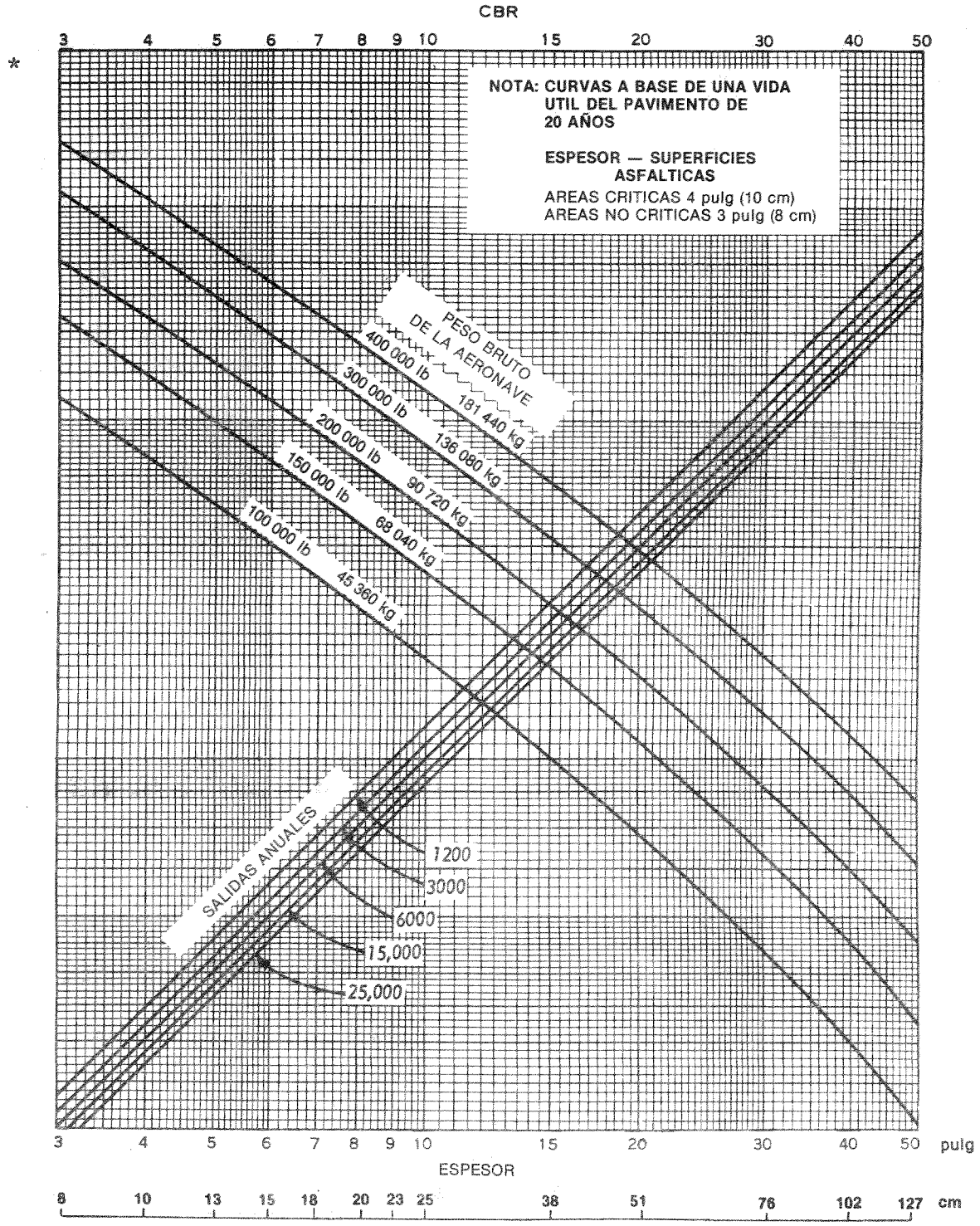


Figura 4-38. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, tren de aterrizaje con bogie

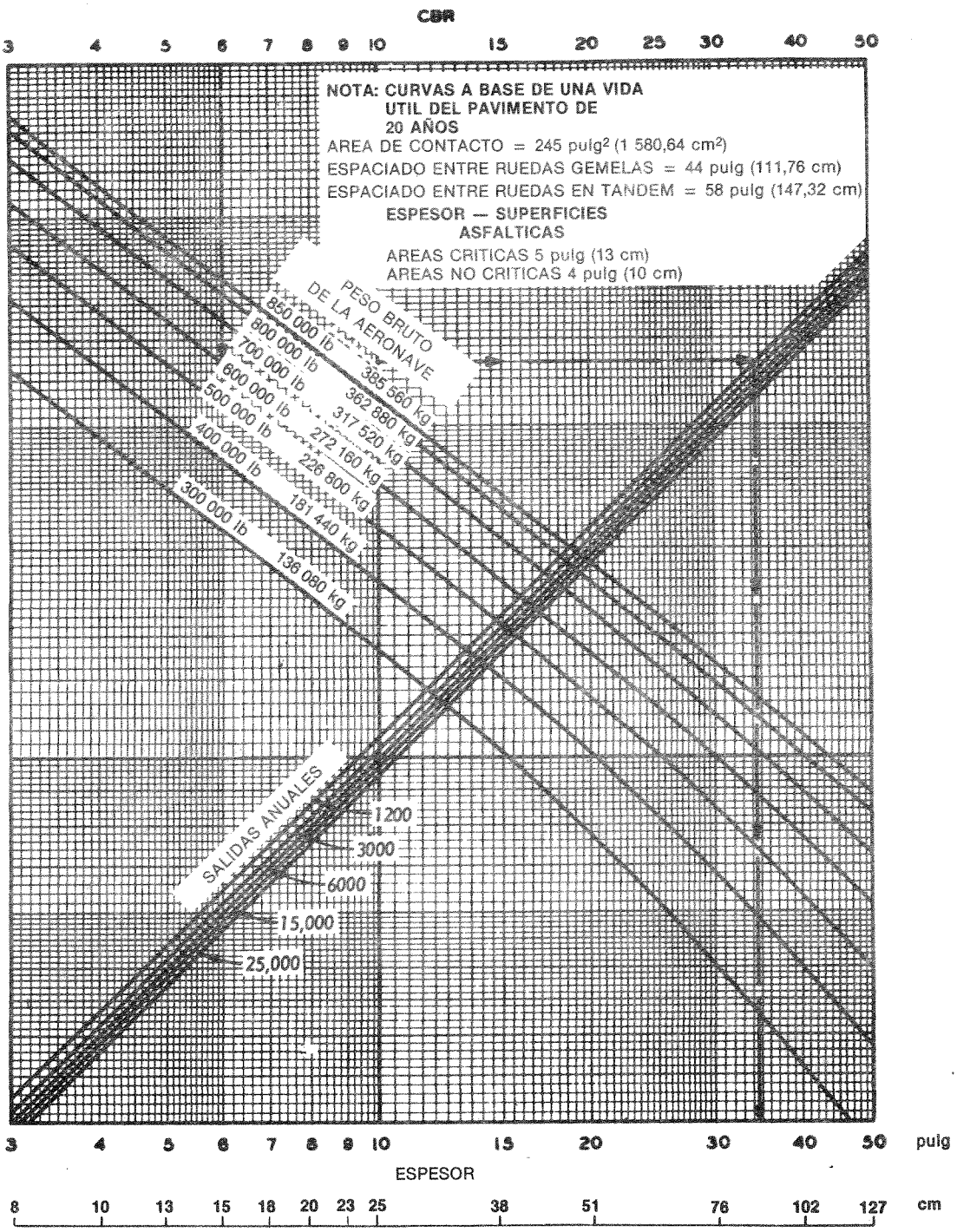


Figura 4-39. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, B-747-100, SR, 200 B, C, F

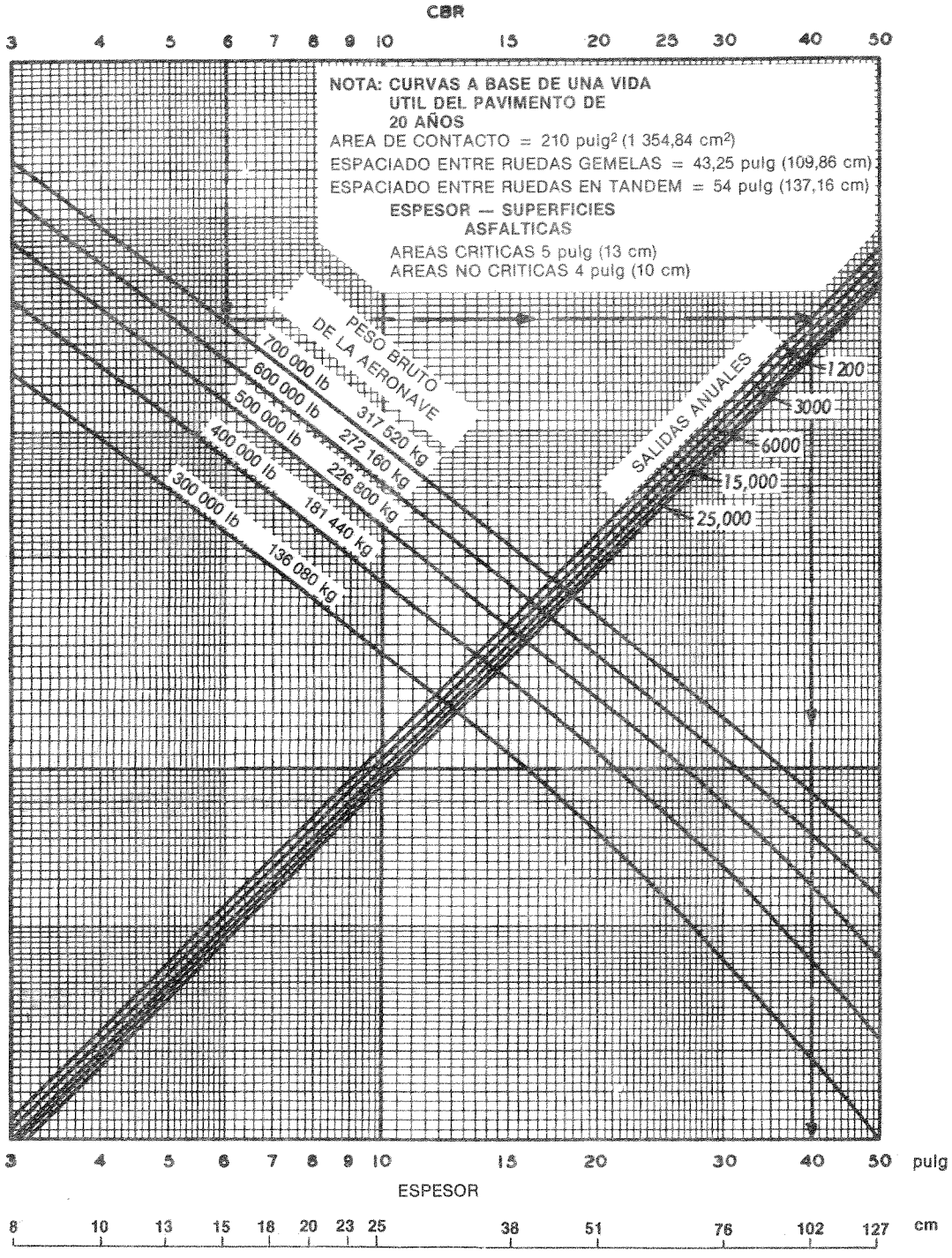


Figura 4-40. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, B-747-SP

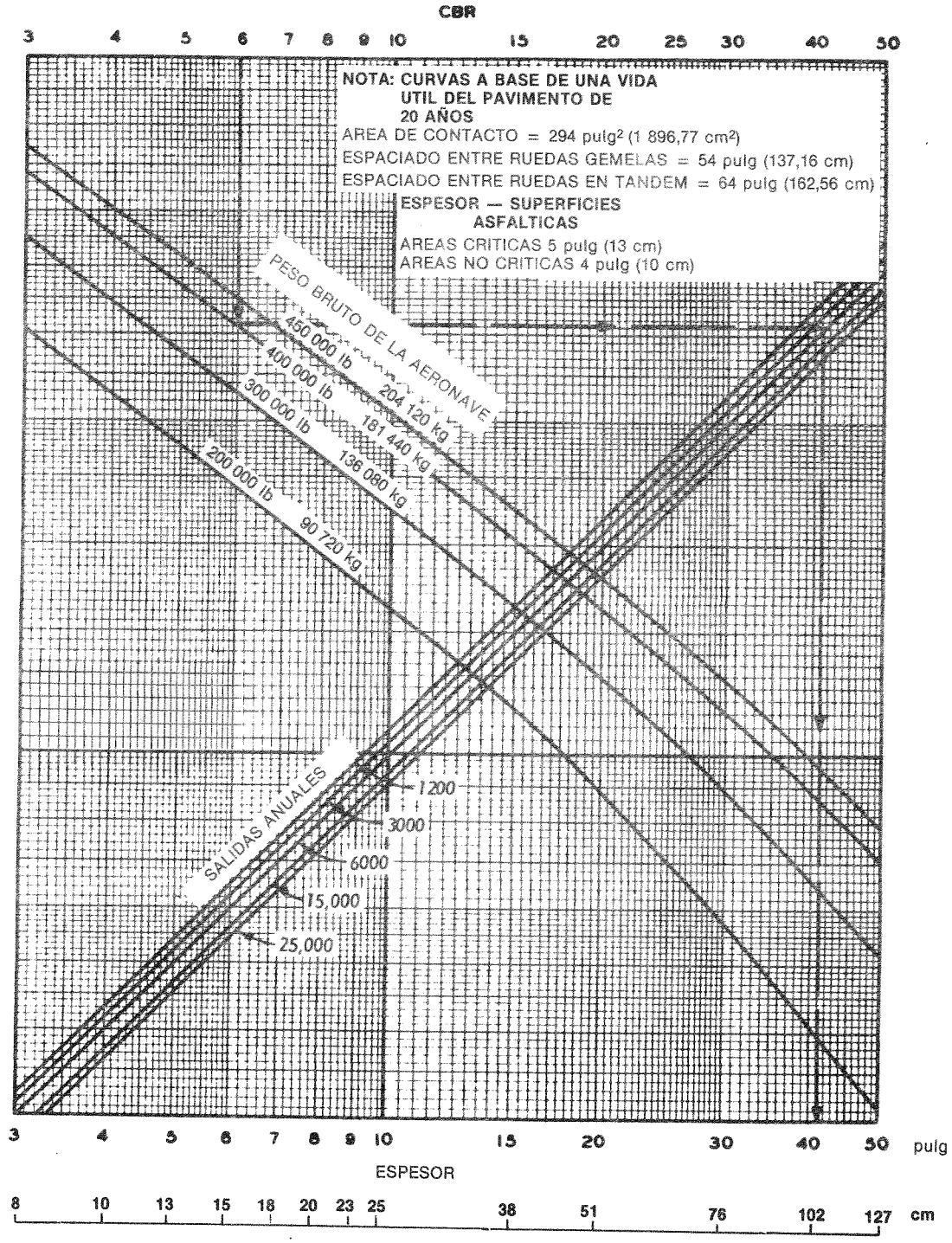


Figura 4-41. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, DC 10-10, 10CF

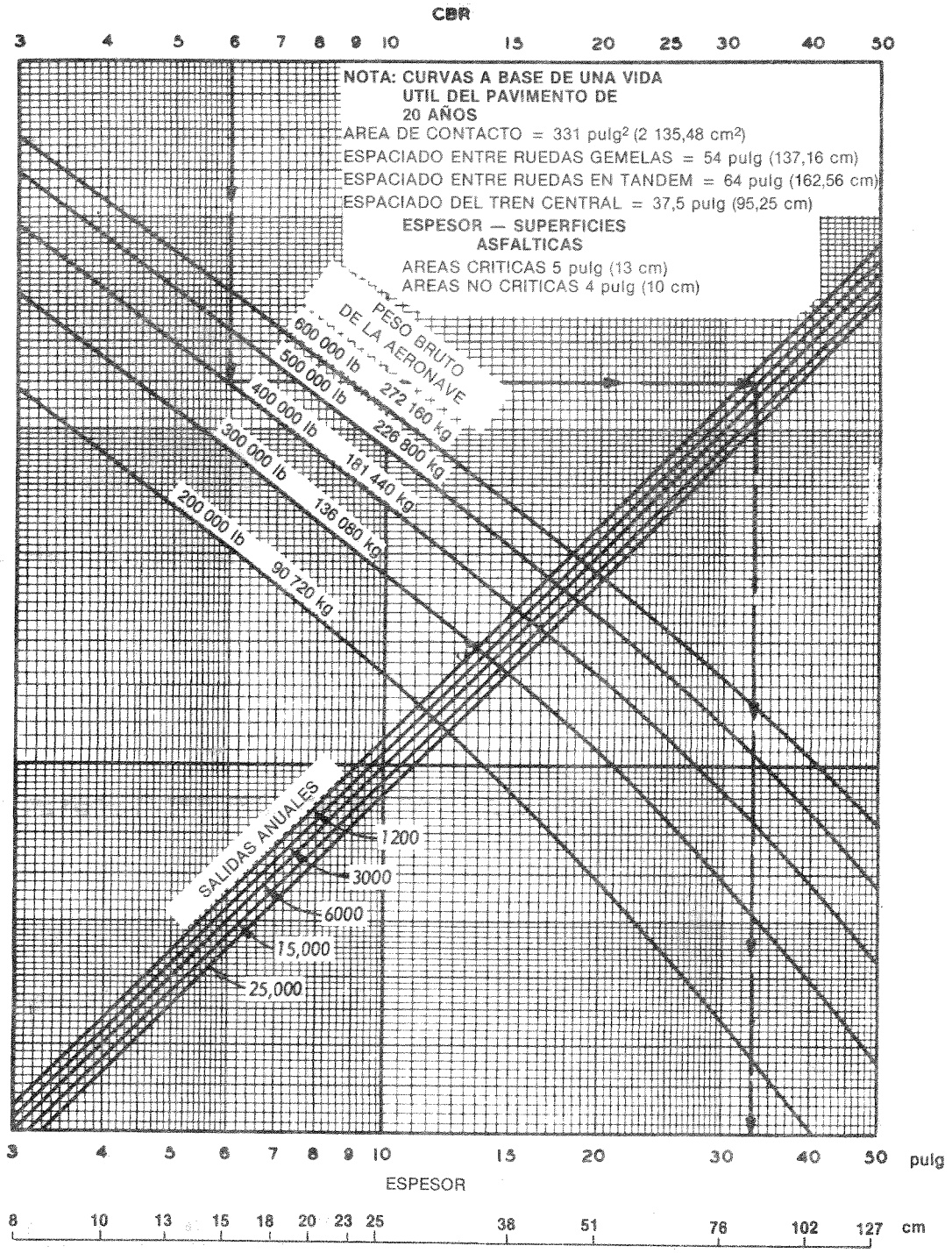


Figura 4-42. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, DC 10-30, 30CF, 40, 40CF

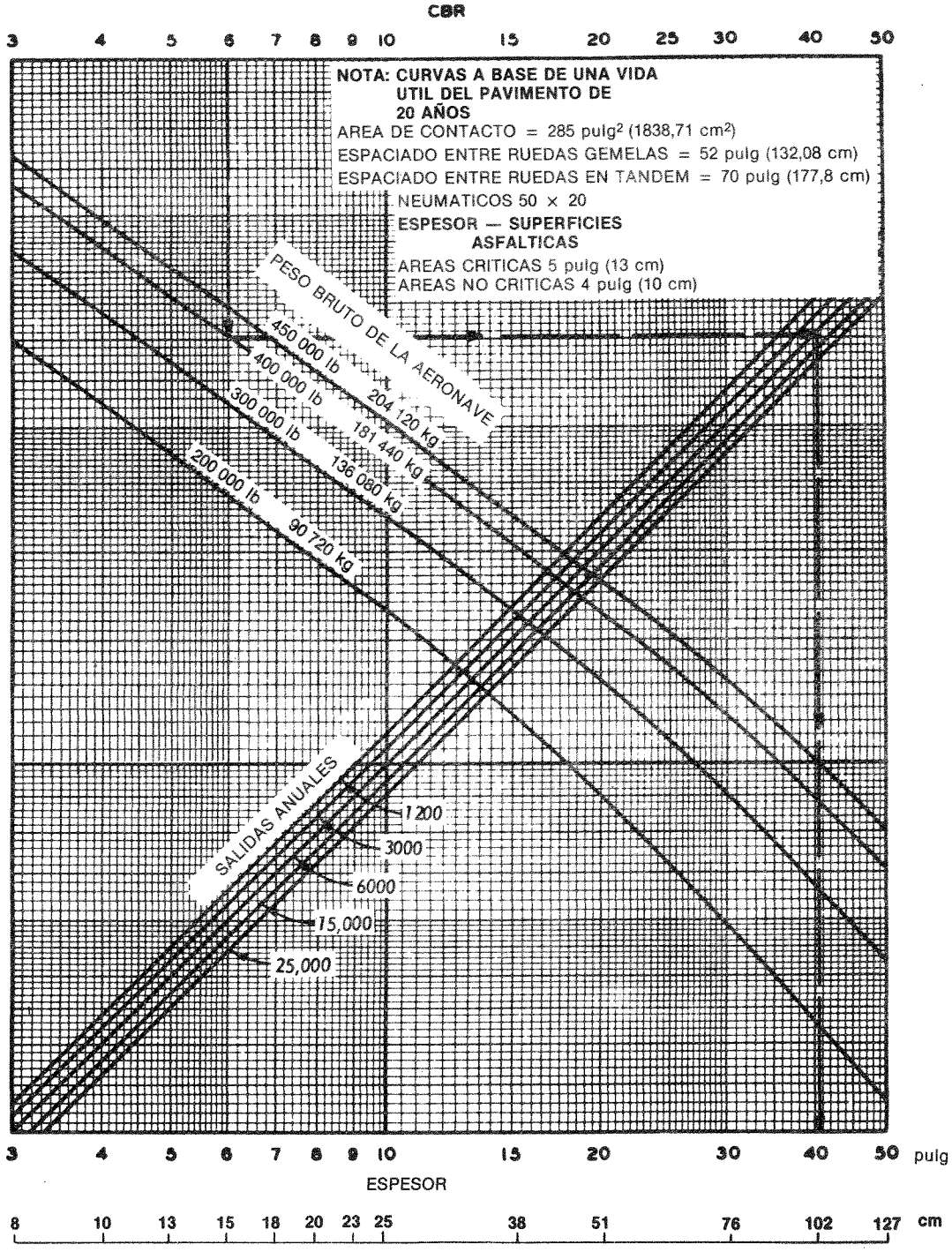


Figura 4-43. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, L-1011-1, 100

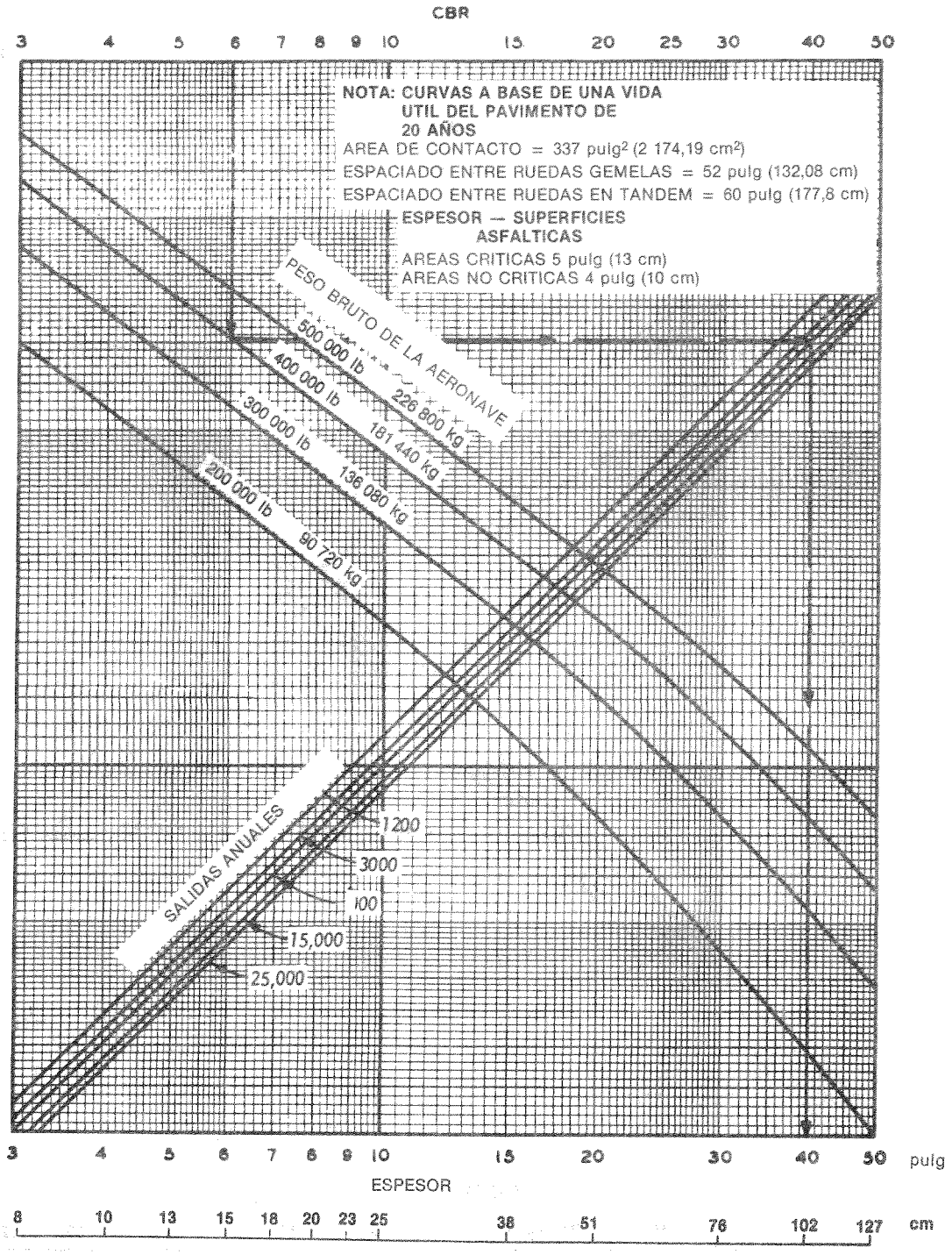


Figura 4-44. Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, L-1011-100, 200

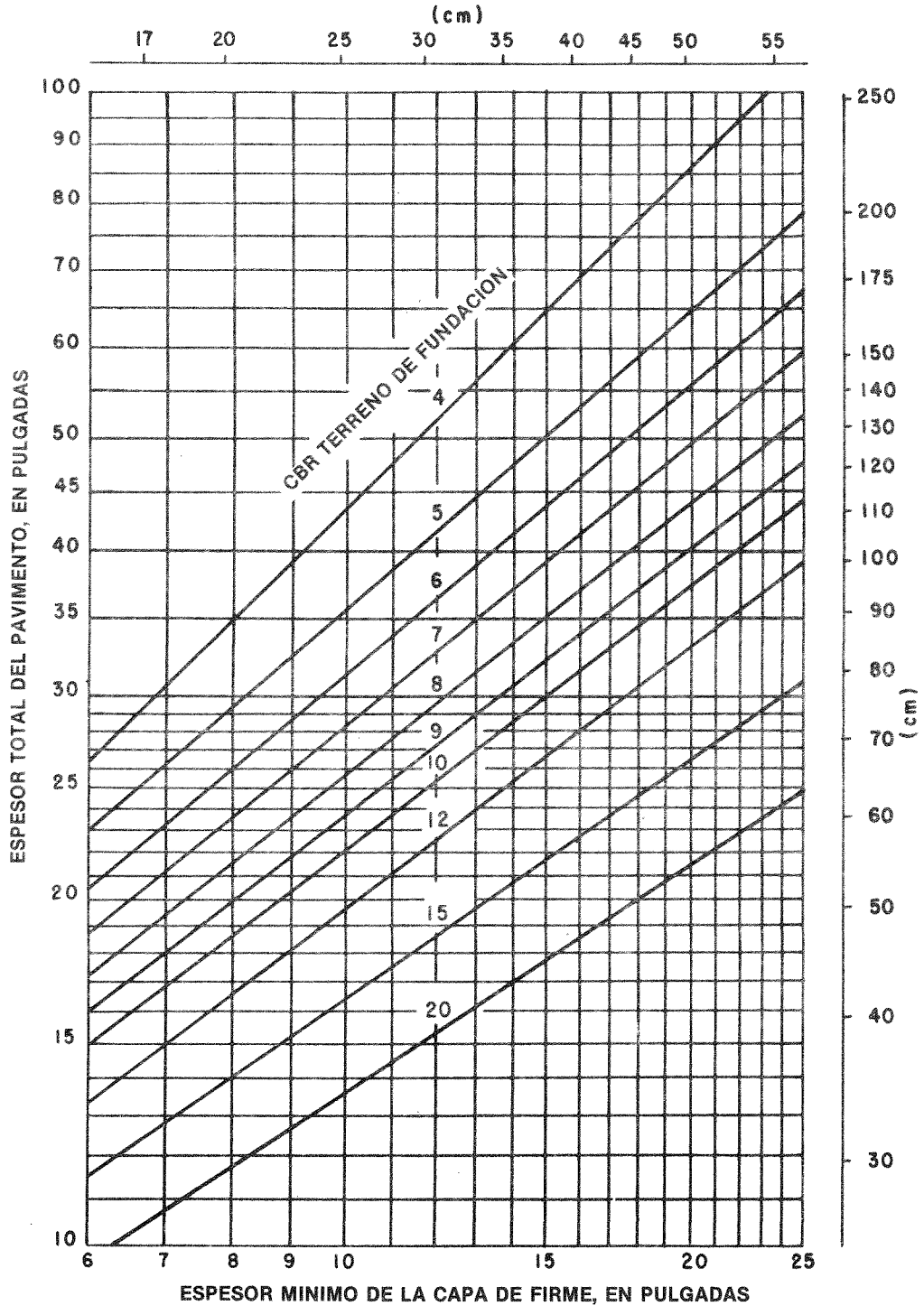


Figura 4-45. Requisitos mínimos de espesor de la capa de firme

4.4.14 Areas críticas y no críticas

4.4.14.1 Las curvas de cálculo, Figuras 4-36 a 4-44, se utilizan para determinar el espesor total "T" crítico del pavimento y los requisitos de espesor de la capa de rodadura. El factor 0,9T para el pavimento no crítico se aplica a las capas de firme y de cimentación; el espesor de la capa de rodadura es el que se registra en las curvas de cálculo. En la parte variable de la sección de transición y en el borde adelgazado, la reducción se aplica únicamente a la capa del firme. El espesor de 0,7T para el firme debería ser el mínimo admisible, y el espesor de la capa de cimentación debería aumentarse o modificarse para proporcionar un avenamiento superficial positivo para toda la superficie del terreno de fundación. Para las fracciones de pulgada de 0,5 ó más, utilícese el número entero inmediatamente superior; para las inferiores a 0,5, el número entero inmediatamente inferior.

4.4.15 Capa de firme y de cimentación estabilizadas

4.4.15.1 Las capas estabilizadas del firme y de la cimentación son necesarias para los nuevos pavimentos calculados para las aeronaves de reacción cuyo peso sea de 100 000 lb (45 350 kg) o más. Estas capas estabilizadas pueden sustituir a las capas granuladas que utilicen los factores de equivalencia que se tratan en 4.4.16. Se indica una serie de factores de equivalencia debido a que el factor es sensible a diferentes variables, tales como el espesor de la capa, el tipo y la cantidad del agente estabilizador, el emplazamiento de la capa estabilizada en la estructura del pavimento, etc.

4.4.15.2 Las excepciones a los criterios que requieren capa de firme y de cimentación estabilizadas deberían basarse en el comportamiento probado de un material granular. El comportamiento probado en este caso significa antecedentes de pavimentos de aeropuerto satisfactorios en los que se hayan usado esos materiales. Los antecedentes de actuación satisfactoria deberían tratar de casos de carga de aeronaves y de condiciones climáticas comparables a las previstas.

4.4.15.3 Pueden hacerse otras excepciones a base de materiales superiores disponibles, tales como piedra machacada, dura y de graduación densa. Estos materiales deberían presentar un CBR remoldeado e impregnado mínimo de 100 para el firme y de 35 para la cimentación. En las zonas sometidas a la penetración de la helada, los materiales deberían satisfacer los ensayos de permeabilidad y no ser susceptibles de helarse, aparte de cumplir con los requisitos CBR.

4.4.15.4 El espesor total mínimo del pavimento no debería ser inferior al espesor total del pavimento requerido por un terreno de fundación de 20 CBR en la curva de cálculo pertinente. A veces se encuentran grietas por reflexión, cuando se utilizan firmes tratados con cemento. El espesor de la capa de rodadura asfáltica debería ser por lo menos de 4 pulg (10 cm) para reducir las posibilidades de agrietamiento por reflexión cuando se utiliza un firme tratado con cemento.

4.4.16 Factores de equivalencia de la cimentación y del firme estabilizado

4.4.16.1 Las capas de cimentación estabilizadas ofrecen ciertas ventajas estructurales para el pavimento flexible. Estas ventajas pueden expresarse en forma de factores de equivalencia que indican las relaciones del espesor de sustitución aplicable a las diferentes capas estabilizadas. El espesor del material estabilizado puede calcularse dividiendo el requisito de espesor de la capa de cimentación granular por el factor de equivalencia. En la Tabla 4-9 se presentan los diferentes valores del factor de equivalencia.

Tabla 4-9. Gamas del factor de equivalencia recomendadas para la capa de cimentación estabilizada

Material	Valores del factor de equivalencia
Capa de rodadura asfáltica	1,7-2,3
Capa de firme asfáltica	1,7-2,3
Capa de firme asfáltica aplicada en frío	1,5-1,7
Capa de firme mezclada en el lugar	1,5-1,7
Capa de firme tratada con cemento	1,6-2,3
Capa de firme de cemento sobre el terreno	1,5-2,0
Capa de firme de árido machacado	1,4-2,0
Capa de cimentación de grava	1,0

Al establecer los factores de equivalencia indicados anteriormente, se supone que el CBR de la capa de cimentación de grava era de 20.

4.4.16.2 Las capas de firme estabilizadas ofrecen ventajas estructurales para el pavimento flexible, aproximadamente del mismo modo que una capa de cimentación estabilizada. Las ventajas se expresan como factores de equivalencia similares a los indicados para la capa de cimentación estabilizada. Estas relaciones se utilizan para calcular el espesor del firme estabilizado, dividiendo el requisito de firme granular por el factor de equivalencia. En la Tabla 4-10 se presentan los valores del factor de equivalencia.

Tabla 4-10. Factores de equivalencia recomendados para el firme estabilizado

Material	Valores del factor de equivalencia
Capa de rodadura asfáltica	1,2-1,6
Capa de firme asfáltica	1,2-1,6
Capa de firme asfáltica aplicada en frío	1,0-1,2
Capa de firme mezclada en el lugar	1,0-1,2
Capa de firme tratada con cemento	1,2-1,6
Capa de firme de cemento sobre el terreno	No se aplica
Capa de firme de árido machacado	1,0
Capa de cimentación	No se aplica

En los factores de equivalencia indicados se supone un valor CBR de 80 para el firme de árido machacado.

4.4.17 Ejemplo de cálculo

4.4.17.1 Como ejemplo del uso de las curvas de cálculo, se supone que un pavimento flexible ha de calcularse para una aeronave de tren de aterrizaje con ruedas gemelas o sea con un peso bruto de 75 000 lb (34 000 kg) y 6 000 salidas equivalentes anuales de la aeronave de cálculo. Los valores CBR de cálculo para la capa de cimentación y el terreno de fundación son de 20 y de 6, respectivamente.

4.4.17.2 Espesor total del pavimento. El espesor total del pavimento requerido se determina utilizando la Figura 4-37. Regístrese en la abscisa superior el valor CBR 6 para el terreno de fundación. Trácese verticalmente hacia abajo hasta el peso bruto de la aeronave de cálculo, que es 75 000 lb (34 000 kg). En el punto de intersección de la proyección vertical y del peso bruto de la aeronave, trácese una proyección horizontal hasta las salidas anuales equivalentes, que son 6 000. Desde el punto de intersección de la proyección horizontal y del nivel de salidas anual, trácese una proyección vertical hasta la abscisa inferior y léase el espesor total del pavimento; en este ejemplo, es de 21,3 pulg (51,2 cm).

4.4.17.3 Espesor de la capa de cimentación. El espesor de la capa de cimentación se determina de modo similar a la del espesor total del pavimento. Aplicando la Figura 4-37, trácese el valor CBR de la capa de cimentación, que es 20, en la abscisa superior. Se utiliza el gráfico del mismo modo que se describe en 4.4.17.2, o sea la proyección vertical hasta el peso bruto de la aeronave, la proyección horizontal hasta las salidas anuales y la proyección vertical hasta la abscisa inferior. En este ejemplo el espesor obtenido es de 8,6 pulg (21,8 cm). Esto significa que los espesores combinados de la superficie asfáltica y de la capa de firme necesitan una capa de cimentación superior a 20 CBR, de 8,6 pulg (21,8 cm), con un espesor de la capa de cimentación de 21,3 - 8,6 = 12,7 pulg (32,2 cm).

4.4.17.4 Espesor de la superficie asfáltica. Como se indica en la nota de la Figura 4-37, el espesor de la superficie asfáltica para las zonas críticas es de 4 pulg (10 cm) y para las zonas no críticas, de 3 pulg (8 cm).

4.4.17.5 Espesor de la capa de firme. El espesor de la capa de firme puede calcularse sustrayendo el espesor de la superficie asfáltica de los espesores combinados de la superficie y del firme, que se determinan en 4.4.17.3; en este ejemplo, 8,6 - 4,0 = 4, 6 pulg (11,7 cm) de capa de firme. El espesor de la capa de firme calculado de este modo debería compararse con el espesor mínimo del firme requerido que se indica en la Figura 4-45. Obsérvese que el espesor mínimo de la capa de firme es de 6 pulg (15 cm), para las zonas críticas. Regístrese la ordenada izquierda de la Figura 4-45 con el espesor total del pavimento que se determinó en 4.4.17.2; en este ejemplo es de 21,3 pulg (51,2 cm). Trácese una proyección horizontal hasta la línea CBR del terreno de fundación, en este ejemplo es de 6. A partir de la intersección de la proyección horizontal y de la línea CBR del terreno de fundación, trácese una proyección vertical hasta la abscisa inferior y léase el espesor mínimo de la capa de firme; en este ejemplo se requeriría un espesor mínimo de 6 pulg (15 cm). El espesor extra de la capa de firme, que requiere la Figura 4-45, opuesta al cálculo anterior, se toma del espesor de la carga de cimentación, no sumada al espesor total del pavimento; en este ejemplo, es de 12,7 - 1,4 = 11,3 pulg (28,7 cm).

4.4.17.6 Espesor de las zonas no críticas. El espesor total del pavimento para las zonas no críticas se obtiene tomando el valor 0,9 de los espesores críticos del firme y de la cimentación del pavimento, más el espesor requerido de la superficie asfáltica que se indica en los gráficos de cálculo. Para la parte del borde adelgazado de los pavimentos críticos y no críticos, el factor 0,7T se aplica únicamente a la capa de firme, debido a que la capa de cimentación debería tener en cuenta el avenamiento transversal.

4.4.17.7 Resumen. El espesor calculado en los párrafos anteriores debería redondearse en incrementos pares. Si existieran condiciones de heladas perjudiciales, se requiere otro análisis. El espesor final del cálculo en este ejemplo sería el siguiente:

	Requisitos de espesor			
	Críticos		No críticos	
	pulg	(cm)	pulg	(cm)
Superficie asfáltica	4	(10)	3	(8)
Capa de firme	6	(15)	5	(13)
Capa de cimentación	11	(28)	10	(25)
Avenamiento transversal	0	(0)	3	(8)

Como la aeronave de cálculo en este ejemplo pesa menos de 100 000 lb (45 300 kg), no se requiere un firme ni una cimentación estabilizados, aunque podrían utilizarse si se deseara.

4.4.18 Cálculo de pavimentos rígidos

4.4.18.1 Se han preparado curvas de cálculo para pavimentos rígidos, similares a las de los pavimentos flexibles, o sea curvas separadas para trenes de aterrizaje simple, de ruedas gemelas y de bogies y curvas de cálculo separadas para aeronaves de reacción de fuselaje ancho. Véanse las Figuras 4-46 a 4-54. Estas curvas se basan en una hipótesis de carga en bordes de junta en que la carga es tangente a la junta. El uso de las curvas de cálculo requiere cuatro parámetros de entrada: resistencia del hormigón a la flexión, módulo del terreno de fundación, peso bruto de la aeronave de cálculo y salidas anuales de la misma aeronave. Las curvas de cálculo del pavimento rígido indican únicamente el espesor del hormigón. Los espesores de los demás componentes de la estructura del pavimento rígido deben determinarse por separado.

4.4.18.2 Resistencia del hormigón a la flexión. El espesor requerido del pavimento de hormigón está relacionado con la resistencia del hormigón utilizado en el pavimento. La resistencia del hormigón se evalúa por el método de resistencia a la flexión, ya que el trabajo primario de una losa de pavimento de hormigón es a la flexión. La resistencia del hormigón a la flexión debería determinarse por el método de ensayo de la norma ASTM C-78. Normalmente se utiliza para el cálculo una resistencia a la flexión de 90 días. El calculista puede suponer con seguridad que una resistencia a la flexión del hormigón de 90 días será un 10% mayor que la resistencia de 28 días.

4.4.18.3 Valor k. El valor k es, en efecto, una constante elástica del material que soporta el pavimento rígido y una indicación del valor de resistencia del material de apoyo.

4.4.18.4 Peso bruto de la aeronave. El peso bruto de la aeronave de cálculo se indica en cada curva de cálculo. Las curvas de cálculo se agrupan de acuerdo con el tipo de tren de aterrizaje principal, excepto para las aeronaves de fuselaje ancho, que se indican en curvas separadas. En todas las curvas se indica una amplia gama de pesos brutos, para ayudar a efectuar las interpolaciones necesarias. En todos los casos, la gama de pesos brutos que se indica es suficiente para abarcar los pesos de las aeronaves actuales.

4.4.18.5 Salidas anuales de la aeronave de cálculo. El cuarto parámetro de entrada es el de salidas anuales de la aeronave de cálculo. Las salidas deberían calcularse utilizando el procedimiento que se explica en 4.4.12.

4.4.18.6 Utilización de las curvas de cálculo. Las curvas de cálculo del pavimento rígido se trazan de manera que se registren los datos de cálculo en el mismo orden que se trató anteriormente. El primer dato se refiere a la resistencia del hormigón a la flexión. La ordenada izquierda de la curva de cálculo se registra con la resistencia del hormigón a la flexión. Se traza una proyección horizontal hasta intersecar la línea del módulo de fundación pertinente. Se traza una proyección vertical a partir del punto de intersección hasta el peso bruto pertinente de la aeronave de cálculo. Se traza una proyección horizontal hasta la ordenada derecha, que indica las salidas anuales. Se lee el espesor del pavimento a partir de la línea de salida anual pertinente. El espesor del pavimento indicado se refiere únicamente al espesor del pavimiento de hormigón, sin tener en cuenta el de la capa de cimentación.

4.4.19 Requisitos de la capa de cimentación

4.4.19.1 El objeto de una capa de cimentación debajo de un pavimento rígido es el de proporcionar un apoyo estable y uniforme para las losas del pavimento. Se requiere un espesor mínimo de 4 pulg (10 cm) de cimiento, debajo de todos los pavimentos rígidos, excepto lo que se indica en la Tabla 4-11:

Tabla 4-11. Condiciones en que no se requiere capa de cimentación

Clasificación del suelo	Buen avenamiento		Mal avenamiento	
	Sin heladas	Con heladas	Sin heladas	Con heladas
GW	X	X	X	X
GP	X	X	X	
GM	X			
GC	X			
SW	X			

4.4.19.2 Puede utilizarse una capa de cimentación con un espesor superior a 4 pulg (10 cm) para aumentar el módulo de reacción del terreno y reducir el espesor requerido del concreto necesario, si resultara económico. Los costes de utilización del espesor extra de la capa de cimentación deberían ponderarse en función del ahorro en el espesor de hormigón. A continuación se da una lista de materiales adecuados para capas de cimentación debajo de pavimentos rígidos:

Capa de cimentación de grava

Capa de firme asfáltico

Capa de firme de árido

Capa de firme de árido machacado

Capa de firme de cemento sobre el terreno

Capa de firme tratada de cemento

4.4.19.3 Determinación del valor k de los cimientos granulares. El aumento probable del valor k relacionado con los diferentes espesores de los materiales de la capa de cimentación se indica en la Figura 4-35. La Figura 4-35 está destinada para emplear cuando la capa de cimentación se compone de materiales granulares no estabilizados. Los valores indicados en la Figura 4-35 se han de considerar como directrices y pueden ser atenuados por la experiencia local.

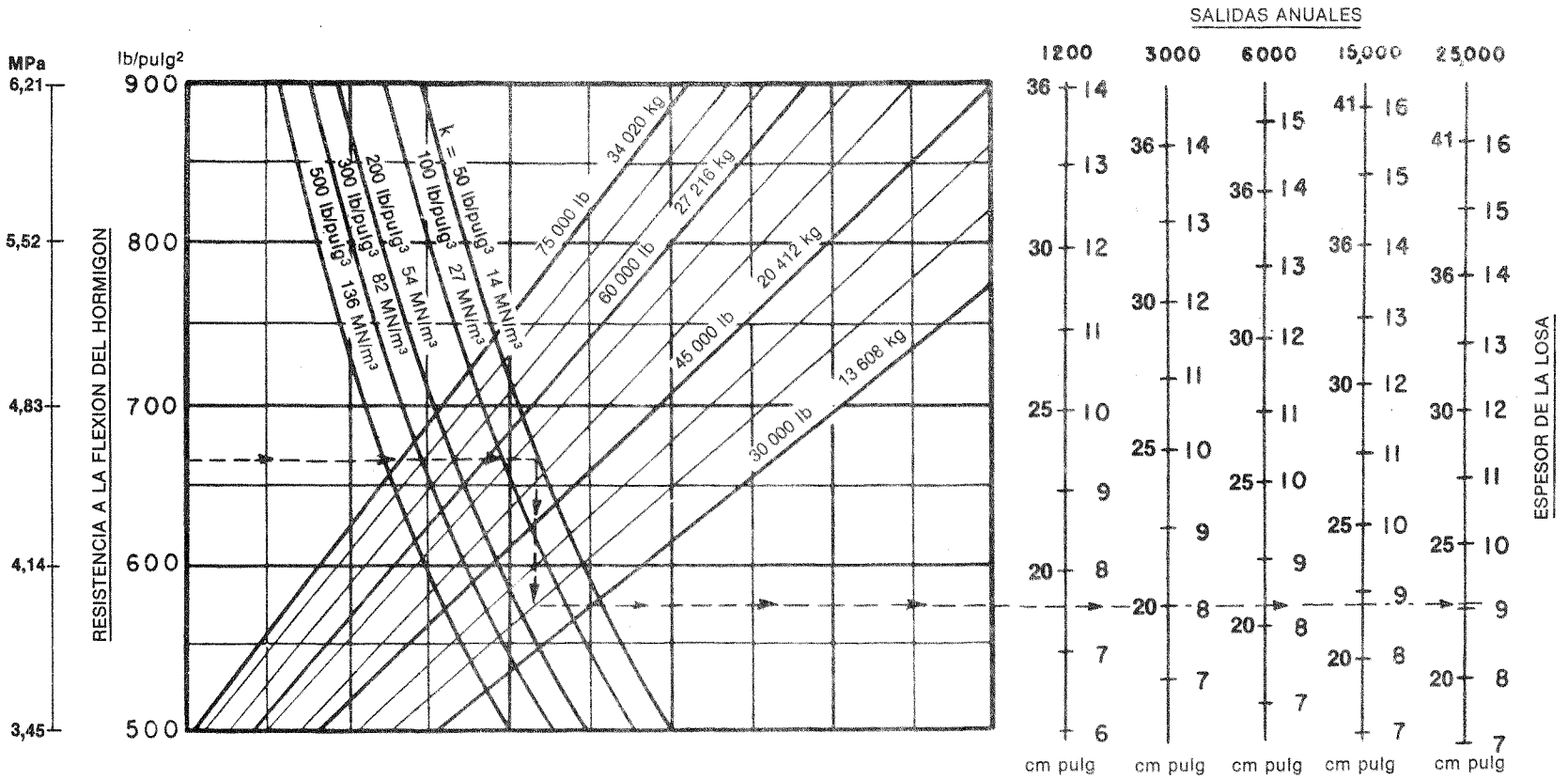


Figura 4-46. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - tren de rueda simple

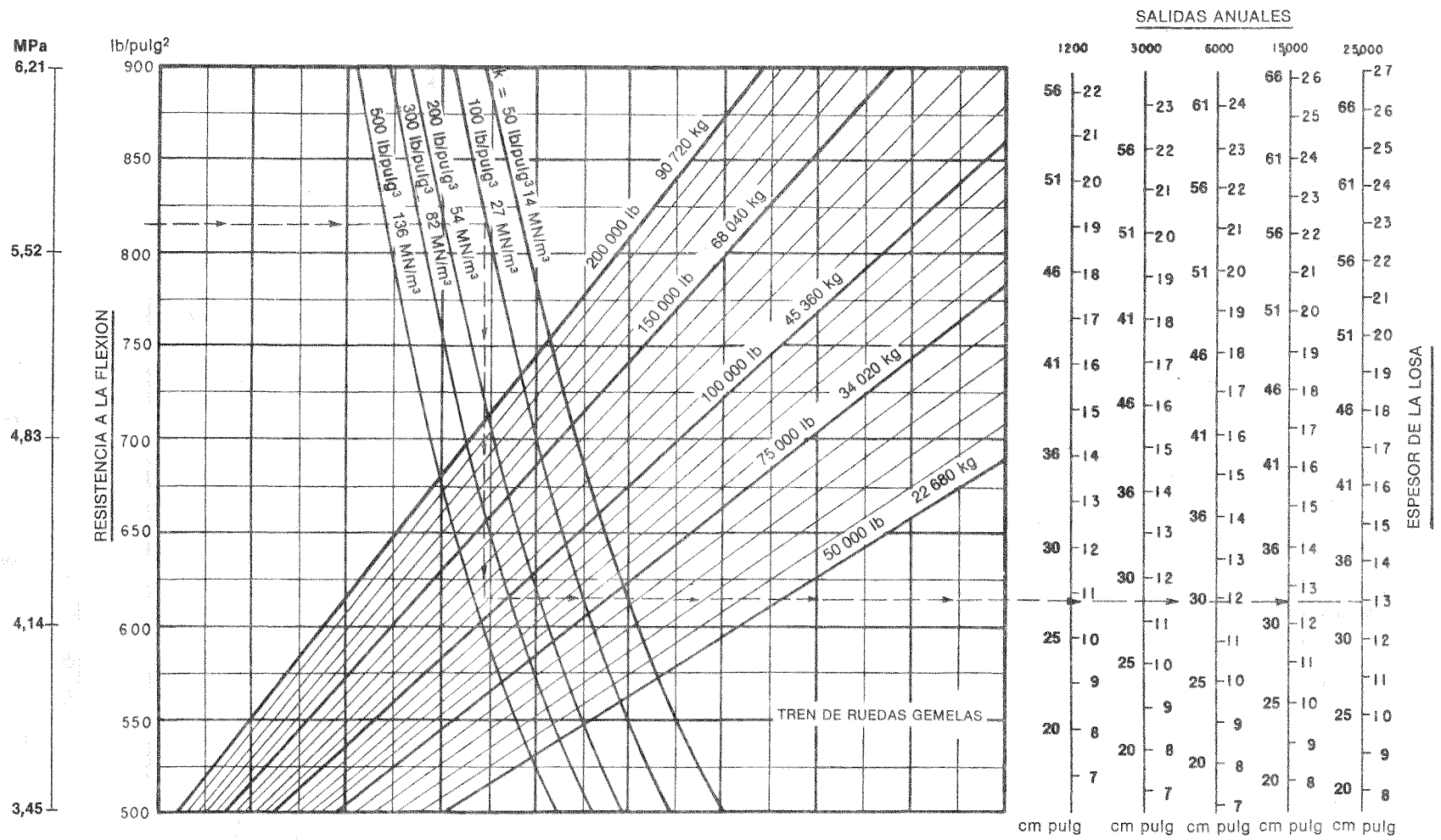


Figura 4-47. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - tren de ruedas gemelas

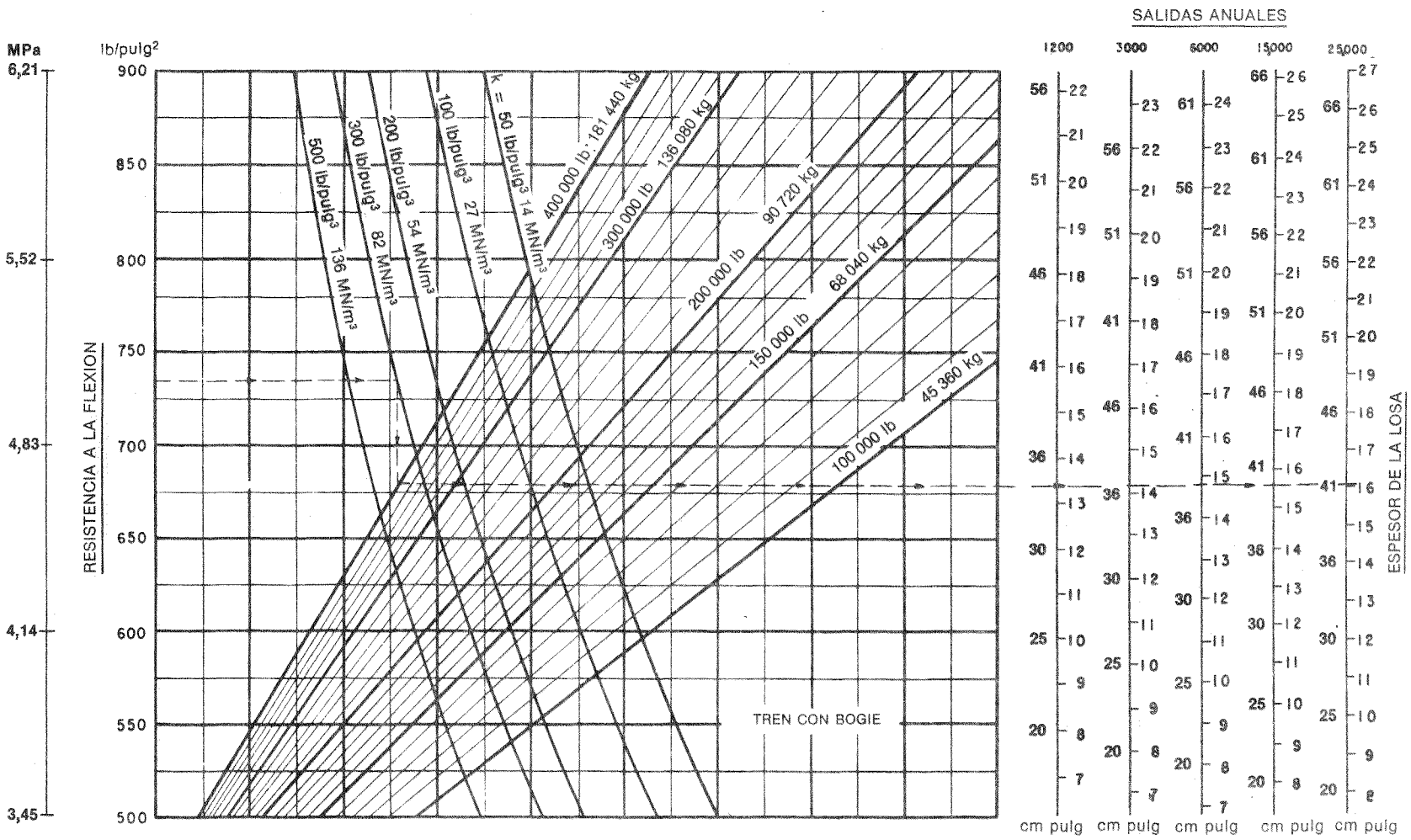


Figura 4-48. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - tren de bogie

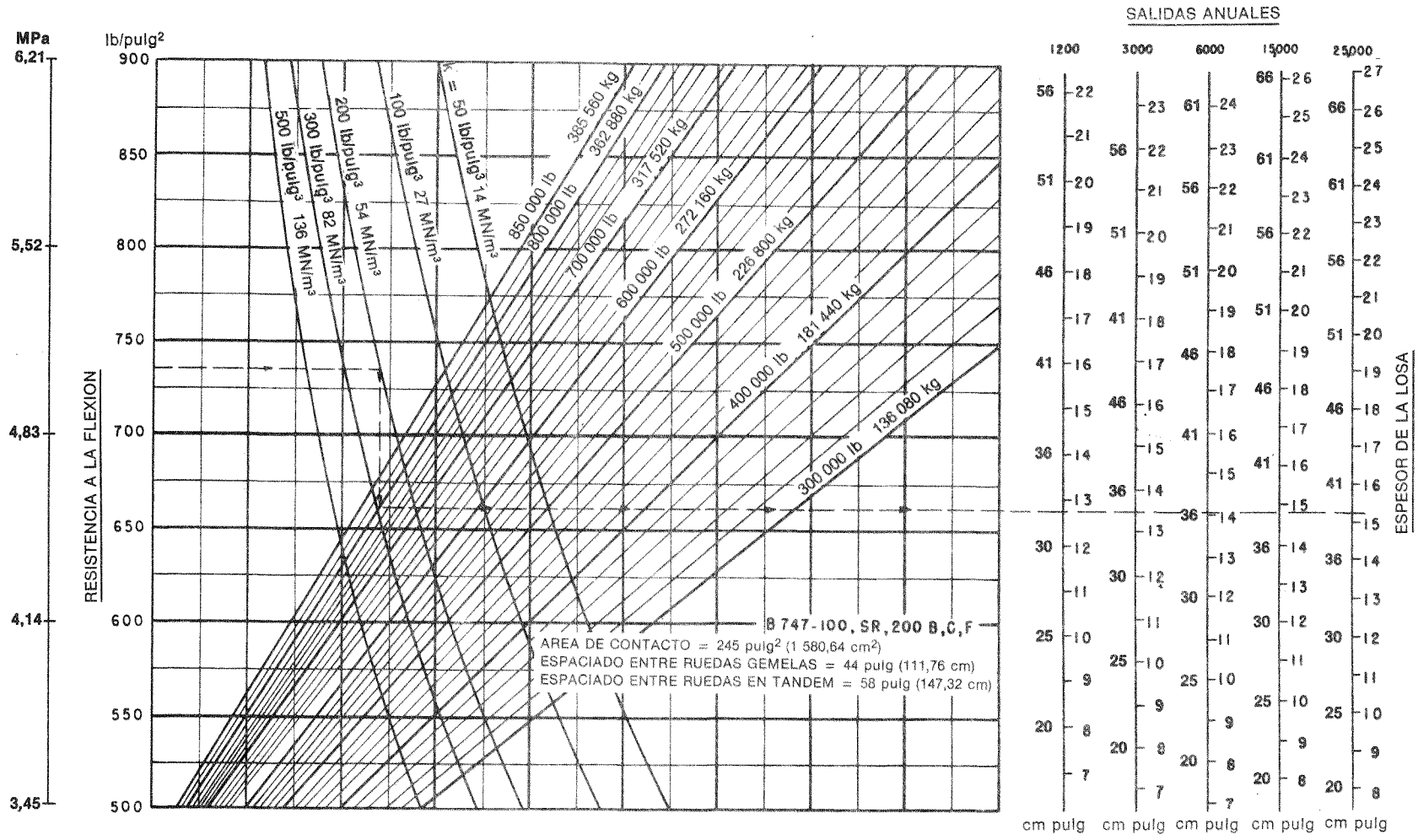


Figura 4-49. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - B-747-100, SR, 200 B, C, F

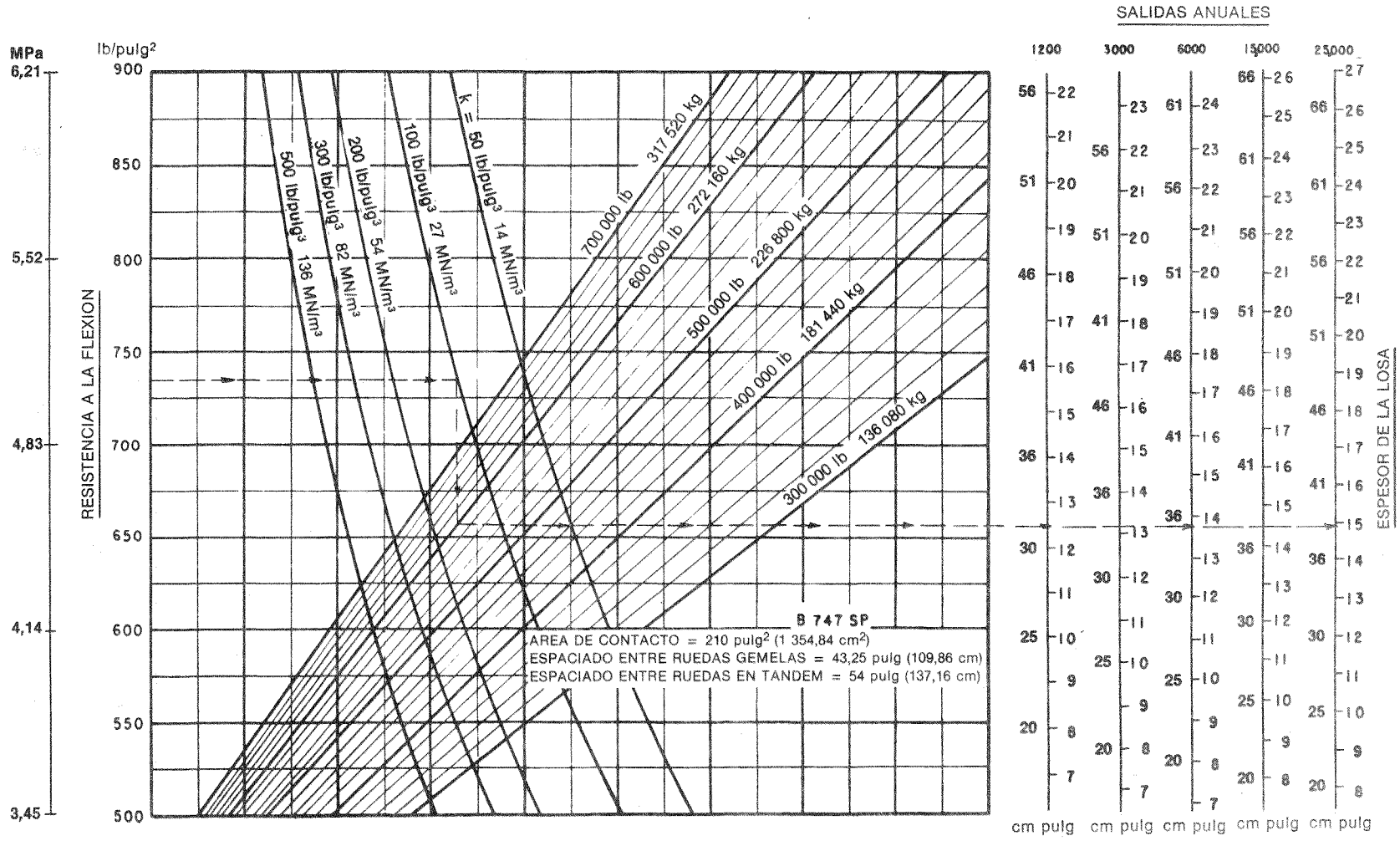


Figura 4-50. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - B-747-SP

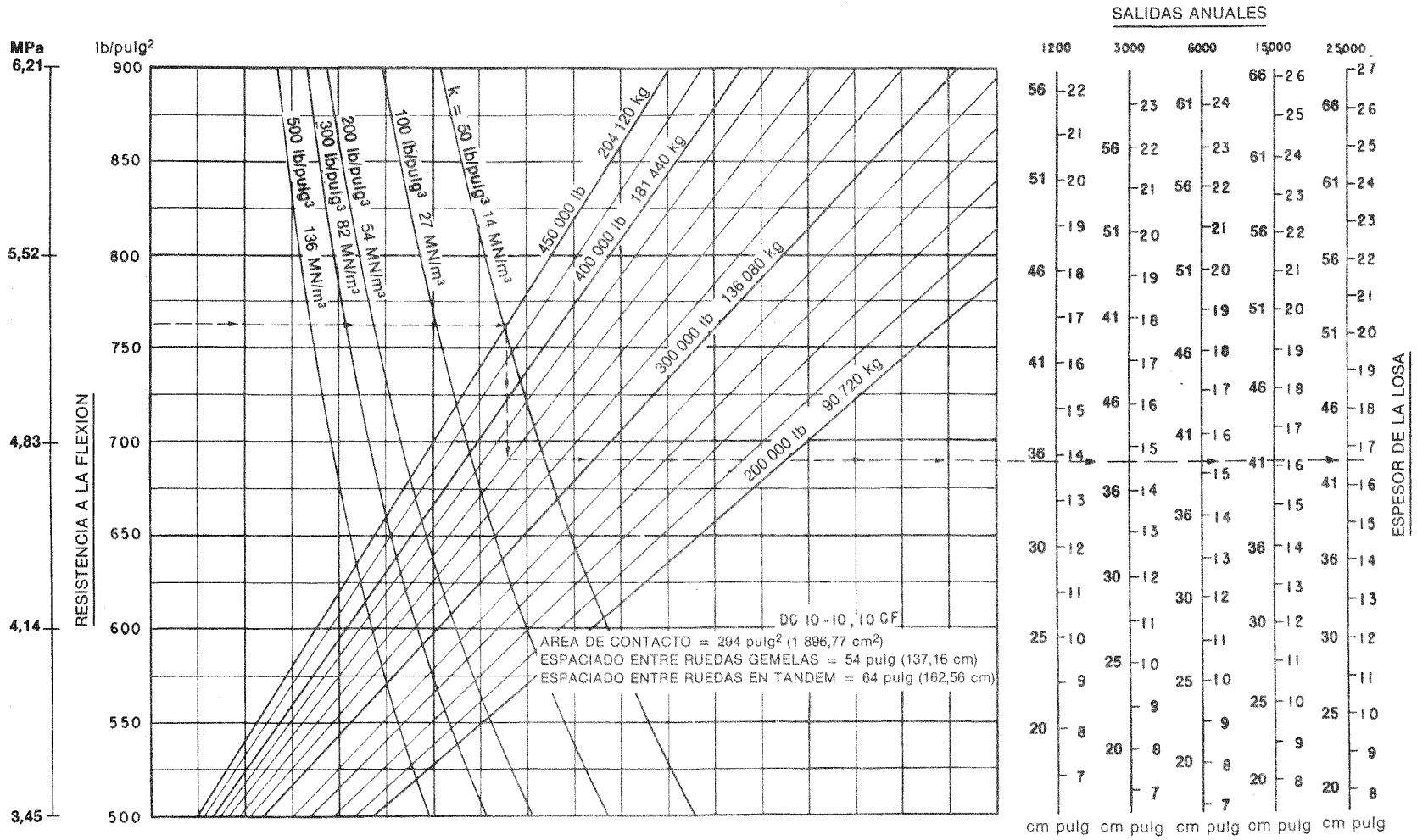


Figura 4-51. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - DC 10-10, 10CF

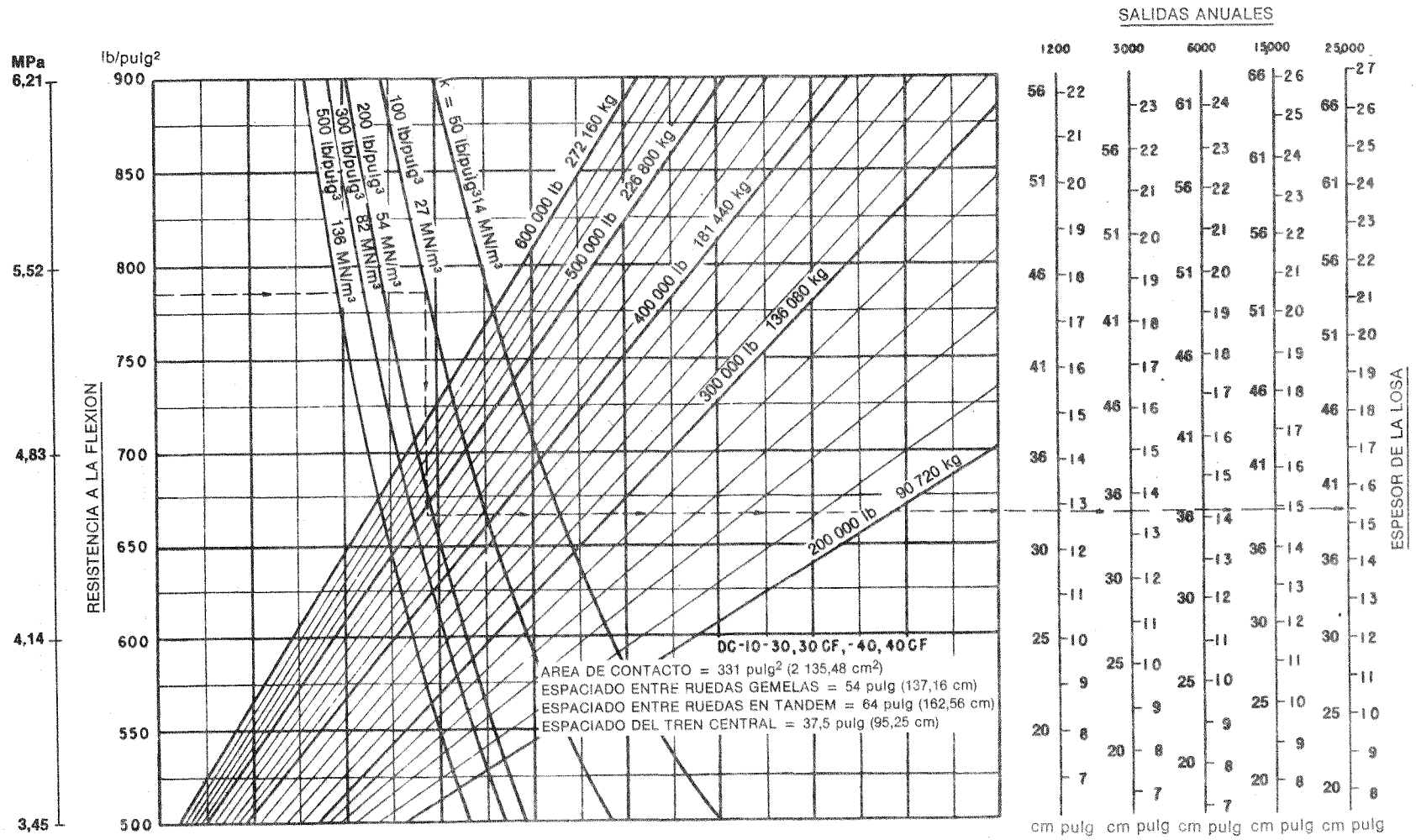


Figura 4-52. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - DC 10-30, 30CF, 40, 40CF

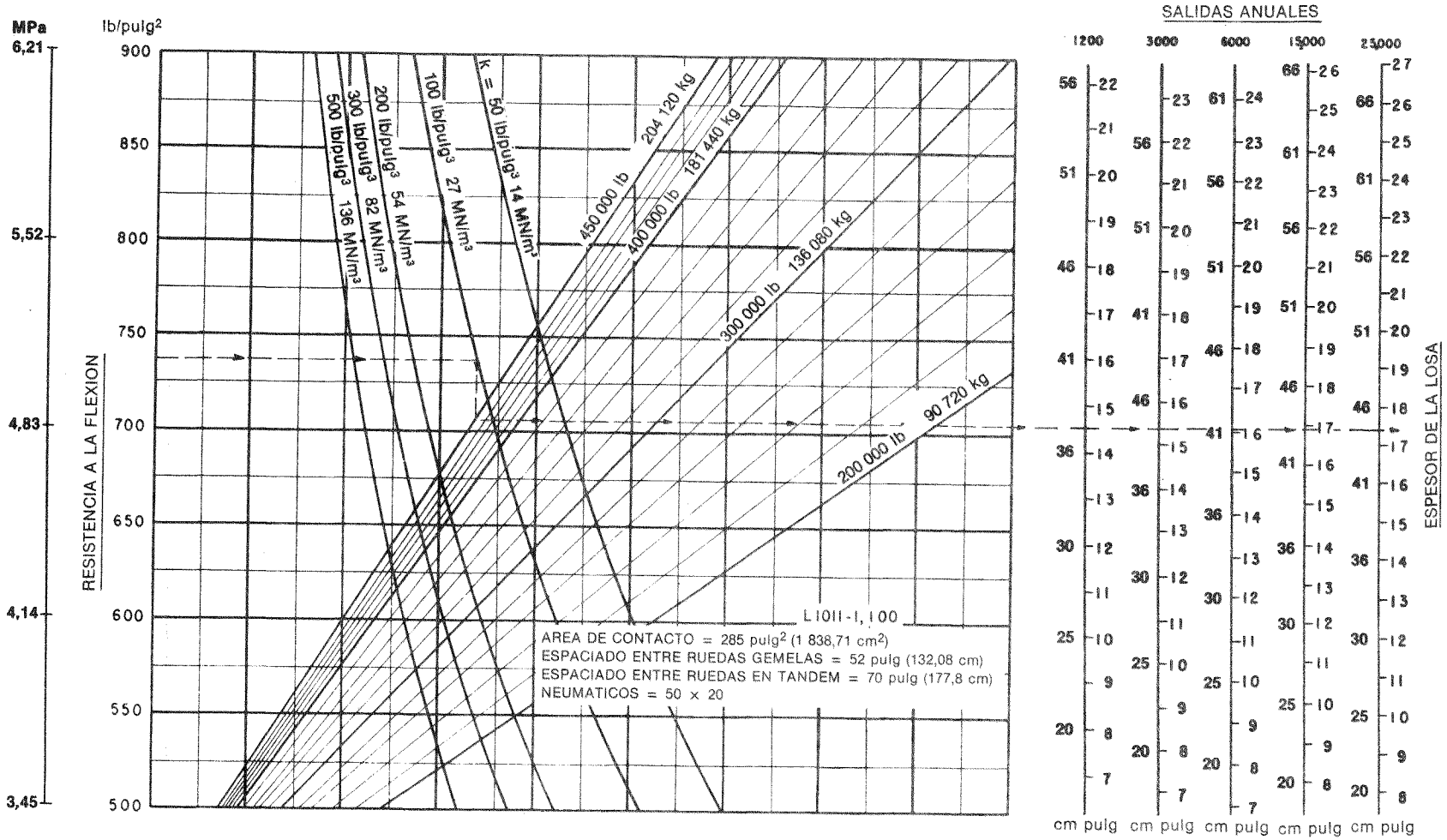


Figura 4-53. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - L-1011-1, 100

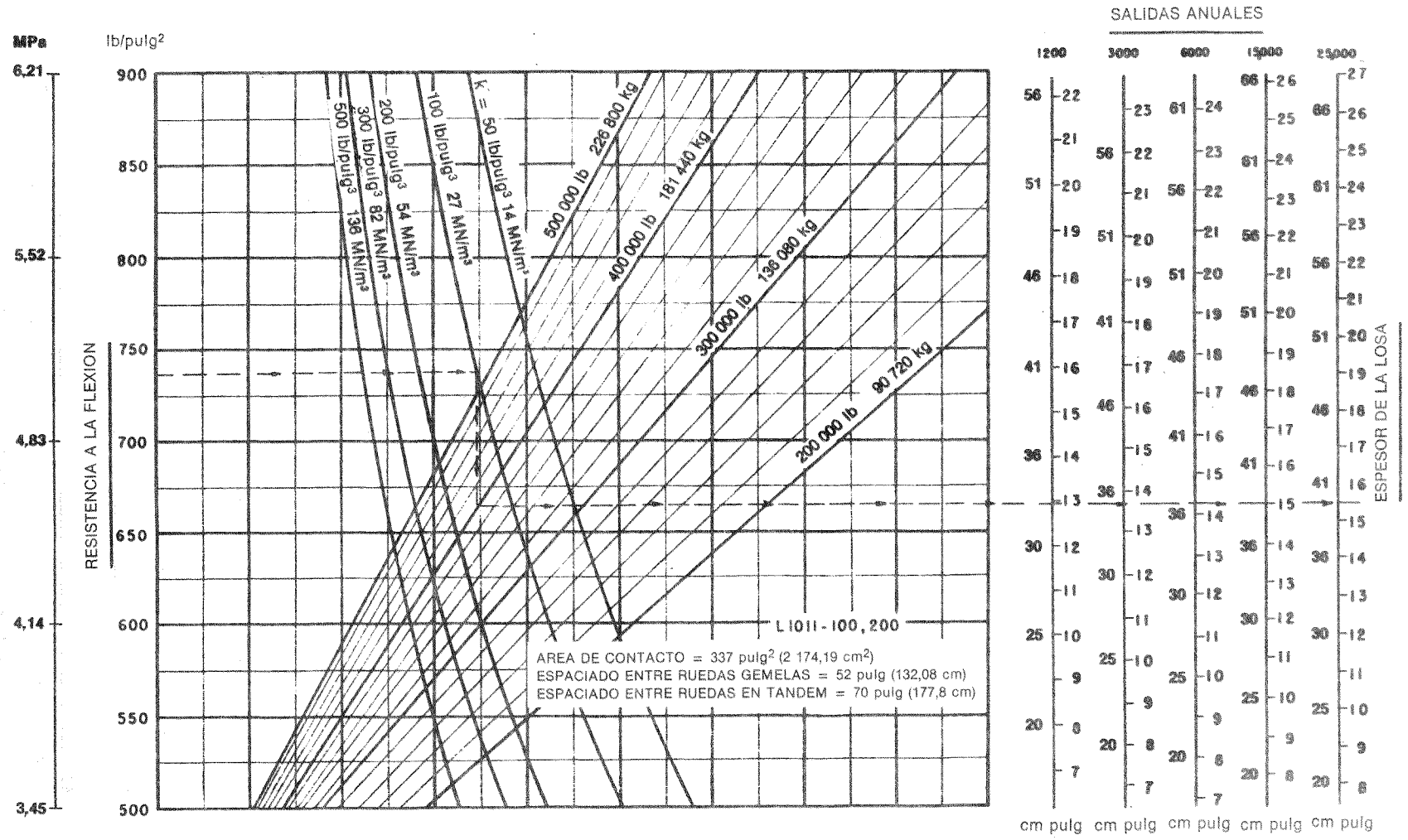


Figura 4-54. Curvas de cálculo de pavimentos rígidos - L-1011-100, 200

4.4.20 Areas críticas y no críticas

4.4.20.1 Las curvas de cálculo, Figuras 4-46 a 4-54, se utilizan para determinar el espesor de hormigón para las áreas de pavimento críticas. El espesor de 0,9T para las áreas no críticas se aplica al espesor de la losa de hormigón. Para la sección de espesor variable del borde adelgazado y la sección de transición, se aplica la reducción al espesor de la losa de hormigón. El cambio de espesor en las transiciones debería llevarse a cabo en toda la longitud o la anchura de la losa. En las áreas de la losa que tengan espesor variable, el espesor del cimiento debe ajustarse en la medida de lo necesario para proporcionar avenamiento superficial de toda la superficie del cimiento. En el caso de fracciones de pulgada de 0,5 o más, utilícese el número entero próximo superior; para las fracciones inferiores a 0,5, utilícese el número entero próximo inferior.

4.4.21 Capa de cimentación estabilizada

4.4.21.1 La capa de cimentación estabilizada se requiere en todos los pavimentos rígidos nuevos calculados para las aeronaves cuyo peso sea de 100 000 lb (45 000 kg) o más. La ventaja estructural de una sección de pavimento con capa de cimentación estabilizada se refleja en el módulo de reacción del terreno de fundación, asignado al cimiento. Las excepciones de este criterio de utilizar capas de cimentación estabilizadas son las mismas que las que se indican en 4.4.15.

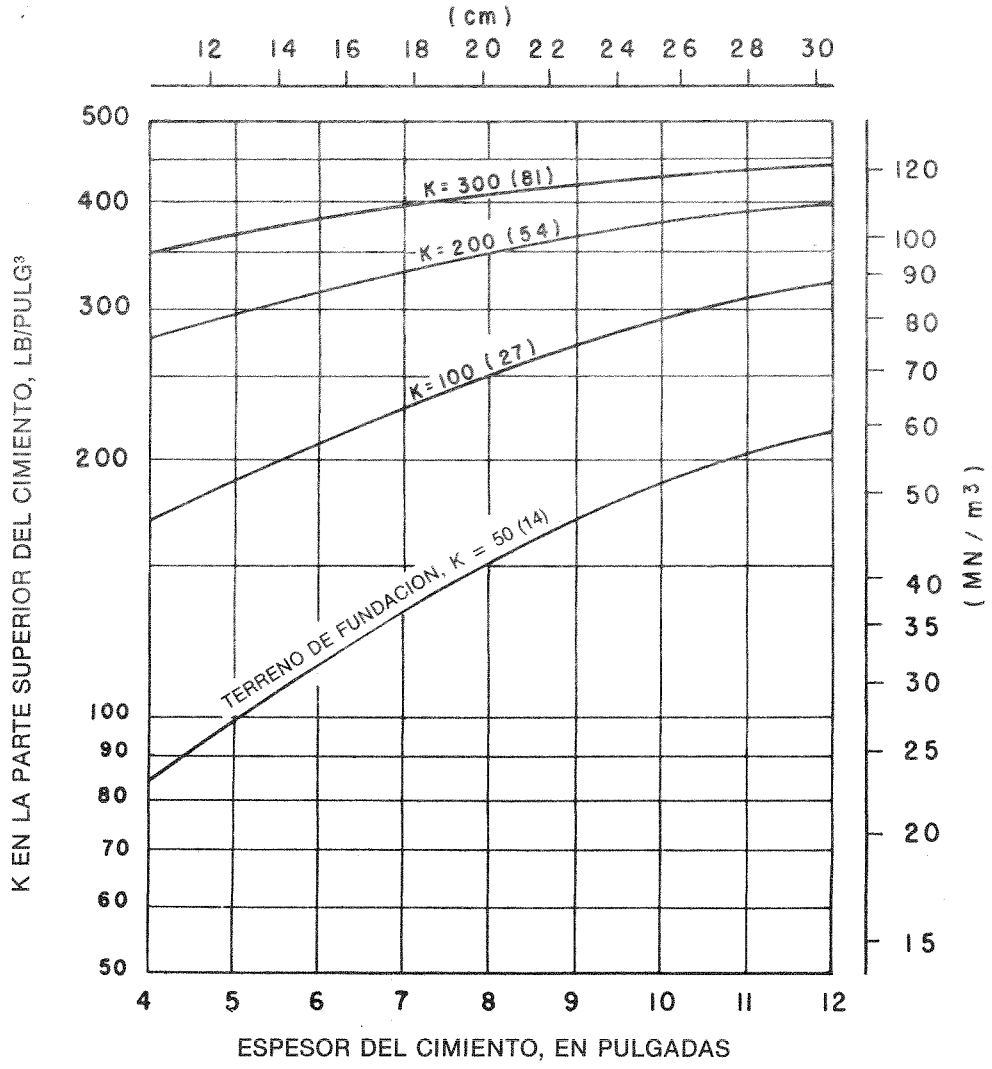


Figura 4-55. Efecto de la capa de cimentación estabilizada sobre el módulo del terreno de fundación

4.4.21.2 Determinación del valor k para capas de cimentación estabilizada. El efecto de la capa de cimentación estabilizada se refleja en el módulo del cimiento. La dificultad de asignar un módulo para el cimiento es que los datos del ensayo no estarán disponibles durante la fase de cálculo. La Figura 4-55 indica el aumento probable del valor k con los diferentes espesores de capa de fundación estabilizada, desplazada en terrenos de fundación de diferentes módulos. La Figura 4-55 es aplicable a las capas estabilizadas de hormigón y de asfalto. La Figura 4-55 se preparó suponiendo que una capa estabilizada tiene el doble de eficacia que el árido machacado uniforme, en el aumento del módulo del terreno de fundación. Deberían asignarse valores k algo menores a las capas estabilizadas de menor calidad. Una vez asignado el valor k a la capa de cimentación estabilizada, el procedimiento de cálculo es el mismo que se describe en 4.4.18.

4.4.22 Ejemplo de cálculo

4.4.22.1 Como ejemplo del uso de las curvas de cálculo, supongamos que se ha de calcular un pavimento rígido para una aeronave de tren con bogie que posee un peso bruto de 350 000 lb (160 000 kg), que ha de hacer 6 000 salidas anuales equivalentes. La cifra de 6 000 salidas anuales equivalentes comprende 1 200 salidas anuales de aeronaves B-747 con un peso bruto de 780 000 lb (350 000 kg). El módulo del terreno de fundación de 100 lb/pulg^3 (25 NM/m^3) con mal avenamiento y penetración de la helada, es de 17 pulg (45 cm). El factor que ha de calcularse es una pista primaria que requiere un 100% de protección contra la helada. El terreno de fundación es CL. Los cálculos de mezcla del hormigón indican una resistencia a la flexión de 650 lb/pulg^2 (4,5 MN/m^2), que puede lograrse fácilmente con los áridos disponibles en el lugar.

4.4.22.2 El peso bruto de la aeronave de cálculo determina el uso de una capa de cimentación estabilizada. Deberían ensayarse capas de cimentación estabilizadas de varios espesores para determinar la sección más económica. Supongamos que se ha de utilizar una capa de cimentación estabilizada de cemento. Ensáyese una capa de cimentación con un espesor de 6 pulg (15 cm). Empleando la Figura 4-55, un espesor de 6 pulg (15 cm) probablemente aumentará el módulo del cimiento de 100 lb/pulg^3 (25 NM/m^3) a 210 lb/pulg^3 (57 NM/m^3). La utilización de la Figura 4-48, curva de cálculo de bogie, con los datos de cálculo supuestos, da un pavimento de hormigón con un espesor de 16,6 pulg (42 cm). Este espesor se redondearía a 17 pulg (43 cm). Como la penetración de la helada es sólo de 18 pulg (45 cm) y el espesor combinado del pavimento de hormigón y de capa de cimentación estabilizada es de 23 pulg (58 cm), no se necesita ninguna protección ulterior contra la helada. Aún cuando las aeronaves de fuselaje ancho no eran un factor determinante del espesor de la losa, habría que tenerlos en cuenta para establecer los requisitos relativos a las juntas y al diseño de las estructuras de avenamiento. Deberían ensayarse capas de cimentación estabilizadas de otros espesores para determinar la sección más económica.

4.4.23 Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos

4.4.23.1 Cuando se aplican cargas de aeronave sobre el borde de una junta, el ángulo del tren de aterrizaje con relación al borde de la junta ejerce influencia sobre la magnitud de la tensión en la losa. Las Figuras 4-46 y 4-47, para el caso de los trenes de aterrizaje de rueda simple y de ruedas gemelas, representan el caso de tensión máxima cuando el tren se coloca paralelo a la junta. Los trenes de bogie no producen la tensión máxima cuando se emplazan paralelamente a la junta. La colocación del bogie en ángulo agudo con relación al borde de la junta producirá la tensión máxima. Las curvas de cálculo, Figuras 4-56 a 4-62, se han preparado para los trenes de bogie ubicados tangencialmente al borde de la junta aunque girados al ángulo que causa la tensión máxima. Estas curvas de cálculo pueden utilizarse para los pavimentos en las zonas en que es probable que las aeronaves crucen en las juntas del pavimento formando un ángulo a baja velocidad, tales como las plataformas de espera de las pistas, los extremos de las pistas, las intersecciones de las calles de rodaje, las plataformas, etc. El empleo de las Figuras 4-56 a 4-62 es optativo y sólo debería hacerse en las zonas en que es probable que las aeronaves crucen las juntas del pavimento formando un ángulo y a baja velocidad.

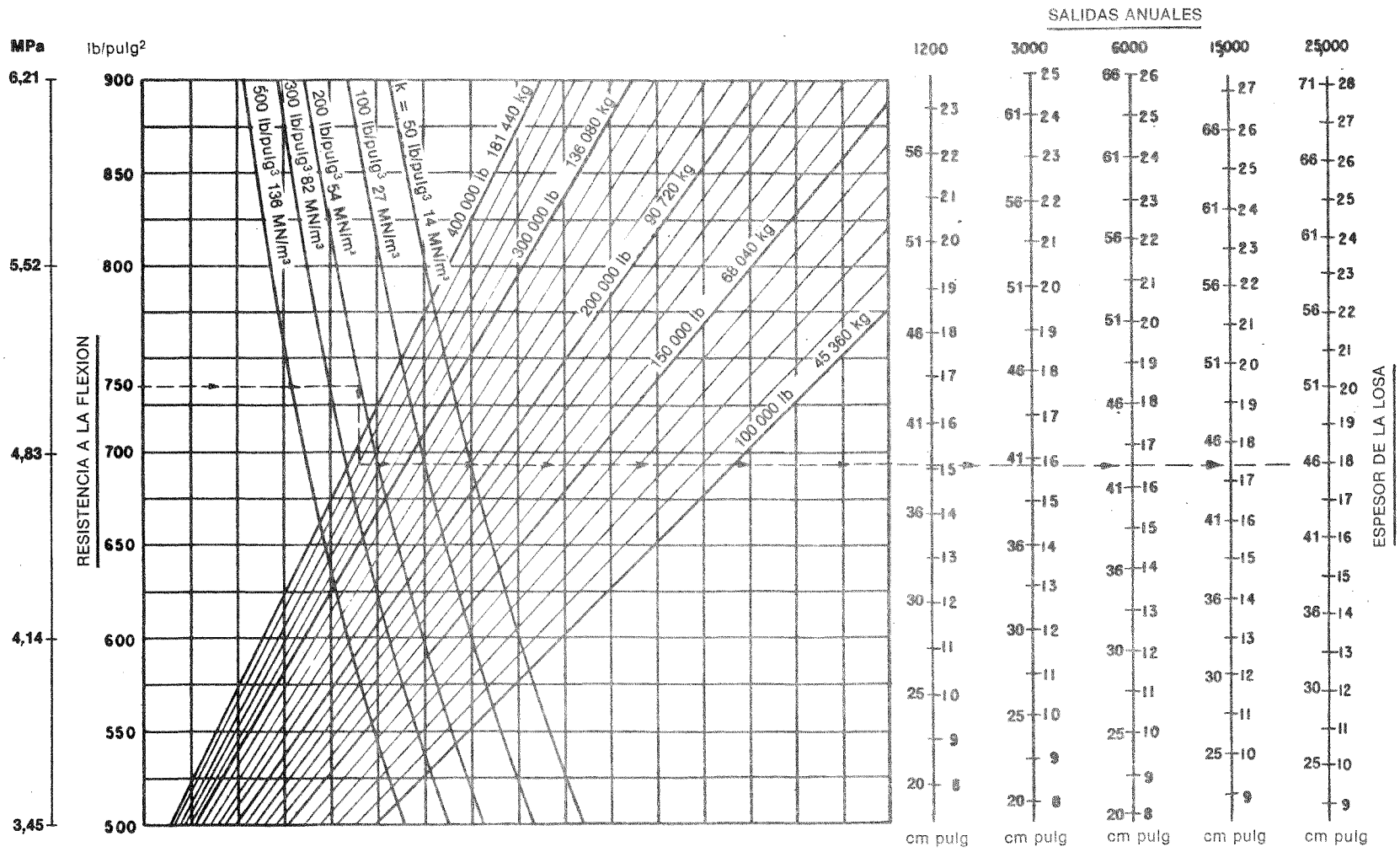


Figura 4-56. Curvas de cálculo optativas de pavimentos rígidos - tren de bogie

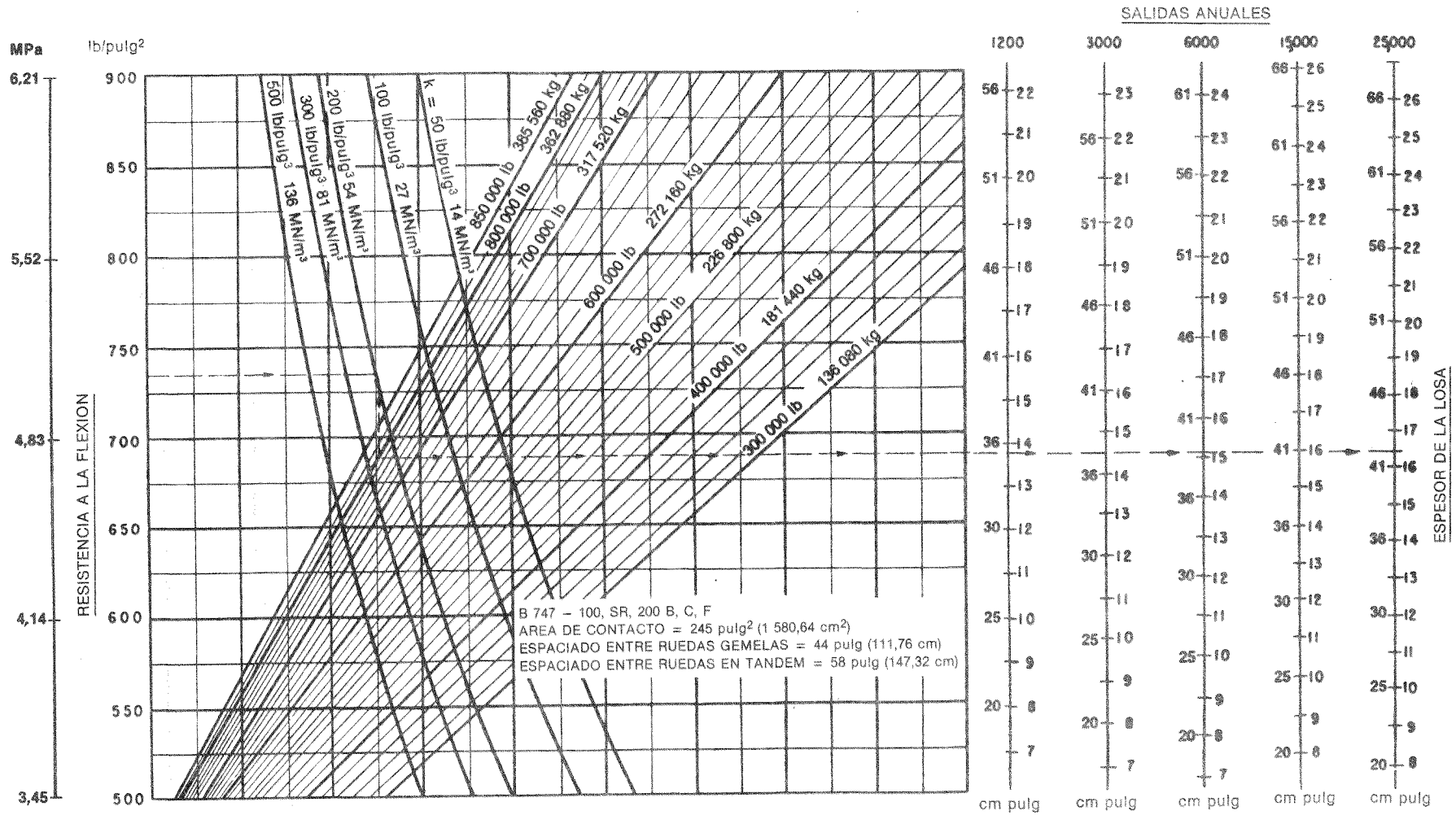


Figura 4-57. Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos - B-747-100, SR, 200 B, C, F

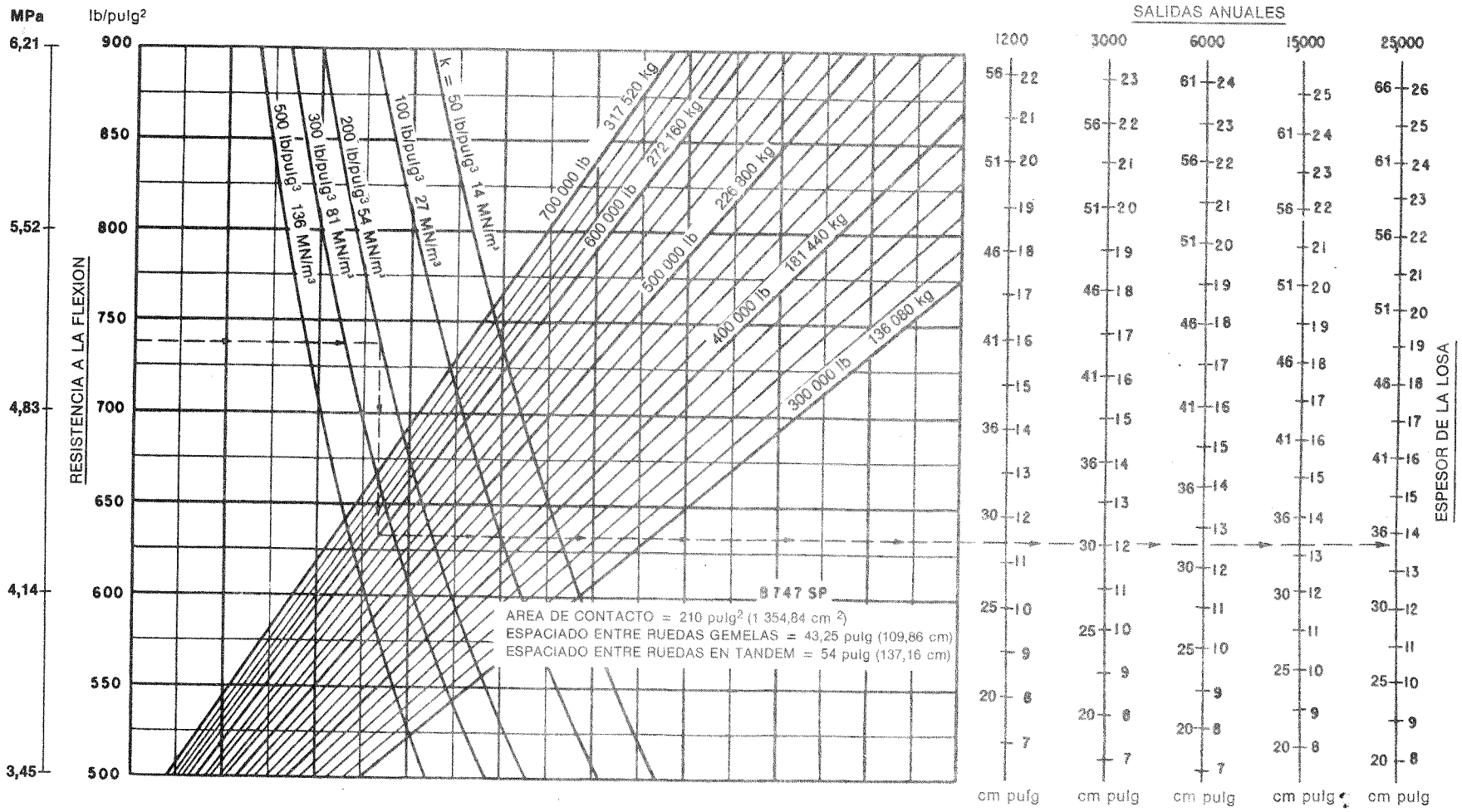


Figura 4-58. Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos - B-747-SP

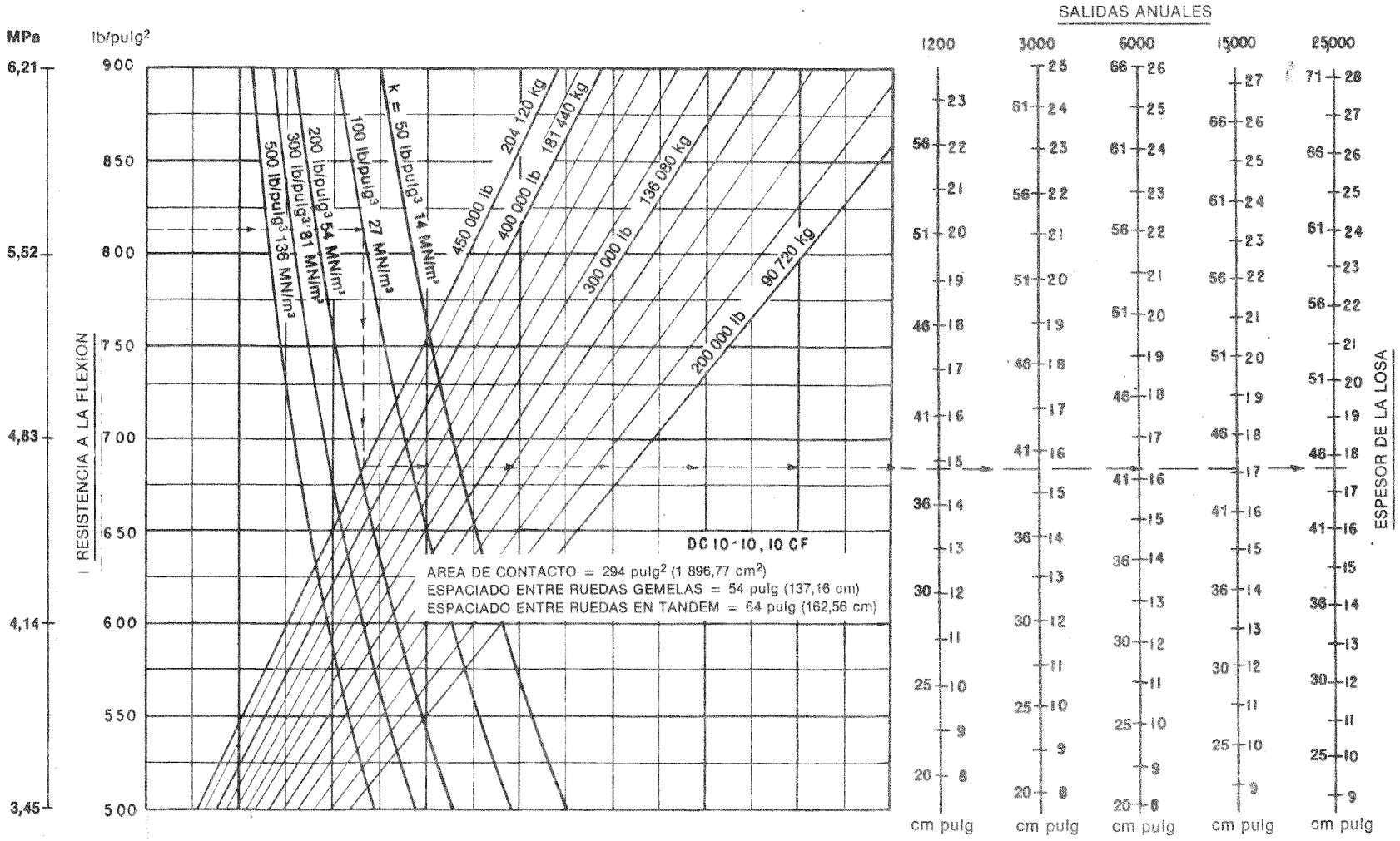


Figura 4-59. Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos - DC 10-10, 10CF

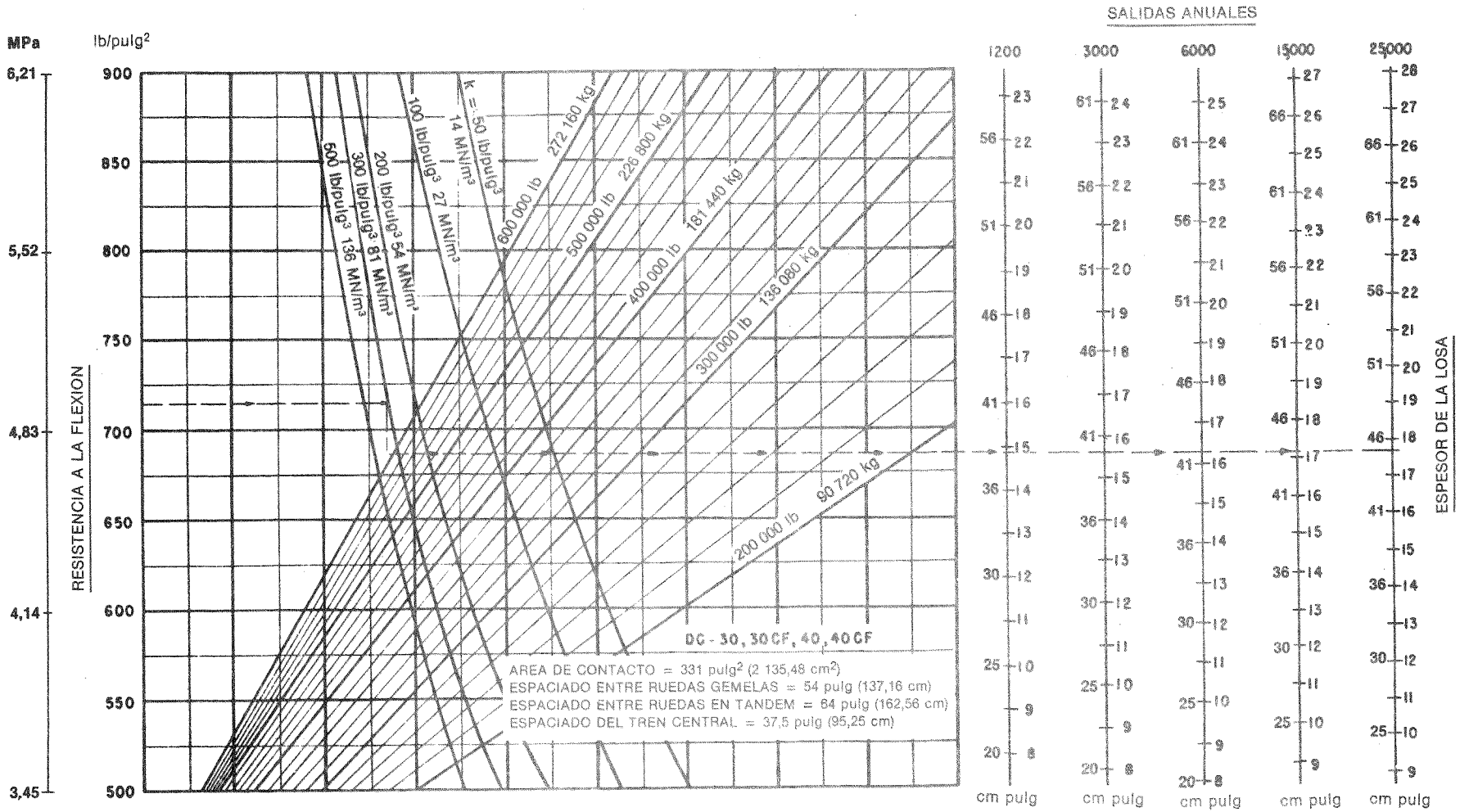


Figura 4-60. Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos - DC 10-30, 30CF, 40, 40CF

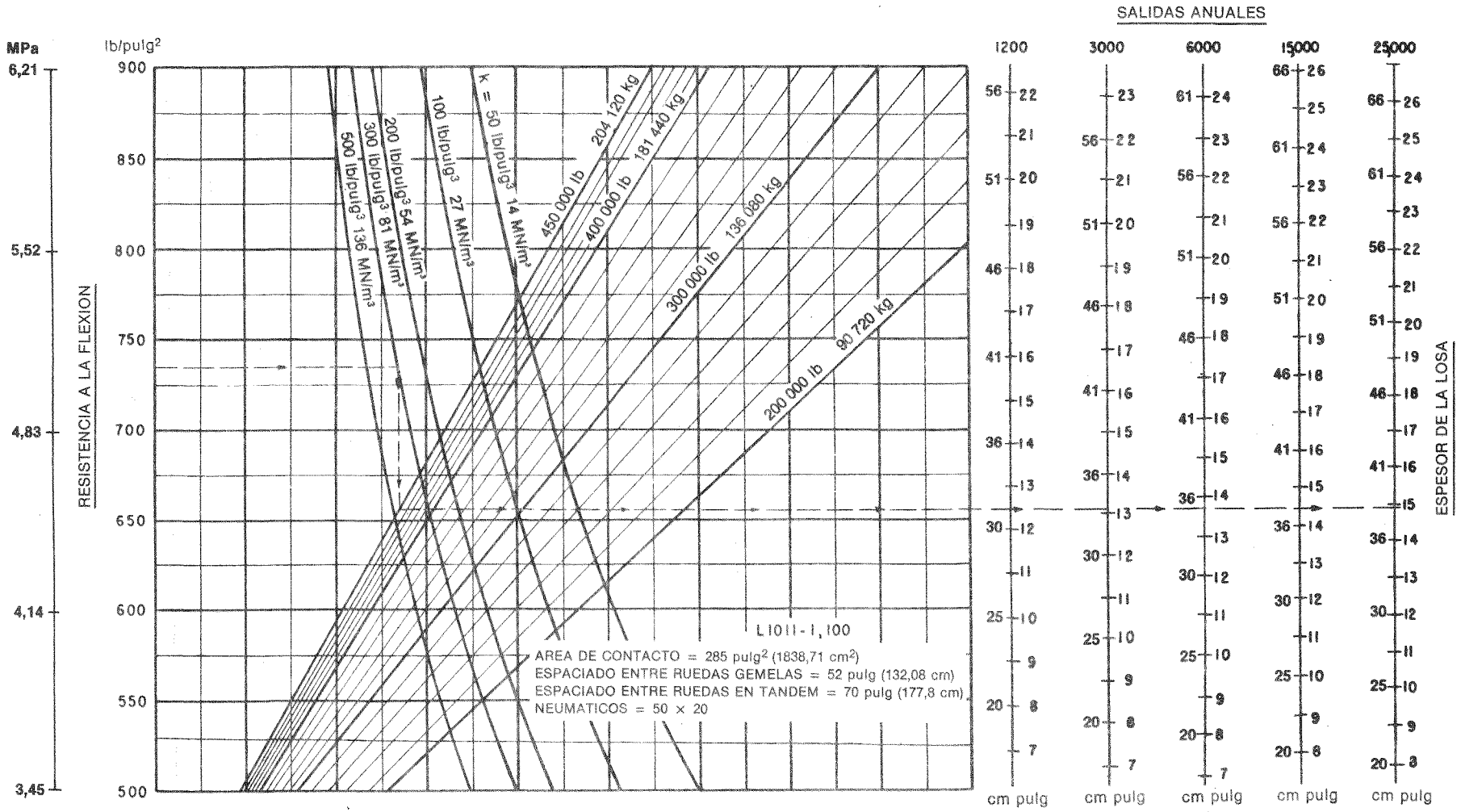


Figura 4-61. Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos - L-1011-1, 100

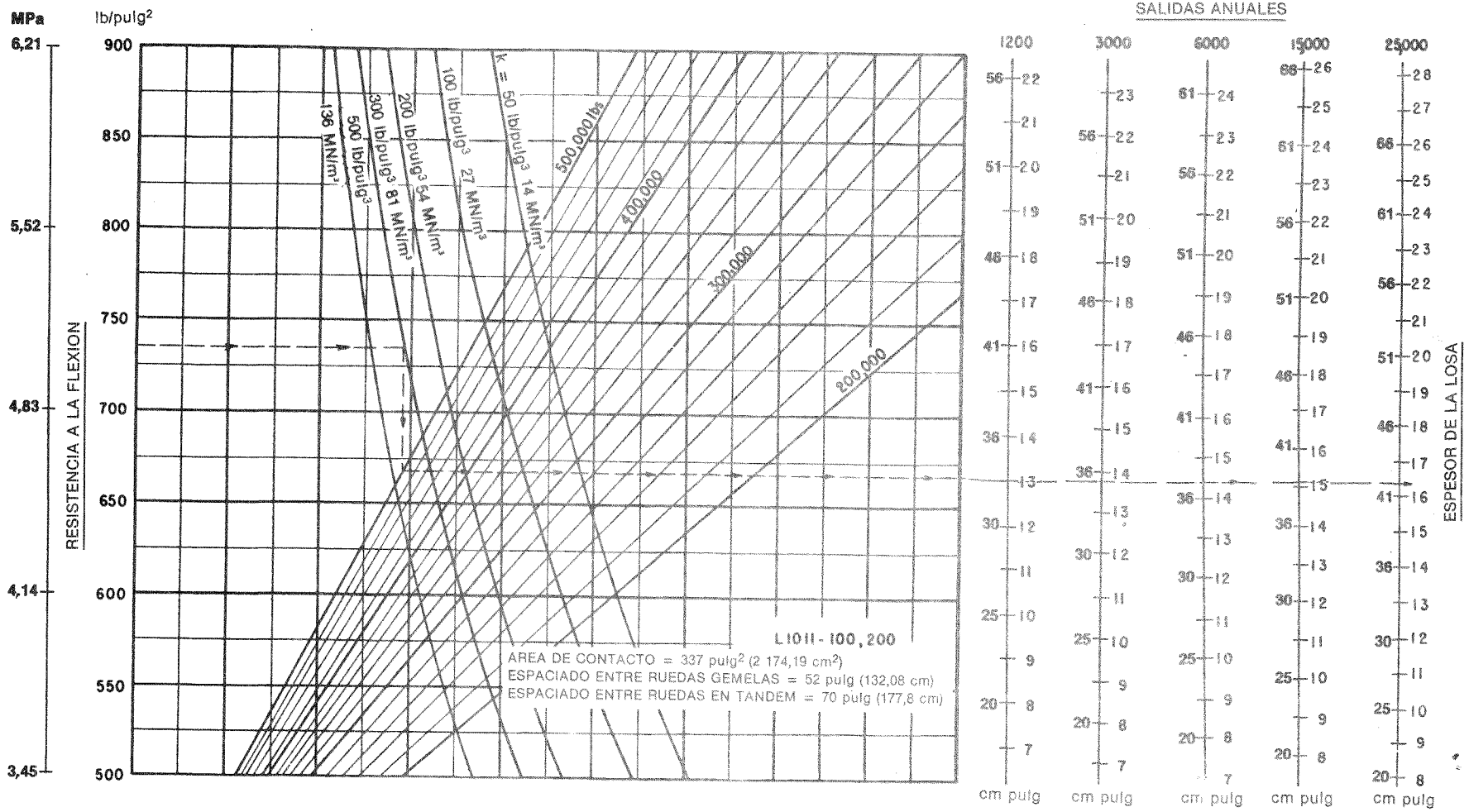


Figura 4-62. Curvas de cálculo optativas para pavimentos rígidos - L-1011-100, 200

4.4.24 Gran volumen de tráfico

4.4.24.1 Existen varios aeropuertos que experimentan intensidades de tráfico muy en exceso de las que se indica en las curvas del proyecto. En estas situaciones el mantenimiento es prácticamente imposible debido a la intensidad del tráfico, por lo cual la construcción inicial reviste aún mayor importancia. Lamentablemente no existe mucha información acerca del comportamiento de los pavimentos con tráfico muy intenso, salvo la experiencia adquirida mediante observación de los pavimentos en servicio. Los pavimentos rígidos calculados para situaciones de gran intensidad de tráfico, deberían observar las consideraciones siguientes.

4.4.24.2 Cimiento. El cimiento del pavimento proporciona el apoyo definitivo de la estructura. Deben hacerse todos los esfuerzos posibles para proporcionar un cimiento estable, ya que los problemas que surjan posteriormente debido a la insuficiencia del cimiento, en la práctica no pueden corregirse una vez construido el pavimento. La utilización de una capa de cimentación estabilizada contribuirá mucho a proporcionar un cimiento uniforme y estable. En general, la combinación más eficaz de espesor de pavimento rígido y de espesor de la capa de cimentación estabilizada, en cuanto a la capacidad estructural, es una relación de 1:1.

4.4.24.3 Espesor. Los pavimentos sometidos a intensidades de tráfico superiores al nivel de 25 000 salidas anuales que se indican en las curvas de cálculo, requerirán un espesor mayor para recibir ese volumen de tráfico. Pueden agregarse otros espesores aumentando el espesor del pavimento de acuerdo con la Tabla 4-12:

Tabla 4-12. Expesor del pavimento para altos niveles de salida, expresado como porcentaje del espesor necesario para 25 000 salidas

Nivel anual de salidas	Porcentaje de espesor de 25 000 salidas
50 000	104
100 000	108
150 000	110
200 000	112

Los valores que se indican en la Tabla 4-12 se basan en extrapolaciones de datos de investigaciones y de observaciones de pavimentos en servicio. Se preparó la Tabla 4-12 suponiendo una relación logarítmica entre el porcentaje de espesor y las salidas.

4.4.24.4 Dimensiones del panel. Los paneles de losa deberían construirse previendo el movimiento mínimo entre juntas. Un pequeño movimiento entre las juntas tiende a asegurar una mejor transferencia de cargas a través de las mismas y reduce el alargamiento al cual tienen que adaptarse los materiales de sellado de juntas cuando las losas se dilatan y contraen. Deberían especificarse materiales de sellado para juntas de alta calidad para asegurar el mejor comportamiento posible.

4.4.25 Pavimento de hormigón armado

4.4.25.1 La ventaja principal de la armadura de acero es que aunque no evita el resquebrajamiento, mantiene las grietas formadas bien cerradas de manera que la trabazón de las caras irregulares asegura la integridad de la estructura y, por lo general, mejora la actuación del pavimento. Al mantener las grietas estrechamente unidas, el acero reduce al mínimo la infiltración de desechos entre las mismas. Los requisitos de espesor para los pavimentos de hormigón armado son los mismos que para el hormigón sin armadura y están determinados por las curvas de cálculo pertinentes. La armadura de acero permite un espaciado mayor entre las juntas y, en consecuencia, la ventaja en cuanto a costes, debida a la menor cantidad de juntas, es un factor que ha de determinarse en la decisión de utilizar hormigón simple o armado para el pavimento.

4.4.25.2 Tipo y espaciado de la armadura. La armadura puede ser tela de alambre soldada o bien esteras formadas por barras, con puntas y costados solapados para proporcionar un refuerzo total en el cuerpo del panel de la losa. Las superposiciones de los extremos

deberían ser como mínimo de 12 pulg (31 cm) pero no menos de 30 veces al diámetro del alambre o barra longitudinal. Las superposiciones laterales deberían ser como mínimo de 6 pulg (15 cm) pero no menos de 20 veces el diámetro del alambre o barra transversal. Los espaciados finales y laterales deberían ser como máximo de 6 pulg (15 cm) y como mínimo de 2 pulg (5 cm) para permitir un refuerzo prácticamente completo sin dejar de cubrir suficientemente con el hormigón. Los miembros longitudinales deberían espaciarse a no menos de 4 pulg (10 cm) ni más de 12 pulg (31 cm); los miembros transversales deberían espaciarse no menos de 4 pulg (10 cm) ni más de 24 pulg (61 cm).

4.4.25.3 Cantidad de material de armadura

a) La zona de acero requerida para un pavimento de hormigón armado está determinada por la fórmula de resistencia del terreno de fundación y el coeficiente de la fórmula de fricción combinados. La fórmula resultante se expresa del modo siguiente:

$$A_s = \frac{3,7\ L\sqrt{Lt}}{f_s}$$

donde:

A_s = área de acero por pie de ancho o de largo, en pulgadas cuadradas

L = longitud o anchura de la losa, en pies

T = espesor de la losa, en pulgadas

f_s = fuerza de tracción admisible del acero, en $lb/pulg^2$.

Nota.- Para determinar el área de acero en unidades métricas:

L - debería expresarse en metros

t - debería expresarse en milímetros

f_s - debería expresarse en meganewtons por metro cuadrado

La constante 3,7 debería cambiarse a 0,64

A_s - estará entonces en términos de centímetros cuadrados por metro.

b) En esta fórmula, se supone que el peso de la losa es de 12,5 lb/ft^2, por pulgada de espesor (23,6 NM/m^2). La carga de tracción admisible será diferente según el tipo y la calidad del acero. Se recomienda adoptar la carga de tracción admisible como de 2/3 de la resistencia a la deformación del acero. A base de las especificaciones actuales, las resistencias a la deformación y las tensiones de cálculo correspondientes (f_s) son las que figuran en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13. Resistencias a la deformación de varios tipos de acero para hormigón

Designación ASTM	Tipo y calidad del acero	Resistencia a la deformación en $lb/pulg^2$	(NM/m^2)	f_s $lb/pulg^2$	(NM/m^2)
A 615	Tocho de acero deformado, calidad 40	40 000	(300)	27 000	(200)
A 616	Riel de acero deformado, calidad 50	50 000	(370)	33 000	(240)
A 616	Riel de acero deformado, calidad 60	60 000	(440)	40 000	(300)
A 615	Tocho de acero deformado, calidad 60	60 000	(440)	40 000	(300)
A 185	Tela de alambre de acero soldado, estirado en frío	65 000	(480)	43 000	(320)
A 497	Alambre de acero deformado, soldado y estirado en frío	70 000	(520)	47 000	(350)

c) La cantidad mínima de armadura de acero debería ser del 0,05%. El porcentaje de acero se calcula dividiendo el área de acero, A_s, por el área de hormigón por unidad de longitud (o de anchura) y multiplicando por 100. El porcentaje de acero que se considera como el mínimo que puede instalarse económicamente, es del 0,05%. La armadura de acero permite losas de mayor tamaño y, en consecuencia, disminuye el número de juntas transversales de dilatación. Los costos relacionados con la fabricación de un pavimento de hormigón armado deben compararse con los ahorros realizados en la eliminación de algunas de las juntas de dilatación transversal, para determinar el porcentaje de acero más económico. La longitud máxima admisible de losa, sin tener en cuenta el porcentaje de acero, es de 75 ft (23 m).

4.4.26 Recrecimiento en los pavimentos de aeropuertos

4.4.26.1 Generalidades

a) Por varias razones pueden requerirse recrecimientos sobre los pavimentos de aeropuertos. Un pavimento puede haber sido dañado por sobrecargas, de manera que no se lo pueda mantener satisfactoriamente a un nivel de servicio. De modo similar, un pavimento en buen estado puede requerir refuerzos para servir a aeronaves más pesadas que aquéllas para las cuales se lo calculó originalmente. El pavimento puede también requerir un recrecimiento simplemente porque el pavimento original ya ha cumplido su vida útil prevista y está desgastado. En general, los recrecimientos de los pavimentos de aeropuertos consisten en hormigón de cemento Portland o en hormigón asfáltico.

b) Definiciones aplicables a los pavimentos con recrecimiento:

1) Pavimento con recrecimiento. Pavimento que se ha construido sobre la parte superior de un pavimento anterior.

2) Recrecimiento asfáltico. Pavimento de hormigón asfáltico colocado sobre un pavimento anterior.

3) Recrecimiento de hormigón. Pavimento de hormigón de cemento Portland colocado sobre un pavimento anterior.

4) Pavimento sandwich. Pavimento con recrecimiento que contiene una capa de separación granular.

4.4.26.2 Cálculo de recrecimientos asfálticos. Pueden aplicarse recimientos asfálticos a los pavimentos flexibles o rígidos. Hay ciertos criterios aplicables al cálculo de recrecimientos asfálticos que hayan de aplicarse sobre pavimentos anteriores, rígidos o flexibles.

a) No se admiten los pavimentos con recrecimiento que tienen una capa de separación granular entre la superficie antigua y nueva. Los pavimentos con recrecimiento que tienen capas de separación granular se consideran

como pavimentos sandwich. No se admiten los pavimentos sandwich debido a que la capa de separación es probable que resulte saturada de agua y que su comportamiento no sea predecible. La saturación de la capa de separación puede ser causada por infiltración de agua superficial, entrada de agua subterránea o capilar o bien por condensación de agua de la atmósfera. En todo caso, el agua en la capa de separación por lo general no puede ser avenada suficientemente y reduce mucho la estabilidad del recrecimiento.

b) Los recrecimientos asfálticos para aumentar la resistencia deberían tener un espesor mínimo de 3 pulg (7,5 cm).

4.4.26.3 Recrecimientos asfálticos sobre pavimentos flexibles existentes

a) Utilícense las curvas básicas apropiadas de pavimentos flexibles para determinar los requisitos de espesor de un pavimento flexible para la carga deseada y el número de salidas de cálculo equivalentes. Se requiere un valor CBR para el material del terreno de fundación y de la capa de cimentación. Es preciso determinar el espesor de todas las capas del pavimento. El espesor del pavimento requerido sobre el terreno de fundación y la capa de cimentación y los requisitos mínimos para la capa de firme, deben compararse con el pavimento existente para determinar los requisitos del recrecimiento.

b) Puede ser necesario efectuar ajustes en las diferentes capas del pavimento existente para completar el cálculo. El revestimiento asfáltico puede tener que convertirse a capa de firme y la capa de firme a capa de cimentación. Un material de alta calidad puede convertirse a un material de menor calidad, y también el revestimiento a la capa de firme. Un material puede no convertirse a un material de calidad superior. Por ejemplo, la capa de cimentación excesiva no puede convertirse a capa de firme. Los factores de equivalencia que se indican en las Tablas 4-9 y 4-10 pueden utilizarse como guía para la conversión de las capas. Debe observarse que los valores indicados son para materiales nuevos y la asignación de factores para los pavimentos existentes debe basarse en el criterio y en la experiencia. El agrietamiento superficial, el alto grado de oxidación, la evidencia de poca estabilidad, etc., son sólo algunas de las consideraciones que tenderían a reducir el factor de equivalencia. Toda capa asfáltica emplazada entre las capas granulares en el pavimento existente deberían evaluarse pulgada por pulgada como base granular o capa de cimentación.

c) Para ilustrar el procedimiento de cálculo de un recrecimiento asfáltico, supongamos un pavimento de calle de rodaje existente compuesto de la sección siguiente. El CBR de la capa de cimentación es de 7, la capa superficial asfáltica es de 4 pulg (10 cm) de espesor, la capa del firme es de 6 pulg (15 cm) de espesor, la capa de cimentación es de 10 pulg (25 cm) de espesor y el CBR de la capa de cimentación es de 15. El efecto de la helada es despreciable. Se supone un pavimento existente que ha de reforzarse para poder recibir una aeronave con tren de ruedas gemelas cuyo peso es de 100 000 lb (45 000 kg), con un nivel de 3 000 salidas anuales. El pavimento flexible requerido para estas condiciones es:

Superficie asfáltica	4 pulg (10 cm)
Capa de firme	9 pulg (23 cm)
Capa de cimentación	10 pulg (25 cm)
Espesor total del pavimento	23 pulg (58 cm)

El espesor total del pavimento debe ser de 23 pulg (58 cm) con el propósito de proteger un terreno de fundación de CBR 7. Los espesores combinados del revestimiento y de la capa de firme deben ser de 13 pulg (33 cm) para proteger una capa de cimentación de CBR 15. En consecuencia, el pavimento existente tiene 3 pulg (7,5 cm) menos en el espesor total y esta cifra pertenece a la capa del firme. A guisa de ilustración, supongamos que la superficie asfáltica existente se encuentra en un estado tal que el revestimiento puede sustituir a la capa del firme con una relación de equivalencia de 1,3 a 1. Si se convierte un revestimiento de 2,5 pulg (6 cm) a la capa del firme, esto da un espesor de 9,2 pulg (23 cm) para la capa del firme, dejando 1,5 pulg (4 cm) de revestimiento no convertido. Un recrecimiento de 2,5 pulg (6 cm) sería necesario para lograr una superficie de 4 pulg (10 cm) de espesor. En este caso, el factor determinante sería el espesor mínimo del recrecimiento, de 3 pulg (7,5 cm). Se requeriría un espesor de 3 pulg (7,5 cm) para el recrecimiento.

d) La parte más difícil en el cálculo de los recrecimientos asfálticos para los pavimentos flexibles es la determinación de los valores CBR para el terreno de fundación y la capa de cimentación y la comparación de las capas. Los valores CBR del terreno de fundación y de la capa de cimentación pueden determinarse óptimamente llevando a cabo ensayos CBR en el lugar mismo. Tanto el terreno de fundación como la capa de cimentación deben contener humedad en equilibrio cuando se lleven a cabo los ensayos CBR *in situ*. Normalmente, un pavimento que ha estado colocado por lo menos durante tres años se encontrará en equilibrio. Las conversiones entre capas, o sea la conversión de capa de firme a capa de cimentación, etc., son en gran medida una cuestión de criterio técnico. Al llevar a cabo las conversiones, se recomienda no redondear nunca los espesores convertidos.

4.4.26.5 Recrecimiento asfáltico sobre pavimento rígido existente. Para establecer el espesor requerido del crecimiento asfáltico de un pavimento rígido existente, es necesario en primer lugar determinar el espesor simple del pavimento rígido requerido para cumplir con las condiciones de cálculo. Este espesor se modifica entonces por un factor "F que determina el grado de agrietamiento que ocurrirá en el pavimento rígido existente. El espesor efectivo del pavimiento rígido existente se ajusta también mediante un factor de estado o condición entre "C_b". Los factores "F" y "C_b" cumplen dos funciones diferentes en la determinación del recrecimiento asfáltico, como se verá a continuación:

a) El factor "F", que determina el grado de agrietamiento que se presentará en la capa de firme, es una función de la magnitud del tráfico y de la resistencia del terreno de fundación. El factor "F" seleccionado determinará el estado final del recrecimiento y de la capa de firme. El factor "F", en efecto, indica que no es necesario el espesor total de la losa simple de hormigón determinada a partir de las curvas de cálculo, debido a que se admite que un pavimento con recrecimiento asfáltico se agriete y deflexione más que un pavimento rígido clásico. Se admite un mayor grado de agrietamiento y de deflexión, ya que el revestimiento asfáltico no se disgregará y puede adaptarse a mayores deflexiones que un pavimento totalmente rígido. Las fotografías de varios pavimentos con recrecimiento y capa de firme que se muestran en la Figura 4-63, ilustran el significado del factor "F". Las Figuras 4-63 a), b) y c) muestran que los pavimentos con recrecimiento y capa de firme fallan cuando se aplica un tráfico mayor a un recrecimiento asfáltico sobre

un pavimento rígido resistente. En el cálculo de un recrecimiento asfáltico, el estado del pavimento con recrecimientos y capa de firme después de la vida útil de cálculo debería ser similar al que se indica en la Figura 4-63 b). La Figura 4-64 es un gráfico que permite al calculista seleccionar el valor "F" pertinente para obtener un estado final similar al que se indica en la Figura 4-63 b).

b) El factor de estado o condición "C_b" se aplica al pavimento rígido existente. El factor "C_b" es una evaluación de la integridad estructural del pavimento existente. La determinación del valor "C_b" correspondiente es una decisión para la cual sólo pueden proporcionarse directrices generales. Debería utilizarse un valor "C_b", de 1,0 cuando las losas existentes presenten un agrietamiento incipiente nominal y de 0,75 cuando las losas presenten agrietamiento múltiple. Se advierte al calculista que la gama de valores "C_b" en el cálculo de los recrecimientos asfálticos es diferente de los valores "C_r" que se utilizan en el cálculo de los pavimentos rígidos con recrecimiento. El valor "C_b" mínimo es de 0,75. Debería fijarse un solo valor "C_b" para toda la zona. El valor "C_b" no debería modificarse dentro de un pavimento del mismo tipo.

c) Una vez que se hayan determinado el factor "F", el factor de estado "C_b" y el espesor simple del pavimento rígido, el espesor del recrecimiento asfáltico se calcula con la fórmula siguiente:

$$t = 2{,}5\ (Fh - C_b h_e)$$

donde t = espesor del recrecimiento asfáltico en pulgadas.

F = factor que determina el grado de agrietamiento en el pavimento con capa de firme.

h = espesor simple de pavimento rígido requerido para las condiciones del cálculo, en pulgadas. Utilícese el valor exacto de h; no hay que redondear.

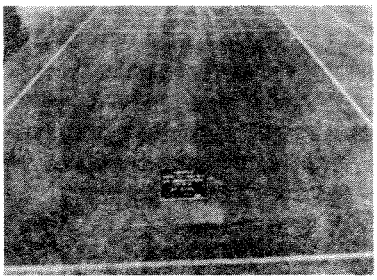
C_b = factor de estado para el pavimento con capa de firme que va de 1,0 a 1,75.

h_e = espesor del pavimento rígido existente en pulgadas.

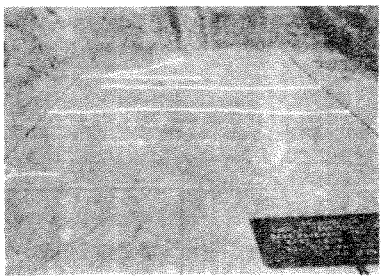
El cálculo del espesor del recrecimiento asfáltico en unidades métricas debería llevarse a cabo con la fórmula siguiente:

$$t = 2{,}5\ (Fh - C_b h_e)$$

donde: t, en centímetros
h, en centímetros
h_e, en centímetros

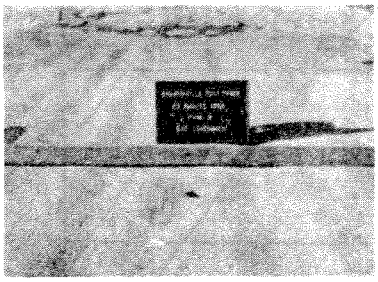


SUPERFICIE DE RECRECIMIENTO

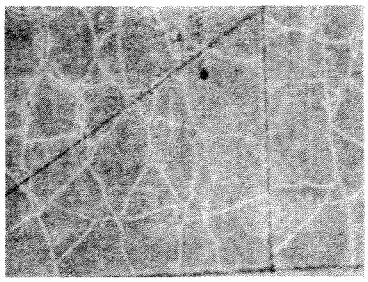


PAVIMENTO CON FIRME

(a)

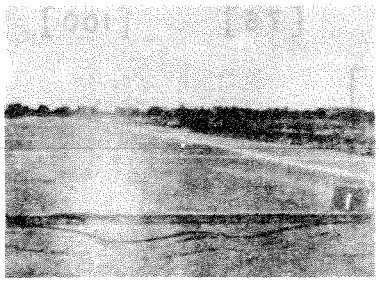


SUPERFICIE DE RECRECIMIENTO

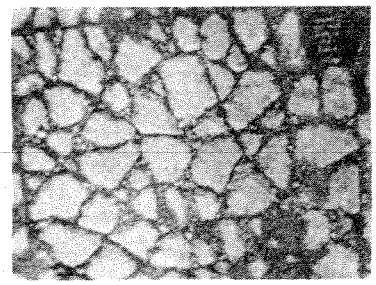


PAVIMENTO CON FIRME

(b)



SUPERFICIE DE RECRECIMIENTO



PAVIMENTO CON FIRME

(c)

Figura 4-63. Ilustración de varios factores "F" para calcular el recrecimiento asfáltico

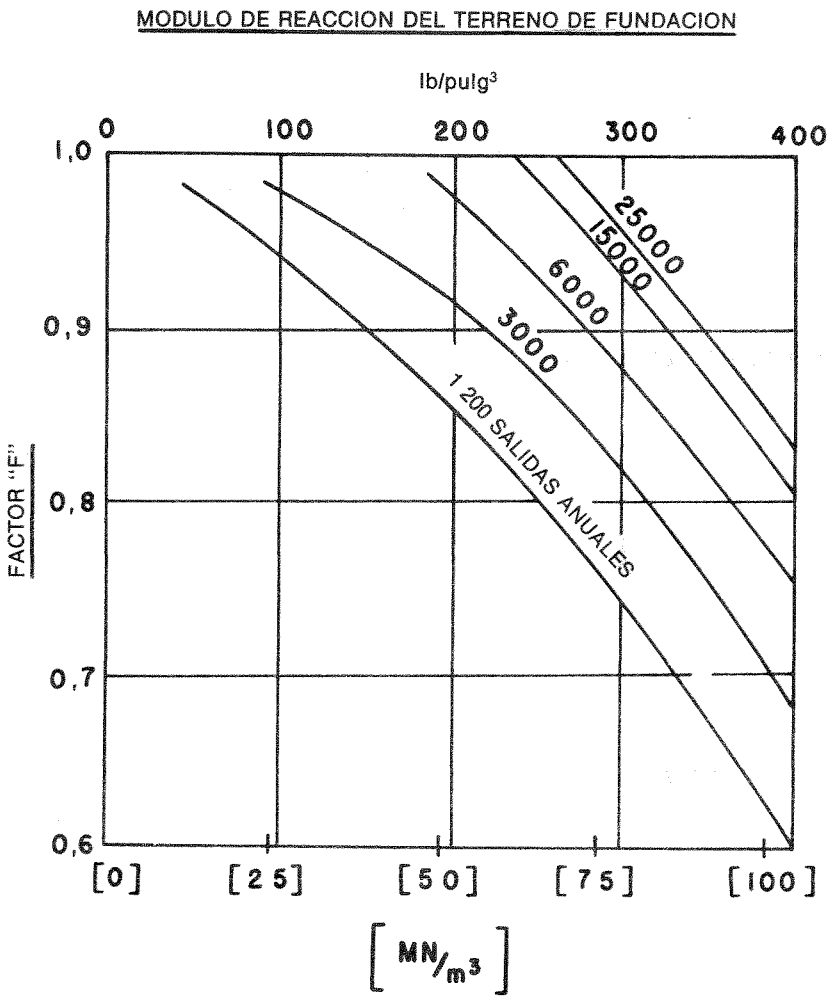


Figura 4-64. Gráfico del factor "F" en función del módulo de reacción del terreno de fundación para diferentes niveles de tráfico

d) El cálculo de un recrecimiento asfáltico para un pavimento rígido que ya posee recrecimiento asfáltico, es algo diferente. El calculista debería tratar el problema como si el recrecimiento asfáltico presente no existiera, calculando el espesor de recrecimiento necesario y ajustando el espesor calculado para compensar el recrecimiento existente. Si no se aplicara este procedimiento, con frecuencia se producirían resultados incompatibles.

1) Ejemplo de procedimiento. Supongamos que un pavimento existente consiste en un pavimento rígido de 10 pulg (25 cm) con un recrecimiento asfáltico de 3 pulg (7,5 cm). El pavimento existente se ha de reforzar para que sea equivalente a un espesor de pavimento rígido simple de 14 pulg (36 cm). Supongamos un factor F de 0,9 y C_b de 0,9, como apropiado para las condiciones existentes.

2) Calcúlese el espesor requerido del recrecimiento asfáltico, como si no existiera el recrecimiento de 3 pulg (7,5 cm).

$$t = 2,5\ (0,9 \times 14 - 0,9 \times 10)$$

$$t = 9 \text{ pulg } (23 \text{ cm})$$

3) Se prevé una tolerancia para el recrecimiento asfáltico existente. En este ejemplo se supone que el recrecimiento existente se encuentra en un estado tal que su espesor efectivo es sólo de 2,5 pulg (6 cm). El espesor requerido del recrecimiento sería entonces de 9 - 2,5 = 6,5 pulg (17 cm). La determinación del espesor efectivo del recrecimiento existente es una cuestión de criterio técnico.

e) La fórmula para calcular el espesor de los recrecimientos asfálticos sobre los pavimentos rígidos se limita a la aplicación de recrecimientos cuyo espesor sea igual o menor que el espesor del firme del pavimento rígido. Si el espesor del recrecimiento fuera superior al espesor del firme, el calculista debería considerar el cálculo del recrecimiento como el de un pavimento flexible y tratar el pavimento rígido existente como un material de base de alta calidad. Esta limitación se basa en el hecho de que en la fórmula se supone que el pavimento rígido existente soportará una carga considerable por efecto de flexión. Sin embargo, la contribución de la flexión resulta despreciable para los recrecimientos asfálticos gruesos.

4.4.26.6 Cálculo de recrecimientos de hormigón. Los recrecimientos de hormigón pueden construirse sobre los pavimentos rígidos o flexibles existentes. El espesor mínimo admisible para los recrecimientos de hormigón es de 5 pulg (13 cm) cuando se colocan sobre un pavimento flexible, directamente sobre un pavimento rígido o sobre una capa de nivelación. El espesor mínimo de un recrecimiento de hormigón que está ligado con un pavimento rígido existente es de 3 pulg (7,5 cm). El cálculo de los recrecimientos de hormigón se basa en la ecuación de la sección del firme y del recrecimiento con el espesor de una losa simple. Las fórmulas que se presentan se prepararon a base de la investigación sobre pavimentos con tramos de prueba y observaciones efectuadas en pavimentos en servicio.

4.4.26.7 Recrecimiento de hormigón sobre pavimentos flexibles. El cálculo de los recrecimientos de hormigón sobre los pavimentos flexibles existentes se basa en las curvas de cálculo de 4.4.18. El pavimento flexible existente se considera como un cimiento para la losa de recrecimiento.

a) Para el cálculo de un pavimento rígido, al pavimento flexible existente se le asignará un valor k, utilizando la Figura 4-35 ó 4-55 o llevando a cabo un ensayo con placa de carga sobre el pavimento flexible existente. En cualquier caso, el valor k asignado no debería exceder de 500.

b) Cuando las condiciones de helada requieran un espesor mayor, no se admite utilizar un material no estabilizado, ya que esto tendría como consecuencia un pavimento sandwich. La protección contra la helada tiene que ser proporcionada por un material estabilizado.

4.4.26.8 Recrecimiento de hormigón sobre pavimentos rígidos. El cálculo de recrecimientos de hormigón sobre pavimentos rígidos existentes también se basa en las curvas de cálculo de los pavimentos rígidos. Estas curvas indican el espesor del hormigón necesario para cumplir con las condiciones de cálculo para un espesor simple de pavimento de hormigón. La utilización de este método exige que el calculista asigne un valor k a la fundación existente. El valor k puede determinarse mediante ensayos de resistencia en el lugar mismo, mediante perforaciones de prueba practicadas en el pavimento rígido existente, o bien puede estimarse según los registros de construcción del pavimento existente. El cálculo de un recrecimiento de hormigón sobre un pavimento rígido requiere una evaluación de la integridad estructural del pavimento rígido existente. El factor de estado debería seleccionarse después de un estudio del estado del pavimento. La selección de un factor de estado es una cuestión de criterio técnico. La realización de ensayos no destructivos (NDT) puede ser de valor considerable en la evaluación del estado de un pavimento existente. También pueden aplicarse NDT para la determinación de los emplazamientos de las perforaciones de prueba. Con el propósito de proporcionar una evaluación más uniforme de los factores de estado, se determinan los factores siguientes:

C_r = 1,0 para el pavimento existente en buen estado - son evidentes algunas grietas menores, pero no tiene defectos estructurales.

C_r = 0,75 para el pavimento existente que presenta grietas incipientes en las esquinas, debido a la carga, pero no grietas progresivas ni fallas en las juntas.

C_r = 0,35 para el pavimento existente en condición estructural mala. Muchas grietas o juntas aplastadas y falladas.

Las tres condiciones que se discuten anteriormente se utilizan para ilustrar el factor de estado y no para establecer los únicos valores disponibles para el calculista. Las condiciones en un emplazamiento dado pueden exigir la utilización de un valor intermedio de C_r, dentro de la gama recomendada.

a) Recrecimiento de hormigón sin capa de nivelación. El espesor de la losa de recrecimiento de hormigón aplicada directamente sobre el pavimento rígido existente se calcula según la fórmula siguiente:

$$h_c = \sqrt[1,4]{h^{1,4} - C_r h_e^{1,4}}$$

h_c = espesor requerido del recrecimiento de hormigón

h = espesor requerido de la losa simple, determinada según las curvas de cálculo

h_e = espesor del pavimento rígido existente

C_r = factor de estado o condición.

Debido a la incomodidad de los exponentes de la fórmula anterior, en las Figuras 4-65 y 4-66 se ofrecen datos gráficos de la solución de la fórmula. Estos gráficos se prepararon sólo para dos factores de estado diferentes, C_r = 1,0 y 0,75. La utilización de un pavimento con recrecimiento de hormigón directamente aplicado sobre un pavimento rígido existente con un factor de estado inferior a 0,75 no es recomendable debido a la probabilidad de agrietamiento por reflexión.

b) Recrecimiento de hormigón con capa de nivelación. En algunos casos puede ser necesario aplicar una capa de nivelación de hormigón asfáltico a un revestimiento rígido existente, antes de aplicar el recrecimiento de hormigón. En estas condiciones se requiere una fórmula diferente para calcular el espesor del recrecimiento. Cuando se separan el pavimento existente y el pavimento de recrecimiento, las losas actúan con mayor independencia que cuando se encuentran en contacto unas con otras. La fórmula para el espesor de una losa de recrecimiento cuando se utiliza capa de nivelación, es la siguiente:

$$h_c = \sqrt{h^2 - C_r h_e^2}$$

h_c = espesor requerido del recrecimiento de hormigón

h = espesor requerido de losa simple, determinada según las curvas de cálculo

h_e = espesor del pavimento rígido existente

C_r = factor de estado

La capa de nivelación debe construirse con hormigón asfáltico muy estable. No se admite ninguna capa de separación granular, ya que esto significaría una construcción sandwich. Las soluciones gráficas de la ecuación anterior se indican en las Figuras 4-67 y 4-68. Estos gráficos se prepararon para factores de estado de 0,75 y 0,35. Normalmente pueden calcularse otros factores de estado entre estos valores, con precisión suficiente, mediante interpolación.

c) Recrecimiento de hormigón ligado. En ciertas condiciones, a veces se utilizan recrecimientos de hormigón que van ligados a los pavimentos rígidos existentes. Mediante liga del recrecimiento de hormigón con el pavimento rígido existente, la nueva sección se comporta como una losa monolítica. El espesor del recrecimiento ligado requerido se calcula sustrayendo el espesor del pavimento existente a partir del espesor de la losa requerida, determinado a partir de las curvas de cálculo.

$$h_c = h - h_e$$

donde:

h_c = espesor requerido del recrecimiento de hormigón

h = espesor requerido de la losa simple, determinado a partir de las curvas de cálculo

h_e = espesor del pavimento rígido existente

Los recrecimientos ligados deberían utilizarse únicamente cuando el pavimento rígido existente se halla en buen estado. Es más probable que los defectos de un pavimento existente se reflejen a través de un recrecimiento ligado, que en los otros tipos de recrecimiento de hormigón. El problema mayor que es probable encontrar en el caso de los recrecimientos de hormigón ligado es lograr una liga suficiente. Para asegurar esta liga, se requiere una preparación cuidadosa de la superficie y técnicas de construcción rigurosas.

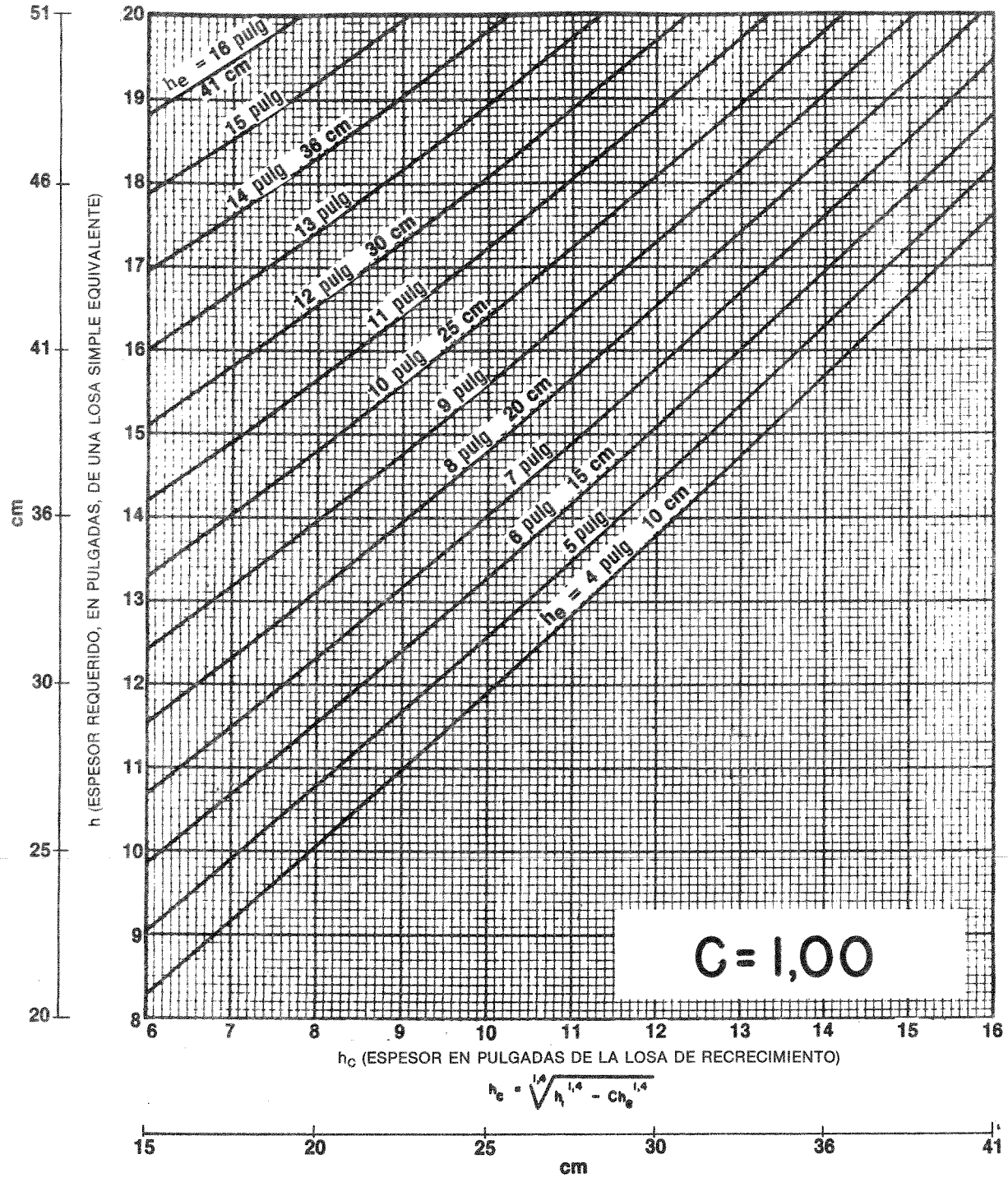


Figura 4-65. Recrecimiento de hormigón sobre pavimento rígido

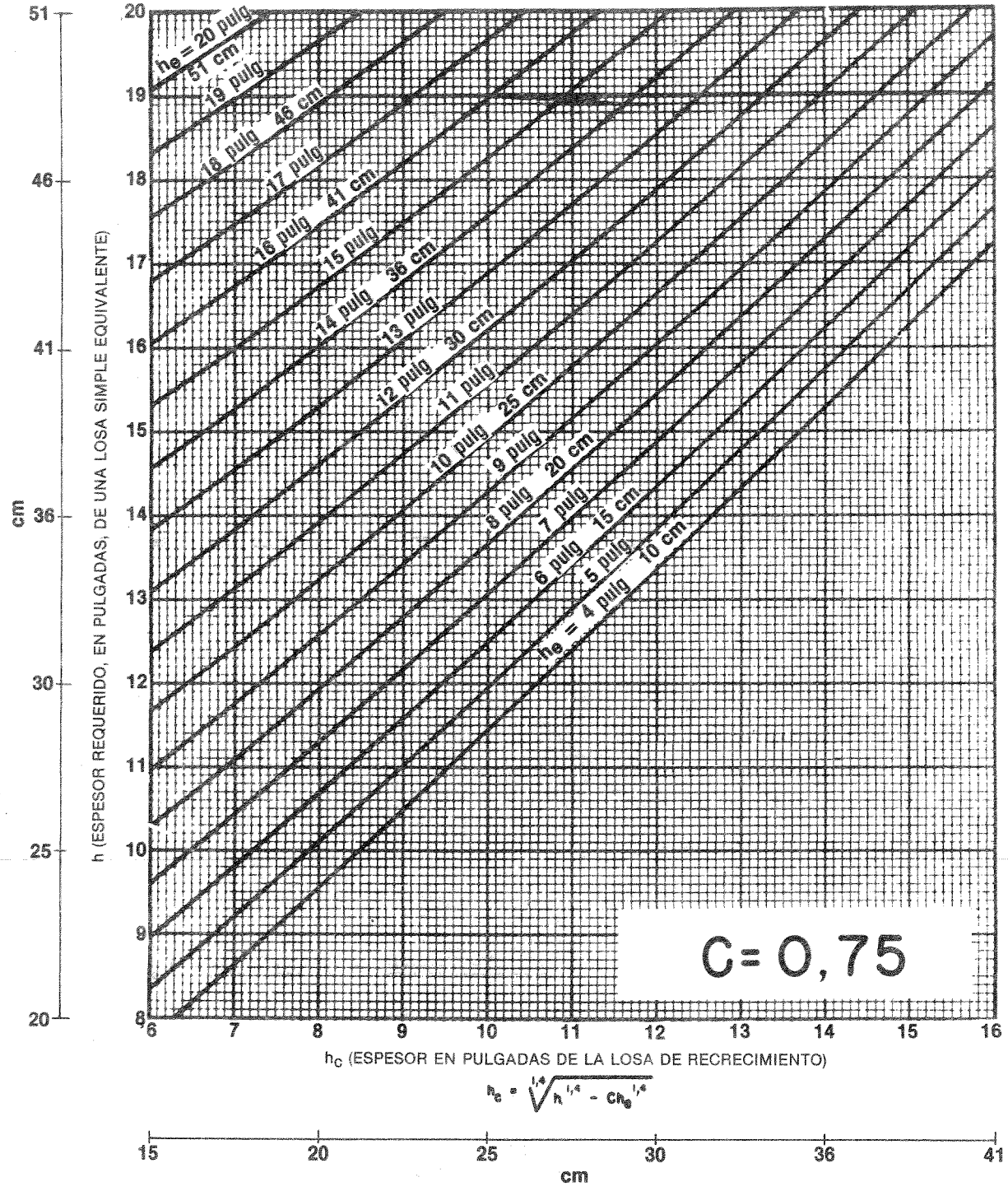


Figura 4-66. Recrecimiento de hormigón sobre pavimento rígido

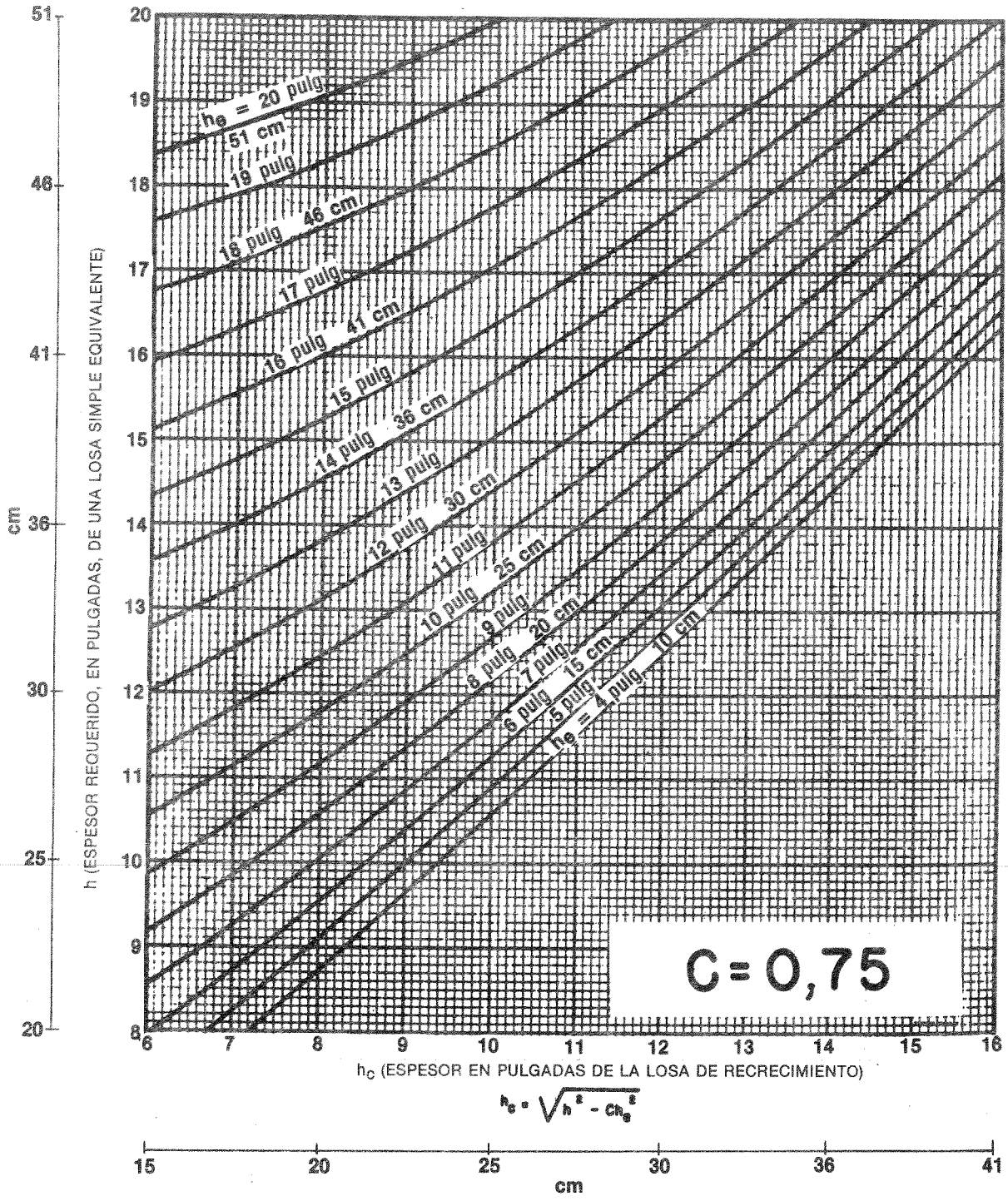


Figura 4-67. Recrecimiento de hormigón sobre pavimento rígido con capa de nivelación

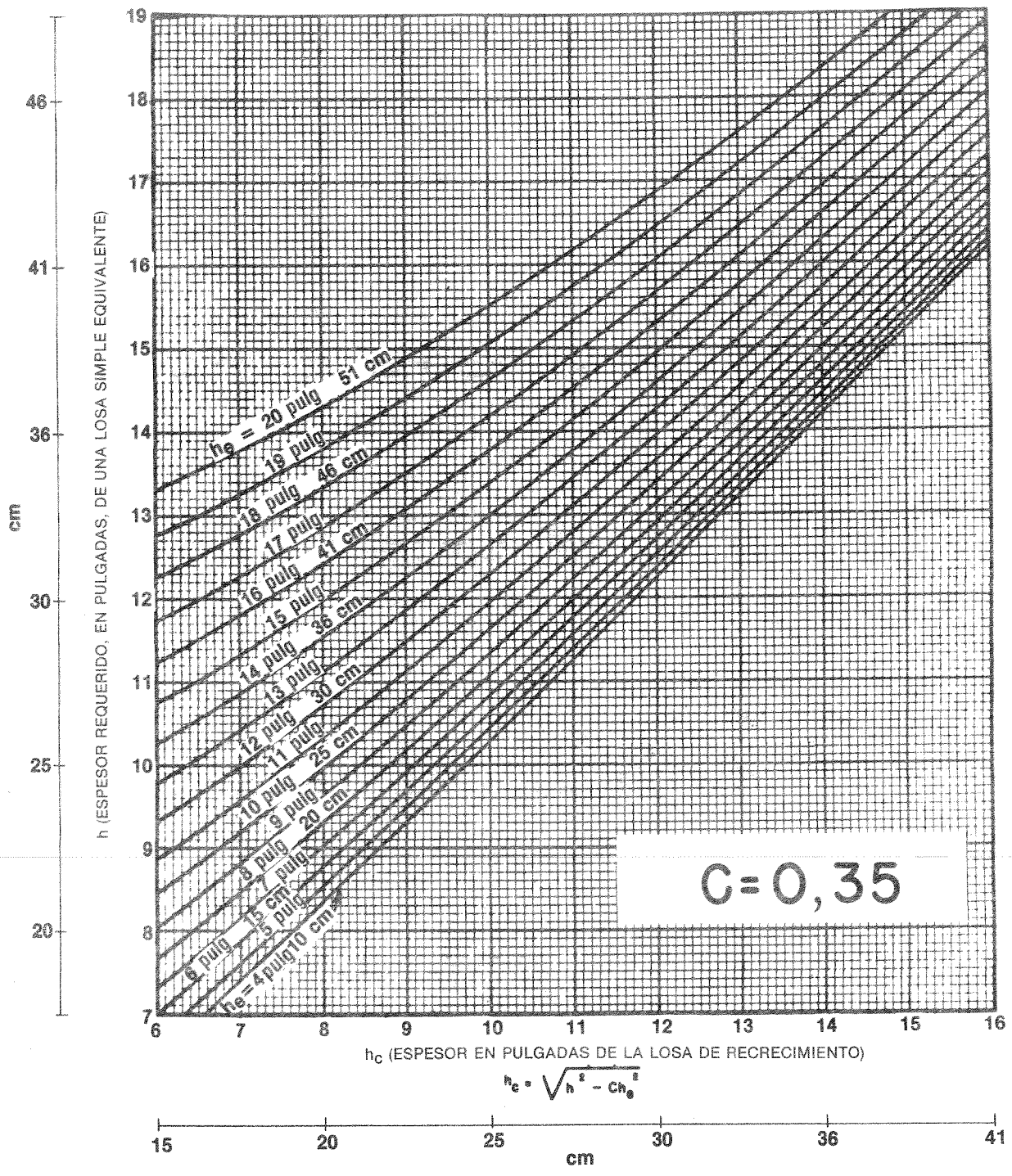


Figura 4-68. Recrecimiento de hormigón sobre pavimento rígido con capa de nivelación

4.4.27 Evaluación del pavimento

4.4.27.1 Objeto de la evaluación del pavimento

a) Los pavimentos de los aeropuertos se evalúan por varias razones. Las evaluaciones son necesarias para establecer la capacidad portante para las operaciones previstas, para evaluar la capacidad de los pavimentos para soportar cambios importantes en los volúmenes o tipos de tráfico previstos y para determinar el estado de los pavimentos existentes, para utilizar en la planificación o en el cálculo de perfeccionamientos que pueden requerirse para elevar la categoría de una instalación.

b) Los procedimientos de evaluación son esencialmente la inversa de los procedimientos de cálculo. Como la nueva metodología de cálculo de la FAA que se describe en este manual puede tener como consecuencia ligeras diferencias en los espesores con respecto a otros métodos de cálculo, no sería apropiado evaluar los pavimentos existentes según el nuevo método, salvo que los mismos hayan sido calculados con ese método. Esto podría reducir las cargas admisibles e ir en detrimento de los explotadores de las aeronaves. Para evitar esta situación, deberían evaluarse las diferentes condiciones de pavimentos que se indican en los párrafos siguientes.

4.4.27.2 Evaluaciones para las operaciones previstas. Cuando los pavimentos de aeropuertos se hallan sometidos a las cargas previstas en el momento del cálculo, su evaluación debería basarse en ese método de cálculo original. Por ejemplo, si un pavimento se calculó por el método X para servir a ciertas aeronaves durante una vida útil de 20 años y el tráfico que utiliza el pavimento es, en esencia, el mismo que se previó en el momento del cálculo, el pavimento debería evaluarse de acuerdo con el método X. El evaluador debería tener en cuenta que ocurrirá cierto deterioro a lo largo de una vida útil prevista de 20 años. No debería reducirse la resistencia portante del pavimento si el mismo proporciona una superficie operacional segura. Las curvas de evaluación anterior se encuentran en el Apéndice 4 para facilitar esta política de evaluación. Véanse las Figuras A4-8 a A4-21.

4.4.27.3 Evaluaciones para tráfico modificado. A veces se requieren evaluaciones para determinar la capacidad de un pavimento existente para soportar modificaciones importantes en las cargas del pavimento. Esto puede realizarse introduciendo diferentes tipos de aeronaves o bien cambiando el volumen de tráfico. En estos casos se recomienda también evaluar los pavimentos existentes de acuerdo con los métodos según los cuales se los calculó. El efecto de las modificaciones en el volumen de tráfico es generalmente pequeño y no tendrá grandes repercusiones sobre las cargas admisibles. El efecto de las modificaciones de los tipos de aeronaves depende del peso y de la configuración del tren de aterrizaje. La capacidad portante de los puentes, alcantarillas, desagües y otras estructuras existentes, también debería considerarse en estas evaluaciones.

4.4.27.4 Evaluaciones para la planificación y el cálculo. Las evaluaciones de los pavimentos actuales que han de utilizarse en la planificación o en el cálculo de mejoras, deberían basarse en el método que se utilizará para calcular esas mejoras. Los procedimientos que han de seguirse en la evaluación de los pavimentos de acuerdo con los criterios de cálculo que figuran en este manual, son los siguientes:

a) Etapas de la evaluación

1) Inspección del lugar. Esta inspección puede comprender, aparte del examen de las condiciones e instalaciones de avenamiento existentes en el lugar, el estudio de la zona de avenamiento, el desagüe, la napa freática, las obras de la zona, etc. Debería observarse también la presencia de efectos de la helada.

2) Estudio y evaluación de los registros. Esta etapa, al menos en parte, puede preceder a la etapa 1). Esta etapa se lleva a cabo mediante un estudio detallado de los datos y antecedentes de la construcción, de las consideraciones de cálculo, de las especificaciones, de los métodos y de los resultados de los ensayos, de los planos de construcción y de los antecedentes de mantenimiento. Los registros meteorológicos y los antecedentes más completos disponibles sobre el tráfico, también forman parte de los antecedentes útiles. Si las condiciones del suelo, de la humedad y del tiempo pudieran provocar efectos perjudiciales por la helada, puede requerirse un ajuste de la evaluación.

3) Muestreo y ensayo. La necesidad y el alcance de los ensayos físicos y de los análisis de materiales se basarán en las averiguaciones resultantes de la inspección del lugar, del estudio de los registros y del tipo de evaluación. Una evaluación completa para un cálculo detallado exigirá más tomas de muestras y la ejecución de más ensayos que, por ejemplo, en una evaluación prevista para utilizar en un plano principal. El muestreo y el ensayo tienen el propósito de proporcionar información sobre el espesor, la calidad y el estado general de los elementos del pavimento.

4) Informe sobre la evaluación. El análisis de las etapas 1), 2) y 3) debería culminar por la asignación de la capacidad portante de las secciones del pavimento que se consideran. Los análisis, las averiguaciones y los resultados del ensayo deberían incorporarse en un registro permanente para referencia futura. Aunque no es necesario que este registro adopte una forma dada, se recomienda incluir un plano en el que se identifiquen los límites de la zona de las secciones específicas del pavimento.

b) Procedimientos de muestreo directo. El procedimiento básico de evaluación para la planificación y el cálculo será la inspección visual y la referencia a los criterios de cálculo de la FAA, y como suplemento el muestreo, el ensayo y la investigación que los procesos de evaluación justifiquen. Para los pavimentos relativamente nuevos, sin signos visibles de desgaste ni de tensión, la resistencia puede basarse en la inspección de las secciones tal como fueron construidas, con modificaciones por cualquier variación en el material o deficiencias del registro. Si la edad o una situación de peligro visible indicara que ya no existe la resistencia original, deberían aplicarse modificaciones ulteriores a base del criterio o una combinación de criterio y de ensayos físicos

complementarios. Para los pavimentos que consisten en secciones no fácilmente comparables con las normas de cálculo de la FAA, la evaluación debería basarse en las normas FAA después de efectuar la comparación y las equivalencias de materiales.

1) Pavimentos flexibles. Los ensayos CBR realizados en laboratorio o en el campo pueden ser útiles para complementar los ensayos de clasificación de suelos. La Figura 4-69 muestra la relación aproximada entre la clasificación de terrenos de fundación utilizada anteriormente por la FAA y para el CBR.

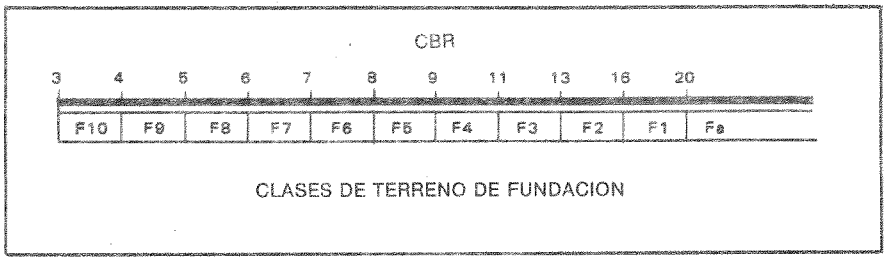


Figura 4-69. Comparaciones de clases de terrenos de fundación de la FAA - CBR

La conversión de los factores de clasificación del terreno de fundación "F" a los valores CBR es admisible cuando no sea posible efectuar ensayos CBR. Debe conocerse el espesor de las diferentes capas de la estructura del pavimento flexible, para poder evaluar el pavimento. Los espesores pueden determinarse mediante perforaciones o excavaciones de prueba. Pueden utilizarse también los planos y registros de construcción para determinar los espesores, si esos registros fueran suficientemente completos y precisos.

2) Pavimentos rígidos. La evaluación requiere la determinación del espesor de las capas componentes, la resistencia a la flexión del hormigón y el módulo de reacción del terreno de fundación.

a) El espesor de las capas componentes está disponible generalmente en los registros de construcción. Si la información no estuviera disponible o su exactitud fuera dudosa, los espesores pueden determinarse mediante perforaciones o excavaciones de prueba realizadas en el pavimento.

b) El modo más preciso para determinar la resistencia a la flexión del hormigón consiste en cortar con sierra vigas de prueba del pavimento existente, sometiéndolas a ensayo de acuerdo con la norma ASTM C-78. Las vigas aserradas son costosas y los gastos necesarios para obtener un número suficiente de vigas para establecer una muestra representativa, pueden ser prohibitivos. Si se dispusiera de los registros de construcción, podrían utilizarse como fuente de datos sobre la resistencia del hormigón a la flexión. Probablemente haya que ajustar los datos de construcción para tener en cuenta la edad, ya que la resistencia del hormigón aumenta con el tiempo. Existe una

relación aproximada entre la resistencia del hormigón a la compresión y su resistencia a la flexión, que pueden calcularse con la formula siguiente:

$$R = 9\sqrt{fc'}$$

donde R = resistencia a la flexión

fc' = resistencia a la compresión

Los ensayos de rotura por tracción (ASTM C-496) pueden utilizarse para determinar un valor aproximado de la resistencia a la flexión. La resistencia a la rotura por tracción debería multiplicarse aproximadamente por 1,5 para determinar la resistencia a la flexión con cierta precisión. Debería destacarse que las relaciones entre resistencia a la flexión y resistencia a la compresión o la resistencia a la rotura por tracción, son aproximadas y es probable que se presenten variaciones considerables.

c) El módulo de reacción del terreno de fundación se determina mediante ensayos con placa de carga, realizados sobre ese mismo terreno. Estos ensayos deberían efectuarse de acuerdo con los procedimientos establecidos en AASHTO T 222. Una parte importante del procedimiento de ensayo para determinar el módulo de reacción del terreno de fundación es la corrección de saturación del suelo, que forma parte de la norma indicada. En la aplicación normal se utiliza un factor de corrección determinado por el ensayo de consolidación de muestras con el contenido de humedad *in situ* o de saturación. Para evaluación de pavimentos más viejos, en que existan evidencias de que la humedad del terreno de fundación se ha estabilizado o que varía dentro de una gama limitada, no es necesario efectuar corrección por saturación. Si no fuera práctico realizar ensayos con placa de carga en el terreno, puede estimarse el módulo de reacción del terreno de fundación utilizando la Tabla 4-8.

d) Las capas de cimentación requerirán un ajuste al módulo de reacción del terreno de fundación. Es necesario conocer el espesor del cimiento para calcular un valor k para una capa de cimentación. El espesor de esta capa puede determinarse según los registros de construcción o efectuando perforaciones. Debería utilizarse la guía de 4.4.19, asignando al cimiento un valor k.

4.4.27.5 Pavimentos flexibles. Una vez establecidos todos los parámetros de evaluación del pavimento flexible existente utilizando la guía que se da en los párrafos anteriores, el proceso de evaluación es, en esencia, la inversa del procedimiento de cálculo. Se utilizan las curvas de cálculo para determinar la capacidad portante del pavimento existente. Los datos requeridos son los valores CBR del terreno de fundación y de la capa de cimentación, los espesores del revestimiento, de las capas de firme y de cimiento y el nivel anual de salidas. Deben llevarse a cabo varias verificaciones para determinar la capacidad de un pavimento flexible. El cálculo que produzca la carga más baja admisible servirá de referencia para la evaluación.

a) Espesor total del pavimento. Regístrese la abscisa inferior de la curva de cálculo apropiada con el espesor total del pavimento existente. Trácese una proyección vertical hasta la línea del nivel de salidas anuales. En el punto de intersección entre la proyección vertical y la línea del nivel de salidas, trácese una proyección horizontal a través de la curva de cálculo. Regístrese la abscisa superior con el valor CBR del terreno de fundación. Trácese una

proyección vertical hacia abajo hasta intersecar la proyección horizontal efectuada antes. El punto de intersección de estas dos proyecciones se encontrará en la proximidad de las líneas de carga de las curvas de cálculo. Se lee la carga admisible tomando nota del punto de intersección en relación con las líneas de carga.

b) Espesor del revestimiento y del firme. Los espesores combinados de revestimiento y de firme también deben verificarse para establecer la capacidad portante de un pavimento flexible existente. Para este cálculo es preciso conocer el valor CBR de la capa de cimentación, los espesores combinados de revestimiento y firme y el nivel anual de salidas. El procedimiento es el mismo que se describe en a), salvo que, para registrar las curvas de cálculo, se utilizan el CBR del cimiento y el espesor combinado del revestimiento y del firme.

c) Deficiencia en el espesor de la capa del firme. El espesor de la capa del firme existente debería compararse con el espesor mínimo de la capa del firme que se indica en la Figura 4-45. Los datos para utilizar esta curva son el espesor total del pavimento y el CBR del terreno de fundación. Regístrese la ordenada izquierda de la Figura 4-45 con el espesor total del pavimento. Trácese una proyección horizontal hasta la línea pertinente del CBR del terreno de fundación. En el punto de intersección de la proyección horizontal y de la línea CBR del terreno de fundación, trácese una proyección vertical hasta la abscisa inferior y léase el espesor mínimo de la capa del firme. Obsérvese que el espesor mínimo de la capa del firme es de 6 pulg (15 cm). Si existiera alguna deficiencia en el espesor de la capa del firme existente, debería vigilarse estrictamente el pavimento para detectar signos de peligro. Debería considerarse la formulación de planes para el revestimiento del pavimento con el propósito de corregir la deficiencia.

d) Deficiencia en el espesor del revestimiento. El espesor de la capa de rodadura existente debería compararse con el que se indica en la curva de cálculo pertinente. Si la capa de rodadura existente fuera más delgada que la que se indica en la curva de cálculo, debería observarse estrictamente el pavimento para detectar fallas en la superficie. Se recomienda considerar planes para corregir la deficiencia en el espesor del revestimiento.

4.4.27.6 Pavimentos rígidos. La evaluación de los pavimentos rígidos para las aeronaves requiere conocer la resistencia del hormigón a la flexión, el valor k de la fundación, el espesor de la losa y el nivel anual de salidas. Se utilizan las curvas de cálculo del pavimento para establecer la capacidad portante. Se registran las curvas de cálculo en la ordenada izquierda con la resistencia del hormigón a la flexión. Se traza una proyección horizontal hasta el valor k de la fundación. En el punto de intersección de la proyección horizontal y de la línea k, se traza una proyección vertical hasta la proximidad de las líneas de carga. Se registra el espesor de la losa en la escala del nivel pertinente de salidas en la parte derecha del gráfico. Se traza una proyección horizontal desde la escala de espesores hasta que interseque la proyección vertical anterior. El punto de intersección de estas proyecciones se encontrará en la proximidad de las líneas de carga. Se lee la capacidad portante en el punto de intersección con las líneas de carga.

CAPITULO 5. - METODOS PARA MEJORAR LA TEXTURA SUPERFICIAL DE LAS PISTAS

5.1 Objeto

5.1.1 El Anexo 14 exige que la superficie de una pista pavimentada esté construida de modo que proporcione características de buen roce cuando se encuentra mojada. En otras disposiciones figuran especificaciones mínimas para la configuración de las superficies de la pista y se reconoce en particular la necesidad de aplicar alguna forma de tratamiento superficial especial. El objeto de este capítulo consiste en proporcionar guía sobre métodos probados para mejorar la textura superficial de la pista. Esta guía comprende criterios técnicos indispensables para el cálculo, la construcción y el tratamiento de las superficies de la pista, la aplicación uniforme de las disposiciones pertinentes del Anexo 14, que se considera importante cumplir.

5.2 Consideraciones básicas

5.2.1 Antecedentes

5.2.1.1 Con el aumento constante de la masa de las aeronaves y el consecuente aumento significativo en la velocidad de despegue y de aterrizaje, han surgido varios problemas operacionales con los tipos clásicos de superficies de pista. Uno de los más importantes y potencialmente peligroso es el fenómeno de hidroplaneo (aquaplaning), al que se considera responsable de varios incidentes y accidentes sufridos por las aeronaves.

5.2.1.2 Los esfuerzos realizados para aminorar el problema del hidroplaneo han tenido como última consecuencia la preparación de nuevos tipos de pavimentos de pistas de textura superficial particular y de características de avenamiento mejoradas. La experiencia ha indicado que estas formas de terminación superficial, aparte de reducir exitosamente el riesgo de hidroplaneo, proporcionan un nivel de roce mucho mayor en todos los grados de humedad, que van desde la superficie humedecida hasta la inundada.

5.2.1.3 Actualmente se conviene en general en que no es necesario efectuar diariamente la notificación de las condiciones de roce con pista mojada. Esta es la consecuencia de la evolución de nuevos principios relativos al problema de las pistas mojadas. Por supuesto, es necesario mejorar en general los niveles de roce proporcionados por las superficies de pista en estado mojado "normal" y para eliminar en particular las superficies inferiores a las normales.

5.2.1.4 Esto ha tenido como consecuencia la determinación de los niveles mínimos aceptables de roce con pista mojada, para las pistas nuevas y actuales. En consecuencia, debería someterse a las pistas a una evaluación periódica de los niveles de roce utilizando las técnicas citadas en el Apéndice B del Anexo 14 y en documentos afines. Este concepto favorece la aplicación de la moderna tecnología para el acabado de superficies, que según la experiencia cumple eficazmente con los requisitos de roce con pista mojada y reduce el hidroplaneo.

5.2.2 Requisitos funcionales

5.2.2.1 Se supone que un pavimento de pista, considerado en su conjunto, ha de cumplir con las tres funciones básicas siguientes:

a) proporcionar una resistencia suficiente;

b) proporcionar una buena calidad de rodadura; y

c) proporcionar buenas características de roce en la superficie.

El primer criterio se refiere a la estructura del pavimento, el segundo a la forma geométrica de la superficie del mismo y el tercero a la textura de la superficie real.

5.2.2.2 Estos tres criterios se consideran esenciales para lograr un pavimento que cumpla funcionalmente con los requisitos operacionales. Sin embargo, desde el punto de vista operacional se considera que el tercero es el más importante, debido a que tiene una repercusión directa sobre la seguridad de las operaciones de las aeronaves. También pueden verse afectadas la regularidad y la eficacia. En consecuencia, el criterio de roce puede resultar un factor decisivo en la selección y en la forma del acabado más adecuado de la superficie del pavimento.

5.2.3 Identificación del problema

5.2.3.1 Las pistas que se encuentran en estado seco y limpio proporcionan, en general, características de roce comparables, con diferencias insignificantes para las operaciones en cuanto a los niveles de roce, sin tener en cuenta el tipo de pavimento (asfalto/hormigón de cemento) ni la configuración de la superficie. Por otro lado, el nivel de roce disponible no se ve muy afectado por la velocidad de la aeronave. En consecuencia, la operación sobre superficies de pistas secas es satisfactoriamente homogénea y en este caso no es preciso aplicar criterios técnicos particulares para el roce de la superficie.

5.2.3.2 En contraste, cuando la superficie de la pista se ve afectada por el agua en cualquier grado de humedad (por ejemplo desde la humedad hasta la inundación), la situación se torna totalmente diferente. En este estado, los niveles de roce proporcionados por las pistas caen notablemente a partir del valor en seco y existe una disparidad considerable en el nivel consecuente de roce entre diferentes superficies. Esta variancia se debe a las diferencias en el tipo de pavimento, a la forma de acabado superficial (textura) y a las características de avenamiento (forma). La disminución del roce disponible (que es evidente sobre todo cuando la aeronave opera a alta velocidad) puede tener repercusiones graves sobre la seguridad, la regularidad o la eficacia de las operaciones. El alcance dependerá del roce realmente requerido en función del roce proporcionado.

5.2.3.3 La reducción típica del roce cuando una superficie está mojada y la reducción del roce a medida que aumenta la velocidad de la aeronave, se explican por el efecto combinado de las presiones de agua viscosa y dinámica a las cuales se encuentra sometido el neumático con relación a la superficie. Esta presión causa una pérdida parcial de contacto "seco", cuya intensidad tiende a aumentar con la velocidad. Estas son condiciones en que la pérdida es prácticamente total y el roce cae hasta valores despreciables. Esto se identifica como hidroplaneo viscoso, dinámico o de caucho desvulcanizado. El modo en que estos fenómenos afectan las diferentes zonas de la interfaz neumático/superficie y el modo en que cambian de tamaño al aumentar la velocidad, se ilustran en la Figura 5-1.

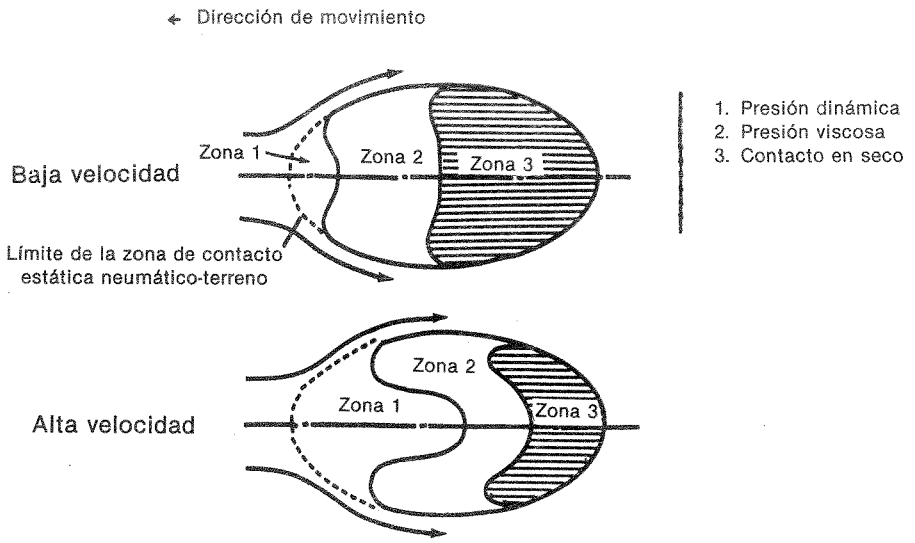


Figura 5-1. Areas de la interfaz neumático/superficie

5.2.3.4 En virtud de estas consideraciones puede decirse que el caso de la pista mojada parece representar un peligro importante y una amenaza potencial a las operaciones de vuelo. En consecuencia, se encuentran justificados los esfuerzos que se realicen para lograr una mejora general de la situación. Como se mencionó anteriormente, se considera que la aplicación del tratamiento moderno a la superficie de la pista es el método más práctico y eficaz de mejorar las características de roce de una pista mojada.

5.2.4 Objetivos del cálculo

5.2.4.1 En virtud de las consideraciones anteriores, los objetivos de cálculo del pavimento de la pista, que por similitud se aplican para el mantenimiento, pueden formularse del modo siguiente:

Un pavimento de pista debería calcularse y mantenerse de modo que proporcione una superficie que cumpla suficientemente con todos los requisitos funcionales, en todo momento, durante la vida útil prevista del pavimento, en particular:

a) proporcionar en todas las condiciones previstas de humedad, niveles de roce altos y características de roce uniforme; y

b) reducir al mínimo el riesgo potencial de todas las formas de hidroplaneo o sea hidroplaneo viscoso, dinámico y de caucho desvulcanizado. En el *Manual de servicios de aeropuertos* (Doc 9137-AN/898), Parte 2, *Estado de la superficie de los pavimentos*, figura información sobre estos tipos de hidroplaneo o "aquaplaning".

5.2.4.2 Como se detalla más abajo, la disposición de un roce adecuado en una pista húmeda está relacionada estrechamente con las características de avenamiento de la superficie de la pista. A su vez, las exigencias del avenamiento están determinadas por la intensidad de la precipitación local. En consecuencia, las exigencias del avenamiento son una variable local que determinará esencialmente los esfuerzos técnicos y las inversiones/costes asociados, necesarios para lograr el objetivo. En general, cuanto mayor sea la exigencia de avenamiento, más crítica resultará la interpretación y la aplicación de los criterios técnicos pertinentes.

5.2.5 Criterios físicos de cálculo

5.2.5.1 Generalidades. El problema del roce en la superficie de la pista afectada por el agua puede interpretarse, según el estado actual de la técnica, como un problema generalizado de avenamiento que consiste en tres criterios diferentes:

a) avenamiento superficial (forma de la superficie);

b) avenamiento en la interfaz neumático/superficie (macrotextura); y

c) avenamiento por penetración (microtextura).

Los tres criterios pueden sufrir en gran medida la influencia de las disposiciones técnicas y es importante observar que hay que cumplir con todos ellos para lograr un roce adecuado en todas las condiciones posibles, desde la superficie húmeda hasta la inundada.

5.2.5.2 Avenamiento de la superficie. El avenamiento de la superficie es un requisito básico que reviste la mayor importancia. Sirve para reducir al mínimo la profundidad de agua en la superficie, en particular en la zona de la trayectoria de la rueda. El objetivo consiste en escurrir el agua de la pista en el trayecto más corto posible y particularmente fuera del área del trayecto de la rueda. Una superficie con una pendiente conveniente (tanto en sentido longitudinal como transversal) y la uniformidad de la superficie son las características principales que proporcionan un avenamiento suficiente en las superficies. Además, puede aumentarse la capacidad de avenamiento mediante tratamientos superficiales especiales tal como ranuras transversales próximas entre sí o bien comenzando el desagüe por los vacíos de una capa de rodadura especialmente tratada (capa de roce porosa). La efectividad de la capacidad de avenamiento de los tipos modernos de superficie es evidente por el hecho de que las superficies sometidas aún a precipitaciones intensas, mantienen sólo el aspecto de humedad. Sin embargo, debería entenderse claramente que el tratamiento especial de la superficie no representa una sustitución de una forma inconveniente de la pista, debida a pendientes insuficientes o a una superficie desigual. Esta puede ser una consideración importante al adoptar una decisión sobre el método más eficaz de mejorar las características de roce con pista mojada de una superficie de pista existente.

5.2.5.3 Avenamiento en la interfaz neumático/superficie (macrotextura). El objeto del avenamiento en la interfaz (debajo de un neumático en movimiento) es doble:

a) evitar en lo posible que la masa de agua residual en la superficie pase a la zona delantera de la interfaz; y

b) avenar el agua de intrusión hacia el exterior de la interfaz.

El objetivo consiste en lograr una descarga rápida de agua desde la parte inferior del neumático con un mínimo de aumento en la presión dinámica. Se ha establecido que esto sólo puede lograrse mediante una superficie con una macrotextura abierta.

5.2.5.4 El avenamiento de la interfaz es en realidad un proceso dinámico o sea que es sumamente susceptible al cuadrado de la velocidad. En consecuencia, la macrotextura es particularmente importante para proporcionar roce suficiente en la gama de altas velocidades. En el aspecto operacional esto reviste la mayor importancia debido a que es en esta gama de velocidades en que es más crítica la falta de roce suficiente con respecto a la distancia de parada y a la capacidad de control de la dirección.

5.2.5.5 En este contexto será útil hacer una comparación entre las texturas aplicadas en la construcción de carreteras y en las pistas. Las texturas más lisas proporcionadas por las superficies de las carreteras pueden proporcionar un avenamiento

suficiente de la huella de un neumático de automóvil debido al relieve del neumático, que contribuye mucho al avenamiento en la interfaz. Sin embargo, los neumáticos de aeronave no pueden fabricarse con relieves de ese tipo y sólo poseen varias ranuras circunferenciales que contribuyen mucho menos al avenamiento en la interfaz. Su efectividad disminuye relativamente rápido al desgastarse el neumático. Sin embargo, el factor más vital, que determina el requisito de macrotextura, es la gama de velocidades, mucho mayor, en la cual opera la aeronave. Esto puede explicar por qué algunas superficies clásicas de pista que se construyeron según especificaciones similares a las superficies de las carreteras (de textura relativamente cerrada) presentan una disminución señalada en el roce con pista mojada al aumentar la velocidad y con frecuencia una susceptibilidad al hidroplaneo dinámico, con un contenido de agua relativamente poco profundo.

5.2.5.6 Puede proporcionarse una macrotextura suficiente mediante superficies de hormigón de cemento o de asfalto, aunque no con igual esfuerzo, estabilidad ni efectividad. En las superficies de pavimentos de hormigón de cemento, la macrotextura requerida puede obtenerse con peine de alambre transversal cuando la superficie se encuentra aún en estado plástico o con ranuras transversales poco espaciadas. En las superficies asfálticas la macrotextura puede lograrse mediante superficies de textura celular.

5.2.5.7 Otro criterio de cálculo exige la mayor uniformidad posible de la textura de la superficie. Este requisito es importante para evitar las fluctuaciones indebidas en el roce disponible que como consecuencia reduciría la eficacia del frenado antiderrapante o podría causar daños a los neumáticos.

5.2.5.8 El acabado superficial, que desde el punto de vista del roce con pista mojada se considera de la mayor eficacia, es el ranurado en el caso del hormigón de cemento Portland, o la capa porosa de roce en el caso del asfalto. Su efectividad puede explicarse por el hecho de que no sólo proporciona un buen avenamiento en la interfaz sino que contribuye notablemente al avenamiento de la masa de agua.

5.2.5.9 Avenamiento por penetración (microtextura). El objeto del avenamiento por penetración es establecer un contacto "seco" entre las asperezas de la superficie y el relieve del neumático en presencia de una película de agua delgada y viscosa. Las presiones viscosas que aumentan con la velocidad tienden a evitar el contacto directo, salvo en los lugares de la superficie en que prevalecen las asperezas, penetrando la película viscosa. Este tipo de rugosidad se llama microtextura.

5.2.5.10 La microtextura se refiere a la rugosidad fina de cada partícula de árido de la superficie y es difícilmente detectable al ojo desnudo, aunque puede apreciarse al tacto. En consecuencia pueden proporcionarse microtexturas suficientes mediante una selección apropiada de áridos que posean una superficie áspera. Esto excluye en particular todos los áridos pulimentables.

5.2.5.11 Tanto la macro como la microtextura son componentes vitales del roce en superficie mojada, o sea que se debe contar con ambos para lograr características aceptables de roce en todas las diferentes condiciones de humedad. El efecto combinado de micro y de macrotextura de una superficie sobre el roce con pista mojada resultante en función de la velocidad se ilustra en la Figura 5-2, indicando también que el objetivo del cálculo formulado en 5.2.4 puede lograrse por medios técnicos.

5.2.5.12 Un problema de envergadura con la microtextura es que puede capear dentro de períodos breves (al contrario de la macrotextura), sin poder detectarla fácilmente. Un ejemplo típico de este fenómeno es la acumulación de depósitos de caucho en la zona de toma de contacto, que enmascarará en gran medida la microtextura sin reducir necesariamente la macrotextura. La consecuencia puede ser una disminución considerable en el nivel

de roce con pista mojada. Para resolver este problema se recurre a mediciones periódicas del roce, lo cual da una idea de la microtextura existente. Si se determinara que el bajo roce en pista mojada se debe al deterioro de la microtextura de la superficie, existen métodos para restaurar eficazmente la microtextura para las superficies existentes de las pistas (véase 5.3).

5.2.6 Especificaciones mínimas

5.2.6.1 Las especificaciones técnicas básicas para la forma geométrica (pendiente longitudinal/pendiente transversal/uniformidad de la superficie) y para la textura (macrotextura) de una superficie de pista, figuran en el Anexo 14.

5.2.6.2 Pendientes. Toda nueva pista debería diseñarse con perfil transversal uniforme con la máxima pendiente que permita el Anexo 14, y los perfiles longitudinales deben tener la menor pendiente posible. Es preferible que el perfil transversal sea bombeado, pero si por cualquier razón esto no puede lograrse, la pendiente transversal única debería establecerse teniendo muy en cuenta los vientos prevalecientes que impliquen lluvia, para asegurar que cuando el viento sople, según la pendiente transversal, no impida el desagüe de la superficie. (En los casos en que haya una sola pendiente transversal, en algunos lugares puede hacer falta prever tomas de drenaje a lo largo del borde más elevado de la pista para prevenir que el agua acumulada en el margen lateral se derrame en la superficie de la pista.) Debe prestarse especial atención a la necesidad de disponer de buen drenaje en la zona de toma de contacto, ya que el "aquaplaning" inducido en esta etapa inicial del aterrizaje, una vez comenzado, puede mantenerse con alturas de agua considerablemente menores que haya más allá a lo largo de la pista.

5.2.6.3 Si se satisfacen estos criterios ideales de conformación, se reducirán al mínimo los incidentes debidos al "aquaplaning", pero si en la ejecución no se tienen en cuenta habrá una mayor probabilidad de que se produzca "aquaplaning", por buena que sea la característica de roce de la superficie de la pista. Estas observaciones son también aplicables a los proyectos de reconstrucciones importantes, y, por otra parte, cuando haya que rehacer las superficies de rodadura de pistas viejas, se debería aprovechar la oportunidad, siempre que sea posible, para mejorar las rasantes con objeto de ayudar al drenaje. Toda mejora de perfil, por pequeña que sea, resulta útil.

5.2.6.4 Lisura o uniformidad de la superficie. Este es un componente de la forma de la pista que requiere una atención igualmente cuidadosa. La uniformidad de la superficie es importante también para la calidad de rodadura de las aeronaves de reacción rápidas.

5.2.6.5 Los requisitos de lisura de la superficie se describen en el Anexo 14, Adjunto A, 5, y reflejan buenos métodos técnicos. La falta de cumplimiento de estos requisitos mínimos puede reducir notablemente el avenamiento superficial y provocar la formación de charcos. Esto puede suceder en las pistas viejas, como resultado del asentamiento diferencial y de la deformación permanente de la superficie de los pavimentos. Los requisitos de lisura se aplican no sólo a la construcción de un nuevo pavimento, sino a toda la vida útil del pavimento. La deformación máxima tolerable de la superficie debería indicarse como criterio vital del cálculo. Esto puede tener una repercusión importante sobre la determinación del tipo más apropiado de construcción y del tipo de pavimento.

5.2.6.6 Con respecto a la susceptibilidad a la formación de charcos cuando se producen irregularidades en la superficie, las formas de pista con pendiente transversal máxima admisible se ven mucho menos afectadas que las que tienen pendientes transversales marginales. Las pistas en que se forman charcos normalmente requieren un tratamiento superficial y un cambio de forma para eliminar eficazmente el problema.

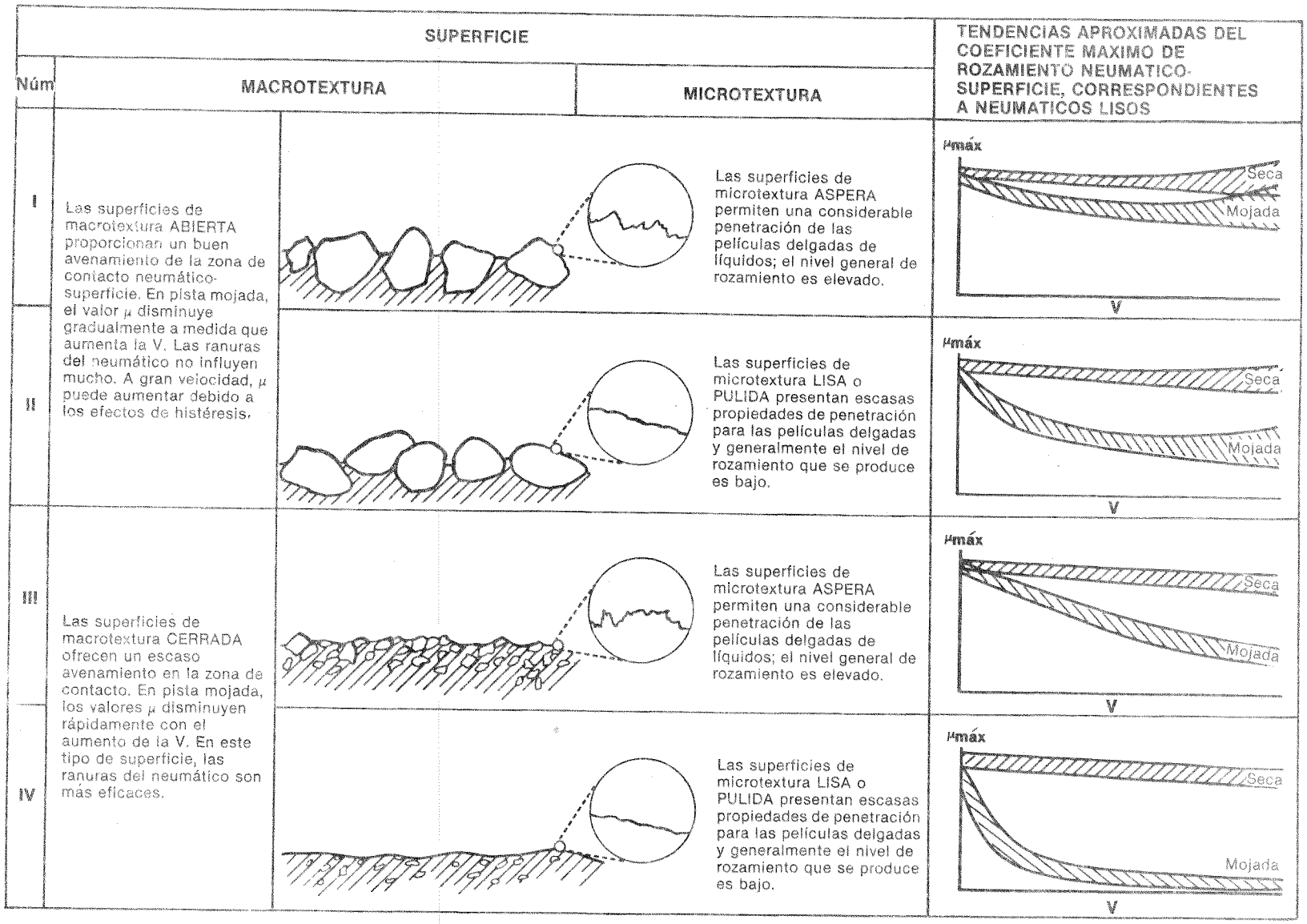


Figura 5-2. Efecto de la textura de la superficie sobre el coeficiente de rozamiento neumático-superficie

5.2.6.7 Textura de la superficie. Los requisitos de macrotextura de la superficie se indican en el Anexo 14 en términos de profundidad media de la textura de la superficie, que no debería ser inferior a 1 mm para las superficies nuevas. Se reconoce también que esta disposición exigirá normalmente alguna forma de tratamiento superficial especial. El valor mínimo para la profundidad media de la textura se ha calculado empíricamente y da cuenta del mínimo absoluto requerido para proporcionar un avenamiento suficiente en la interfaz. Pueden requerirse valores más altos en cuanto a profundidad media de textura cuando la frecuencia e intensidad de la precipitación sean un factor crítico para satisfacer la demanda de avenamiento en la interfaz. Las superficies que no lleguen a cumplir con los requisitos mínimos en cuanto a profundidad media de la textura de la superficie demostrarán características deficientes de roce en húmedo, particularmente si la pista es utilizada por aeronaves de alta velocidad de aterrizaje. En consecuencia, es obligatorio adoptar medidas a este respecto. En 5.3 se describen métodos para mejorar las características de roce con pista mojada.

5.2.6.8 Tal como se esbozó anteriormente, la uniformidad de la textura es también un criterio importante. En este aspecto, existen varios tipos específicos de superficie y superficies que cumplen con este requisito (véase 5.3). En estas superficies normalmente se lograrán texturas con profundidades medias superiores a 1 mm.

5.2.6.9 La macrotextura de una superficie normalmente no cambia mucho con el tiempo, salvo en la zona de toma de contacto, como resultado de los depósitos de caucho. En consecuencia, sólo se requerirá efectuar a intervalos prolongados el control periódico de la profundidad media de la textura de la superficie en la parte no contaminada de la superficie de la pista.

5.2.6.10 Con respecto a la microtextura, no existe ninguna medida directa disponible para determinar la rugosidad fina requerida del árido en términos técnicos. En consecuencia, no existe ninguna especificación pertinente en el Anexo 14. Con todo, se sabe por experiencia que el árido de calidad debe poseer una superficie áspera y bordes agudos para presentar buenas propiedades de penetración de la película de agua. Es importante también que el árido esté realmente expuesto a la superficie y no revestido totalmente por un material suave. Como la microtextura es un constituyente vital del roce en húmedo sin tener en cuenta la velocidad, la suficiencia de la microtextura proporcionada por una superficie particular puede evaluarse en general por medición del roce. La falta de microtextura tendrá como consecuencia una disminución considerable de los niveles de roce en toda la gama de velocidades. Esto ocurrirá aun en superficies con un grado mínimo de agua (por ejemplo húmedas). Este método de tipo cualitativo puede ser suficiente para detectar la falta de microtextura en los casos evidentes.

5.2.6.11 El deterioro de la misma textura causado por el tráfico y los agentes atmosféricos puede presentarse, al contrario de la macrotextura, dentro de períodos de tiempo relativamente cortos y puede cambiar también con el estado operacional de la superficie. En consecuencia, es preciso efectuar verificaciones periódicas y frecuentes mediante mediciones del roce en particular con respecto a la zona de toma de contacto, donde los depósitos de caucho rápidamente enmascaran la microestructura.

5.2.6.12 Calibración del roce de la superficie de la pista. El Anexo 14 requiere que se calibre periódicamente la superficie de la pista para verificar sus características de roce cuando se encuentren mojadas. Estas características de roce no deben descender por debajo de un nivel indicado por el Estado para una nueva construcción (objetivo de cálculo mínimo) y para el mantenimiento, respectivamente. Los niveles de roce en húmedo, que reflejan los límites mínimos aceptables para las nuevas construcciones y para el mantenimiento, que se encuentran en uso en ciertos Estados, se indican en el Anexo 14, Adjunto B.

5.2.6.13 En el cálculo de una nueva pista, la aplicación óptima de un criterio técnico básico en cuanto a la forma y a la textura proporcionará normalmente una garantía aceptable de lograr niveles superiores al nivel mínimo indicado aplicable de roce con pista mojada. Si en los planes figuran grandes diferencias con respecto a las especificaciones fundamentales en cuanto a forma o textura, será aconsejable efectuar mediciones de roce con pista mojada en diferentes superficies de prueba, con el propósito de evaluar la influencia relativa de cada parámetro de roce con pista mojada, antes de adoptar una decisión en cuanto al cálculo final. Las mismas consideraciones son válidas para el tratamiento de la textura superficial de las pistas existentes.

5.3 Tratamiento de la superficie de las pistas

5.3.1 Generalidades

5.3.1.1 Los métodos que se describen en esta sección se basan en la experiencia de varios Estados. Es importante que se efectúe una detallada apreciación técnica de las características de los pavimentos existentes en cada lugar, antes de que se considere cualquier método determinado, y de que el método seleccionado resulte adecuado para los tipos de aeronaves que utilicen la pista. Debería observarse que, con respecto a la mejora de las características de roce de los pavimentos de pista existentes, para que sea eficaz en ciertos casos puede requerirse una reforma del pavimento, antes de la aplicación de un tratamiento superficial especial.

5.3.2 Riego asfáltico de la superficie

5.3.2.1 Consideraciones de carácter operacional. Las aeronaves con trenes de aterrizaje con bogies de cuatro ruedas y presión de neumáticos de 1 930 kPa y con pesos de despegue superiores a 90 000 kg han utilizado regularmente durante algunos años pistas que habían sido deliberadamente tratadas con el método del riego asfáltico para mejorar el grado de rozamiento (Figura 5-3). No existen pruebas de que haya aumentado el desgaste de neumáticos.

5.3.2.2 Examen del pavimento existente. La conformación general y el perfil de la pista existente no tienen tanta importancia en los casos de otros tratamientos, y cuando existan en la pista algunos cambios de pendiente, tanto en el sentido transversal como longitudinal, el riesgo asfáltico es probablemente el único medio conveniente, a menos que se efectúen costosos trabajos para acondicionar de nuevo la superficie. A pesar del hecho de que la conformación general no necesita ser ideal para que dé buenos resultados la aplicación de este tratamiento, el equipo de compactación debe poder seguir las mínimas irregularidades para lograr una adherencia uniforme de la gravilla. En los casos en que no se pueda cumplir con esta condición, podría ser necesario aplicar una nueva capa asfáltica de rodadura antes de efectuar el riego asfáltico.

5.3.2.3 Eficacia del tratamiento. El riego asfáltico elevará inicialmente el coeficiente de rozamiento de la superficie hasta un valor elevado, a partir del cual, según sea la intensidad del tránsito, comenzará a disminuir gradualmente. Normalmente puede esperarse que tenga una vida efectiva hasta de cinco años.

5.3.2.4 Extremos de pista. No es necesario aplicar el tratamiento a los extremos de pista usados para iniciar los despegues. El efecto de las aeronaves al virar, y los derrames de combustible, así como el calor, han de ablandar el aglomerante, y el chorro de gases dará por resultado que se afloje la gravilla.

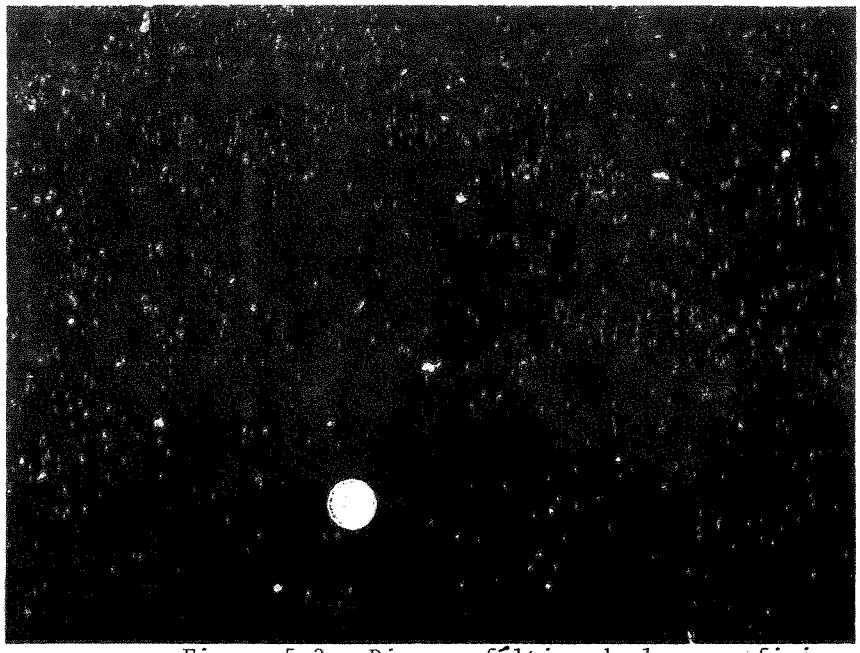


Figura 5-3. Riego asfáltico de la superficie

5.3.2.5 Gravilla. Los elementos de la gravilla pertenecerán a uno de los siguientes grupos: basalto, gabbro, granito, arenisca, hornfelsa, pórfido o cuarcita.

5.3.2.6 La engravilladora mecánica. Se distribuye la gravilla con una engravilladora mecánica de tipo aprobado, que incorpore un sistema mecánico de alimentación que permita conservar invariablemente la velocidad de distribución seleccionada.

5.3.2.7 Limitaciones durante el mal tiempo. No se efectuarán trabajos durante los períodos de lluvia, nieve o cellisca ni en superficies heladas o en aquéllas en las que haya agua depositada. Cuando las condiciones meteorológicas lo exijan, se proveerá una protección adecuada a la gravilla durante la distribución.

5.3.2.8 Tapas de tomas de combustible, rejillas de alcantarillado y señalización de aeródromos existentes. Estos elementos se protegen tapándolos y efectuando el acabado esmerado del riego asfáltico alrededor de los mismos. Cuando no se especifique la necesidad de tapar las señales de aeródromo, se corre el riesgo de que las mismas queden obliteradas.

5.3.2.9 Preparación de la superficie existente. Inmediatamente antes de la aspersión del conglomerante, se limpiarán escrupulosamente las superficies existentes con barredoras mecánicas, complementando esta medida con barrido a mano si fuera necesario. Se debe retirar todo resto de vegetación, materiales sueltos, polvo y residuos de toda especie, etc., en la forma indicada.

5.3.2.10 Aplicación del conglomerante de superficie. Se aplicará el conglomerante en la proporción seleccionada, que se mantendrá sin variación de manera tal que resulte una película de espesor uniforme. Se pondrá especial cuidado de que no se produzcan goteos ni derrames ni queden áreas de excesivo espesor.

5.3.2.11 Aplicación de la gravilla tratada. La temperatura que deberá tener la gravilla durante su aplicación sobre las superficies regadas con el conglomerante no será menor de 83°C cuando se utilice ligante asfáltico y de 72°C cuando se utilice ligante de alquitrán. Antes y durante la operación de apisonado se deberá recubrir con una nueva gravilla cualquier espacio o bache desguarnecido.

5.3.2.12 Apisonado. Se debe cilindrar inmediatamente la gravilla esparcida y antes de que pierda calor.

5.3.2.13 Barrido y cilindrado final. En los tres días que siguen a la operación de engravillado se barrerán, con escobas de mano, todas las gravillas sueltas que queden en la superficie, acarreándose en camiones los materiales recogidos. Se apisonará nuevamente la superficie por lo menos con tres pasadas completas. La superficie acabada ha de tener firmemente adherida la gravilla, presentará uniformidad en cuanto a textura y color en toda la extensión de la obra, y estará totalmente exenta de irregularidades debidas a fisuras o marcas que dejen objetos que se hayan arrastrado o dejado caer, no mostrará solape excesivo, ni relleno incorrecto de las juntas longitudinales o transversales u otros defectos, y deberá quedar limpia y ordenada. En ningún caso se volverán a usar las barreduras de gravilla.

5.3.3 Pavimentos estriados

5.3.3.1 Consideraciones operacionales. No existen objeciones de carácter operacional por lo que toca al estriado de las superficies existentes. La experiencia obtenida al operar, durante bastantes años, con todo tipo de aeronaves, sobre superficies estriadas, indica que, en un futuro previsible, no hay límite en cuanto a tamaño, carga o tipo de aeronave, para una utilización satisfactoria de tales superficies. Hay pruebas, no concluyentes, de que, en ciertas condiciones operacionales, el desgaste de neumáticos es ligeramente mayor que lo normal.

5.3.3.2 Los métodos de estriado comprenden el aserrado de estrías en el asfalto existente o debidamente curado (Figura 5-4) o en el hormigón de cemento Portland y el estriado o peinado de hormigón de cemento Portland mientras se encuentra en estado plástico. Contando con las técnicas actuales, las estrías cortadas con sierra proporcionan una anchura, una profundidad y una alineación más uniformes. Este método es el medio más efectivo de eliminar el agua de la interfaz pavimento/neumático y mejora la resistencia del pavimento al deslizamiento. Con todo, el estriado en estado plástico y el peinado son también eficaces para mejorar las características de avenamiento y de roce de las superficies del pavimento. Este estriado es de construcción menos costosa que las estrías cortadas con sierra, particularmente en los casos en que se utilizan áridos muy duros para los pavimentos. En consecuencia, debería considerarse la relación coste-beneficio al decidir la técnica de estriado que debería emplearse para una pista dada.

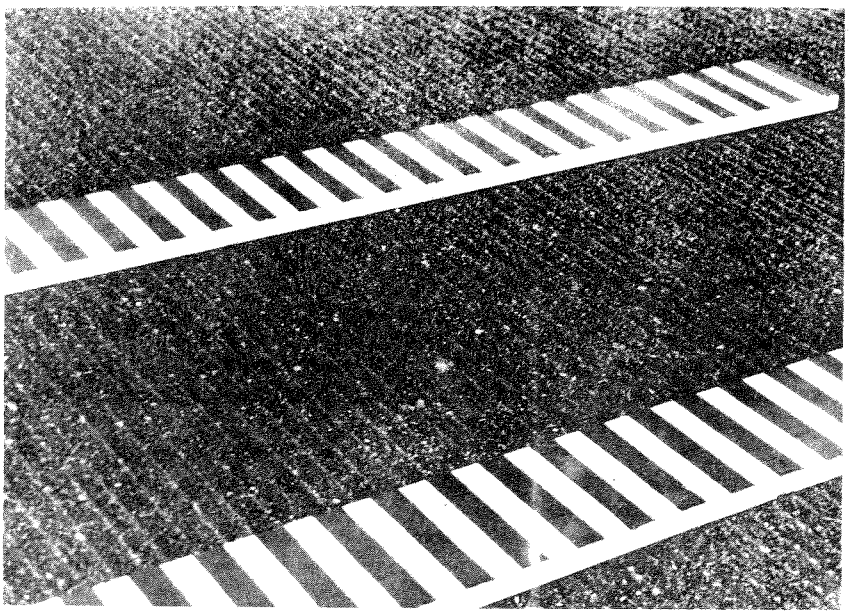


Figura 5-4. Estriado del revestimiento asfáltico
(Nota.- La escala indica divisiones de 2,5 cm)

5.3.3.3 Factores que han de considerarse. Los factores siguientes deberían considerarse en la justificación del estriado de las pistas:

a) estudio de los antecedentes de los accidentes/incidentes de aeronaves relacionados con el hidroplaneo en las instalaciones aeroportuarias;

b) frecuencia de mojadura (estudio de la frecuencia y de la intensidad de las precipitaciones anuales);

c) pendientes transversales y longitudinales, zonas planas, depresiones, montículos o cualquier otra anormalidad que pueda afectar el escurrimiento del agua;

d) calidad de la textura superficial en cuanto a su resbalosidad en condiciones secas o húmedas, pulimento del árido, revestimiento por sellado incorrecto, microtextura/macrotextura insuficientes y acumulación de contaminantes, son algunos ejemplos de las condiciones que pueden afectar la pérdida de roce en la superficie;

e) limitaciones del terreno tales como cortes en los extremos de la pista y en las zonas de seguridad;

f) suficiencia en cuanto al número y longitud de las pistas disponibles;

g) efectos del viento transversal, particularmente cuando prevalecen factores de poco roce; y

h) la resistencia y el estado de los pavimentos de las pistas existentes.

5.3.3.4 Evaluación del pavimento existente. En las superficies asfálticas habrá que probar que la capa de rodamiento existente sea una capa densa, estable y bien compacta. Si la superficie presentara desgastes o se encontraran expuestas grandes partículas de árido grueso, habrá que considerar otros métodos o bien emprender la aplicación de un nuevo revestimiento antes de proceder al estriado. En los pavimentos rígidos habrá que examinar que la superficie existente sea sólida, libre de escamas o de zonas deterioradas amplias o de grietas activas. Aparte del estado de la superficie misma, también resulta importante la relación entre pendiente transversal y longitudinal. Si en las pendientes longitudinales el escurrimiento del agua se dirigiera a lo largo de la pista en lugar de correrse rápidamente hasta los desagües laterales, las estrías podrían llenarse de agua libre, dejar de desaguar con rapidez y quizá facilitar el hidroplaneo. Por igual razón, las superficies con zonas deprimidas deberían repararse o remplazarse antes del estriado.

5.3.3.5 Eficacia del tratamiento. Las estrías transversales proporcionarán en todos los casos un aumento mensurable del coeficiente de roce, aunque el grado de mejoría estará en relación con la calidad del revestimiento existente. La duración de la mejoría dependerá de las propiedades de la capa de rodadura de asfalto, del clima y del tránsito. La experiencia indica que el estriado no trae como consecuencia un aumento del índice de deterioración del asfalto. La mejora sirve también para los revestimientos de pavimento rígido, el cual no resulta afectado adversamente por el estriado. No se han hallado ranuras obstruidas con polvo, desechos industriales u otras materias perjudiciales, si bien se han observado algunos depósitos de caucho.

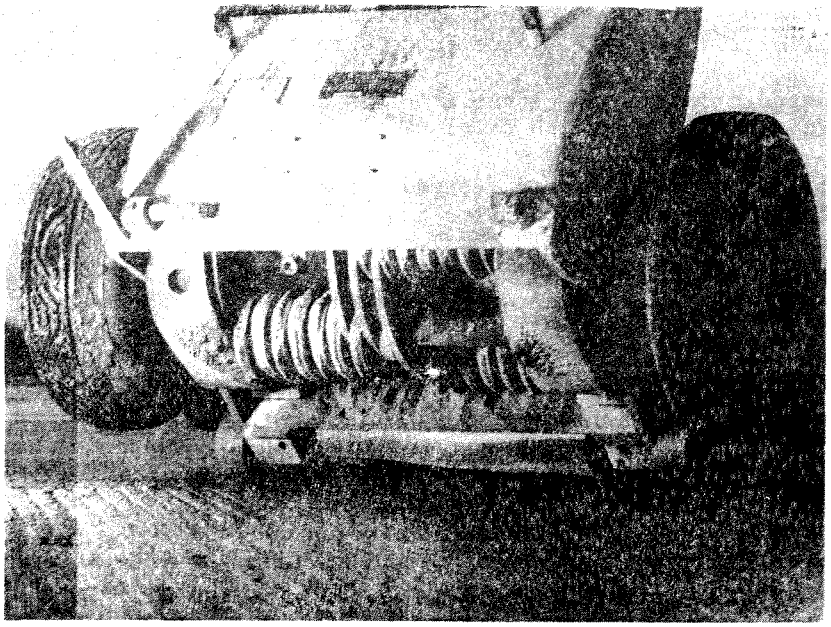


Figura 5-5. Operación de estriado con la máquina de discos

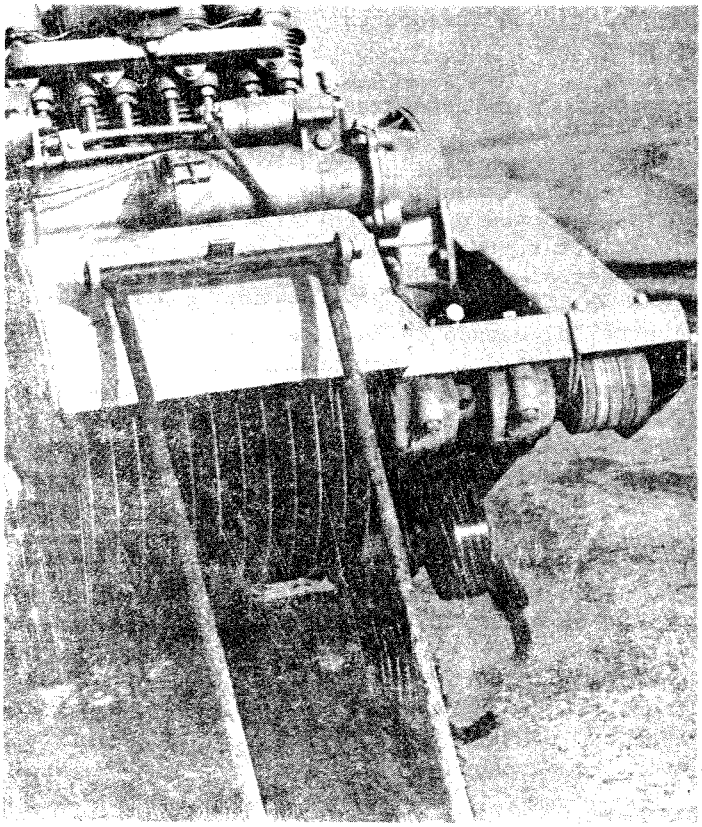


Figura 5-6. Operación de estriado con la máquina de sierras

5.3.3.6 Técnica. La superficie debe estriarse en el sentido transversal, perpendicularmente a los bordes de la pista o paralelamente a las juntas transversales no perpendiculares, con ranuras que crucen ininterrumpidamente la pista. La máquina para el estriado estará provista de discos (Figura 5-5) o cortadores o de una máquina de sierras (Figura 5-6) que cuente con un mínimo de 12 hojas. Las máquinas con sierra estarán dotadas de depósitos de agua y de rociadores a presión. Las estrías comunes tienen 3 mm de anchura y 3 mm de profundidad, separadas aproximadamente a 25 mm, o bien 6 mm por 6 mm, separadas por 31 mm entre ejes.

5.3.3.7 Las estrías pueden terminar a no más de 3 m del borde del pavimento de la pista, a fin de que quede espacio adecuado para que operen el equipo encargado del estriado. Deberían establecerse tolerancias para determinar la alineación, la profundidad, la anchura y el espaciado. Las tolerancias sugeridas son ± 40 mm en alineación para 22 m, profundidad o anchura media ± 1,5 mm. Las estrías no deben cortar a menos de 75 mm las juntas transversales. Deben evitarse cortes, longitudinales o transversales, donde estén instalados cables de alumbrado. Las estrías deben ser continuas en el cruce de las juntas longitudinales de construcción. Debe tenerse mucho cuidado al fabricar las estrías cerca de los soportes o elementos del sistema de iluminación y de los cables subterráneos. Se recomienda un margen libre de 60 cm a cada lado del elemento o soporte de iluminación para evitar contacto con la máquina que hace las estrías. En los contratos conviene especificar la responsabilidad del contratista por daños a los elementos de iluminación y a los cables. La limpieza es sumamente importante y debería ser continua durante toda la operación de estriado. El material de desecho recogido durante esta operación debe eliminarse por chorro de agua, barrido o aspiración. En caso de limpieza con agua, las especificaciones deberían aclarar si el abastecimiento de agua para la operación de limpieza corre por cuenta del propietario del aeropuerto o del contratista. No debe permitirse que el material de desecho recogido durante la operación de estriado entre en los desagües ni en las alcantarillas, ya que el material terminará por obstruir las tuberías. Si no se eliminara este material, se pueden crear condiciones peligrosas para las operaciones de las aeronaves.

5.3.3.8 Estriado y peinado del cemento fresco. Pueden trazarse las estrías en los pavimentos de hormigón nuevo de cemento Portland, mientras se encuentra en estado plástico. El método de estriado plástico o de peinado (véase la Figura 5-7), puede incluirse como una parte integral de la operación de pavimentación. Debería construirse una sección de prueba para demostrar la actuación del equipo de estriado o de peinado plástico y sentar una norma para la aceptación del producto terminado.

5.3.3.9 Técnica. Las tolerancias para el estriado plástico deberían establecerse con el propósito de determinar la alineación, la profundidad, la anchura y el espaciado de las ranuras. Las tolerancias que se sugieren son ± 7,5 mm en alineación para 22 mm; profundidad mínima 3 mm, profundidad máxima 9,5 mm; anchura mínima 3 mm, anchura máxima 9,5 mm; espaciado mínimo 28 mm, espaciado máximo 50 mm entre ejes. La tolerancia para el estriado con peine de alambre debería ser como promedio de 3 mm x 3 mm x 12 mm.

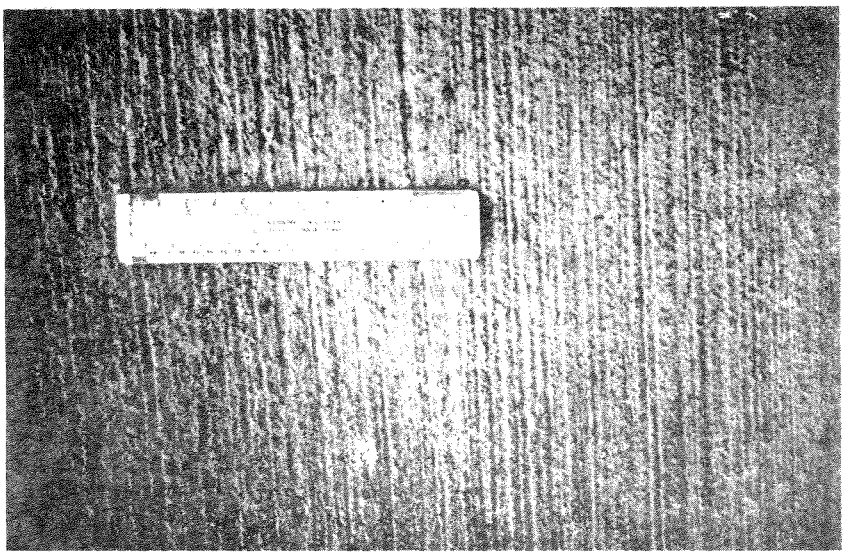


Figura 5-7. Textura obtenida con peine de alambre en un revestimiento de hormigón nuevo

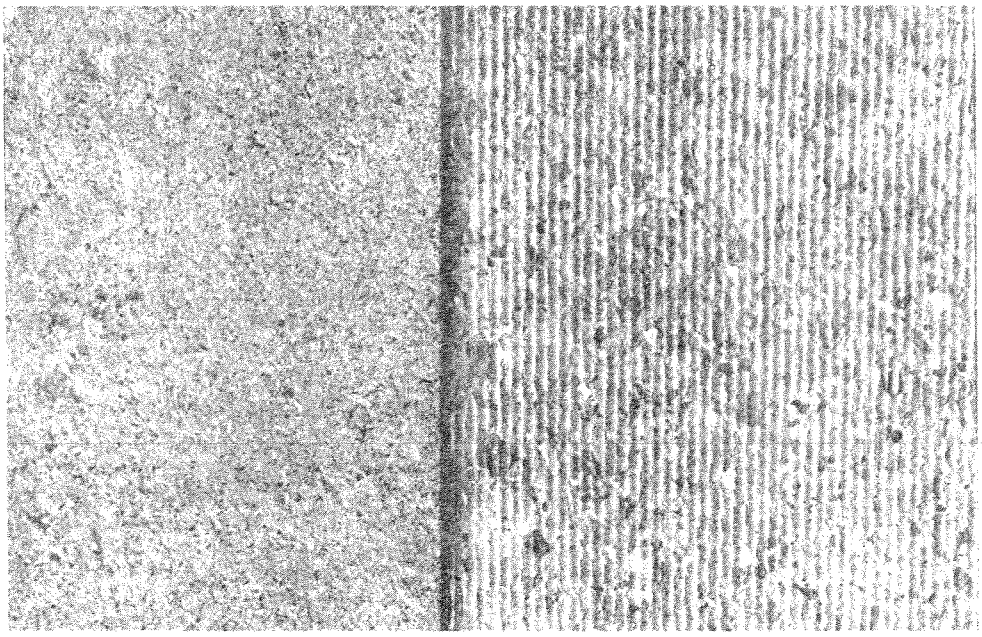


Figura 5-8. Superficie de hormigón de cemento Portland, existente antes y después de la escarificación

5.3.3.10 La unión de la cara de la ranura con la superficie del pavimento debería estar a escuadra o redondeada o ligeramente achaflanada. Deberían proporcionarse las herramientas para acabado a mano, conformadas para adaptarse a la superficie ranurada. El contratista debería proporcionar un "puente", para que los operarios trabajen en la reparación de cualquier parte imperfecta. El equipo debería proyectarse y construirse de manera que pueda graduarse y producir la terminación requerida. Si se trabajara con muela para cumplir con tolerancias superficiales específicas, esta operación debería ejecutarse en sentido paralelo a las estrías formadas.

Intersecciones de pistas estriadas

5.3.3.11 Generalidades. Las intersecciones de las pistas requieren una decisión en cuanto a la aplicación del estriado continuo. La selección de la pista preferida estará dictada normalmente por los aspectos de avenamiento de la superficie, salvo que, si este criterio no favoreciera a ninguna pista, se consideren otros criterios pertinentes.

5.3.3.12 Criterios. El criterio físico principal es el avenamiento de la superficie. En los casos en que las características de avenamiento sean similares para el tipo de estriado de una u otra pista, deberían considerarse los criterios operacionales siguientes:

- régimen de velocidad en tierra de la aeronave;

- área de toma de contacto; y

- evaluación del riesgo.

5.3.3.13 Avenamiento de la superficie. El objetivo primordial del estriado de una superficie de pista es promover el avenamiento superficial. En consecuencia, la pista preferida es aquella en la cual las estrías están más alineadas con la dirección de la pendiente principal dentro del área de intersección. La pendiente principal puede determinarse a partir de una carta hipsométrica.

5.3.3.14 El aspecto anterior es fundamental debido a que las áreas de intersección comprenden, según el proyecto, pendientes prácticamente nulas (para cumplir el requisito de proporcionar una transición suave para las aeronaves que se desplazan a alta velocidad) y, en consecuencia, puedan formar charcos.

5.3.3.15 En los casos en que sea pertinente, es preciso considerar canales secundarios de avenamiento transversales a la pista secundaria, donde terminan las estrías, con el propósito de evitar que el agua de esta zona afecte el área de intersección.

5.3.3.16 Velocidad de la aeronave. Como el estriado es particularmente eficaz en lo tocante a las características de fricción de la superficie húmeda, a altas velocidades en tierra, debería darse preferencia a la pista en la cual se logran con frecuencia las mayores velocidades en la intersección.

5.3.3.17 Area de toma de contacto. Si no se aplicara el criterio de velocidad, debería preferirse la pista en la cual la intersección forma parte del área de toma de contacto, debido a que el estriado proporcionará un giro rápido de la rueda en la toma de contacto, particularmente cuando la superficie está húmeda.

5.3.3.18 Evaluación del riesgo. En definitiva, la selección de la pista primaria puede basarse en un juicio operacional de riesgos para el caso de salir por el extremo de la pista (despegue o aterrizaje frustrados), teniendo en cuenta:

- uso de la pista (despegue/aterrizaje);

- longitudes de pista;

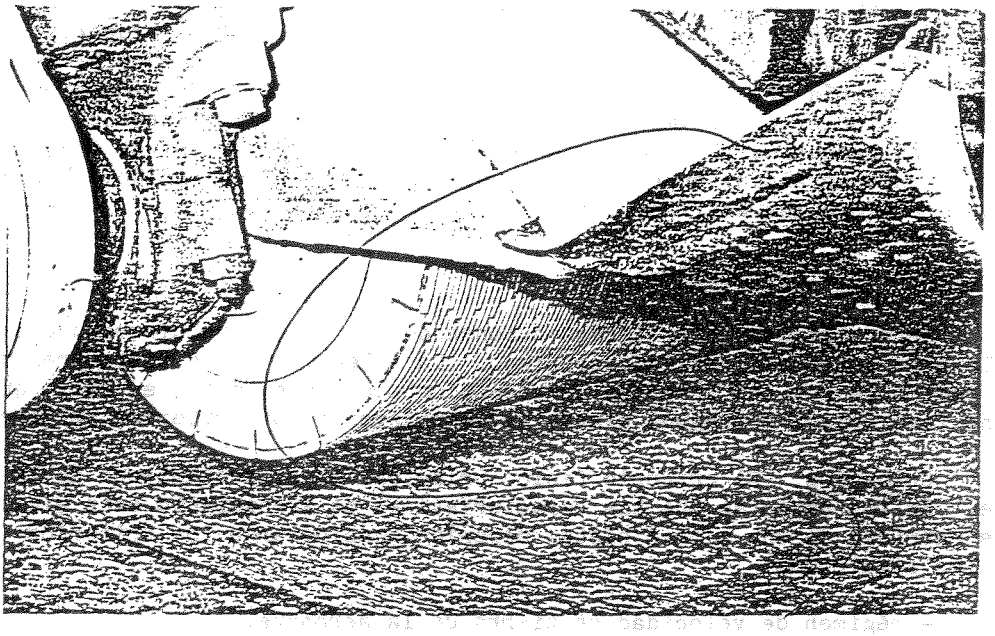


Figura 5-9. Escariado con tambor cortador provisto de sierras de diamante segmentadas

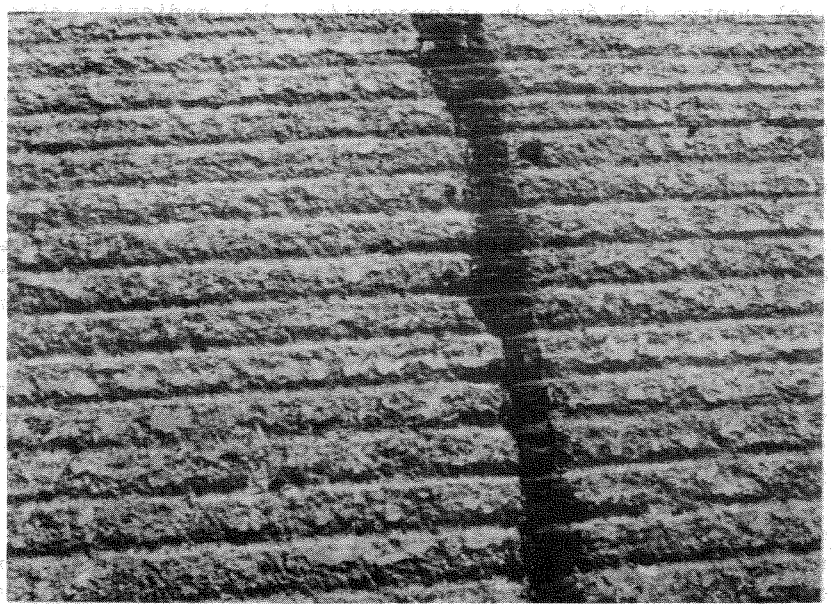


Figura 5-10. Técnica de percusión refleja - Hormigón de cemento Portland

- áreas de seguridad disponibles en el extremo de la pista;

- regímenes de movimiento; y

- condiciones operacionales particulares.

5.3.4 Escarificación del hormigón

5.3.4.1 Consideraciones operativas. No existen al parecer objeciones de carácter operacional que se opongan a la escarificación de las superficies de hormigón de cemento Portland existentes (Figura 5-8), y este método de tratamiento parece ser conveniente para todos los tipos de aeronaves.

5.3.4.2 Consideraciones del pavimento existentes. Como se comprenderá, resultaría difícil escarificar uniformemente las superficies de hormigón que son "ásperas". Serían asimismo difíciles de escarificar los pavimentos que presenten juntas deterioradas o mal formadas o en los que la lechada haya producido un extenso resquebrajamiento de la superficie. Si la superficie existente está razonablemente exenta de estos defectos, no hay ninguna otra limitación a las técnicas de escarificación.

5.3.4.3 Eficacia del tratamiento. La escarificación transversal del hormigón mejora notablemente las características de roce de pavimentos a los que en el momento de la construcción se había dado textura utilizando bandas, arpilleras o escobas de retama. La vida útil del tratamiento depende de la frecuencia del tránsito, aunque en general las escarificaciones serán efectivas mientras dure el hormigón.

5.3.4.4 Extremos de pista. Los extremos de la pista no deberían llevar ranuras a fin de facilitar la limpieza y la eliminación de los residuos de aceite. Además, el chorro de los reactores puede ser más perjudicial en una superficie ranurada que en una superficie lisa. El mando direccional de una aeronave que pase desde la calle de rodaje hasta la pista puede disminuir, a causa, presumiblemente, de la tendencia de los neumáticos a seguir las estrías. Además, existe la posibilidad de un mayor desgaste de neumáticos, lo cual no puede ser totalmente descartado.

5.3.4.5 Técnica. Debería disponerse de una zona de "ensayo" aceptable que pueda inspeccionarse y se recomienda proceder así en los aeródromos a fin de determinar los requisitos exactos en cuanto a profundidad de la escarificación, considerando que la misma tenderá a variar según la calidad del hormigón. Se escarificará la pista en el sentido transversal con una pasada simple de un tambor cortante (Figura 5-9) que cuente con no menos de 50 hojas de sierra circulares, segmentadas, de diamante, por cada 30 cm de anchura del tambor. El tambor se ajusta a 3 mm en un bastidor articulado de ruedas múltiples, con ruedas montadas en gualderas, fijándolo de manera que se obtenga una escarificación de profundidad uniforme en toda la superficie de la pista, para lograr la remoción de la capa superficial de mortero y la exposición de los áridos. Cabe notar que tanto el estriado como la escarificación producen gran cantidad de polvo durante el tratamiento y es necesario barrer y lavar la superficie antes de iniciar nuevamente las operaciones.

5.3.5 Técnica de percusión refleja

5.3.5.1 La técnica de percusión refleja se aplica preferentemente para el estriado de las superficies de pista existentes y representa una alternativa rentable a las técnicas de estriado con sierra. Se ha aplicado con éxito en varios tipos de superficies de pista para proporcionar estrías adecuadas. La técnica también puede usarse eficazmente con otros fines, tales como la eliminación de depósitos de caucho en las zonas de toma de contacto o en la restauración de la micro o de la macrotextura de una superficie de pista existente.

5.3.5.2 En la técnica de percusión refleja se utilizan ranuradores de disco en estrella o pentagonales. La especificación de la sección y del espaciado de las ranuras estará determinada principalmente por los requisitos de avenamiento determinados por las

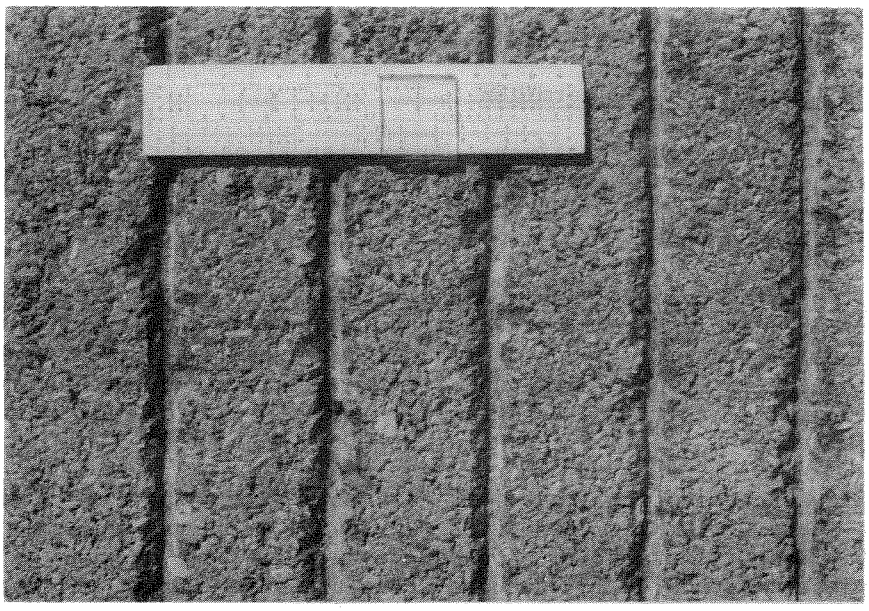


Figura 5-11. Técnica de percusión refleja - Superficie de asfalto

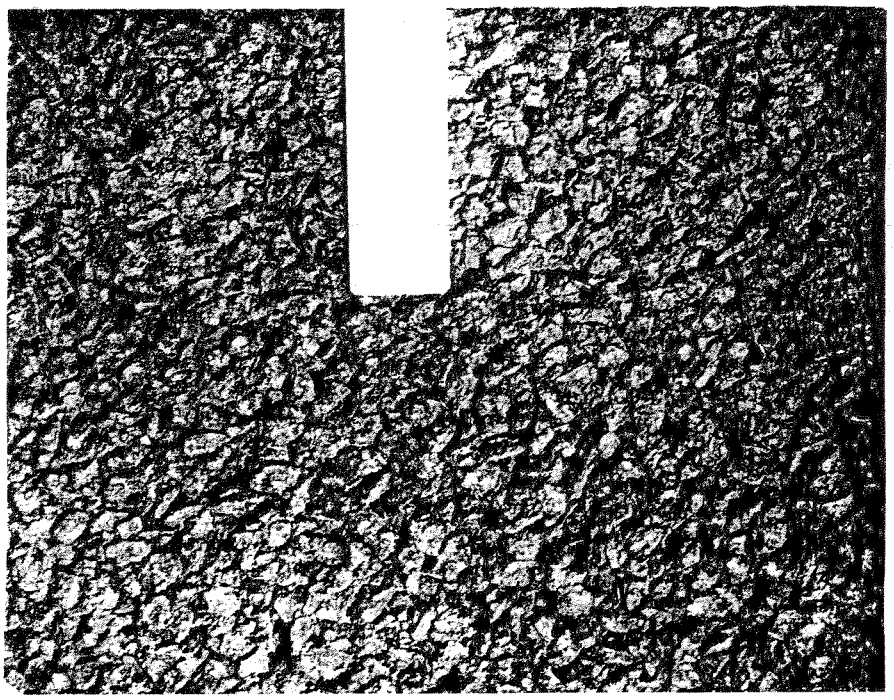


Figura 5-12. Acabado con capa porosa de rozamiento

condiciones de precipitación local y por las pendientes de la superficie de la pista. En las superficies de hormigón de cemento el paso normalmente va de 42 a 48 mm y en las superficies asfálticas de 42 a 56 mm. Sin embargo, para cada tipo de superficie, las condiciones locales pueden requerir un espaciado menor entre dos ranuras consecutivas para cumplir con las exigencias del avenamiento, hasta los 32 mm. Por otro lado, con frecuencia se utilizan espaciados mayores en los extremos de las pistas, donde las aeronaves se alinean, con el propósito de evitar altas tensiones en el relieve de los neumáticos que frotan. Las siguientes son secciones típicas de superficies de cemento, hormigón y asfalto:

Hormigón de cemento Portland: Anchura/profundidad/paso 10/3/27 mm, bordes y fondo redondeado (véase la Figura 5-10)

Superficie asfáltica: Anchura/profundidad/paso 9/3/58 mm, bordes y fondo redondeado (véase la Figura 5-11).

5.3.5.3 La superficie del hormigón de cemento Portland o de asfalto se ha de estriar perpendicularmente al eje de la pista o paralelamente a las juntas transversales no perpendiculares, cuando sea aplicable en las líneas continuas, no interrumpidas, que terminan aproximadamente 3 m antes del borde de la pista. En las pistas de hormigón, se ha de dejar una banda sin estrías a ambos lados, adyacentes a cada junta, para evitar que se debiliten los bordes de las losas. Después del estriado, se ha de recoger el residuo y todo material suelto.

5.3.6 Capa de roce porosa

5.3.6.1 La capa de roce porosa consiste en una capa superficial asfáltica con gran proporción de huecos, compuesta de árido mineral y material asfáltico mezclado con una instalación central y colocados sobre una superficie preparada (Figura 5-12). Esta "carga de roce" está calculada deliberadamente no sólo para mejorar la resistencia al resbalamiento sino también para reducir los casos de hidroplaneo, proporcionando un material alveolar que asegure un avenamiento rápido del agua de la superficie del pavimento, directamente al asfalto impermeable inferior. La capa de roce porosa, debido a su porosidad y a su durabilidad, está en condiciones de mantener, durante un largo período, un valor de roce en húmedo constante y relativamente alto.

5.3.6.2 Limitaciones de la "capa porosa de rozamiento". Las capas de rozamiento de este tipo solamente deberían aplicarse en pistas nuevas con rasante en buenas condiciones, o pistas que se hayan perfilado de nuevo siguiendo el criterio señalado anteriormente con respecto a las pistas nuevas. Las pistas deben tener en todos los casos capas de rodadura de asfalto impermeable de gran estabilidad. Estos dos requisitos son necesarios para garantizar la circulación rápida del agua por debajo de la "capa de rozamiento" sobre el asfalto impermeable hasta los canales de drenaje de la pista.

5.3.6.3 Extremos de pista. No se recomienda la aplicación de capa de rozamiento en los extremos de pista. Los derrames de aceite y de combustible obstruirían los intersticios y ablandarían el conglomerante bituminoso y el calor de los reactores ablandaría el material, que el chorro de gases podría luego erosionar. La erosión tendería a ser más pronunciada que en el asfalto de densidad normal y no cabe descartar la posibilidad de que se dañen los motores debido a la ingestión de partículas de material de las pistas. Podría producirse desgaste debido al movimiento de las ruedas al girar, durante las primeras semanas siguientes a su aplicación. Por estas razones, se recomienda que los extremos de pistas se construyan de hormigón o estriado, o de un asfalto denso.

5.3.6.4 Aridos. El árido consiste en piedra machacada, grava machacada o escoria machacada con o sin otros agregados minerales inertes finamente divididos. El árido se compone de partículas limpias, sólidas, tenaces y durables, libres de nódulos de arcilla, materias orgánicas y otras sustancias peligrosas. El tipo y el grado del material asfáltico se ha de basar en el emplazamiento geográfico y en las condiciones climáticas. También ha de especificarse la temperatura máxima de mezcla y las normas de control.

5.3.6.5 Limitaciones meteorológicas y estacionales. La capa de roce poroso se ha de construir solamente sobre una superficie seca, cuando la temperatura del aire sea de 10°C y vaya en aumento (en condiciones de viento en calma) y cuando no haya niebla ni lluvia.

5.3.6.6 Preparación de las superficies existentes. La reconstitución de un pavimento existente para tender una capa de roce porosa comprende: construcción de un recrecimiento asfáltico; sellado de las juntas; reparación de las grietas; reconstrucción del pavimento roto y limpieza de manchas de grasa, aceite y combustible. Inmediatamente antes de aplicar la capa de roce porosa, se ha de limpiar la capa inferior de todo material suelto y peligroso con sopladores, barredoras o escobas, según convenga. Se ha de aplicar una capa adhesiva en las superficies existentes en que sea necesario, para ligar la capa de roce porosa a la superficie existente. Si se utilizara asfalto emulsionado, la colocación de la capa de roce porosa puede tener lugar inmediatamente. Sin embargo, si se utilizara asfalto fluidificado, la aplicación de la capa de roce porosa puede diferirse hasta que la capa adhesiva se haya ventilado convenientemente.

5.3.7 Sellado con lechada asfáltica emulsionada

5.3.7.1 La capa de sellado con lechada de asfalto emulsionada consiste en una mezcla de asfalto emulsionado, árido mineral y agua; en la debida proporción, se la mezcla y se la distribuye uniformemente sobre una capa de rodamiento existente debidamente preparada. El árido consiste en arena, escoria, finos de la quebrantadora, piedra machacada o piedra machacada con polvo de piedra o una combinación de los mismos, en estado sólido y durable y de origen natural o artificial. El árido ha de limpiarse y liberarse de materias vegetales, suciedad, polvo y otras sustancias peligrosas. El árido debe poseer una gradación dentro de los límites que se indican más abajo.

GRADACION DE LOS ARIDOS

Tamaño de criba	Porcentaje por peso que pasa a la criba		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
9,5 mm	---	100	100
4,75 mm	100	90-100	70-90
2,36 mm	90-100	65-90	45-70
1,18 mm	65-90	45-70	28-50
600 µm	40-60	30-50	19-34
300 µm	25-42	18-30	12-25
150 µm	15-30	10-21	7-18
75 µm	10-20	5-15	5-15
Contenido de asfalto residual Porcentaje de árido seco	10-16	7,5-13,5	6,5-12
Kilogramos de árido por metro cuadrado	3,2-5,4	5,4-8,1	8,1-10,8

5.3.7.2 La gradación del Tipo I se utiliza para el caso de penetración máxima en la grieta y usualmente se aplica en áreas de baja densidad de tráfico, cuando el objetivo principal es el sellado. El Tipo II se utiliza para sellar y mejorar la resistencia al

resbalamiento. El Tipo III se utiliza para corregir el estado de la superficie y para proporcionar resistencia al resbalamiento.

5.3.7.3 El relleno mineral sólo se usa si fuera necesario para mejorar el trabajo de la mezcla o la gradación del árido. El relleno ha de considerarse como parte del agregado mezclado.

5.3.7.4 Capa adhesiva. La capa adhesiva es una emulsión asfáltica diluida del mismo tipo que se especifica para la mezcla de la lechada. La relación de emulsión asfáltica con agua es de 1 a 3.

5.3.7.5 Limitaciones meteorológicas. El sello de lechada no se ha de aplicar si la temperatura del pavimento o del aire es de 13°C o inferior o cuando la lluvia es inminente. La lechada colocada a temperaturas inferiores por lo general no ha de curar debidamente a causa de la baja deshidratación y a la coalescencia insuficiente del asfalto.

5.3.7.6 Limpieza de la superficie existente. Antes de aplicar la capa adhesiva y la capa de sello con lechada, las zonas no satisfactorias tienen que repararse y su superficie limpiarse de polvo, suciedad o cualquier materia extraña suelta, grasa, aceite o cualquier tipo de película superficial perjudicial. Puede aceptarse cualquier método normal de limpieza, salvo que el chorro de agua se permite en las zonas en que se encuentran grietas considerables en la superficie del pavimento. Todas las fajas o señales pintadas en la superficie que se ha de tratar tienen que eliminarse antes de aplicar la capa adhesiva. Cuando la superficie del pavimento o del firme existente es irregular o quebrada, se ha de reparar o llevar a una constitución y a una sección uniformes. Las grietas superiores a 10 mm de ancho se han de sellar con un sellador compatible de juntas, antes de aplicar el sello con lechada.

5.3.7.7 Aplicación de la capa adhesiva asfáltica. Después de la preparación para el sellado, la aplicación de la capa adhesiva de emulsión diluida se ha de efectuar mediante un distribuidor a presión en cantidad de 0,23 a 0,68 L/m^2. Se ha de aplicar la capa adhesiva por lo menos dos horas antes del sello de lechada, pero dentro del mismo día.

5.3.7.8 Las cuestiones principales de cálculo en el sello con lechada asfáltica emulsionada son la gradación del árido, el contenido asfáltico emulsionado y la consistencia de la mezcla. Los agregados, asfalto emulsionado y agua, deberían formar una lechada de textura cremosa que una vez distribuida fluya en forma de ola frente a la rasqueta niveladora. De esta manera se permitirá que la lechada fluya entrando en las grietas del pavimento y las llene antes de que la rasqueta pase sobre la misma. La lechada curada debe tener un aspecto homogéneo, llenar todas las grietas, adherir firmemente a la superficie y tener una textura resistente al resbalamiento.

CAPITULO 6.- PROTECCION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS

6.1 El problema

6.1.1 Como los combustibles y lubricantes a base de petróleo contienen solventes del asfalto, si se derraman sobre pavimentos asfálticos crean problemas. La gravedad de estos problemas está relacionada con el grado de exposición a los solventes penetrantes.

6.1.2 Las gasolinas sumamente volátiles y los combustibles de alto número de octano de los tiempos pasados representaban un problema menor, ya que se evaporaban rápidamente cuando se derramaban y los dispositivos que utilizaban estos combustibles aseguraban su contención. Por supuesto, el derramamiento masivo y frecuente puede representar un problema, ya que esos combustibles son excelentes solventes. El problema del derramamiento del combustible surgió con la llegada de los motores de turbina y de reacción. El kerosene y los combustibles ligeros para reactores no se evaporan fácilmente y los primeros motores de este tipo derramaban comúnmente grandes cantidades de combustible al apagar los motores. Los líquidos hidráulicos y los aceites lubricantes, que se evaporan o curan aún con menos rapidez que los combustibles para reactores, también pueden causar problemas o contribuir a agravarlos.

6.1.3 Como la gravedad de los efectos adversos del derramamiento sobre los pavimentos asfálticos está relacionada con la exposición, es preciso prestar atención al número de veces que se repiten los derramamientos en un mismo lugar, el lapso de tiempo en que el combustible o el aceite permanece derramado sobre el pavimento y el emplazamiento y alcance del derramamiento. Se ha encontrado que un solo derramamiento de combustible para reactores y aún varios derramamientos en el mismo lugar, cuando hay tiempo suficiente para la evaporación entre un derramamiento y otro, normalmente no tienen un efecto adverso importante sobre el pavimento. Sin embargo, cabe esperar algunas manchas y un pavimento menos firme durante el período de evaporación.

6.1.4 Los derramamientos pueden ser el resultado de operaciones de rutina, por ejemplo al apagar los motores, durante el drenaje de los sedimentos de los depósitos de combustible, por el uso habitual de solventes para limpiar los motores o los elementos del sistema hidráulico, etc. Más comúnmente, el derramamiento es la consecuencia de operaciones de manipulación del combustible, de aceite o de líquido hidráulico derramado, o de goteo acumulativo proveniente de pérdidas de aceite del motor o de la mala manipulación.

6.1.5 En consecuencia, los lugares del pavimento que preocupan son aquéllos en los que regularmente se carga combustible, se estaciona o se presta servicio a las aeronaves. Las amplias áreas para las operaciones de aterrizaje y de rodaje no tienen interés, ya que aun los derramamientos relacionados con los accidentes de las aeronaves se reducirán por limpieza y sólo representan un derramamiento simple que se evaporará sin dejar daño permanente. Incluso, el combustible quemado sobre la superficie del asfalto normalmente sólo dejará una marca superficial sin importancia para su estructura.

6.1.6 En las zonas en que se produzcan frecuentes derramamientos o en las que el combustible o el aceite derramado permanezca durante períodos prolongados sobre el pavimento, el asfalto se ablanda por efecto del solvente y se reduce la adherencia al agregado superficial. Aunque el calor del sol o las condiciones ambientales cálidas contribuyen a evaporar los solventes y a curar nuevamente el asfalto, las altas temperaturas contribuyen a ablandarlo. La consecuencia del derramamiento, agravado por el calor, puede ser la desagregación de la mezcla asfáltica, la impresión del relieve de los neumáticos, el desplazamiento del asfalto a las áreas adyacentes o la producción de materiales sueltos y por último la abrasión del pavimento que también produce materiales sueltos en su superficie. En las áreas de mantenimiento y de trabajo, el asfalto levantado por las herramientas, por los zapatos y las vestimentas, así como la arena gruesa, pueden pasar a los dispositivos mecánicos.

6.1.7 La textura superficial y el estado de los pavimentos tienen relación con la gravedad del problema. Los pavimentos abiertos o porosos serán más propensos a la penetración del combustible o del aceite y retardarán el proceso de evaporación y de nuevo curado. Se ha encontrado que el tráfico de neumáticos de caucho, sea durante el rodaje o el tráfico, tiende a cerrar la superficie y a retardar la penetración del combustible. Las grietas y juntas que no estén bien selladas representan una fuente particular de problemas. Estas aberturas ofrecen acceso al combustible hacia zonas más profundas dentro del pavimento, proporcionan mayores superficies para la entrada del combustible y lo retienen mucho más tiempo, con lo cual se retarda la evaporación y el curado. Las partes bajas de la superficie, que retendrán o formarán charcos con los líquidos, ya estén adyacentes a las grietas o juntas o en las partes centrales del pavimento, prolongarán la exposición al combustible derramado.

6.2. Tratamiento del problema

6.2.1 El mejor tratamiento consiste en evitar el derramamiento y esto puede ser posible en muchos casos de derramamiento durante las operaciones o en forma accidental. El drenaje de los sedimentos de los depósitos de combustible puede recogerse y no es necesario que quede en el pavimento. Pueden utilizarse escudillas en los lugares de goteo del combustible y ahí donde se purguen o se efectúen manipulaciones con los sistemas hidráulicos. Puede ser práctico el uso de bandejas para recoger el derrame que se produce al apagar los motores o las pequeñas cantidades que caen al reabastecer.

6.2.2 El aspecto siguiente del tratamiento es la eliminación del combustible o del aceite derramado y la reducción de la exposición mediante limpieza. El combustible o el aceite derramado puede eliminarse del pavimento con agua. La adición de detergentes contribuye al proceso de separar el combustible y especialmente el aceite del pavimento asfáltico. Aunque éste ha sido un tratamiento común, se comienzan a oir quejas ambientales por los efectos del escurrimiento. Puede utilizarse un procedimiento de aspiración con un equipo adecuado para recoger el combustible derramado y es posible cierta recuperación del mismo. Los materiales absorbentes pueden utilizarse también para recoger combustible y aceite, eliminándolos después de manera conveniente. Para la recuperación del combustible se utilizan rodillos, almohadillas y materiales granulares y en algunos casos escurridores. Hay otro aspecto que ha de considerarse en la absorción de material derramado mediante materiales granulares. Las acumulaciones de polvo y arena, sean llevadas por el viento o colocadas por el hombre, absorberán pequeños derramamientos, goteos de aceite, etc., y formarán una almohadilla que contendrá el material derramado y reducirá su disponibilidad porque manchan al personal y al equipo. Aunque esto facilita temporalmente el movimiento de personal, puede aumentar mucho la exposición del pavimento a los efectos de combustible y de aceite.

6.2.3 Como los problemas se agravan debido a la exposición repetida al derramamiento, a veces es posible reubicar los puestos de estacionamiento, de reabastecimiento y de servicio de las aeronaves, para aliviar el deterioro.

6.2.4 Los problemas debidos al derramamiento no se producen si no se permite que el combustible o el aceite derramados entren en contacto con el pavimento asfáltico. En consecuencia, se han preparado revestimientos protectores que proporcionan una barrera entre el combustible o aceite y el pavimento, la cual no se ve afectada por estos materiales.

6.3 Revestimientos protectores

6.3.1 Los materiales para revestimientos protectores son generalmente líquidos, algunos de ellos calentados hasta quedar líquidos, que al expandirse sobre el pavimento curan o fragúan formando una capa protectora. Se los llama comúnmente revestimientos por sellado, cuando la aplicación se produce por pulverización de materiales asfálticos. La mayoría de los materiales líquidos pueden aplicarse de varios modos, que son pulverizados mediante pulverizadores manuales o equipo distribuidor de asfalto, vertimiento sobre la superficie y esparcimiento por compresión, trabajo con rodillos de pintura sobre la superficie y aplicación o esparcimiento utilizando pinceles. Se hacen aplicaciones sencillas

o múltiples y puede esparcirse e incrustarse en el revestimiento un agregado fino antes del fraguado o del curado, para mejorar la resistencia al desgaste o al resbalamiento.

6.3.2 Los materiales de revestimiento en emulsión pueden extenderse o premezclarse con agregados finos que se han de aplicar como sello en suspensión*. También aquí se pueden hacer aplicaciones simples o múltiples. Lo más común son dos capas.

6.3.3 Los pavimentos asfálticos pueden protegerse mediante la aplicación de capas delgadas de materiales no afectadas por el derramamiento. Se aplican métodos de construcción clásicos, salvo que se empleen materiales muy diferentes.

6.4 Materiales para revestimientos protectores

6.4.1 El alquitrán de hulla se disuelve poco o no se disuelve en las fracciones ligeras del petróleo (naftas), que son solventes para asfalto y que pueden emplearse para aplicaciones en los pavimentos, aproximadamente del mismo modo que el asfalto. Igualmente en muchos lugares, según la disponibilidad relativa y las circunstancias económicas, el alquitrán ha entrado en competencia con el asfalto en cuanto a los costes para las aplicaciones en forma pulverizada y como ligante para pavimentos. En consecuencia, el alquitrán de hulla se utiliza como sellador protector** y es el ingrediente básico de varios selladores que se ofrecen en el comercio para revestimientos protectores.

6.4.2 Como el alquitrán es más sensible que el asfalto a la temperatura, se estudiaron los modos de ajustar la respuesta a una temperatura que sea similar a la del asfalto. Se encontró que la adición de látex serviría para este objeto, y posteriormente se encontró que el alquitrán al caucho ofrecía una performance algo mejor que el alquitrán sin tratar. Por estas razones, los revestimientos que son más favorecidos y algunos de los que dan mejores resultados son las emulsiones de alquitrán de hulla con caucho. La nota técnica Núm. 22 de la FAA de los Estados Unidos, "Asphalt Rubber and Rubberized Coal Tar Pitch Emulsion", ofrece comentarios y una especificación de guía para "Rubberized Coal Tar Pitch Emulsion Seal Coat (For Bituminous Pavements)" en las que se encuentran datos sobre cantidades y características de los materiales e igualmente sobre los métodos de aplicación. En los Estados Unidos, el coste de las emulsiones de alquitrán de hulla al caucho es dos o tres veces superior al de la emulsión asfáltica.

6.4.3 Se ofrecen materiales para sellado que contienen epoxies y polímeros de varios tipos, sea individualmente o con una base bituminosa que puede ser alquitrán o asfalto. Aunque estos materiales poseen atributos que deberían hacerlos eficaces, la experiencia con su aplicación en el campo es limitada. En consecuencia, se recomienda efectuar aplicaciones de prueba para poder evaluar la efectividad antes de llevar a cabo aplicaciones en gran escala. El precio de estos materiales en los Estados Unidos es hasta de 20 veces el de los asfaltos líquidos.

6.4.4 Los materiales de liga alquitrán-caucho y, por lo menos en un caso, los ligantes de epoxies y asfalto, de un tipo utilizado para protección de tableros de puente, se han aplicado como revestimientos de pavimentos asfálticos para protegerlos del derramamiento de combustible, al mismo tiempo que se realzaba su estructura. Los mismos son eficaces mientras pueda controlarse el agrietamiento (sea por evitarlo o por sellar las grietas). El costo del ligante de alquitrán-caucho quizás sea el doble del costo de la

---

* ASTM D-3910 Standard Practice of Design, Testing, and Construction of Slurry Seal.

** ASTM D-3423 Standard Practice for Application of Emulsified Coal-Tar Pitch (Mineral Colloid Type)

mezcla asfáltica, mientras que la mezcla epoxie-asfalto puede llegar a ser cinco veces mayor que el de la mezcla asfáltica, aunque puede aplicarse una capa muy delgada (20 mm).

6.5 Aplicación

6.5.1 Las superficies que han de recibir los revestimientos protectores deben estar perfectamente limpias. Cualquier película de aceite en la superficie tiene que eliminarse cuidadosamente. Las partes del pavimento que se han visto afectadas por derramamientos de combustible y cualquier área muy agrietada deben eliminarse y remplazarse con un pavimento firme y estos parches tienen que ser curados totalmente (de 2 a 4 semanas) antes del sellado. Todas las grietas, salvo las muy finas, deben limpiarse y rellenarse con material de relleno para grietas.

6.5.2 Los métodos de aplicación deberían seguir los métodos comunes tal como recomiendan las autoridades aeroportuarias o viales, las asociaciones comerciales o los fabricantes de los productos. En la Norma ASTM D-3423 o en la nota técnica Núm. 22, Apéndice B, de la FFA de los Estados Unidos, pueden encontrarse guías sobre la capa de sellado. En la ASTM D-3410 se encuentran guías sobre el sellado con material emulsionado.

6.5.3 Las aplicaciones simples comunes de material de sellado o de emulsionado proporcionan un espesor de betún residual que va de 0,3 a 0,5 kg/m^2. Es usual hacer dos o tres aplicaciones. Las superficies deben estar húmedas pero no mojadas para las aplicaciones de la emulsión y las temperaturas deberían ser favorables tanto para la aplicación como para el curado subsiguiente. Es conveniente una temperatura de 10°C a 27°C. El límite inferior es de 7°C y las temperaturas favorables deberían ser continuas por lo menos durante 4 h después de la colocación. Los sellos de epoxies y de polímeros deberían aplicarse y curarse tal como se recomienda para el material individual; las proporciones comunes son de 0,3 a 0,4 kg/m^2.

6.6 Protección lograda

6.6.1 La durabilidad y el desgaste pueden variar con los materiales y las aplicaciones, con la limpieza y la preparación de la superficie, con el mantenimiento de la capa protectora y con la exposición del revestimiento al derramamiento y el tráfico. Los ensayos y la experiencia indican que los buenos revestimientos bien aplicados sobre superficies limpias y bien preparadas y bien mantenidos, proporcionarán una protección satisfactoria en la mayoría de los casos. En las áreas muy expuestas, por ejemplo en los puntos centrales de reabastecimiento, no se ha encontrado ningún revestimiento protector que sea totalmente satisfactorio.

6.6.2 En los casos de derramamiento no tan graves, puede experimentarse un comportamiento no satisfactorio cuando se pasan por alto las etapas que constituyen una buena práctica. Algunas fórmulas de materiales y métodos de aplicación, sea en forma individual o en conjunto, pueden tener como consecuencia una cobertura imperfecta por el revestimiento sellador. Pueden aparecer burbujas en la aplicación (llamadas a veces ojos de pescado) y quedar agujeros en el revestimiento, o bien formarse burbujas debajo de una capa después del curado, que al romperse dejan agujeros, y en otros casos los revestimientos pueden encogerse y agrietarse. La limpieza insuficiente de la superficie puede tener como consecuencia que la liga sea deficiente y que la superficie se pele. Por otro lado, las grietas en el pavimento revestido pueden tender a traspasar la capa del revestimiento protector.

6.6.3 Si el combustible lograra acceso a través de los agujeros o grietas del revestimiento sellador, a través de las áreas desnudas o de las grietas reflejadas del pavimento inferior, o bien cuando el pavimento saturado de combustible no se ha eliminado sino que se ha cubierto con la capa de sellado, las condiciones se agravan en lugar de mejorarse con el sellado, ya que, además de no evitarse el acceso del combustible o del aceite derramado hasta el asfalto, la capa de sellado impide en gran forma la evaporación y el curado del material ya derramado.

6.6.4 Los revestimientos de ligante alquitrán-caucho ofrecen protección contra los derramamientos y no presentan el peligro de burbujas, agujeros, partes peladas ni desgastes. Los revestimientos de alquitrán-caucho están sometidos a agrietamiento por contracción y a reflexión de las grietas de los pavimentos subyacentes. Los mismos tienen que compactarse convenientemente, ya que los pavimentos que tienen vacíos hasta una magnitud del 6%, serán suficientemente porosos para permitir la penetración del combustible de reactores.

6.7 Consideraciones relativas al mantenimiento

6.7.1 El mantenimiento comprende la limpieza de los derramamientos, lo que se trató anteriormente bajo el título de "Tratamiento del problema". Hay que evitar la formación de charcos para que no haya exposición prolongada. Otros puntos del mantenimiento se refieren a la integridad del revestimiento protector. Las grietas deben mantenerse selladas con un sellador resistente al combustible. Deben volver a tratarse cuando el deterioro, el desgaste o las peladuras provoquen aberturas en el revestimiento. Las cicatrices accidentales tienen que cerrarse. Si fuera necesario aplicar parches de asfalto, la superficie, después de un curado adecuado, tiene que revestirse para evitar los efectos de los derramamientos.

6.8 Otros puntos afines

6.8.1 Algunas capas de sellado proporcionan una resistencia reducida al resbalamiento y aunque los revestimientos resistentes al combustible normalmente no se emplean en los aeródromos en las zonas en que haya un peligro grave de resbalamiento, el problema, si apareciera, puede tratarse mediante inclusión de agregados de partículas arenosas en el revestimiento de sellado antes del curado final.

6.8.2 Tal como se mencionó anteriormente, existe un creciente interés en el lavado del combustible y del aceite derramado y en la utilización de elementos químicos para coadyuvar a la eliminación de los aceites llevándolos hasta los desagües cercanos. Puede ser necesario realizar trabajos de captación y emplear prácticas aceptables para la eliminación.

6.8.3 El combustible derramado que llega a los desagües y cloacas de la superficie, puede representar un peligro para la seguridad. De estos derrames pueden desprenderse mezclas explosivas combustible-aire en las cloacas cerradas y la ignición por una chispa puede provocar una explosión. El riesgo para la vida y los bienes puede ser real y acarrear consecuencias.

6.8.4 En cuanto a la conveniencia de los revestimientos con sello aplicado con rodillos, este procedimiento puede mejorar la adherencia de la película y, como se dijo anteriormente, los poros de la superficie se cierran y la penetración del combustible se reduce. En consecuencia, la aplicación de sellos bituminosos con rodillos, utilizando rodillos de caucho lisos (sin relieve), debería ser en general beneficiosa, aunque no se ha establecido si la mejora resultante justifica el esfuerzo de la aplicación con rodillos. La aplicación con rodillos de acero no sería conveniente y puede dañar el revestimiento. Toda aplicación con rodillo de sellos de polímero puede ser inconveniente y deben seguirse las recomendaciones del fabricante.

CAPITULO 7.- CUESTIONES ESTRUCTURALES RELATIVAS A LAS ALCANTARILLAS Y A LOS PUENTES

7.1 Exposición del problema

7.1.1 Las estructuras subterráneas para avenamiento o acceso comúnmente estarán cruzadas por pavimentos que soportan a las aeronaves. Esas instalaciones están sometidas a la carga adicional impuesta por la aeronave; a veces esta carga es directa como en el caso de puentes, instalaciones subterráneas de la terminal y similares, pero con mayor frecuencia la carga es indirecta, transmitida a los tubos y alcantarillas bajo tierra, a través de la capa de terreno que se encuentra debajo del pavimento.

7.1.2 Estas estructuras subterráneas deben considerarse en relación con la evaluación de la resistencia del pavimento. Los tipos de carga inducida por las cargas de la rueda en la superficie, transmitidas hacia abajo, no son las mismas en las estructuras subterráneas que en el terreno de fundación. Esto no sólo se debe a que estas estructuras no se encuentran al nivel del terreno de fundación sino también porque la presencia de la estructura distorsiona el tipo de carga. En consecuencia, las consideraciones que permiten utilizar el método ACN-PCN para limitar la sobrecarga del pavimento, no son forzosamente aptas para proteger las estructuras subterráneas. En algunos casos la estructura subterránea puede ser el elemento crítico o limitativo y, en consecuencia, necesita la notificación de un PCN inferior para el pavimento.

7.1.3 Al hacer el cálculo de las nuevas instalaciones debería prestarse atención a la idoneidad estructural de las tuberías, las alcantarillas y los cruces sobre puentes, no sólo para las cargas previstas en el cálculo sino también para las cargas futuras posibles, con el propósito de evitar la necesidad de tratamientos correctivos muy costosos debido al aumento de las cargas producidas por las aeronaves.

7.2 Tipos de subestructuras

7.2.1 Probablemente las estructuras más comunes y menos evidentes en los aeródromos son las tuberías que facilitan el avenamiento del agua de la superficie o subterránea. El diámetro de estas tuberías puede ser de 100 mm a 4 ó 5 m y su profundidad desde 300 mm hasta 50 m o más en el caso de terraplenes altos y pueden ser bastante rígidas en comparación con el suelo que las rodea (tubería rígida) o bien fácilmente deformadas por las cargas verticales (tuberías flexibles). El tipo rígido más común se fabrica con hormigón de cemento armado, pero también hay tuberías fabricadas con hormigón de cemento sin armadura o de arcilla. Estas últimas son forzosamente de menor diámetro. Las tuberías flexibles más comunes son de acero corrugado, pero también las hay de aluminio corrugado, varios tipos de plástico, fibra impregnada de asfalto y de otros tipos. Las instalaciones de las tuberías se calculan teniendo en cuenta factores tales como tipo, apoyo, relleno, materiales y condiciones de la instalación, profundidad del terraplén y carga impuesta por el mismo y cargas activas que han de soportarse en la superficie.

7.2.2 Las alcantarillas de cajón, de forma cuadrada o rectangular, se utilizan comúnmente para los cruces de corrientes de líquido debajo del pavimento. Para el cálculo de las alcantarillas se tiene en cuenta el flujo hidráulico y las cargas que han de soportar. Generalmente son de hormigón de cemento armado vertido en el lugar. El vano entre las paredes puede ir desde 1 m hasta 5 m. Con frecuencia se utilizan alcantarillas de este tipo, aunque más pequeñas en las zonas con plataformas anchas, directamente debajo de los pavimentos, como colectores de flujos superficiales.

7.2.3 A veces se utilizan arcos de placas metálicas estructurales, del tipo utilizado para construir tubos de gran diámetro, en lugar de puentes cortos para salvar cursos de agua o cruces de pavimento. En tales casos, se rellenan con tierra las partes lateral y superior del arco hasta el nivel del terreno de fundación y del pavimento que se construye sobre el mismo. En algunos raros casos pueden pasar túneles debajo de los pavimentos de aeródromos.

7.2.4 En varios casos se utilizan puentes para carreteras que pasan debajo de calles de rodaje y de pistas, y se construyen cada vez más instalaciones terminales subterráneas debajo de plataformas y calles de rodaje. Las mismas se calculan para soportar las aeronaves usuarias y las cargas estáticas de la estructura. También se construyen a veces prolongaciones de pistas sobre el agua, en puentes soportados por pilares y los mismos deben calcularse para soportar cargas de aeronaves aparte de su propio peso muerto.

7.3 Algunos conceptos directivos

7.3.1 La discusión del Capítulo 3, 3.2.4, sobre cargas de aeronaves se refiere a los conceptos de distribución de tensiones provenientes de cargas superficiales dentro de los terraplenes, debajo de los pavimentos. Las cargas superficiales de gran tensión se distribuyen por la estructura del pavimento y, a medida que las cargas se extienden hacia abajo, se las redistribuye sobre áreas más amplias con la consecuente reducción en la magnitud de la tensión. Como la tensión alcanza mayores profundidades y se extiende sobre áreas más amplias, los efectos de las ruedas adyacentes se superponen, con lo cual se duplica o se multiplica aún más la tensión inducida por una rueda. Cuanto mayor sea la profundidad alcanzada por las tensiones, mayor separación pueden tener las ruedas y, a pesar de eso, tener efectos superpuestos. Estos son los tipos de tensiones introducidos por las cargas activas (de las aeronaves) en el terreno debajo de los pavimentos y a lo largo de la masa del suelo y del pavimento, representan las magnitudes de tensiones o de cargas que pasan a las estructuras subterráneas.

7.3.2 La presencia de una estructura debajo del suelo (que no actúa del mismo modo que el suelo que desplaza) tiene una repercusión importante sobre la distribución de las tensiones dinámicas y estáticas (tensiones ambientales) inducidas por las cargas superficiales, por el pavimento y por el material de relleno. Un tubo de hormigón, por ejemplo, es mucho más rígido en sentido vertical de lo que es el suelo adyacente. Esta compresión (deflexión vertical) del suelo sobre la carga de la aeronave tiene como consecuencia un empuje ascendente relativo del tubo rígido en el suelo, con la consiguiente acumulación de tensiones y cargas mayores que las que lo rodean. Es por esta razón que algunos tubos rígidos enterrados a gran profundidad se protegen con zonas blandas (balas de paja, tierra suelta, etc.), por sobre el tubo. En tales casos, la rigidez vertical del tubo y de la zona blanda es inferior a la rigidez del suelo junto al tubo, y las tensiones se acumulan más en el terreno adyacente. Esta es la razón por la cual es muy importante el carácter y el estado del apoyo y del relleno.

7.3.3 Las alcantarillas de cajón acumulan tensiones del mismo modo que los tubos rígidos pero la repercusión sobre la estructura no es igual. Las paredes verticales de las alcantarillas de cajón, aunque mucho más rígidas que el terreno, son mucho más fuertes de lo necesario para soportar las tensiones o las cargas acumuladas y el vano entre paredes es menos rígido que las pareces laterales y sujeto a cargas reducidas. Debería observarse que estas reducciones son sin embargo pequeñas y que se reducen a partir de las tensiones mayores acumuladas en la alcantarilla de cajón rígida.

7.3.4 Los tubos metálicos y otros tubos flexibles son generalmente menos rígidos en sentido vertical que el terreno adyacente y no se encuentran sometidos a acumulaciones de tensiones al modo de los tubos rígidos. Con todo, los tubos metálicos son muy rígidos en sentido circunferencial y algunos de ellos, de gran diámetro y con corrugaciones profundas, se emplazan debajo de la superficie y pueden acumular una carga superior a la de los elementos que los rodean. Los arcos metálicos grandes con apoyos fijos también pueden ser estructuras relativamente rígidas.

7.4 Evaluación de las estructuras subterráneas

7.4.1 Generalidades

7.4.1.1 Toda estructura subterránea debajo de un pavimento debe considerarse en relación con la evaluación del pavimento. Y, aunque en cada caso las determinaciones específicas requieren un análisis estructural cuidadoso, la probabilidad de que una estructura

dada resulte más crítica que el pavimento en la limitación de las cargas de las aeronaves, depende mucho del tipo, del tamaño y del emplazamiento de la estructura. En consecuencia, pueden sugerirse ciertas directrices para coadyuvar a la determinación de las estructuras que, con poco riesgo, pueden considerarse como no limitadoras, que son marginales y que necesitan considerarse cuidadosamente y que requieren un estudio y un análisis para determinar las limitaciones de carga o los refuerzos necesarios.

7.4.2 Estructuras a gran profundidad

7.4.2.1 La carga activa sobre estructuras a gran profundidad tiende a ser únicamente una pequeña fracción de la carga estática, de modo que los tubos o las alcantarillas de tamaño mediano o pequeño, que no acumulan una parte excesiva de la carga activa, no limitarán las cargas superficiales. Esto incluirá los diámetros de los tubos o los vanos de las estructuras hasta aproximadamente 1/3 de la cobertura protectora (distancia entre la superficie del pavimento y la parte superior del tubo o de la alcantarilla). En la Tabla 1 se indica el espesor de la cobertura protectora del suelo y de la estructura del pavimento sobre las estructuras de avenamiento de vano no demasiado grande, que distribuirá suficientemente la carga, considerando la combinación de efectos de las ruedas adyacentes, para reducir la presión inducida sobre la estructura por las cargas (activas) de las aeronaves hasta menos del 10% de la carga (estática) de la tierra. No es probable que un 10% más de presión exceda la capacidad estructural de los tubos ni de las alcantarillas en servicio. Si las cargas de los neumáticos de las aeronaves que se han de soportar son superiores a 200 kN, pueden ser necesarias coberturas de mayor profundidad para lograr la limitación del 10% sobre la mayor presión (carga activa).

Tabla 7-1. Cobertura protectora necesaria sobre las estructuras debajo de los pavimentos de aeródromo

Número de ruedas*	Profundidad de la cobertura en metros
1	4
2	5
4	6
8	7,5
16	9,5

Los tubos y alcantarillas de los tamaños indicados (aproximadamente 1/3 de la profundidad de la cobertura) y a profundidades iguales o mayores que las que se indican en la Tabla 7-1, no deberían requerir una limitación separada de la carga del pavimento superpuesto.

7.4.2.2 Las estructuras que se encuentran a menor profundidad requieren un examen más detallado. La necesidad de limitaciones de carga, aparte de la protección del pavimento, dependerá de la rigidez del tubo o de la alcantarilla, del apoyo y del relleno, de la estructura del pavimento y de la prudencia del cálculo original. Deberían efectuarse análisis suficientes, sea para confirmar que la estructura enterrada no requiere una limitación más crítica de la carga que el pavimento, o para establecer las limitaciones pertinentes de la carga.

7.4.2.3 Las estructuras de amplio vano, por ejemplo tubos, arcos y alcantarillas tipo cajón muy grandes, aun con una cobertura amplia, tenderán a acumular tensiones provenientes de las cargas superficiales (por arqueo del suelo) y pueden tener que soportar virtualmente toda la carga (activa) de la aeronave e igualmente la carga estática de la tierra. En consecuencia, toda estructura cuyo vano exceda de 1/3 aproximadamente de la profundidad de la cobertura, debería analizarse cuidadosamente para establecer los límites de carga superficial o la posible necesidad de refuerzos.

---

* Se consideran todas las ruedas dentro de una circunferencia cuyo diámetro sea igual a la profundidad de la cobertura protectora sobre la estructura.

7.4.3 Tubos, conductos, desagües subterráneos y alcantarillas de poca profundidad

7.4.3.1 El método ACN-PCN limita la masa de la aeronave para evitar las sobretensiones de terreno de fundación del pavimento y de las capas superpuestas. Estos mismos límites tienden a proteger de las sobretensiones las estructuras enterradas a poca profundidad, excepto las estructuras de cierto tamaño (más de 3 ó 4 m de diámetro o de vano), que puede acumular cargas en la misma sección crítica, provenientes de más de una pata de tren de aterrizaje. Debajo de los pavimentos rígidos, una cobertura mínima aproximadamente de 0,50 m entre la losa y la estructura, comúnmente se considera que proporciona protección suficiente contra cualquier carga. Los tubos y alcantarillas debajo de los pavimentos flexibles tendrán que protegerse cuando su parte superior (extradós del tubo) se encuentre dentro de 0,50 m aproximadamente de la parte superior del terreno de fundación. A mayores profundidades, aunque las tensiones de las cargas de las ruedas en la superficie o los efectos combinados de las cargas de varias ruedas se atenúan y son inferiores a las que puede aceptar el terreno de fundación del pavimento, el efecto combinado (tensión) y en el caso de carga de rueda múltiple de aeronave, aunque limitado po el ACN-PCN, puede ser mayor de lo que se consideró en el cálculo original del pavimento. En consecuencia, deberían examinarse cuidadosamente los tubos, desagües, alcantarillas, etc., por si fuera necesario reforzarlos cuando se prevé un aumento en la carga de la rueda o de las ruedas de la aeronave.

7.4.3.2 Las estructuras a poca profundidad de vano importante (más de 3 ó 4 m) requerirán un análisis relacionado con cualquier aumento previsto en las cargas de las ruedas o en la masa bruta de la aeronave.

7.4.4 Desagües, conductos y elementos similares en la superficie

7.4.4.1 Los desagües colectores, los conductos tipo cajón (para iluminación, cables, líneas de combustible, etc.) y cualquier instalación similar que cruce el pavimento, se colocan a veces directamente sobre la superficie del pavimento. Estas instalaciones raramente serán tan grandes que sea posible que en un momento dado la instalación tenga que soportar más de una rueda. En consecuencia, sólo las cargas de rueda simple tienen interés para el cálculo y para la evaluación.

7.4.5 Puentes que soportan pavimentos de aeródromo

7.4.5.1 La necesidad de pasos de carreteras y de tráfico ferroviario debajo de los pavimentos de aeródromos y el emplazamiento de conexiones e instalaciones de la terminal debajo de las calles de rodaje y de los pavimentos de la plataforma, ha hecho necesario el uso de puentes para soportar los pavimentos y las aeronaves que los utilizan. Esas estructuras no reciben prácticamente ninguna protección de las limitaciones de carga del pavimento y deben considerarse separadamente para establecer las cargas de seguridad. El análisis del cálculo original habrá establecido el tipo y la magnitud de las cargas que los puentes pueden soportar. Si el uso previsto hubiera cambiado y fuera probable que los pavimentos se hayan de usar para aeronaves mucho más pesadas con una configuración del tren de aterrizaje diferente de la que se consideró en el cálculo, se requerirá un nuevo análisis para establecer la conveniencia de la estructura para tal uso.

7.4.6 Estructuras soportadas por pilotes

7.4.6.1 A veces las pistas y las calles de rodaje se extienden sobre el agua y las mismas se colocan apoyadas en estructuras soportadas por pilotes. Estos elementos, igual que los puentes, tendrán que someterse a análisis de cálculo para tener en cuenta las cargas previstas. También aquí será necesario efectuar un nuevo análisis si se previeran operaciones con aeronaves más pesadas con trenes de aterrizaje muy diferentes.

7.4.7 Túneles debajo de los pavimentos

7.4.7.1 Los túneles se comportan de un modo similar a los tubos de gran diámetro y puede considerarse que responden aproximadamente del mismo modo. En consecuencia, los

túneles a poca profundidad requerirán un análisis cuidadoso de las cargas previstas de las aeronaves sobre el pavimento superior. Los túneles muy profundos pueden requerir sólo un examen ocasional, si la profundidad de la cobertura fuera suficiente para reducir al mínimo las cargas activas inducidas.

7.4.8 Tratamiento de casos muy limitativos

7.4.8.1 Aunque las estructuras situadas debajo de los pavimentos limitan las cargas de las aeronaves más allá del PCN (que se evalúa para proteger al pavimento), estas limitaciones tendrán que notificarse en términos del tipo de aeronave específico y de la carga (masa) como excepciones. Cuando las calles de rodaje múltiples permitan evitar las estructuras críticas, el problema puede tratarse mediante encaminamiento local de la aeronave. Sin embargo, si todas las aeronaves tuvieran que cruzar la estructura crítica, debería destacarse la limitación al notificar la resistencia del pavimento. Sólo las estructuras a muy poca profundidad y con gran sobrecarga (excepto en el caso de los puentes en los pavimentos soportados por pilotes) representan cierto peligro para las aeronaves, y la seguridad de las aeronaves raramente, si acaso, se verá comprometida por la sobrecarga de estructuras enterradas (cubiertas por tierra). Los puentes y los pavimentos soportados por pilotes reciben la carga directamente y su estructura debe ser capaz de soportarlas.

7.4.8.2 Las limitaciones de la carga sobre estructuras críticas pueden eliminarse, sea por análisis especial que establezca que pueden soportarse cargas de cálculo mayores que las previstas, o mediante refuerzos. La prudencia en el cálculo, mejor que la instalación mínima, los factores de seguridad mayores que lo necesario y los análisis de tipo de cálculo más detallados, pueden tener como consecuencia mayores cargas admisibles. Estas pueden abarcar desde un nuevo estudio de los datos de cálculo hasta un estudio amplio en campo de la instalación, incluso del estudio del relleno de la estructura o de la medición de la respuesta a la deformación o a la deflexión de la estructura bajo carga. Un ejemplo de esta clase puede encontrarse en la revista Airport World, de abril de 1973, bajo el título "New Bridge or No?". Esta es una publicación de la Aircraft Owners and Pilots Association de los Estados Unidos y el artículo trata de un estudio realizado poco antes para evaluar la conveniencia de un puente existente en el Aeropuerto Internacional O'Hare de Chicago, para uso de aeronaves de fuselaje ancho.

7.4.8.3 El refuerzo de una subestructura puede llevarse a cabo utilizando bandas, puntales o revestimientos internos para reforzar o reducir el vano en tubos, alcantarillas, arcos, etc., aunque reducen la capacidad de avenamiento prevista. A veces las estructuras pueden reforzarse cementando el suelo adyacente desde la superficie o desde adentro de la estructura. Puede ser posible introducir zonas compresibles de suelo o de otro material sobre los tubos o las alcantarillas y reducir la transmisión de las cargas de pavimento sobre la estructura enterrada. Igualmente, la disposición de estructuras sobre el pavimento que distribuyan las cargas (por ejemplo, losas enterradas) pueden reducir la carga sobre los tubos, las alcantarillas o los conductos de avenamiento. Por supuesto, la solución definitiva evidente es el nuevo cálculo y la reconstrucción. Algunos puentes o pavimentos soportados por pilotes pueden reforzarse agregando elementos (por ejemplo, vigas) a la estructura existente.

7.5 Consideraciones para el cálculo de nuevas instalaciones

7.5.1 En este capítulo se trataron anteriormente las cuestiones estructurales relativas al avenamiento y a estructuras similares en relación con la evaluación de los pavimentos en cuanto a la capacidad para resistir cargas. Se indicaron los tipos de comportamiento en relación con el tamaño, la flexibilidad, las cargas activas y fijas, la cobertura profunda y poco profunda, y estas consideraciones se aplican también al cálculo cuando se planifican nuevas instalaciones. En esta sección se amplificarán algunas de las discusiones anteriores y se tratarán aspectos del comportamiento estructural teniendo presente más directamente el cálculo.

7.5.2 Cargas. Las cargas que deben considerarse en relación con las estructuras enterradas son las que resultan del peso del suelo y de la estructura del pavimento

(sobrecarga), más las cargas que induce la aeronave u otros vehículos que pasan por el pavimento. Es preciso también considerar las altas cargas de la construcción que pasan por la tubería antes de que se haya aplicado la cubierta protectora. Estas cargas producen los tipos de cargas ambientales presentes en los terraplenes, cuando no se encuentran interrumpidas por la presencia de tubos u otras estructuras o por los bolsones de suelo suelto, denso o de otro tipo, que son consecuencia de la instalación de tuberías, alcantarillas, etc. La distorsión de los tipos de tensiones ambientales por el carácter del tubo o de la estructura, la naturaleza del apoyo del tubo, las zanjas que se abran durante la instalación y el tipo y densidad compactada del relleno alrededor del tubo, provocan cargas por tensiones mayores o menores que las naturales sobre las estructuras enterradas. Esto complica aún más los problemas de cálculo y lleva a establecer métodos de cálculo que sólo proporcionan guía nominal.

7.5.3 Las tensiones debidas a la sobrecarga en el lugar son la consecuencia de la masa de suelo y de la estructura del pavimento sobre los elementos enterrados y pueden determinarse directamente. Las tensiones inducidas por las cargas de los neumáticos de las aeronaves pueden calcularse aplicando la teoría de carga circular distribuida uniformemente sobre la superficie de un continuo. Debería preferirse la teoría de un continuo por capas elásticas, con constantes elásticas convenientes (E, μ), aunque la teoría de un sistema simple de capas (Boussinesq) proporcionará determinaciones razonables de las tensiones para pavimentos flexibles e instalaciones profundas debajo de los pavimentos rígidos. Pueden encontrarse gráficos y tablas para tensiones de capas sencillas en referencia tales como: el Highway Research Board Proceedings, año 1954; el HRB Bulletin 342 del año 1962, el libro "Principles of Pavement Design" de Yoder (Estados Unidos); la publicación "The Design and Performance of Road Pavements" de Croney, TRRL (Reino Unido). Las tensiones causadas por los efectos combinados de varias ruedas pueden determinarse por superposición de las tensiones de rueda simple con los espaciados laterales pertinentes. Debido al régimen cronológico de respuesta del suelo a las cargas rápidas, no es necesario considerar ningún efecto dinámico agregado a la carga de la aeronave.

7.5.4 Las tensiones ambientales a las diferentes profundidades debajo del pavimento son, en consecuencia, una combinación de las tensiones del terreno (cargas estáticas) y de las tensiones provocadas por la carga del tren de aterrizaje de las aeronaves (carga activa). Estas tensiones, modificadas por la existencia y el comportamiento de un tubo o de otra estructura enterrada y de toda distorsión debida a su instalación, determinan las cargas que debe soportar el tubo o la estructura. En general, los elementos o zonas duros (rígidos) acumularán tensiones del suelo del terraplén adyacente, mientras que los elementos o zonas blandos descargarán la tensión sobre el suelo adyacente. En consecuencia, las estructuras más rígidas, por ejemplo, las alcantarillas de cajón, los tubos de hormigón y similares, tenderán a ser objeto de mayores tensiones y cargas que las que suponen las tensiones ambientales, mientras que las estructuras flexibles tales como acero, aluminio y tubos de plástico o bien estructuras con una zona superpuesta de suelo suelto, paja, aserrín, etc., tenderán a ser objeto de tensiones menores que las ambientales.

7.5.5 Una consideración sumamente importante en la determinación de las cargas para el cálculo de las estructuras enterradas, consiste en prever el futuro aumento de categoría de las instalaciones del pavimento y el aumento de las masas de aeronaves que ha de soportar. Si es probable un aumento de categoría en el futuro, el cálculo de las estructuras enterradas debajo de los pavimentos para las mayores cargas previstas, comúnmente será mucho menos costoso durante el cálculo y la construcción original que cuando se deje para una modificación posterior.

7.5.6 Tubos. Los tubos se describen en general en 7.2.1 y la mayoría de los tipos figuran en las normas ASTM en cuanto a las características de los tubos y los ensayos para determinar su resistencia. Los tubos de hormigón, arcilla, asbesto-cemento, plástico de pared sólida y otros tipos geométricamente similares se fabrican con diversos espesores de pared y/o refuerzos e igualmente de varios diámetros para proporcionar una serie de resistencias para utilizar en el cálculo de las instalaciones. Los tubos de acero, aluminio y algunos de plástico se fabrican con materiales de varios espesores y diferentes

tipos de corrugación para proporcionar una serie de tubos de diferente rigidez y de diferente resistencia de pared para fines de cálculo de la instalación. Aunque los tubos de sección redonda son los más comunes, hay algunos elípticos que se utilizan verticalmente para mayor resistencia u horizontalmente en los cálculos de poca carga y también arcos tubulares con estradós redondeado e intradós aplastado para aplicaciones especiales tales como vías de acceso, conductos de servicio, etc.

7.5.7 Comúnmente se establecen limitaciones de cálculo para los tubos rígidos, con el propósito de controlar el avance de las grietas en la parte superior y en la inferior. Es una práctica usual la prevención de grietas superiores a 0,4 mm. La práctica anterior para las instalaciones de tubos flexibles consistía en limitar la flexión de los tubos al 5% del diámetro del mismo, aunque en la práctica actual se prefiere requerir una compactación eficaz del suelo de relleno (85% de densidad estándar - ASTM D-698) y limitar el pandeo en la compresión anular.

7.5.8 Condiciones de la instalación. Las condiciones de apoyo, relleno y excavación en la instalación del tubo pueden tener un efecto importante sobre la performance. El tubo puede colocarse en tierra plana compactada, apoyado a 60°, 90° ó 120°, en un colchón de arena o de grava fina, en un lecho de hormigón pobre o rico, etc. El tubo puede tenderse en una zanja angosta o ancha, profunda o no, con paredes verticales o inclinadas, o bien sin zanja. El relleno puede estar apenas compactado debajo o a los costado del tubo y puede ser del mismo material del terraplén adyacente o bien de arena o grava seleccionada o de otro material superior, o bien puede ser un suelo estabilizado (cemento o cal). El tubo rígido puede aislarse de su acumulación normal de tensión mayor que la natural, aplicando una zona blanda de suelo suelto, paja, plástico esponjoso, hojas o algún material similar sobre el tubo. Todas estas variables pueden repercutir sobre las cargas de cálculo que han de considerarse.

7.5.9 Cálculo. Debido a las numerosas variables en cuanto a carga, características del tubo y condiciones de instalación, los conceptos de cálculo, los métodos principales y accesorios para determinar el comportamiento de materiales, van más allá de lo que aquí pueda presentarse. Los detalles de cálculo pueden encontrarse en algunos libros sobre geotecnia, tales como "Soil Mechanics" de Krynine (Estados Unidos), "Soil Engineering" de Spangler (Estados Unidos), y en la literatura especializada, por ejemplo "Concrete Pipe Design Manual" de la American Concrete Pipe Association (Librería del Congreso de los Estados Unidos, Núm. de catálogo 78-58624), "Handbook of Steel Drainage and Higway Construction Products" de la American Iron and Steel Institute (Librería del Congreso de los Estados Unidos, Núm. de catálogo 78-174344) y en las numerosas referencias a la bibliografía técnica que figura en esas publicaciones. En el Manual "Airport Drainage" de la FAA de los Estados Unidos, en la AC 150/5320-5B, y también en los dos manuales especializados antes citados, pueden hallarse algunas directrices concretas para una cobertura protectora mínima debajo del pavimento flexible o rígido, para varios tipos de tubos procalculados a base de condiciones de instalación seleccionadas (comunes).

7.5.10 Otras estructuras. El cálculo de puentes y de prolongaciones soportadas por pilotes sobre el agua, que supone cargas directas de las aeronaves, debe seguir la práctica de cálculo estructural aceptada. Lo más importante será prever las cargas futuras de las aeronaves para evitar refuerzos ulteriores sumamente costosos. Las alcantarillas tipo cajón estarán sometidas a las tensiones ambientales (7.5.3), aumentadas por el empuje hacia arriba de estructuras rígidas en el terraplén superpuesto (7.5.4). La carga resultante debería determinarse mediante análisis cuidadoso, aunque debería quedar aproximadamente entre el 130 y el 170% de la carga debida únicamente a la tensión natural, y la variación depende del vano de la estructura, de la magnitud y de la amplitud de la carga superficial, de la profundidad de la cobertura protectora y de la rigidez del suelo adyacente a la alcantarilla. Todo arco metálico grande y corrugado (más de 5 m), con cobertura de terreno poco profunda, debería estar sometido a un prolijo cálculo geotécnico y estructural. Cada uno será un caso aparte y su magnitud justificará un análisis de cálculo cuidadoso.

CAPITULO 8.- CONSTRUCCION DE RECRECIMIENTOS ASFALTICOS

8.1 Introducción

8.1.1 Debido al volumen y a la frecuencia de las operaciones en muchos aeropuertos, las pistas prácticamente se pueden recrecer sólo por partes, de modo que puedan volver a utilizarse durante las horas de punta. El objeto de este capítulo consiste en detallar los procedimientos que han de utilizar los que participan en esas operaciones de recrecimiento, o sea el administrador del aeropuerto, el administrador de las obras, el proyectista y los contratistas, con el propósito de asegurar que la tarea se realice del modo más eficaz y sin pérdida de ingresos, inconvenientes para los pasajeros ni demoras en la organización del tránsito aéreo. Una característica especial de esa construcción fuera de los períodos de punta es que debe construirse una rampa temporaria (superficie de transición entre el recrecimiento y el pavimento existente) al final de cada etapa de trabajo, de modo que la pista pueda utilizarse para las operaciones de las aeronaves una vez que la brigada de trabajo despeja la zona. En este capítulo se incluyen directrices sobre el diseño de esas rampas temporarias; con todo, el capítulo no se propone tratar del proyecto de recrecimientos en sí. Este tema debe consultarse en el Capítulo 4.

8.2 Papel de la autoridad aeroportuaria

8.2.1 Coordinación de las obras

8.2.1.1 La construcción fuera de los períodos de punta, por su misma naturaleza, es una obra sumamente visible que requiere una estrecha coordinación con todos los elementos del aeropuerto durante la planificación y el proyecto y virtualmente día por día durante la construcción. Una vez que el aeropuerto ha determinado la necesidad de obras de pavimentación de la pista, es importante que el personal designado de la autoridad aeroportuaria, los usuarios y la autoridad de aviación civil del Estado se reúnan para discutir el modo en que se ha de llevar a cabo la construcción. El personal clave siguiente debería concurrir a todas las reuniones previstas: de la autoridad aeroportuaria: el administrador de las obras, los directores de operaciones, planificación, técnica y mantenimiento; de las líneas aéreas: administradores locales de la estación y representantes de la oficina principal, como corresponda; de la autoridad de aviación civil: representantes de los servicios de tránsito aéreo y de los servicios de información aeronáutica. El orden del día debe comprender:

a) la determinación del horario de trabajo. Como el factor tiempo es esencial en la construcción fuera de las horas de punta, debe darse al contratista el mayor tiempo posible para recrecer el pavimento en cada período de trabajo. Se recomienda un período mínimo de 8 1/2 horas. El trabajo debe programarse durante un período tal que no afecte mucho los horarios de vuelo. Debe seleccionarse un período de tiempo definido y coordinarlo con las líneas aéreas y otros representantes durante las reuniones iniciales de planificación. Una identificación temprana del horario permitirá a las líneas aéreas ajustar los horarios futuros, en la medida de lo necesario, para satisfacer las exigencias de la construcción. Es esencial que se abra y cierre la pista a horas señaladas sin excepción, ya que los horarios de vuelo de las líneas aéreas y asimismo los programas de los contratistas, estarán determinados por la disponibilidad de la pista a la hora designada;

b) la identificación de los factores operacionales durante la construcción y el establecimiento de criterios aceptables comprende:

1) designación de las zonas de trabajo;

2) operaciones de las aeronaves;

3) ayudas para la navegación pertinentes (visuales y no visuales);

4) requisitos en materia de seguridad y rutas de los vehículos de remolque;

5) inspección y requisitos para abrir la zona al uso operacional;

6) instalación y retiro de barricadas para la construcción;

7) marcación y señalamiento temporario del pavimento del aeródromo;

8) días laborables previstos en que se realizarán trabajos de construcción; y

9) emisión de NOTAM y de advertencias;

c) las líneas de comunicación y elementos de coordinación. Es esencial que el administrador de las obras sea la única persona que realice la coordinación de las obras de pavimentación. Se deben discutir los métodos y líneas de comunicación para determinar la disponibilidad de la pista al comienzo de cada período de trabajo y el estado de la pista antes de abrirla para las operaciones;

d) la descripción de aspectos especiales de la construcción que aquí se escriben, inclusive rampas temporarias y otros detalles; y

e) los planes de contingencia en caso de averías anormales o de desastre imprevisto.

8.2.2 Papel del administrador de las obras

8.2.2.1 Administrador de las obras. Es esencial que la autoridad aeroportuaria seleccione un administrador calificado para las obras, para inspeccionar todas las fases de las mismas, desde la planificación hasta la inspección definitiva de la tarea una vez terminada. Esta persona debe estar experimentada en materia de proyecto y administración de obras de construcción de pavimentos de aeródromos y estar familiarizada con el funcionamiento del aeropuerto. El administrador de las obras debería ser la autoridad final en todos los aspectos técnicos de las obras y tener a su cargo la coordinación con las operaciones aeroportuarias. Todo contacto con cualquier elemento de la autoridad aeroportuaria debería efectuarse únicamente a través del administrador de las obras, con el propósito de asegurar la continuidad y la coordinación correcta con todos los elementos de las operaciones del aeródromo. Las responsabilidades deben comprender:

a) planificación y proyecto:

1) establecimiento de líneas de comunicaciones claras y concisas;

2) participación como miembro del equipo de selección del técnico en proyectos;

3) coordinación del proyecto de las obras para cumplir con las restricciones presupuestarias correspondientes;

4) coordinación del aeropuerto y de las líneas aéreas en lo tocante al examen del proyecto, inclusive las horas de trabajo asignadas, los requisitos operacionales de las aeronaves, el examen técnico y el establecimiento de procedimientos para coordinación de la obra en conjunto; y

5) presidencia de todas las reuniones relativas a las obras; y

b) construcción:

1) administración completa de la construcción con un número suficiente de inspectores para observar y documentar las tareas del contratista;

2) verificación con la oficina meteorológica, las operaciones aeroportuarias y el control de tránsito aéreo antes de comenzar la construcción y confirmación con el inspector del contratista para verificar si las condiciones meteorológicas y de tránsito aéreo permitirán que las tareas se realicen según lo previsto;

3) conferencia diaria con el inspector de obras del contratista y acuerdo acerca de la magnitud de la obra que se ha de realizar, para asegurar que la pista se abra rápidamente cada mañana a la hora indicada. Esto se aplica en especial a las zonas en que se han de realizar las tareas de reparación y remplazo del pavimento; y

4) realización de una inspección respecto a las operaciones aeroportuarias de la zona de trabajo antes de abrirla al tránsito de aeronaves, para asegurar que todas las superficies del pavimento se hayan limpiado debidamente, que las rampas temporarias se hayan construido debidamente y que se disponga de marcas para que las aeronaves circulen en condiciones de seguridad.

8.2.2.2 Técnico residente. La designación de un técnico residente, preferentemente un ingeniero civil, representará una gran ventaja para las obras y prestará un asesoramiento valioso al administrador de las obras. Las tareas del técnico residente comprenderán:

a) preparación de documentación sobre las tareas ejecutadas durante cada período de trabajo;

b) seguridad de que se llevan a cabo todos los ensayos, con los resultados obtenidos en cada período de trabajo;

c) programación de la inspección que se ha de realizar en cada período de trabajo;

d) observación del cumplimiento de las especificaciones del contrato y notificación de toda discrepancia al administrador de las obras y al contratista; y

e) mantenimiento de un diario de construcción.

8.2.3 Requisitos de ensayo

8.2.3.1 No existe requisito alguno respecto a ensayos adicionales respecto a la construcción en los períodos fuera de punta que sean diferentes de las que se realizan en las construcciones convencionales. La única diferencia en el caso de la construcción fuera de los períodos de punta es que se exige la realización del ensayo de aceptación al terminar cada período de trabajo y antes de abrir la pista para las operaciones, examinándose los resultados antes de recomenzar las tareas. Estos procedimientos normalmente requerirán personal adicional para asegurar que los ensayos se llevan a cabo correctamente y a su debido tiempo.

8.2.4 Requisitos de inspección

8.2.4.1 Uno de los aspectos más importantes para poder terminar exitosamente una obra de pavimentación de cualquier tipo es la magnitud y la calidad de la inspección que se realice. Como el aeropuerto acepta el uso de la pista con pago de derechos cada vez que se la abre para el tránsito, el ensayo de aceptación debe realizarse en cada período de trabajo. Además del administrador de las obras y del técnico residente, se recomienda al personal mínimo siguiente para la observación del cumplimiento de las especificaciones:

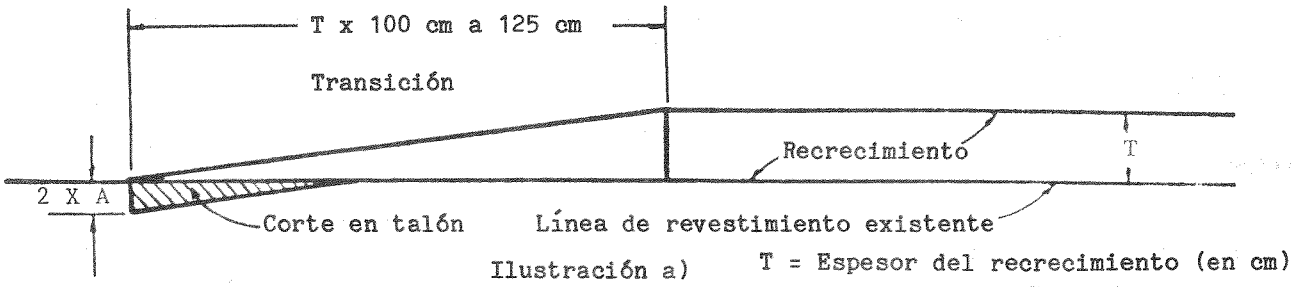
a) Inspector de la planta de asfalto. Inspector de planta con un ayudante cuya misión principal será realizar ensayos de control de calidad, inclusive la graduación de los áridos, muestras de material caliente de la tolva y ensayos Marshall.

b) Inspectores de pavimento. Debería haber dos inspectores de pavimento con cada máquina pavimentadora. Sus tareas deberían comprender el registro de los vales de entrega, las temperaturas de verificación del material entregado, la inspección de los métodos de control de graduación y la inspección de las técnicas de aplicación del asfalto y la lisura de la construcción de las juntas.

c) Inspector de compactación. El inspector de compactación debería tener a su cargo la observación de la secuencia correcta de los rodillos compactadores, utilizando un densímetro de campo para proporcionar al contratista la información óptima sobre la compactación.

d) Personal de reconocimiento. La información sobre las pendientes terminadas en cada período de trabajo es esencial para asegurar un trabajo de calidad. Un topógrafo independiente autorizado y el personal deberían registrar los niveles del pavimento terminado a intervalos mínimos de 8 m en sentido longitudinal y de 4 m en sentido transversal y notificar los resultados al administrador de las obras al terminar cada período de trabajo.

e) Inspector de reparaciones del pavimento. Será responsable de la inspección de todas las reparaciones del pavimento y de la preparación de la superficie antes de la pavimentación.



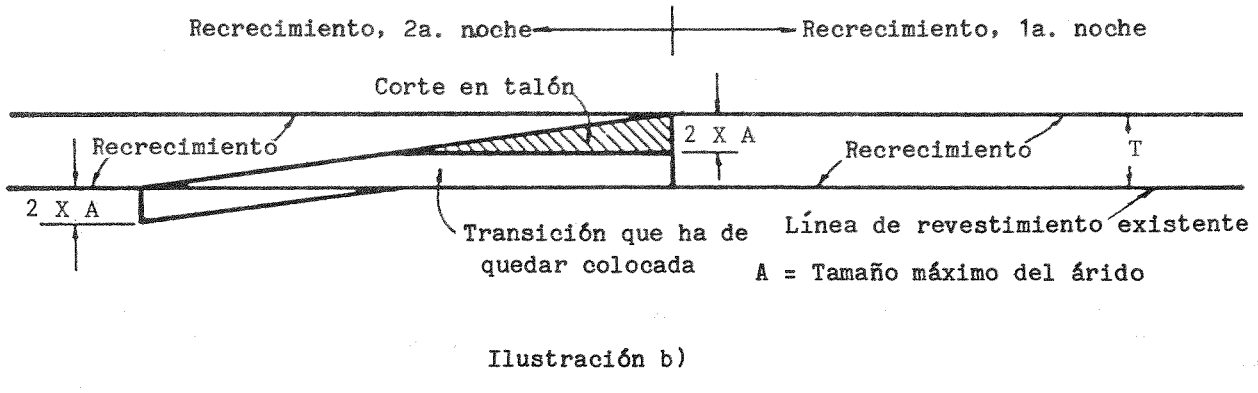


Figura 8-1. Construcción temporaria de rampa con máquina tanteadora en frío

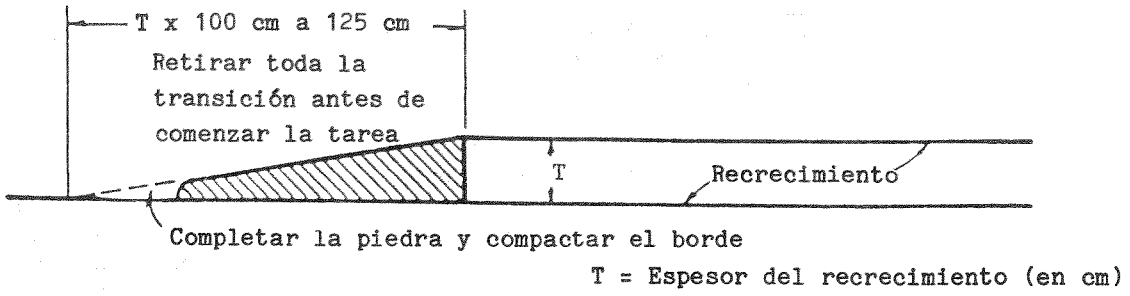


Figura 8-2. Construcción temporaria de rampa sin máquina tanteadora en frío

f) Inspector eléctrico. Asegura que se cumplan con las especificaciones.

8.3 Consideraciones con respecto al proyecto

8.3.1 Generalidades. Los planes y especificaciones para la reparación del pavimento y el recrecimiento durante los períodos fuera de punta, deberían presentarse con un detalle que permita una determinación fácil de los límites de la reparación del pavimento, de las pendientes terminadas y de la profundidad del recrecimiento. Tanto el contratista como el personal de inspección han de utilizar planes y especificaciones para cada período de trabajo que deben ser claros y precisos en todos sus detalles.

8.3.2 Examen del pavimento

8.3.2.1 En el costado de la pista o de la calle de rodaje debe establecerse un sistema completo de marcas que sirvan de referencia clara durante las inspecciones de la sección. Las marcas deberían establecerse aproximadamente a intervalos de 125 m. La medición de la sección del pavimento debería realizarse a intervalos de 8 m en sentido longitudinal y 4 m en sentido transversal. Debe tenerse sumo cuidado en las operaciones a nivel, ya que las elevaciones se han de utilizar para determinar la profundidad del recrecimiento asfáltico. El proyectista no debería considerar la utilización de información sobre pendientes provenientes de planos de construcción ni de inspecciones realizadas durante los meses de invierno, ya que se ha demostrado que las elevaciones pueden variar de una estación a la siguiente. Esto resulta especialmente crítico para los recrecimientos asfálticos de una sola capa.

8.3.2.2 Una vez determinados los tipos de terminación y la pendiente transversal, debe incluírse una tabulación de tipos en los planos destinados a la licitación del contratista y al establecimiento de las líneas de referencia. La tabulación de pendientes debería incluir una columna en la que se indique la elevación actual de la pista, otra columna en la que se indique el tipo de recrecimiento de terminación y una última columna en la que se indique la profundidad del recrecimiento. Los tipos deberían indicarse en sentido longitudinal cada 8 m y en sentido transversal cada 4 m. Esta cuestión se considera esencial para la preparación de planos destinados a la contratación de la construcción fuera de las horas de punta.

8.3.3 Detalles especiales

8.3.3.1 En los planos deben incluirse detalles atinentes a las cuestiones siguientes:

a) Rampas temporarias. Al final de cada período de trabajo de recrecimiento con hormigón asfáltico caliente, será necesario construir una rampa con el propósito de asegurar la transición desde el nuevo recrecimiento hasta el pavimento existente. La única excepción a la contrucción de una rampa es cuando la profundidad del recrecimiento es de 4 cm o menor. En los recrecimientos de capas múltiples, estas transiciones no deben encontrarse a menos de 150 m entre sí. En lo posible, el recrecimiento debe avanzar de un extremo de la pista hacia el otro extremo en la misma dirección que las operaciones predominantes de las aeronaves, de modo que la mayoría de las aeronaves encuentren una pendiente de rampa descendente. En caso de un cambio de dirección continua en el sentido de las operaciones, sería conveniente que el recrecimiento se efectúe en sentido ascendente, ya que la rampa ascendente es más corta y evita adelgazamientos largos. La construcción

de la rampa es una de las características más importantes en el período de trabajo. Una rampa demasiado pronunciada puede causar daños estructurales a la aeronave o mal funcionamiento de los instrumentos de a bordo. Una rampa demasiado larga puede tener como consecuencia el desgaste del pavimento por rodamiento, daño a los motores de las aeronaves por entradas de objetos extraños y asimismo tiempo excesivo de construcción. La pendiente longitudinal de la rampa temporaria tendrá una inclinación entre 0,8 y 1%, medido con referencia a la superficie existente de la pista o a la capa anterior de recrecimiento. Normalmente, toda la anchura de la pista será objeto de recrecimiento durante la sesión de trabajo. Pueden presentarse circunstancias excepcionales, por ejemplo, condiciones meteorológicas adversas, avería del equipo, etc., que no permitan el recrecimiento de toda la anchura de la pista durante un período de trabajo. Si esto sucediera, es necesario combinar los bordes con la antigua superficie del pavimento para impedir un cambio súbito de nivel en caso de que la aeronave se desvíe de la parte recrecida. La pendiente transversal máxima de la pendiente temporaria no debería exceder del 2%. Puede construirse una rampa temporaria de dos maneras, según el tipo de equipo disponible. El modo más eficaz es utilizar una máquina tanteadora en frío para cortar el borde del pavimento al comienzo y al final del recrecimiento durante el período de trabajo (véase la Figura 8-1). Si no se dispone de equipo para tanteado en frío, debería construirse una rampa temporaria como se indica en la Figura 8-2. En ningún caso debe colocarse debajo de la rampa una capa de interrupción del enlace para retiro fácil durante el próximo período de trabajo. La experiencia indica que esta capa casi siempre se afloja, causando la rotura subsiguiente del pavimento durante las operaciones de la aeronave.

b) Iluminación en el pavimento. Los detalles que ilustren el retiro y la reinstalación de la iluminación en el pavimento se han de incluir en los planos cuando corresponda. Los detalles deberían ilustrar el retiro de los elementos luminosos y del aro de extensión, la colocación de una placa sobre la base de luces, el relleno del agujero con asfalto denso aplicado en caliente hasta terminar las operaciones de recrecimiento, información precisa sobre el estudio del emplazamiento, perforación para obtener núcleos de 10 cm para emplazar el centro de la placa y obtención final de núcleos con una máquina especial del diámetro necesario. Las luces y el nuevo aro de extensión pueden instalarse entonces a la elevación correcta.

c) Marcas de la pista. Durante el curso de una construcción fuera de las horas de punta de un recrecimiento de pista, se ha encontrado que es aceptable, si se encuentra debidamente protegido por un NOTAM, marcar únicamente las fajas del eje y los números de designación de pista en el nuevo pavimento hasta que se haya terminado la capa final asfáltica y pueda efectuarse la marcación definitiva de las fajas. En algunos casos, en que se aplica el tanteado en frío de la superficie o los recrecimientos en capas múltiples, pueden omitirse hasta 3 fajas de eje consecutivas, para aumentar el enlace entre capas.

APENDICE 1

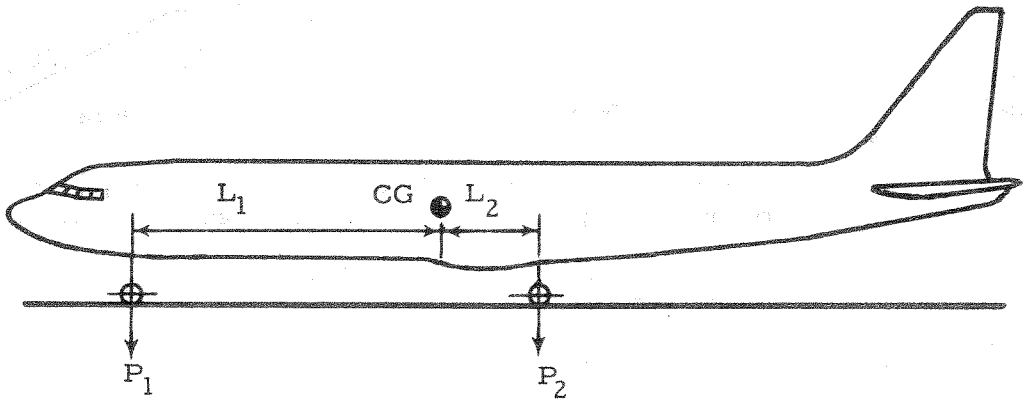
CARACTERISTICAS DE AERONAVES QUE AFECTAN A LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO

1. Generalidades

1.1 Este Apéndice describe las características de aeronaves que afectan al cálculo de la resistencia de los pavimentos, a saber: peso de la aeronave, porcentaje de carga sobre la rueda de proa, disposición de ruedas, carga sobre la pata principal, presión de neumáticos y área de contacto de cada uno. La Tabla A1-1 contiene estos datos para la mayor parte de los aviones corrientemente utilizados.

1.2 Las cargas de los aviones se transmiten al pavimento a través del tren de aterrizaje, que normalmente consta de dos patas principales y una auxiliar, estando esta última cerca de la proa (disposición más frecuente hoy día) o cerca de la cola (sistema antiguo).

1.3 La parte de la carga impuesta por cada pata depende de la posición del centro de gravedad respecto a los tres puntos de apoyo. La distribución estática de la carga entre las diferentes patas puede ilustrarse en la forma siguiente:



donde W es el peso bruto del avión, P_1 la carga transmitida por la pata auxiliar, P_2 la carga transmitida por ambas patas principales, L_1 y L_2 la distancia, medida a lo largo del eje de simetría, desde el centro de gravedad hasta P_1 y P_2 respectivamente. Así:

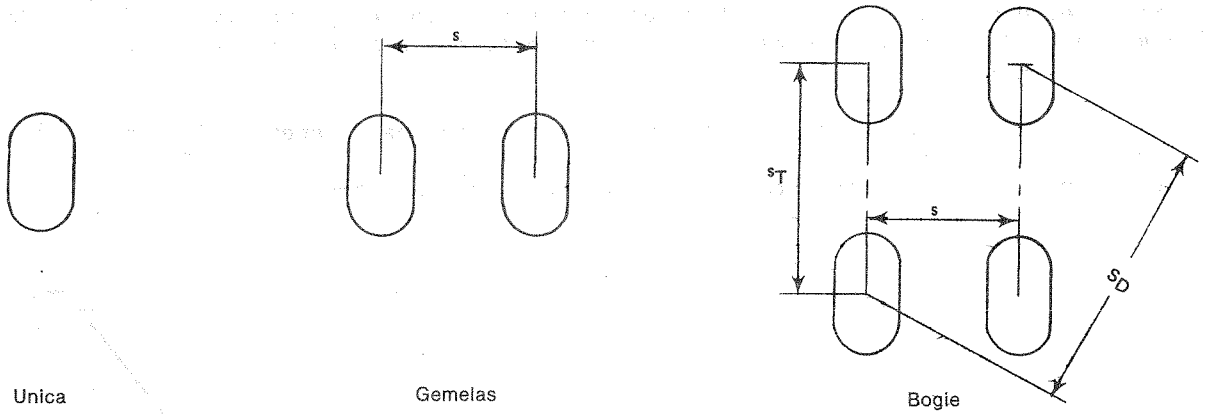
$$W = P_1 + P_2 \qquad P_1L_1 = P_2L_2$$

Por lo tanto $$P_2 = P_1 \frac{L_1}{L_2}$$

1.4 Usualmente la relación L_1/L_2 es aproximadamente 9, es decir, la pata auxiliar soporta alrededor del 10% del peso bruto del avión. Por lo tanto, cada pata principal impone una carga de un 45% de ese peso. No se han incluido la distancia entre ejes ni el ancho de vía, ya que por la magnitud de estas dimensiones no existe la posibilidad de que haya acción mutua de los esfuerzos impuestos por las distintas patas del tren de aterrizaje.

1.5 Por lo anterior, se verá que las características de cada pata principal proporcionan suficiente información para evaluar los requisitos que en cuanto a resistencia deben satisfacer los pavimentos. En consecuencia, dicha tabla se limita a dar datos sobre aquéllas.

1.6 La carga que soporta cada pata se transmite al pavimento por una o varias ruedas provistas de neumáticos de caucho. En los trenes de aterrizaje de las aeronaves actualmente en servicio, o que lo estarán pronto, se usan generalmente los siguientes sistemas de patas principales.



1.7 Para fines de proyecto y evaluación del pavimento, son importantes los siguientes espaciados entre ruedas y, por lo tanto, se indican en la tabla:

S - distancia entre centros de figura de las huellas de los neumáticos de ruedas gemelas

S_T - distancia entre ejes del bogie

S_D - distancia entre centros de figura de las huellas de las ruedas diagonales, que viene dada por la fórmula

$$S_D = \sqrt{(S^2 + S_T^2)}$$

Las presiones de neumáticos dadas son las internas o de inflación.

1.8 Debe observarse que las cifras en toda la tabla se refieren al avión con su máximo peso bruto. Para las operaciones con pesos menores, las cifras indicadas respecto a "carga en cada pata", "presión de neumático" o "huella de contacto", o ambas, deben reducirse proporcionalmente.

Lista de abreviaturas empleadas en la Tabla A1-1

COM	-	Disposición compleja de ruedas
D	-	Ruedas dobles
DT	-	Ruedas dobles en tándem
F	-	Frontal, anterior
R	-	Posterior
S	-	Distancia entre centros de áreas de contacto de ruedas dobles
S_D	-	Distance entre centros de áreas de contacto de ruedas diagonales
S_T	-	Distancia entre ejes de ruedas en tándem
T	-	Tándem
kg	-	Kilogramo
MPa	-	Megapascal
kg/cm^2	-	Kilogramo por centímetro cuadrado
cm	-	Centímetro

Nota sobre unidades

Esta tabla se ha preparado en unidades métricas. Para pasar de kilogramos a newtons multiplicar por 9,80665.

Tabla A1-1. Características de aeronaves para cálculo y evaluación de pavimentos

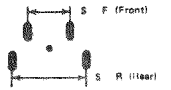
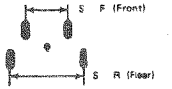
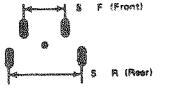
Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
A300 B2 Airbus	137 000	47,0	DT	64 390	1,2	89	140	165,9	
A300 B2 Airbus	142 000	47,0	DT	66 740	1,29	89	140	165,9	
A300 B4 Airbus	150 000	47,0	DT	70 500	1,39	93	140	168,1	
A300 B4 Airbus	157 000	47,0	DT	73 790	1,48	93	140	168,1	
A300 B4 Airbus	165 000	47,0	DT	77 550	1,29	93	140	168,1	
A300-600 Airbus	165 000	47,0	DT	77 550	1,29	93	140	168,1	
A300-600R Airbus	170 000	47,4	DT	80 580	1,35	93	140	168,1	
A300-600R Airbus	171 700	47,4	DT	81 390	1,35	93	140	168,1	
A310-200 Airbus	132 000	46,7	DT	61 640	1,23	93	140	168,1	
A310-200 Airbus	138 600	46,7	DT	64 730	1,3	93	140	168,1	
A310-200 Airbus	142 000	46,7	DT	66 310	1,33	93	140	168,1	
A310-300 Airbus	150 000	47,0	DT	70 500	1,42	93	140	168,1	
A310-300 Airbus	157 000	47,4	DT	74 420	1,49	93	140	168,1	

Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
A320-100 Airbus Gemelas	66 000	47,1	D	31 090	1,28	93	-	-	
A320-100 Airbus Gemelas	68 000	47,1	D	32 030	1,34	93	-	-	
A320-100 Airbus Bogie	68 000	47,1	DT	32 030	1,12	78	100	126,8	opción
A320-200 Airbus Gemelas	73 500	47,0	D	34 550	1,45	93	-	-	
A320-200 Airbus Bogie	73 500	47,0	DT	34 550	1,21	78	100	126,8	opción
BAC 1-11 Serie 400	39 690	47,5	D	18 853	0,93	53	-	-	
BAC 1-11 Serie 475	44 679	47,5	D	21 223	0,57	62	-	-	
BAC 1-11 Serie 500	47 400	47,5	D	22 515	1,08	53	-	-	
BAe 146 Serie 100	37 308	46,0	D	17 162	0,80/0,52	71	-	-	
BAe 146 Serie 200	40 600	47,1	D	19 123	0,88/0,61	71	-	-	
B707-120B	117 027	46,7	DT	54 652	1,17	86	142	166,0	
B707-320B	148 778	46,0	DT	68 438	1,24	88	142	167,1	
B707-320C Carga	152 407	46,7	DT	71 174	1,24	88	142	167,1	

Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
B707-320C Convertible	152 407	46,7	DT	71 174	1,24	88	142	167,1	
B707-320/420	143 335	46,0	DT	65 934	1,24	88	142	167,1	
B720	104 326	47,4	DT	49 451	1,00	81	124	148,1	
B720B	106 594	46,4	DT	49 460	1,00	81	124	148,1	
B727-100C	73 028	47,8	D	34 907	1,09	86	–	–	
B727-100	77 110	47,6	D	36 704	1,14	86	–	–	
B727-200 Estándar	78 471	48,5	D	38 058	1,15	86	–	–	
B727-200 Avanzado	84 005	48,0	D	40 322	1,02	86	–	–	
B727-200 Avanzado	86 636	47,7	D	41 325	1,06	86	–	–	
B727-200 Avanzado	89 675	46,9	D	42 058	1,15	86	–	–	
B727-200 Avanzado	95 254	46,5	D	44 293	1,19	86	–	–	
B737-100	44 361	46,2	D	20 495	0,95	78	–	–	
B737-200	45 722	46,4	D	21 215	0,97	78	–	–	
B737-200	52 616	45,5	D	23 940	1,14	78	–	–	
B737-200	52 616	45,5	D	23 940	0,66	78	–	–	
B737-200/200C Avanzado	53 297	46,4	D	24 730	1,16	78	–	–	
B737-200/200C Avanzado	56 699	46,3	D	26 252	1,23	78	–	–	

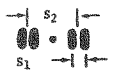
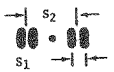
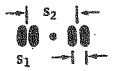
Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
B737-200 Avanzado	58 332	46,0	D	26 833	1,25	78	-	-	
B737-300	61 462	45,9	D	28 211	1,34	78	-	-	
B737-300	61 462	45,9	D	28 211	1,14	78	-	-	
B737-400	64 864	46,9	D	30 421	1,44	78	-	-	
B737-500*	60 781	46,1	D	28 020	1,34	78	-	-	
B747-100	323 410	23,4	COM	75 678	1,50	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-100B (Pasajeros)	334 749	23,1	COM	77 327	1,56	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-100B	341 553	23,1	COM	78 899	1,32	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-100B SR	260 362	24,1	COM	62 747	1,04	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-SP	302 093	22,9	COM	69 179	1,30	110	137	175,7	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-SP	318 881	21,9	COM	69 835	1,40	110	137	175,7	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-200B	352 893	23,6	COM	83 283	1,37	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga

*Información preliminar

Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
B747-200C	373 305	23,1	COM	86 233	1,30	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-200F/300	379 201	23,2	COM	87 975	1,39	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B747-400	395 987	23,4	COM	92 661	1,41	112	147	184,8	Tren principal - 4 unidades de bogie. Datos basados en distribución por igual de la carga
B757-200	109 316	45,2	DT	49 411	1,17	86	114	142,8	
B767-200	143 789	46,2	DT	66 431	1,31	114	142	182,1	
B767-200-ER	159 755	46,9	DT	74 925	1,21	114	142	182,1	
B767-300	159 665	47,5	DT	75 841	1,21	114	142	182,1	
B767-300-ER	172 819	46,9	DT	81 052	1,31	114	142	182,1	
B767-300-ER	185 520	46,0	DT	85 339	1,38	114	142	182,1	
Caravelle 10	52 000	46,1	COM	23 966	F0,75 R1,17	F45 R40	107	115,1	
Caravelle 12	55 960	46	COM	25 743	F0,69 R1,08	F38 R41	107	114,1	
Concorde	185 066	48,0	DT	88 803	1,26	68	167	180,3	
Canadair CL 44	95 708	47,5	COM	45 461	1,12	F51 R76	122	137,5	
CV 880 M	87 770	46,6	DT	40 901	1,03	55	114	126,6	
CV 990	115 666	48,5	DT	56 098	1,28	61	118	132,8	
DC-3	11 430	46,8	Sin	5 349	0,31	-	-	-	

Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
DC-4	33 113	46,8	D	15 480	0,53	74	-	-	
DC-8-43	144 242	46,5	DT	67 073	1,22	76	140	159,3	
DC-8-55	148 778	47,0	DT	69 926	1,28	76	140	159,3	
DC-8-61/71	148 778	48,0	DT	71 413	1,30	76	140	159,3	
DC-8-62/72	160 121	46,5	DT	76 858	1,29	81	140	161,7	
DC-8-63/73	162 386	47,6	DT	77 296	1,30	81	140	161,7	
DC-9-15	41 504	46,2	D	19 175	0,90	61	-	-	
DC-9-21	45 813	47,2	D	21 624	0,98	64	-	-	
DC-9-32	49 442	46,2	D	22 842	1,07	64	-	-	
DC-9-41	52 163	46,7	D	24 334	1,10	66	-	-	
DC-9-51	55 338	47,0	D	26 009	1,17	66	-	-	
MD-81	63 957	47,8	D	30 539	1,17	71	-	-	
MD-82/88	68 266	47,6	D	32 460	1,27	71	-	-	
MD-83	73 023	47,4	D	34 613	1,34	71	-	-	
MD-87	68 266	47,4	D	32 358	1,17	71	-	-	
DC-10-10	200 942	46,9	DT	94 141	1,31	137	163	212,9	
DC-10-10	196 406	47,2	DT	92 605	1,28	137	163	212,9	
DC-10-15	207 746	46,7	DT	96 914	1,34	137	163	212,9	Carga basada en bogies de ala. El tren principal incluye las gemelas centrales.
DC-10-30/40	268 981	37,9	COM	101 944	1,24	137	163	212,9	Carga basada en bogies de ala. El tren principal incluye las gemelas centrales.
DC-10-30/40	253 105	37,7	COM	95 421	1,17	137	163	212,9	Carga basada en bogies de ala. El tren principal incluye las gemelas centrales.

Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
DC-10-30/40	260 816	37,6	COM	98 069	1,21	137	163	212,9	Carga basada en bogies de ala. El tren principal incluye las gemelas centrales.
MD-11	274 650	39,2	COM	107 663	1,41	137	163	212,9	Carga basada en bogies de ala. El tren principal incluye las gemelas centrales.
Dash 7	19 867	46,8	D	9 228	0,74	42	-	-	
F27 Friendship Mk500	19 777	47,5	D	9 394	0,54	45	-	-	
Fokker 50 HTP	20 820	47,8	D	9 952	0,59/ 0,55	52	-	-	
Fokker 50 LTP	20 820	47,8	D	9 952	0,42	52	-	-	
F28 Fellowship Mk1000LTP	29 484	46,3	D	13 651	0,58	58	-	-	
F28 Fellowship Mk1000HTP	29 484	46,3	D	13 651	0,69	55	-	-	
Fokker 100	44 680	47,8	D	21 357	0,98	59	-	-	
HS125-400A -400B	10 600	45,5	D	4 824	0,77	32	-	-	
HS125-600A -600B	11 340	45,5	D	5 160	0,83	32	-	-	
HS748	21 092	43,6	D	9 196	0,59	48	-	-	
IL62	162 600	47,0	DT	76 910	1,08	80	165	188,4	
IL62M	168 000	47,0	DT	79 460	1,08	80	165	188,4	
IL76T	171 000	23,5	COM	38 730	0,59	-	258	-	 S 62 S_1 144
IL86	211 500	31,2	COM	64 390	0,88	125	149	194,5	Tren principal - 3 unidades de bogie

Tipo de aeronave	Masa total (kg)	Porcentaje de carga en rueda de proa (%)	Disposición de ruedas	PATAS PRINCIPALES DEL TREN DE ATERRIZAJE					
				Carga sobre cada pata (kg)	Presión de neumáticos (MPa)	Separación de ruedas (cm) (S)	(S_T)	(S_D)	Datos adicionales para disposición compleja de ruedas
L-100-20	70 670	48,2	T	17 031	0,72	-	154	-	Ruedas principales en tándem en cuatro patas separadas
L-100-30	70 670	48,4	T	17 102	0,72	-	154	-	Ruedas principales en tándem en cuatro patas separadas
L1011-1	195 952	47,4	DT	92 881	1,33	132	178	221,6	
L-1011-100/200	212 281	46,8	DT	99 348	1,21	132	178	221,6	
L-1011-500	225 889	46,2	DT	104 361	1,27	132	178	221,6	
Trident 1E	61 160	46,0	COM	28 196	1,03	-	-	-	 S_1 32 S_2 94
Trident 2E	65 998	47,0	COM	31 019	1,07	-	-	-	 S_1 30 S_2 95
Trident 3	68 266	45,5	COM	31 095	1,14	-	-	-	 S_1 30 S_2 95
TU134A	49 000	45,6	DT	22 690	0,83	56	99	113,7	
TU154B	98 000	45,1	COM	44 198	0,93	62	F103 R 98	223,6	
VC10-1150	151 953	48,3	DT	73 317	1,01	86	155	177,3	

APENDICE 2

PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINAR EL NUMERO DE CLASIFICACION DE UNA AERONAVE

1. Pavimentos rígidos

1.1 El ACN de una aeronave para la utilización de un pavimento rígido se determinará mediante el programa de computadora Núm. 1.

Nota.- El programa de computadora Núm. 1 se basa en el programa PDILB, preparado por el Sr. R.G. Packard, de la Portland Cement Association, Illinois, Estados Unidos, para calcular la resistencia de pavimentos rígidos. A título de ejemplo, se han evaluado varios tipos de aeronaves actualmente en uso, sobre pavimentos rígidos apoyados en las cuatro categorías de resistencia del terreno de fundación que se indican en el Anexo 14, Capítulo 2, 2.5.6 b), y los resultados se presentan en el Adjunto B, Tabla B-1, de ese Anexo y en el Apéndice 5, Tabla 5-1 de este Manual.

2. Pavimentos flexibles

2.1 El ACN de una aeronave para la utilización de un pavimento flexible se determinará mediante el programa de computadora Núm. 2.

Nota.- El programa de computadora Núm. 2 se basa en el método CBR de cálculo de pavimentos flexibles del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (véase el informe de instrucciones S-77-1, de la Estación experimental de vías acuáticas del Cuerpo de Ingenieros del Ejército estadounidense. A título de ejemplo, se ha hecho la evaluación de varios tipos de aeronaves actualmente en uso, sobre pavimentos flexibles apoyados en las cuatro categorías de resistencia del terreno de fundación que se indican en el Anexo 14, Capítulo 2, 2.5.6 b) y los resultados se presentan en el Adjunto B, Tabla B-1 de ese Anexo y en el Apéndice 5, Tabla 5-1, de este manual.

Programa de computadora Núm. 1

Las presentes instrucciones están destinadas a proporcionar la información necesaria para utilizar el programa de computadora.

Resumen

Descripción. Con este programa se determinan los esfuerzos de la flexión en un pavimento de hormigón para las cargas del tren de aterrizaje, el espesor de hormigón requerido para los datos de entrada del terreno de fundación y un esfuerzo en el hormigón de 2,75 MPa y los ACN de diferentes aeronaves. Se basa en el análisis de Westergaard de las cargas aplicadas en el interior de una losa de pavimento apoyada en un cimiento líquido denso. Se supone que las cargas se distribuyen de manera uniforme sobre formas elípticas que representan las áreas de contacto de los neumáticos.

El programa funciona en uno de los modos siguientes*:

Modo 2. Evaluación del pavimento - Para un pavimento existente, de espesor y resistencia del terreno de fundación conocidos, el programa determina el esfuerzo máximo para cada condición de carga específica. El proyectista utiliza este modo para decidir si un pavimento existente resulta estructuralmente apropiado para que lo utilice determinada aeronave.

Modo 5. Si se da entrada al Modo 5, el programa se repite hasta encontrar el espesor de hormigón requerido para los datos de entrada del terreno de fundación y un esfuerzo en el hormigón de 2,75 MPa.

Modo 6. Si se da entrada al Modo 6, el programa se repite hasta encontrar el espesor requerido para los terrenos de fundación ACN/PCN normalizados y el esfuerzo normalizado en el hormigón de 2,75 MPa, más los valores ACN para los terrenos de fundación normalizados.

Especificaciones

Lenguaje:	PORTRAN Monitor IBM 1130.
Equipo:	IBM 1130 (CPU 1131, 8K, con DISCO), perforador-lector de tarjetas 1442, impresor 1132 (optativo).
Tipo de programa:	Programa de línea principal (PDILB) y cuatro subrutinas (XYMAX, PARAB, CNVG y CACN).

Entrada de datos

Las tarjetas de entrada para cada uno de los tres modos se perforan como se indica en la Figura A2-1; en la página 3-257 se muestran ejemplos de entrada.

Coordenadas de las ruedas. En todos los formatos de entrada, se emplean coordenadas X-Y a partir de los centros de las ruedas para especificar la separación de las mismas; la dirección X indica el eje longitudinal de la aeronave.** Esto significa que la separación entre ruedas gemelas se especifica como dimensión Y y la separación entre los pares de ruedas del bogie como dimensión X.

---

* Nota: Para la utilización de los modos 1, 3 y 4 véase la referencia 4.

** Debe adoptarse esta convención en todos los modos de funcionamiento, ya que en el programa de computadora se orienta en principio el eje principal de la elipse de cada área de contacto en la dirección X.

Al especificar las coordenadas de las ruedas, también conviene tomar en consideración lo siguiente: La rueda del tren de aterrizaje que se considera más próxima al punto de esfuerzo máximo se designa como rueda 1 y sus coordenadas se fijan en X = 0,00, Y = 0,00; las demás ruedas se enumeran en el orden que se desee, y sus coordenadas X-Y se especifican según su posición con respecto a la rueda 1. En los Diagramas 1 y 2, de la Figura A2-2, se indican las posiciones y coordenadas de las ruedas para un tren de aterrizaje de ruedas gemelas y para un bogie de cuatro ruedas. Los Diagramas 3, 4 y 5 muestran cómo se elige la rueda 1 para configuraciones más complejas, del tren de aterrizaje. En una configuración compleja, generalmente se escoge como rueda 1, entre las dos ruedas más próximas entre sí, la más cercana al centro del tren de aterrizaje.*

Salida de datos

En las páginas 3-258 a 3-260 se ofrecen muestras de cada uno de los modos. La primera parte de la salida, hasta MODO inclusive, constituye una reproducción de los datos de entrada. Los datos restantes son resultados de los cálculos, y se analizan por separado para cada modo en los párrafos siguientes.

Modo 2. En este modo, se imprimen y se suman los valores F y CUENTA para cada rueda. Estos valores se relacionan de la manera siguiente con el esfuerzo y el momento de flexión:

$$F^{\dagger} = \frac{\text{(momento de flexión)}}{\text{(presión de contacto)}}$$

$$\text{CUENTA}^{\dagger\dagger} = \frac{10\,000 \times (F)}{(\text{rad. rig. rel.})^2}$$

$$\text{ESFUERZO} = 6 \times \frac{\text{(momento de flexión)}}{(\text{espesor})^2} = \frac{6 \times (F) \times \text{(presión de contacto)}}{(\text{espesor})^2}$$

Las CLAVES 0, 1 y 2 indican, respectivamente, si cada una de las ruedas está situada dentro, parcialmente fuera o completamente fuera de la zona de influencia del programa (radio de 3ℓ).

Al final de la impresión de salida, se enuncian el esfuerzo máximo y su ubicación y dirección (XMAX, YMAX y ANGULO MAX).

Modo 5. Esta salida es similar a la del Modo 2, pero con la adición del número de repeticiones.

Modo 6. Esta salida es similar a la del Modo 5, salvo que se repiten los valores calculados para cada terreno de fundación, y se añaden los valores ACN.

---

* Quizás se necesiten, tratándose de una configuración fuera de lo común del tren de aterrizaje con varias ruedas próximas entre sí, distintas pasadas en la computadora utilizando diversas ruedas como rueda Núm. 1.

† El factor F se utiliza para indicar en forma práctica un valor del momento de flexión relativo independiente de la presión de contacto.

†† CUENTA se enuncia para que el usuario pueda verificar los resultados de la computadora. Esto se hace comparando CUENTA con el número de bloques de influencia que figuran en el gráfico de influencia Núm. 2 de Pickett y Ray.

Relación detallada del programa

A partir de la página 3-261, se enumeran todos los enunciados del programa Fortran.

Limitaciones

A todas las áreas de contacto se les asigna igual tamaño, forma y presión de contacto. El análisis de un conjunto de huellas de contacto con formas, áreas o presiones diversas dentro del conjunto, exigiría una modificación del programa.

El programa calcula los esfuerzos para las áreas de contacto, o partes de las mismas, comprendidas dentro de un radio de 3 ℓ cm de la rueda 1 elegida como referencia. Para las áreas de contacto situadas fuera de ese límite, el esfuerzo se fija en cero.

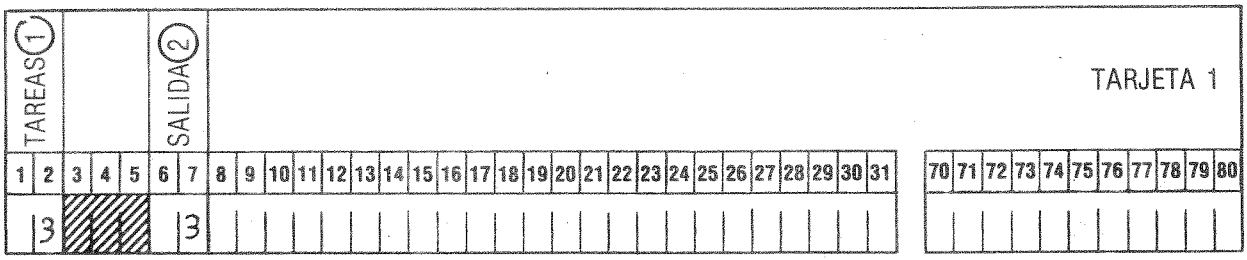
Referencias:

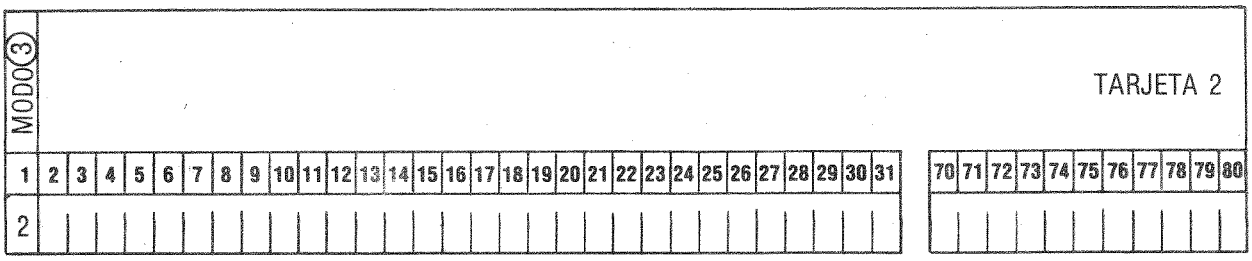
1. Pickett, Gerald y Ray, Gordon K., *Influence Charts for Concrete Pavements*, American Society of Civil Engineers *Transactions*, Paper No. 2425, Vol. 116, 1951, pp. 49-73.

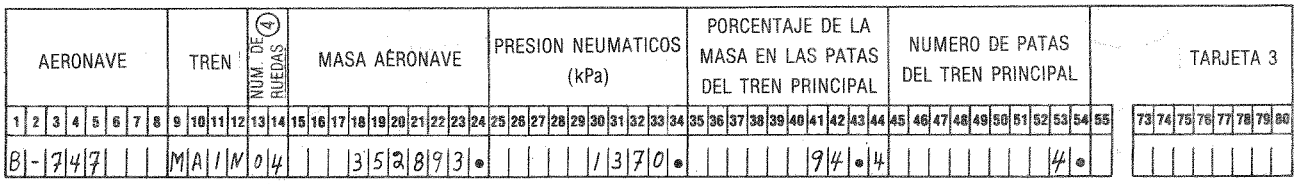
2. *Design of Concrete Airport Pavement*, Portland Cement Association, Chicago, Illinois.

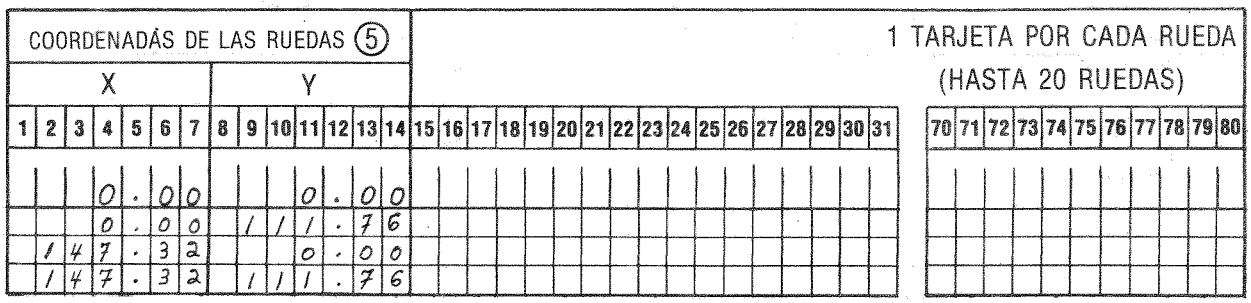
3. Pickett, Gerald; Raville, Milton E.; Janes, William C.; y McCormick, Frank J., *Deflections, Moments and Reactive Pressures for Concrete Pavements*, Kansas State College Bulletin No. 65, Oct. 1951.

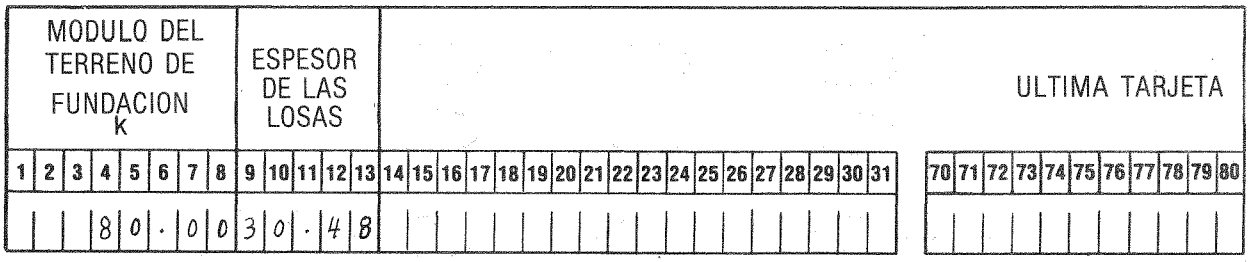
4. Packard, Robert G., *Computer Program for Airport Pavement Design*, Portland Cement Association, Chicago, Illinois.











Notas.— 1. Número de problemas.
2. Salida optativa: indíquese 1 para máquina de escribir, 3 para impresor de línea.
3. Modo de funcionamiento que se desea.
4. Número total de ruedas en el tren o trenes que se analiza. (Utilícese la columna 14 si se trata de menos de 10 ruedas.)
5. Coordenadas X e Y de los centros de las ruedas. La dirección X indica el eje longitudinal de la aeronave; por ejemplo: la separación entre ruedas gemelas es una dimensión Y, la separación entre pares de ruedas de un bogie es la dimensión X.

Figura A2-1. Formulario de entrada para los Modos 2, 5 y 6

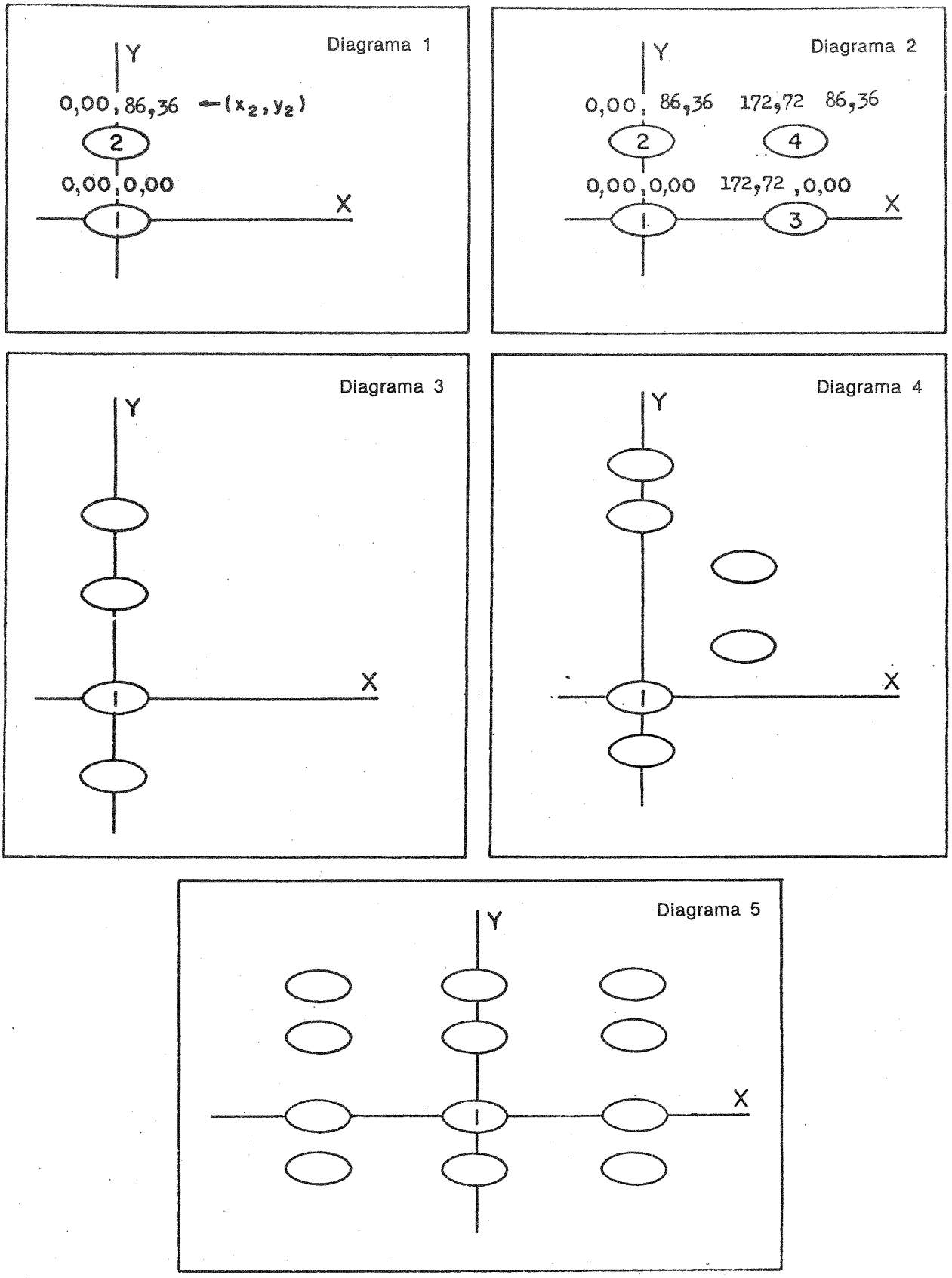


Figura A2-2. Coordenadas de las ruedas y selección de la rueda 1

NOTA.- Las equivalencias en español de las abreviaturas y términos ingleses que aparecen en las páginas 3-257 a 3-260 son las siguientes:

GEAR MAIN	= Tren principal	XMAX	= XMAX
NO. OF WHLS	= Número de ruedas	YMAX	= YMAX
CONTACT AREA	= Area de contacto	MAX. ANGLE	= Angulo máx.
CONTACT PRESSURE	= Presión de contacto	WHL. NO.	= Rueda número
COORDINATES OF WHLS	= Coordenadas de las ruedas	CODE	= Clave
SUBBASE SUBGRADE	= Cimiento terreno de fundación	COUNT	= Cuenta
		ROTATION ANGLE	= Angulo de rotación
PAVEMENT THICKNESS	= Espesor del pavimento	F	= F
RAD. REL. STIFF.	= RAD. RIG. REL.	MAX. STRESS	= Esfuerzo máximo

EJEMPLOS DE ENTRADAS DE DATOS

Modo 2

```
  3     3
2
B-747    MAIN04    352893.      1370.       94.4          4.
    0.00    0.00
    0.00  111.76
  147.32    0.00
  147.32  111.76
   80.00   30.48
```

Modo 5

```
5
B-747    MAIN04    352893.      1370.       94.4          4.
    0.00    0.00
    0.00  111.76
  147.32    0.00
  147.32  111.76
   80.00   30.48
```

Modo 6

```
6
B-747    MAIN04    352893.      1370.       94.4          4.
    0.00    0.00
    0.00  111.76
  147.32    0.00
  147.32  111.76
   80.00   30.48
```

EJEMPLOS DE SALIDAS DE DATOS

AIRCRAFT	GEAR	NO. OF WHLS.	CONTACT AREA	CONTACT PRESSURE
B-747	MAIN	4	1491.64	1.37

COORDINATES OF WHLS. NO.	X	Y
1	0.00	0.00
2	0.00	111.76
3	147.32	0.00
4	147.32	111.76

MODE	K SUBBASE SUBGRADE	PAVEMENT THICKNESS
2	80.00	30.4

RAD. REL. STIFF. 94.90

WHL. NO.	1	F	44.4532	CODE 0	COUNT	318.4
WHL. NO.	2	F	1.3062	CODE 0	COUNT	9.4
WHL. NO.	3	F	3.0917	CODE 0	COUNT	22.1
WHL. NO.	4	F	3.4945	CODE 0	COUNT	25.0
	TOTAL	F	52.3457		TOTAL COUNT	375.0

XMAX -0.4 YMAX -0.5 MAX. ANGLE 57.6

MAX. STRESS 3.0

AIRCRAFT	GEAR	NO. OF WHLS.	CONTACT AREA	CONTACT PRESSURE
B-747	MAIN	4	1491.64	1.37

COORDINATES OF WHLS. NO.	X	Y
1	0.00	0.00
2	0.00	111.76
3	147.32	0.00
4	147.32	111.76

MODE	K SUBBASE SUBGRADE	PAVEMENT THICKNESS
5	80.00	32.6

RAD. REL. STIFF. 99.91

WHL. NO.	1	F	45.5237	CODE 0	COUNT	294.2
WHL. NO.	2	F	1.8989	CODE 0	COUNT	12.3
WHL. NO.	3	F	3.6762	CODE 0	COUNT	23.8
WHL. NO.	4	F	4.0273	CODE 0	COUNT	26.0
	TOTAL	F	55.1260		TOTAL COUNT	356.3

XMAX -0.5 YMAX -0.5 MAX. ANGLE 57.7

MAX. STRESS 2.8 ITERATIONS 8

AIRCRAFT	GEAR	NO. OF WHLS.	CONTACT AREA	CONTACT PRESSURE
B-747	MAIN	4	1491.64	1.37

COORDINATES OF WHLS.

NO.	X	Y
1	0.00	0.00
2	0.00	111.76
3	147.32	0.00
4	147.32	111.76

MODE	K	SUBBASE	SUBGRADE	PAVEMENT THICKNESS
6			20.00	41.6

RAD. REL. STIFF. 170.49

WHL. NO.	1	F	56.6440	CODE 0	COUNT	125.7
WHL. NO.	2	F	9.8882	CODE 0	COUNT	21.9
WHL. NO.	3	F	11.6214	CODE 0	COUNT	25.8
WHL. NO.	4	F	11.4935	CODE 0	COUNT	25.5
	TOTAL	F	89.6472	TOTAL	COUNT	199.0

XMAX -1.2 YMAX -0.9 MAX. ANGLE 58.2

MAX. STRESS 2.8 ITERATIONS 7 ACN 73.6

MODE	K	SUBBASE	SUBGRADE	PAVEMENT THICKNESS
6			40.00	37.3

RAD. REL. STIFF. 132.07

WHL. NO.	1	F	51.3276	CODE 0	COUNT	189.8
WHL. NO.	2	F	5.7093	CODE 0	COUNT	21.1
WHL. NO.	3	F	7.4554	CODE 0	COUNT	27.6
WHL. NO.	4	F	7.5330	CODE 0	COUNT	27.9
	TOTAL	F	72.0253	TOTAL	COUNT	266.4

XMAX -0.9 YMAX -0.7 MAX. ANGLE 58.0

MAX. STRESS 2.8 ITERATIONS 4 ACN 64.1

MODE	K	SUBBASE	SUBGRADE	PAVEMENT THICKNESS
6			80.00	32.7

RAD. REL. STIFF. 100.80

WHL. NO.	1	F	45.7074	CODE 0	COUNT	290.2	
WHL. NO.	2	F	2.0044	CODE 0	COUNT	12.7	
WHL. NO.	3	F	3.7804	CODE 0	COUNT	24.0	
WHL. NO.	4	F	4.1225	CODE 0	COUNT	26.2	
	TOTAL	F	55.6147		TOTAL COUNT	353.2	

XMAX -0.5 YMAX -0.6 MAX. ANGLE 57.7

MAX. STRESS 2.8 ITERATIONS 4 ACN 53.9

MODE	K	SUBBASE	SUBGRADE	PAVEMENT THICKNESS
6			150.00	28.8

RAD. REL. STIFF. 78.18

WHL. NO.	1	F	40.4128	CODE 0	COUNT	426.6	
WHL. NO.	2	F	-0.5664	CODE 0	COUNT	-6.0	
WHL. NO.	3	F	1.2575	CODE 0	COUNT	13.3	
WHL. NO.	4	F	1.8376	CODE 0	COUNT	19.4	
	TOTAL	F	42.9415		TOTAL COUNT	453.3	

XMAX -0.0 YMAX -0.3 MAX. ANGLE 57.3

MAX. STRESS 2.7 ITERATIONS 4 ACN 45.3

LISTA DE PROGRAMAS

PROGRAMA DE COMPUTADORA NÚM. 1

ACN PARA PAVIMENTOS RIGIDOS

```
      PROGRAM ACNRIA
C
C     PROGRAM ACNRI IS IN INT. UNITS
C                     ADJUSTMENTS INCUDED SUGGESTED BY AUSTRALIEN GOVERNMENT
C
C
C JUNE 1979 MODIFICATION TO PCA/PDILB TO COMPUTE ACN VALUES FOR STANDARD
C  SUBGRADES PER ICAO ACN/PCN METHOD.
C
C
C
C
      COMMON IOUT
      DIMENSION SUBKI(7), SUBKII(7)
      DIMENSION X(20),Y(20),AIRCR(2),E(10),ST(14),DX(14),F(20,3)
      DIMENSION BETA(20),A(14),B(14),XU(20)
C       SAVE SPACE FOR ACN/PCN STANDARD SUBGRADES
      DIMENSION ACNK(4), DFWHL(20), DCOUNT(20), IDCODE(20)
C
C     DOUBLE PRECISION CARDS NEEDED DEPENDING ON ACCURACY OF MACHINE
C                    (THIS MACHINE 16 DECIMAL DIGITS FOR DOUBLE PREC.)
C
      DOUBLE PRECISION A,AC,ACN,ACNK,ALPH,ALPHD,AMAX,AMIN,AQDRT,AREA,AS,
     + AX,B,BETA,BQDRT,BX,C,COUNT,CQDRT,D,DCOUNT,DENOM,DFWHL,DIFF0,
     + DIFF1,DISCR,DTHET,DV10,DV100,DV14,DV2,DV20,DV6,DV60,DX,D10,D100,
     + D12,D120,D2,D20,D4,D40,D6,D60,D8,D80,E,F,FACC,FCTN,FELM,FTOT,FWHL
     +     ,PIE,PX1,PX2,P1,P2,Q,RA,RB,RSLT,S,SLP,SLP1,SLP2,SPCFL,ST,
     + STOR1,STOR3,STRS,SUBK,THET,THET1,THET2,TOTCT,V1,V2,X,XHN,XKN,XL,
     + XMAX,XN,XNMR,XU,XXL,Y,YMAX,YN,Y1,Y6,Y7,Y8,XINTRM
       DATA SUBKI/20.,25.,40.,60.,80.,120.,150./
      XINCH2=6.4516
      XINCH = 2.54
      XPRES = 145.0377438
      XPOUND = 2.2046225
      PIE=3.1415926535898
      JBS=0
      READ(5,100)JOBS,IOUT
  100 FORMAT(I2,3X,I2)
      WRITE(IOUT,101)
  101 FORMAT('  '////' ',23X,'AIRPORT PAVEMENT DEDSIGN'///' UNITS    KG
     1  CM   DEGREES'//)
  102 IN=7
      READ(5,103)MODE
  103 FORMAT(I1)
C       SAVE INPUT MODE TO INDICATE ITERATION AND ACN CALCULATIONS.
      MODI = MODE
      IF(MODI .GT. 4) MODE=2
      GO TO (104,104,107,107),MODE
  104 READ(5,105)AIRCR,GEAR,M,AMASS,PRSW,PMMG,AMLG
  105 FORMAT(2A4,A4,I2,4E10.0)
      WT=AMASS*9.815/1000.
```

```
      TLMG=WT*PMMG/100.
      TLSMG=TLMG/AMLG
      WM=M
      TLSW=TLSMG/WM
      AREA=TLSW*10000.0/PRSW
      Q=PRSW/1000.0
      WRITE(IOUT,106)AIRCR,GEAR,M,AREA,Q
      AREA = AREA / XINCH2
      Q = Q * XPRES
  106 FORMAT(' AIRCRAFT    GEAR    NO. OF WHLS.    CONTACT AREA    CONTA
     1CT PRESSURE'/' ',2A4,A8,I1 ,F19.2,F18.2/)
      GO TO 110
  107 READ(5,108)AIRCR,GEAR,M,AREA
  108 FORMAT(2A4,A4,I2,F7.2)
      WRITE(IOUT,109)AIRCR,GEAR,M,AREA
      AREA = AREA / XINCH2
  109 FORMAT(' AIRCRAFT    GEAR    NO. OF WHEELS    CONTACT AREA'/' ',2A
     14,A8,I10,F19.2/)
  110 READ(5,111)(X(N),Y(N),N=1,M)
  111 FORMAT(2F7.2)
      WRITE(IOUT,112)
  112 FORMAT(' COORDINATES OF WHLS.'/'  NO.       X        Y')
      WRITE(IOUT,113)(N,X(N),Y(N),N=1,M)
  113 FORMAT(' ',I3,F10.2,F8.2)
      DO 1113 N =1 , M
      X(N) = X(N)/ XINCH
 1113 Y(N) = Y(N) / XINCH
      GO TO (114,117,120,120),MODE
  114 READ(5,115)SUBKO
  115 FORMAT(F7.2)
      WRITE(IOUT,116)MODE,SUBKO
      CALL RSUBK(SUBK,SUBKO)
  116 FORMAT('  '/' MODE    K SUBBASE SUBGRADE'/' ',I3,F17.2/)
      GO TO 127
  117 READ(5,118)SUBKO,D
      CALL RSUBK(SUBK,SUBKO)
C       SET STANDARD SUBGRADES - ULTRA LOW, LOW, MEDIUM, AND STRONG.
      IF(MODI .EQ. 6) ACNK(1) = 73.679
      IF(MODI .EQ. 6) ACNK(2) = 147.36
      IF(MODI .EQ. 6) ACNK(3) = 294.72
      IF(MODI .EQ. 6) ACNK(4) = 552.58
C       SET UP COUNTER AND LOOP FOR STANDARD ACN/PCN SUBGRADES.
      ISUB = 0
 1117 ISUB = ISUB + 1
      IF(ISUB .GT. 4) GO TO 350
      IF(MODI .EQ. 6) SUBK = ACNK(ISUB)
      ISUBI=(ISUB-1)*2 +1
      IF (MODI .EQ. 6)SUBKO=SUBKI(ISUBI)
      ITCT=0
  118 FORMAT(F8.2,F5.1)
C       START THICKNESS CONVERGENCE LOOP.
 1118 CONTINUE
C       DELAY OUTPUTS UNTIL CONVERGENCE IS COMPLETE.
      IF(MODI .GT. 4) GO TO 128
      WRITE(IOUT,119)MODE,SUBKO,D
      D = D/XINCH
```

```
1080     119 FORMAT('  '/' MODE     K SUBBASE SUBGRADE      PAVEMENT THICKNESS'/'
1090        1 ',I3,F17.2,F21.1/)
1100         GO TO 128
1110     120 WRITE(IOUT,121)MODE
1120     121 FORMAT('  '/' MODE'/' ',I3/)
1130         IF(MODE-3)122,122,124
1140     122 SPCFL=0.0
1150     123 AMAX=0.0
1160         GO TO 129
1170     124 READ(5,125)SPCFL,AMIN,AMAX
1180         SPCFL = SPCFL/XINCH
1190     125 FORMAT(F6.2,2(F6.1))
1200         ALPHD=AMIN
1210         ALPH=AMIN/180.*PIE
1220         WRITE(IOUT,126)AMIN,AMAX
1230     126 FORMAT(' ROTATE FROM',F6.1,' TO',F5.1,' DEGREES'/)
1240         GO TO 130
1250     127 D=10.0
1260     128 XXL=DSQRT(D**3/SUBK)
1270         IF(XXL.LT.0.) XXL=0.
1280         SPCFL=24.1652*DSQRT(XXL)
1290         GO TO 123
1300     129 ALPH=0.0
1310         ALPHD=0.0
1320         IF(MODE-3)134,134,130
1330     130 WRITE(IOUT,131)ALPHD
1340     131 FORMAT(' ROTATION ANGLE',F7.1/)
1350     134 DO 320 L=20,100,10
1360         XL=L
1370         IF(SPCFL .NE. 0 ) XL = SPCFL
1380         IF(MODI .GT. 4) GO TO 138
1390     135 IF(MODE-2)138,136,136
1400     136 XLO = XL*XINCH
1410         WRITE(IOUT,137)XLO
1420     137 FORMAT('       RAD. REL. STIFF.', F7.2,/)
1430     138 AX=0.5*(DSQRT(AREA/.5227))/XL
1440         BX=AREA/(PIE*AX*XL*XL)
1450         FWHL=0.0
1460         FTOT=0.0
1470         FACC=0.0
1480         K=1
1490     139 DO 196 N=1,M
1500         YN=Y(N)
1510         XN=X(N)
1520         GO TO (140,140,140,148),MODE
1530     140 IF(K-2)141,147,148
1540     141 IF(Y(N)*X(N))145,142,145
1550     142 IF(Y(N))144,143,144
1560     143 BETA(N)=0.
1570         GO TO 146
1580     144 BETA(N)=PIE/2.
1590         GO TO 146
1600     145 BETA(N)=DATAN(Y(N)/X(N))
1610     146 ALPH=-BETA(N)
1620         GO TO 148
1630     147 ALPH=PIE/2.-BETA(N)
```

```
1640     148 XHN=DABS(XN/XL)
1650         XKN=DABS(YN/XL)
1660         C=(AX*XKN)**2+(BX*XHN)**2-(AX*BX)**2
1670         IF(C)160,160,149
1680     149 IF(AX-DABS(XHN))150,159,150
1690     150 SLP1=(-(XHN*XKN)-DSQRT(C))/(AX**2-XHN**2)
1700         SLP2=(-(XHN*XKN)+DSQRT(C))/(AX**2-XHN**2)
1710         IF(SLP2-SLP1)151,152,152
1720     151 STOR3=SLP2
1730         SLP2=SLP1
1740         SLP1=STOR3
1750     152 THET2=DATAN(SLP2)
1760         IF(XHN)153,155,153
1770     153 IF(SLP2-XKN/XHN)155,154,154
1780     154 IF(SLP1)157,156,156
1790     155 THET1=PIE-DATAN(DABS(SLP1))
1800         GO TO 158
1810     156 THET1=DATAN(SLP1)
1820         GO TO 158
1830     157 THET1=-DATAN(DABS(SLP1))
1840     158 DTHET=(THET2-THET1)/20.0
1850         THET=THET1+DTHET/2.0
1860         GO TO 161
1870     159 SLP1=(XKN**2-BX**2)/(2.0*XHN*XKN)
1880         THET2=PIE/2.0
1890         GO TO 154
1900     160 THET1=(-2.0*PIE)/88.0
1910         DTHET=(2.0*PIE)/ 88.0
1920         J=44
1930         S=-1.0
1940         THET=THET1+DTHET
1950         GO TO 162
1960     161 J=20
1970         S=1.0
1980     162 DO 186 I=1,J
1990         IF(THET-(PIE/2.0))163,165,163
2000     163 IF(THET-(3.0*PIE/2.0))164,165,164
2010     164 SLP=DSIN(THET)/DCOS(THET)
2020         AQDRT=BX**2+(AX*SLP)**2
2030         BQDRT=-(2.0*XHN*BX**2+2.0*XKN*SLP*AX**2)
2040         CQDRT=(BX*XHN)**2+(AX*XKN)**2-(AX*BX)**2
2050         DISCR=BQDRT**2-4.0*AQDRT*CQDRT
2060         IF(DISCR.LT.0.) DISCR=0.
2070         PX1=(-BQDRT-DSQRT(DISCR))/(2.0*AQDRT)
2080         PX2=(-BQDRT+DSQRT(DISCR))/(2.0*AQDRT)
2090         P1=PX1/DCOS(THET)
2100         P2=PX2/DCOS(THET)
2110         GO TO 166
2120     165 RSLT= AX**2-XHN**2
2130         IF (RSLT .LT. 0.) RSLT=0.
2140         P1=XKN-(BX/AX)*DSQRT(RSLT)
2150         P2=XKN+(BX/AX)*DSQRT(RSLT)
2160     166 IF(P2-P1)167,168,168
2170     167 STOR1=P2
2180         P2=P1
2190         P1=STOR1
```

```
2200     168 IF(P2-3.0)171,169,169
2210     169 IF(P1-3.0)170,170,180
2220     170 P2=3.0
2230     171 FELM=0.0
2240         IF(I-J/2)175,172,175
2250     172 IF(P2-3.0)174,173,173
2260     173 ICODE=1
2270         GO TO 175
2280     174 ICODE=0
2290     175 CONTINUE
2300         IF(P1)177,176,177
2310     176 V1=0.0
2320         GO TO 181
2330     177 IF(P2)179,178,179
2340     178 V2=0.0
2350         GO TO 181
2360     179 V2=(2.0/PIE)*DLOG(DABS(P2/2.0))
2370         V1=(2.0/PIE)*DLOG(DABS(P1/2.0))
2380         GO TO 181
2390     180 FWHL=0.0
2400         ICODE=2
2410         GO TO 187
2420     181 B(2)=(P2/3.0)**2
2430         A(2)=(P1/3.0)**2
2440         DO 182KA=4,14,2
2450         B(KA)=B(KA-2)*B(2)
2460     182 A(KA)=A(KA-2)*A(2)
2470         D2=    (B(2)-S*A(2))                  *( -.222121 )
2480         D4=        (B(4)-S*A(4))                *2.53125
2490         D6=    (B(6)-S*A(6))                  *( -1.31648 )
2500         D8=        (B(8)-S*A(8))               *( -.177944 )
2510         D10=     (B(10)-S*A(10))                *.0401
2520         D12=       (B(12)-S*A(12))              *.001429
2530         DV2=       (V2*B(2)-S*V1*A(2))        *( -4.5      )
2540         DV6=       (V2*B(6)-S*V1*A(6))          *1.89846
2550         DV10=-.0399*(V2*B(10)-S*V1*A(10))
2560         DV14=        (V2*B(14)-S*V1*A(14))      *.000099
2570         D20=     (B(2)-S*A(2))                *( -.6056    )
2580         D40=       (B(4)-S*A(4))              *( -.63281   )
2590         D60=     (B(6)-S*A(6))                  *.253
2600         D80=       (B(8)-S*A(8))                *.022224
2610         D100=    (B(10)-S*A(10))              *( -.00428   )
2620         D120=      (B(12)-S*A(12))            *( -.000105  )
2630         DV20=    (V2*B(2)-S*V1*A(2))            *2.25
2640         DV60=    (V2*B(6)-S*V1*A(6))          *( -.31639   )
2650         DV100=     (V2*B(10)-S*V1*A(10))        *.003944
2660         DIFF0=D120+DV100+D100+D80+DV60+D60+D40+D20+DV20+0.5-0.5*S
2670         DIFF1=DV14+D12+DV10+D10+D8+DV6+D6+D4+D2+DV2
2680         Y6=DSIN(DABS(DTHET))
2690         IF(Y(N)*X(N))183,184,184
2700     183 XU(N)=-1.0
2710         GO TO 185
2720     184 XU(N)=1.0
2730     185 Y7=2.0*(THET+ALPH*XU(N))
2740         Y8=DCOS(Y7)
2750         Y1=Y6*Y8
```

```
2760        OFELM=XL**2/8.0*(1.15*DABS(DTHET)*DIFF1+1.7*Y1*(DIFF1/2.0+DIFF0-0.5+
2770        10.5*S))
2780         THET=THET+DTHET
2790      186 FWHL=FWHL+FELM
2800          DFWHL(N)=FWHL
2810      187 GO TO (188,188,188,192),MODE
2820      188 IF(K-2)189,189,190
2830      189 F(N,K)=FWHL
2840          GO TO 192
2850      190 IF(K-5)191,191,192
2860      191 F(N,K-2)=FWHL
2870      192 COUNT=FWHL*10000.0/(XL)**2
2880          DCOUNT(N)=COUNT
2890          IDCODE(N)=ICODE
2900          FACC=FWHL+FACC
2910          IF(MODI .GT. 4) GO TO 196
2920          GO TO (196,193,193,194),MODE
2930      193 IF(K-8)196,196,194
2940      194 WRITE(IOUT,195)N,FWHL,ICODE,COUNT
2950      195 FORMAT(' ',10X,'WHL. NO.',I3,5X,'F',F9.4,3X,'CODE',I2,5X,'COUNT',
2960         1F7.1)
2970      196 FWHL=0.0
2980          FTOT=FTOT+FACC
2990          E(K)=FTOT
3000          TOTCT=FTOT*10000.0/(XL)**2
3010          IF(MODI .GT. 4) GO TO 200
3020          GO TO (200,197,197,198),MODE
3030      197 IF(K-8)200,200,198
3040      198 WRITE(IOUT,199)FTOT,TOTCT
3050      199 FORMAT(' ',20X,'TOTAL F',F9.4,8X,'TOTAL COUNT',F7.1/)
3060      200 GO TO (201,201,201,310),MODE
3070      201 GO TO (215,202,213,213,213,214,214,214,216),K
3080      202 XNMR=0.0
3090          DENOM=0.0
3100          DO207N=1,M
3110          AS=DSIN(2.*BETA(N))
3120          AC=DCOS(2.*BETA(N))
3130          IF(DABS(AS)-.0001)203,204,204
3140      203 AS=0.0
3150      204 IF(DABS(AC)-.0001)205,206,206
3160      205 AC=0.0
3170      206 XNMR=XNMR-DABS(F(N,1)-F(N,2))*AS
3180          DENOM=DENOM+DABS(F(N,1)-F(N,2))*AC
3190      207 CONTINUE
3200          IF(XNMR)209,208,209
3210      208 ALPH=PIE/4.0*(1.0+DSIGN(1.0,DENOM))
3220          GO TO 212
3230      209 IF(DENOM)211,210,211
3240      210 ALPH=.5*PIE*(1.+.5*DSIGN(1.,XNMR))
3250          GO TO 212
3260      211 ALPH=PIE/4.0*(1.0+DSIGN(1.0,DENOM))+0.5*DATAN(XNMR/DENOM)
3270      212 ALPHD=180.0*ALPH/PIE
3280          GO TO 215
3290      213 CALL XYMAX (M,XL,E(4),E(3),E(5),K,Y,YMAX)
3300          GO TO 215
3310      214 CALL XYMAX (M,XL,E(7),E(6),E(8),K,X,XMAX)
```

```
3320     215 K = K + 1
3330         FTOT=0.0
3340         FACC=0.0
3350         GO TO 139
3360     216 DO217N=1,M
3370         Y(N)=Y(N)-YMAX
3380     217 X(N)=X(N)-XMAX
3390         IF(MODI .GT. 4  .AND.  ALPHD .GE.0.0) GO TO 240
3400         IF (MODE-2)218,232,232
3410     218 STRS=6.0*Q*FTOT/D**2
3420         ST(IN)=STRS
3430         DX(IN)=D
3440         IF(D-10.0)219,219,222
3450     219 IF(STRS-620.0)220,220,221
3460     220 IN=IN-1
3470         D=D/1.3
3480         GO TO 128
3490     221 IL=IN
3500         IN=8
3510         D=13.0
3520         GO TO 128
3530     222 IF(STRS-620.)224,224,223
3540     223 IL=IN
3550     224 IF(STRS-280.0)226,226,225
3560     225 IN=IN+1
3570         D=1.3*D
3580         GO TO 128
3590     226 IH=IN
3600         IN=IL+1
3610         ID=DX(IN-1)
3620         D=ID
3630         D=D+1.0
3640         WRITE(IOUT,227)
3650     227 FORMAT(' '//' ',24X,'THICKNESS',3X,'MAX. STRESS')
3660     228 RA=DLOG(ST(IN-1)/ST(IN))/.262363
3670         RB=DLOG(ST(IN-1))+RA*DLOG(DX(IN-1))
3680         STRS=DEXP(RB-RA*DLOG(D))
3690         DO = D * XINCH
3700         STRSO = STRS / XPRES
3710         WRITE(IOUT,229)DO,STRSO
3720     229 FORMAT(' ',25X,F5.1,F13.1)
3730         IF(STRS-280.0)310,310,230
3740     230 D=D+0.5
3750         IF(D-DX(IN))228,228,231
3760     231 IN=IN+1
3770         IF(IN-IH)228,228,310
3780     232 IF(ALPHD)233,234,234
3790     233 ALPHD=180.0+ALPHD
3800         IF(MODI .GT. 4) GO TO 240
3810     234 WRITE(IOUT,235)XMAX,YMAX,ALPHD
3820     235 FORMAT(' ',10X,'XMAX',F5.1,5X,'YMAX',F5.1,3X,'MAX. ANGLE',F7.1/)
3830     240 CONTINUE
3840         IF(MODE-3)250,310,310
3850     250 STRS=6.0*Q*FTOT/D**2
3860   C       CONVERGE ON REQUIRED THICKNESS.
3870         XINTRM=AREA*Q
```

```
      IF(MODI .EQ. 5) FCTN = XINTRM * 400.0 / STRS
      IF(MODI .EQ. 6) FCTN = XINTRM * 398.85 / STRS
      IF(MODI .GT. 4)CALL CNVG(*1118, *260, FCTN, XINTRM, D, MODI, ITCT)
  260 IF(MODI .LE. 4) GO TO 270
C       WRITE OUTPUTS(DELAYED UNTIL CONVERGENCE WAS COMPLETE).
      DO = D * XINCH
      XLO= XL * XINCH
      WRITE(IOUT,119) MODI, SUBKO, DO
      WRITE(IOUT,137) XLO
      WRITE(IOUT,195)(N,DFWHL(N),IDCODE(N), DCOUNT(N), N=1,M)
      WRITE(IOUT,199) FTOT, TOTCT
      WRITE(IOUT,235) XMAX, YMAX, ALPHD
  270 CONTINUE
      STRSO = STRS / XPRES
      WRITE(IOUT,280)STRSO
  280 FORMAT(' ',10X,'MAX. STRESS',F7.1)
C       SAVE NUMBER OF ITERATIONS REQUIRED FOR CONVERGENCE.
      IF(MODI .GT. 4) WRITE(IOUT,290) ITCT
  290 FORMAT('+', 36X, 'ITERATIONS', I5)
C       COMPUTE AND WRITE ACN, AND RETURN TO START OF LOOP.
      IF(MODI .EQ. 6) CALL CACN( D, ACN, ISUB )
      IF(MODI .EQ. 6) WRITE(IOUT,300) ACN
  300 FORMAT('+', 57X, 'ACN', F6.1, // )
  310 XMAX=0.0
      YMAX=0.0
      IF(MODI .EQ. 6) GO TO 1117
      IF(SPCFL)330,320,330
  320 CONTINUE
  330 IF(MODE-3)350,350,340
  340 ALPHD=ALPHD+5.0
      ALPH=ALPHD/180.0*PIE
      IF(ALPHD-AMAX)130,130,350
  350 JBS=JBS+1
      WRITE(IOUT,360)
  360 FORMAT(' ////)
      IF(JOBS-JBS)370,370,102
  370 CONTINUE
C
      STOP
      END
C
C
C
      SUBROUTINE PARAB (A,B,C,D,S,XL,G)
      DOUBLE PRECISION A,B,C,D,G,XL
      G=D+((A-B)/(2.*C-A-B)+2.*S)*.025*XL
      RETURN
      END
C
C
C
      SUBROUTINE XYMAX (M,XL,B,A,C,K,Y,YMAX)
      DIMENSION Y(20)
      DOUBLE PRECISION A,AB,B,C,Y,YMAX,XL
      GO TO (230,215,215,217,220,215,217,220),K
  215 DO216N=1,M
```

```
4440     216 Y(N)=Y(N)-XL/20.0
4450         GO TO 230
4460     217 IF(B-A)218,215,215
4470     218 DO219N=1,M
4480     219 Y(N)=Y(N)+XL/10.0
4490         GO TO 230
4500     220 IF(Y(1))221,226,226
4510     221 IF(2.*B-A-C)222,222,223
4520     222 A=B
4530         B=C
4540         K=K-1
4550         GO TO 215
4560     223 CALL PARAB (A,C,B,Y(1),1.0,XL,YMAX)
4570     224 AB=Y(1)
4580         DO225N=1,M
4590     225 Y(N)=Y(N)+YMAX-AB
4600         GO TO 230
4610     226 IF(2.*A-B-C)227,227,229
4620     227 DO 228N=1,M
4630     228 Y(N)=Y(N)+XL/20.0
4640         A=C
4650         B=A
4660         K=K-1
4670         GO TO 230
4680     229 CALL PARAB (C,B,A,Y(1),-1.0,XL,YMAX)
4690         GO TO 224
4700     230 CONTINUE
4710         RETURN
4720         END
4730  C
4740  C
4750  C
4760  C      SUBROUTINE CNVG CONVERGES ON REFERENCE THICKNESS.
4770         SUBROUTINE CNVG( *, *, FCTN, TRGT, Y111, MODI, ITCT )
4780         DOUBLE PRECISION FCTN,TRGT,Y111,Y222,Y333,X222,X333
4790         IF(ITCT .EQ. 0 ) GO TO 30
4800         ITCT = ITCT + 1
4810         IF(ITCT .GT. 20 ) GO TO 40
4820         IF(DABS((FCTN-TRGT) /TRGT) .LT. 0.0001 ) GO TO 40
4830         IF(FCTN .GT. TRGT    ) GO TO 10
4840         Y222 = Y111
4850         X222 = FCTN
4860         GO TO 20
4870      10 Y333 = Y111
4880         X333 = FCTN
4890      20 Y111 = Y222 + (Y333 - Y222) * (TRGT     - X222) / (X333 - X222   )
4900         RETURN 1
4910      30 ITCT = 1
4920         Y222 = 0.0
4930         X222 = 0.0
4940         Y333 = Y111
4950         X333 = FCTN
4960         GO TO 20
4970      40 CONTINUE
4980         RETURN 2
4990         END
```

```
5000  C
5010  C
5020  C
5030  C     SUBROUTINE CACN CALCULATES ACN'S FOR FOUR STANDARD SUBGRADES.
5040        SUBROUTINE CACN( D, ACN, ISUB )
5050        DIMENSION DACN(6,4)
5060        DOUBLE PRECISION DACN,D,SSW,ACN
5070        DATA DACN /-.367886361D+01, -.358015782D+02, 0.246548051D+03,
5080       & 0.537926926D+01, -.141694493D+00, 0.190408260D-02,
5090       & -.899203216D+00, -.414577103D+02, 0.263831975D+03,
5100       & 0.666320153D+01, -.180481030D+00, 0.256828585D-02,
5110       & 0.234293179D+01, -.529601013D+02, 0.286217274D+03,
5120       & 0.803398385D+01, -.209875377D+00, 0.305236166D-02,
5130       & 0.139960077D+02, -.884754059D+02, 0.319839693D+03,
5140       & 0.825962325D+01, -.150019427D+00, 0.160530363D-02  /
5150        SSW = DACN(1,ISUB)
5160        DO 1210 IACN = 2,6
5170        SSW = SSW + DACN(IACN,ISUB) * D**(IACN-1)
5180   1210 CONTINUE
5190        ACN = SSW * 2.0 / 1000.0 / 2.20462
5200   1260 RETURN
5210        END
5220        SUBROUTINE RSUBK(SUBK,SUBKO)
5230        DIMENSION SUBKI(7), SUBKII(7)
5240        COMMON IOUT
5250        DATA SUBKI/20.,25.,40.,60.,80.,120.,150./
5260        DATA SUBKII/75.,100.,150.,200.,300.,400.,550./
5270        DO 10 NSAVE = 1,7
5280        IF(SUBKO= SUBKI(NSAVE)) GO TO 20
5290     10 CONTINUE
5300        WRITE(IOUT,50)SUBKO
5310        STOP
5320     20 SUBK   = SUBKII(NSAVE)
5330        RETURN
5340     50 FORMAT(1H1,'INVALID SUBK ',F17.2)
5350        END
```

Programa de computadora Núm. 2

1. El programa de computadora iniciado por la Compañía Boeing y perfeccionado por la Estación experimental de vías acuáticas del Cuerpo de Ingenieros del Ejército estadounidense (USAEWES) para calcular los requisitos de espesor de los pavimentos flexibles, ha sido modificado por McDonnell Douglas para calcular los valores del número de clasificación de aeronaves (ACN) para pavimentos flexibles. Se introdujeron amplias modificaciones al programa de computadora de la USAEWES, publicado en el Informe S-77-1; se sustituyó el sistema de entrada de tiempo compartido por el sistema por lotes, se modificaron los enunciados de salida para armonizarlos con el sistema IBM 370, se agregó una clave para calcular los valores del ACN, y se agregó una subrutina "CVRG" para converger en los espesores de los pavimentos requeridos.

2. Se observará que la salida de la modificación de McDonnel Douglas difiere ligeramente de la del Informe S-77-1 con respecto a los pasos o coberturas y a los datos Alfa. Esto se debe a que la modificación de McDonnell Douglas fija el valor de los primeros pasos o coberturas en 10 000 e ignora toda otra entrada. Fija asimismo el primer valor Alfa en el indicado por la Figura 14 del Informe S-77-1 e ignora cualquier otro valor Alfa. Se procede así (independientemente de los valores a los que se da entrada) debido a que la definición del ACN para los pavimentos flexibles se basa en 10 000 coberturas y el correspondiente valor Alfa. En la Figura A2-4 se reproduce una copia de la Figura 14 del Informe S-77-1, un trazado de los valores Alfa (factor de repetición de carga).

3. Los procedimientos para calcular las curvas de cálculo del CBR/espesor y el ACN de las aeronaves se han computadorizado, con excepción de la relación paso por cobertura. A continuación se detallan: una guía de entrada, un fichero de entrada, una salida de problema y una relación detallada del programa para dichos procedimientos. Las salidas de problemas corresponden al C-141A.

Los datos básicos para el C-141A son los siguientes:

Masa bruta de la aeronave	= 145 152 kg
Porcentaje de la masa en las patas del tren principal	= 90
Número de patas del tren principal	= 2
Presión de los neumáticos	= 119 kPa
Número de ruedas consideradas	= 4
Separación de los neumáticos	= 82,55 cm por 121,92 cm. (Véase la Figura A2-3)

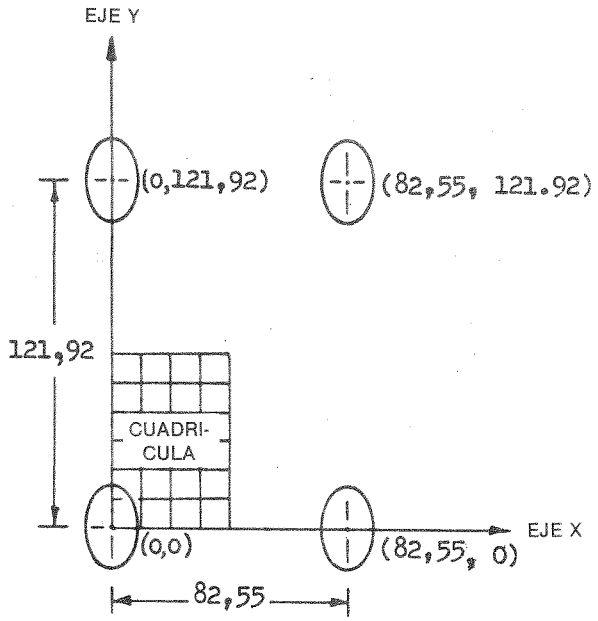
Otros datos que se requieren son:

Niveles de paso = 1-7 niveles de paso, según se prefiera.

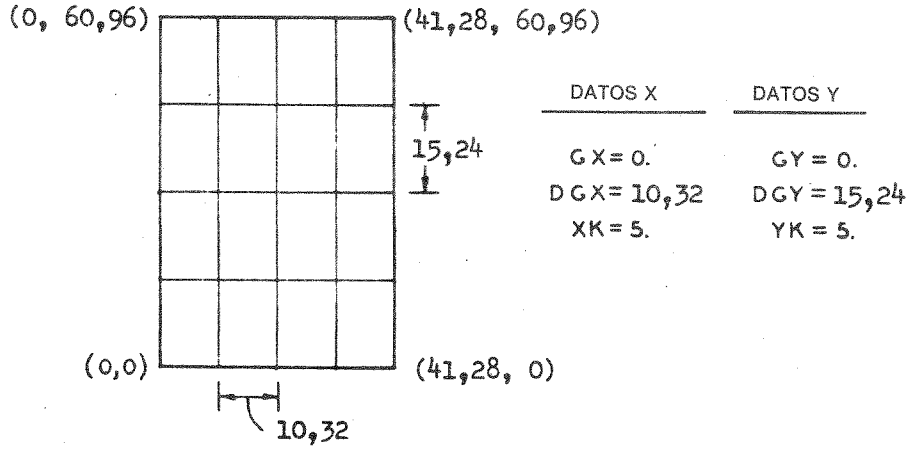
Valores Alfa = De la Figura A2-4 se obtienen 1-7 valores Alfa correspondientes a los niveles de paso seleccionados.

Posición y dimensiones de la cuadrícula - La cuadrícula se emplea para investigar la posición de deformación máxima en los cálculos de la carga equivalente de rueda simple. La ubicación de la cuadrícula puede consistir en un procedimiento de ensayo y error para cada tren de aterrizaje en particular, aunque un ingeniero experto puede determinar esta posición recurriendo a su buen criterio. Los valores de GX y GY presentan el origen X-Y de la cuadrícula, DGX y DGY la distancia entre las líneas de la cuadrícula y XK e YK el número de líneas de la cuadrícula en cada dirección. En la Figura A2-3 se muestra la cuadrícula empleada en el problema modelo. Normalmente, las dimensiones entre las líneas de la cuadrícula deberían ser aproximadamente de 1/2 radio. El radio del área de contacto de los neumáticos, da por sentado que el área es circular y, para este ejemplo, se calcula del modo siguiente:

$$r = \sqrt{\frac{A_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{1\ 340,19}{3,14}} = 20,65 \text{ cm}$$



a. CONFIGURACION DE LAS RUEDAS, COORDENADAS Y POSICION DE LA CUADRICULA



b. DIMENSIONES DE LA CUADRICULA Y COORDENADAS

Figura A2-3. Tren de aterrizaje y cuadrícula del C-141A

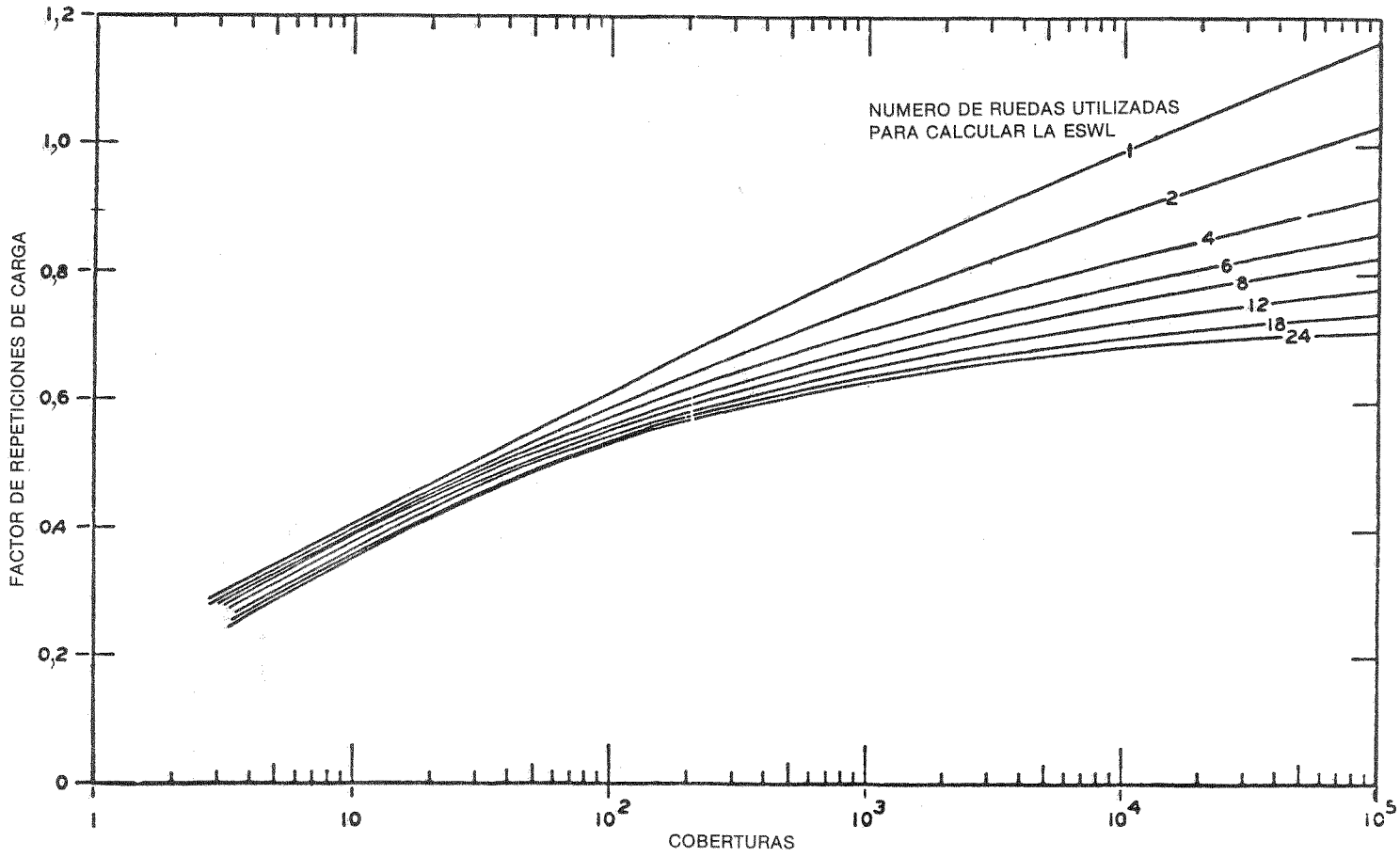


Figura A2-4. Factor de repeticiones de carga en relación con las coberturas, para diferentes tipos de tren de aterrizaje

GUIA DE ENTRADA POR LOTES DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA ACN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES
(las unidades son kilogramos y centímetros)

1 TITULO - - - PUEDEN UTILIZARSE LETRAS Y NUMEROS EN CUALQUIERA DE LAS 80 COLUMNAS.
ESTA TARJETA TAMBIEN PUEDE DEJARSE EN BLANCO, PERO DEBE ESTAR PRESENTE.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	79	80
				L	O	C	K	H	E	E	D			C	1	4	1	A																																												

2

NUMERO DE RUEDAS										MODO										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
									4									1	1

MAXIMO: 32 RUEDAS, SI HAY MENOS DE 10, UTILICESE LA COLUMNA 10. SI EL MODO ES INFERIOR A 10, UTILICESE LA COLUMNA 20. PARA LOS MODOS SUPERIORES A 10, EL PROGRAMA ENCUENTRA LAS PROFUNDIDADES PARA LOS CBR DESEADOS. PARA EL MODO IGUAL A 11, EL PROGRAMA ENCUENTRA LOS ACN PARA LOS TERRENOS DE FUNDACION NORMALES. PARA LOS MODOS INFERIORES A 11, EL PROGRAMA ENCUENTRA LOS CBR PARA LAS PROFUNDIDADES ENTRADAS.

3 COORDENADA X PARA CADA RUEDA (MAXIMO: 32). SI ES NECESARIO, UTILICENSE TARJETAS ADICIONALES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	79	80
						0	.	0							8	2	.	5	5						8	2	.	5	5							0	.	0									.										.			

4 COORDENADA Y PARA CADA RUEDA (MAXIMO: 32). SI ES NECESARIO UTILICENSE TARJETAS ADICIONALES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	79	80
						0	.	0								0	.	0							1	2	1	.	9	2					1	2	1	.	9	2								.										.			

Figura A2-5. Muestra de entradas de datos C-141A

5 SI ESTA TARJETA SE DEJA EN BLANCO, EL PROGRAMA ESTABLECE LA CUADRICULA NORMAL EN BASE A LAS COORDENADAS DE LAS RUEDAS

ORIGEN DE LA CUADRICULA (X)	INCREMENTO (X)	LINEAS (X) MAX 10	ORIGEN DE LA CUADRICULA (Y)	INCREMENTO (Y)	LINEAS (Y) (MAX 10)	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	41 42 43 44 45 46 47 48 49 50	51 52 53 54 55 56 57 58 59 60	79 80
0.0	10.32	5.0	0.0	15.2	5.	

6

NUMERO (M) DE PROFUNDIDADES	PROFUNDIDAD DELTA	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	
.	.	PARA LOS MODOS INFERIORES A 11, EL PROGRAMA ESTABLECE LAS PROFUNDIDADES PARA (N X DELTA). (N = 0,1,2,..., M-1), (EL MAXIMO ES 8). PARA LOS MODOS SUPERIORES A 10, EL PROGRAMA ENCUENTRA LAS PROFUNDIDADES PARA LOS CBR DESEADOS PARA LOS MODOS SUPERIORES A 10, ESTA TARJETA PUEDE DEJARSE EN BLANCO.

7

NUMERO (K) DE CONJUNTOS	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
1	NUMERO (K) DE CONJUNTOS DE DATOS DE LA AERONAVE

8

MASA DE LA AERONAVE	PRESION DE LOS NEUMATICOS (kPa)	PORCENTAJE DE LA MASA EN LAS PATAS DEL TREN PRINCIPAL	NUMERO DE PATAS DEL TREN PRINCIPAL	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	
145152.	119.	90.	2.	UNA TARJETA PARA CADA CONJUNTO DE DATOS DE LA AERONAVE DEBE DARSE ENTRADA A LAS TARJETAS (K)

Figura A2-5. Muestra de entradas de datos C-141A (Cont.)

9	NUMERO (J) DE NIVELES 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 3	NUMERO (J) DE NIVELES DE PASO O NIVELES DE COBERTURA. (J MAXIMO = 7). PARA LOS MODOS IGUALES A 11, EL PROGRAMA ESTABLECE J = 1.

10 NIVELES DE PASO O NIVELES DE COBERTURA (NIVELES J) COLOQUESE CADA ENTRADA EN EL EXTREMO DE LA DERECHA PARA LOS MODOS IGUALES A 11, EL PROGRAMA ESTABLECE EL PRIMER NIVEL EN 10 000. (NO SE UTILIZA EN LOS CALCULOS).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 | 79 80

10000 50000 10000

11 VALORES ALFA PARA LOS NIVELES DE PASO O LOS NIVELES DE COBERTURA (VALORES ALFA J). PARA LOS MODOS IGUALES A 11, EL PROGRAMA ESTABLECE EL PRIMER VALOR ALFA EN EL VALOR DE COBERTURA 10 000 PARA EL NUMERO DE RUEDAS ENTRADAS.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 | 79 80

0.825 • • • • •

12 CBR DESEADO, MAXIMO DE 4. PARA EL MODO IGUAL A 11, EL PROGRAMA ESTABLECE LOS CBR PARA EL TERRENO DE FUNDACION NORMAL PARA LOS MODOS INFERIORES A 11, EL PROGRAMA ENCUENTRA LOS CBR PARA LAS PROFUNDIDADES ENTRADAS.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 | 79 80

• • • • •

Figura A2-5. Muestra de entradas de datos C-141A (Cont.)

EJEMPLOS DE ENTRADAS DE DATOS

```
LOCKHEED  C141A
        4          11
     0.00      82.55      82.55       0.00
     0.00       0.0      121.92     121.92
     0.0     10.32        5.0        0.0     15.24          5.

        1
  145152.      1190.       90.         2.
        1
    10000      50000     100000
    0.825
```

EJEMPLOS DE SALIDAS DE DATOS (Cont.)

```
LOCKHEED  C141A

NUMBER OF WHEELS (MAXIMUM 32)              MODE
      4                                      11
X COORDINATES OF WHEELS
   0.00    82.55    82.55     0.00
Y COORDINATES OF WHEELS
   0.00     0.00   121.92   121.92
LOC. OF GRD,GRD INCRT, NO. OF LINS(MAX (10))
   0.00    10.32     5.00     0.00    15.24     5.00
NUMBER OF DEP. (MAX 08) AND DEP. INCREMENT
   0.00     0.00
NO. OF SETS OF MASS AND TYRE PRESSURE
      1
AIRCRAFT MASS
 145152.00
TYRE PRESSURE
   1190.00     1190.00     1190.00     1190.00
PERCENT MASS ON MAIN GEAR
  90.00
RADIUS OF TYRE CONTACT AREA
  20.71    20.71    20.71    20.71
PASSES OR COVERAGES
   10000
ALPHA VALUES MAX(7)
   0.825
DESIRED CBR
     3.00       6.00      10.00      15.00
```

EJEMPLOS DE SALIDAS DE DATOS (Cont.)

ESWL KG	CBR PASSES 10000	-T- DEPTH CM
20955.	294.32	0.00
52429.	3.00	143.53

THE ACN FOR A SUBGRADE CBR OF 3 IS 73.53

ESWL KG	CBR PASSES 10000	-T- DEPTH CM
20955.	294.32	0.00
41313.	6.00	89.08

THE ACN FOR A SUBGRADE CBR OF 6 IS 59.30

ESWL KG	CBR PASSES 10000	-T- DEPTH CM
20955.	294.32	0.00
32675.	10.00	60.12

THE ACN FOR A SUBGRADE CBR OF 10 IS 48.00

ESWL KG	CBR PASSES 10000	-T- DEPTH CM
20955.	294.32	0.00
28080.	15.00	43.94

THE ACN FOR A SUBGRADE CBR OF 15 IS 41.93

LISTA DE PROGRAMAS

PROGRAMA DE COMPUTADORA NÚM. 2

ACN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

```
      PROGRAM ACNFIT
C
C     PROGRAM ACNFI IS IN INT. UNITS
C
C     APRIL 1979 MODIFICATION TO COMPUTE ACN VALUES FOR STANDARD
C     SUBGRADES                        ACN/PCN METHOD.
C
C     *********      1 MAR 69
C     WES MOD       41-G2-RO-144
C     PROG.  41-20-001      GROUND FLOTATION DESIGN *** BOEING AIRCRAFT
C     DOCUMENT  06-4088TN     TRANSPORT DIVISION, BOX 707, RENTON, WASH.
C
C     NOTE       TO THE ORIGINAL BOEING PROGRAM THE PAVEMENT DESIGN
C     DIVISION,  S+PL, WES, HAS MADE SEVERAL CHANGES. THE THICKNESS
C     SOLUTION WAS REPLACED WITH AN INTERPOLATION SCHEME. THE
C     THICKNESS IS NOW DERIVED FROM CBR/P VS. T/SQR(A) CURVE.
C     THE OLD F(PERCENT DESIGN THICKNESS) HAS BEEN REPLACED
C     WITH AN ALPHA VALUE. THE TERM COVERAGES IS REPLACED WITH
C     PASS LEVELS.
C     THIS PROGRAM 'CHANG4' IS IDENTICAL TO 'CHANG2'
C     WITH ONE EXCEPTION. AN OPTION IS AVAILABLE TO RUN 1-7
C     PASS LEVELS.
C
C     32              NN    NUMBER OF WHEELS
C     32                      X(NW)        X COORDINATE    CM    CM
C     32                      Y(NW)        Y COORDINATE    CM    CM
C     32                      RAD(NW)      RADIUS          CM    CM
C     32                      RAD2(NW)     RADIUS SQUARED        CM
C     32                      PR(NW)       PRESSURE              MPA
C     32                      PRS(NW)      PRESSURE              KPA
C     GX    X COORD OF GRID(DISPLC)             DGX    DELTA X
C     GX    Y COORD OF GRID(DISPLC)             DGY    DELTA Y
C     XK=KX  NUMBER GRID LINKS (SIZE)
C     YK=KY  NUMBER GRID LINKS (SIZE)
C     ZK=KZ  NUMBER OF DEPTHS
C     10*             PHI   ANGLE USED IN INTEGRATION
C     10*             CS          COSINE OF PHI
C     10*             SN2         SQ OF SINE OF PHI
C     10,10,8         S(I,J,K)  DISPLACEMENT
C     6             KKZ     NUMBER OF MAX. ORDERED DISPLACEMENTS/DEPTH
C     IPR    NUMBER SETS OF MASS AND TYRE PRESSURE
C     5               C       ITH COVERAGE VALUE
C     8               Z       DEPTH OF ITH WHEEL
C     8               Z2      Z(I) SQUARED
      COMMON X(32),Y(32),RAD(32),RAD2(32),PR(32),PRS(32)
      COMMON XG(10),YG(10),S(10,10,30)
      COMMON Z(30),Z2(30),XLOC(30,6),YLOC(30,6),SD(30,6)
      COMMON C(5),ESWL(30),CBR(30,7)
      COMMON SN2(10),CS(10)
      DIMENSION KTITLE(20)
C
```

```
.000  C      X(NW),Y(NW), RAD(NW), RAD2(NW), PR(NW), PRS(NW)
 520  C      XG(XK), YG(YK), S(XK, YK, ZK)
 530  C      Z(ZK), Z2(ZK), XLOC(ZK, KKZ), YLOC(ZK, KKZ), SD(ZK, KKZ)
.000  C      C(5) , ESWL(ZK), CBR(ZK, 7)
 550          DIMENSION SCBR(4)
 560          DIMENSION B(7),NCC(7)
 570          DIMENSION U(170), V(170),TA(30,7)
 580          DATA U/1.33,1.,.98,.96,.94,.92,.9,.88,.86,.84,.82,.8,.78
 590         +,.76,.74,.72,.7,.68,.66,.64,.62,.6,.59,.58,.57,.56,.55,.54,
 600         +.53,.52,.51,.5,.49,.48,.47,.46,.45,.44,.43,.42,.41,.4,.39,
 610         +.38,.37,.36,.35,.34,.33,.32,.31,.3,.29,.28,.27,.26,.25,.24,.23,
 620         +.22,.
 630         +21,.2,.195,.19,.185,.18,.175,.17,.165,.16,.155,.15,.145,.14,.13
 640         +5,
 650         +.13,.125,.12,.115,.11,.105,.1,.098,.096,.094,.092,.09,.088,
 660         +.086,.084,.082,.08,.078,.076,.074,.072,.07,.068,.066,.064,.062,
 670         +.06,.059,.058,.057,.056,.055,.054,.053,.052,.051,.05,.049,.048,
 680         +.047,.046,.045,.044,.043,.042,.041,.04,.039,.038,.037,.036,.034
 690         +,
 700         +.032,.03,.029,.028,.027,.026,.025,.024,.023,.022,.021,.02,.019,
 710         +.018,.017,.016,.015,.014,.013,.012,.011,.01,.009,.008,.007,.006
 720         +5,
 730         +.006,.0055,.005,.0045,.004,.0035,.003,.0025,.002,.00175,.0015,
 740         +.00125,.001,.000875,.00075,.000625,.0005/
 750          DATA V/0.,.048,.05,.055,.06,.061,.065,.07,.078,.08,.085,
 760         +.099,.1,.103,.11,.118,.12,.127,.13,.14,.15,.158,.164,.168,.17,
 770         +.178,.18,.185,.19,.194,.2,.205,.21,.218,.22,.23,.24,.242,.25
 780         +,.255,.26,.27,.278,.287,.297,.302,.312,.321,.33,.342,.355,.37,
 790         +.38,.395,.41,.428,.44,.46,.48,.5,.521,.55,.56,.572,.59,.601,
 800         +,62,.63,.65,.67,.69,.708,.728,.742,.765,.785,.815,.84,.87,
 810         +.9,.93,.958,.97,.985,1.,1.02,1.032,1.045,1.065,1.08,1.1,1.115,
 820         +1.13,1.15,1.178,1.19,1.21,1.23,1.25,1.27,1.29,1.318,1.331,1.34
 830         +,1.355,1.37,1.382,1.4,1.412,1.43,1.445,1.46,1.475,1.495,1.513,
 840         +1.53,1.55,1.57,1.59,1.612,1.632,1.65,1.678,1.71,1.73,1.76,
 850         +1.82,1.881,1.95,1.985,2.023,2.063,2.105,2.149,2.197,2.247,2.298
 860         +,
 870         +2.358,2.42,2.486,2.557,2.635,2.72,2.813,2.915,3.029,3.157,3.302
 880         +,
 890         +3.468,3.66,3.888,4.162,4.321,4.501,4.704,4.938,5.208,5.528,
 900         +5.913,6.39,7.007,7.837,8.381,9.056,9.924,11.098,11.87,12.82,
 910         +14.05,15.7/
 920  C
 930          DATA ZERO/ 2.0 E-20/
 940  C       INPUT FORMATS
 950  C       OUTPUT FORMATS
 960  C
 970     900 FORMAT (1H1)
 980     901 FORMAT (16X,'GROUND FLOTATION DESIGN PROGRAM RESULTS'///)
 990     902 FORMAT (1H ,15X,20A4,/)
1000     903 FORMAT (1H ,29HNUMBER OF WHEELS (MAXIMUM 32) , 10X, 4HMODE/,
1010        +    I8,31X,I4)
1020     904 FORMAT(1H ,23HX COORDINATES OF WHEELS/(9F8.2))
1030     905 FORMAT(1H ,23HY COORDINATES OF WHEELS/(9F8.2))
1040     906 FORMAT(1H ,'LOC. OF GRD,GRD INCRT, NO. OF LINS(MAX (10))',/,6F8.2)
1050     907 FORMAT(1H ,'NUMBER OF DEP. (MAX 08) AND DEP. INCREMENT',/,2F8.2)
.000     909 FORMAT(1H ,'NO. OF SETS OF MASS AND TYRE PRESSURE',/,I8)
```

```
.000     910 FORMAT(1H ,13HAIRCRAFT MASS/(9F11.2))
.000     911 FORMAT(1H ,13HTYRE PRESSURE/(9F11.2))
.000     950 FORMAT(1H ,25HPERCENT MASS ON MAIN GEAR/(9F8.2))
.000     912 FORMAT(1H ,27HRADIUS OF TYRE CONTACT AREA/(9F8.2))
1100     913 FORMAT(1H ,20HPASSES OR COVERAGES  /,7I10)
1110     914 FORMAT(4X,'DEPTH',4X,'DEF.',4X,'X-CRD.',3X,'Y-CRD.',
1120        + 4X,'DEPTH',4X,'DEF.',4X,'X-CRD.',3X,'Y-CRD.',
1130        + 5X,' CM ',3X,'FACTOR',4X,' CM ',5X,' CM ',
1140        + 6X,' CM ',3X,'FACTOR',4X,' CM ',5X,' CM ')
1150     915 FORMAT(F9.1,F9.3,F9.2,F9.2,F9.1,F9.3,F9.2,F9.2/
1160        +(F18.3,F9.2,F9.2,F18.3,F9.2,F9.2))
1170     916 FORMAT(F9.1,F9.3,F9.2,F9.2/(F18.3,F9.2,F9.2))
1180       5 FORMAT(15X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3HCBR,
1190        + 7X,3H-T-,/,4X,4HESWL,5X,6HPASSES,4X,6HPASSES,4X,6HPASSES,4X,
1200        + 6HPASSES,4X,6HPASSES,5X,5HDEPTH,/,3X,6H   KG  ,I10,I10,I10,
1210        +I10,I10,6X,3HCM ,/,F9.0,6F10.2)
1220     925 FORMAT(1H ,19HALPHA VALUES MAX(7),/,(7F10.3))
1230     927 FORMAT(1H ,11HDESIRED CBR, / F10.2,F10.2,F10.2,F10.2)
1240       1 FORMAT(1H ,15X,3HCBR,7X,3H-T-,/,4X,4HESWL,5X,6HPASSES,5X,5HDEPTH,
1250        + /,3X,6H   KG  ,I10,6X,3HCM ,
.000        + /,30(/,F9.0,2F10.2))
1270       2 FORMAT(1H ,15X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3H-T-,/,4X,4HESWL,5X,6HPASSES,
1280        + 4X,6HPASSES,5X,5HDEPTH,/,3X,6H   KG  ,2I10,6X,3HCM ,
.000        + /,30(/,F9.0,3F10.2))
1300       3 FORMAT(1H ,15X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3H-T-,/,4X,4HESWL,1X,
1310        +3(4X,6HPASSES),5X,5HDEPTH,/3X,6H   KG  ,3I10,6X,3HCM ,
.000        + /,30(/,F9.0,4F10.2))
1330       4 FORMAT(1H ,15X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3HCBR,7X,3H-T-,/,4X,
1340        + 4HESWL,1X,4(4X,6HPASSES),5X,5HDEPTH,/,3X,6H   KG  ,4I10,6X,3HCM ,
.000        + /,30(/,F9.0,5F10.2))
1360     940 FORMAT(8E10.0)
1370     941 FORMAT(8I10)
1380         XINCH=2.54
1390         XPRES=145.0377438
1400         XPOUND =2.2046225
.000         PI=3.1415926535898
1410      10 CONTINUE
.000   C     READ CURRENT TITLE CARD                          (CARD TYPE '1')
1430         READ(5,15, END=6000) KTITLE
1440      15 FORMAT(20A4)
.000   C                                                      (CARD TYPE '2')
1450         READ(5,941)NW,MODE
.000   C                                                      (CARD TYPE '3')
1460         IF(NW.GT.7)GO TO 20
1470         READ(5,940)(X(I),I=1,NW)
1480         GO TO 30
1490      20 CONTINUE
1500         READ(5,940)(X(I),I=1,8)
1510         IF(NW.LT.9)GO TO 40
1520         READ(5,940)(X(I),I=9,16)
1530         IF(NW.LT.17)GO TO 40
1540         READ(5,940)(X(I),I=17,24)
1550         IF(NW.LT.25)GO TO 40
1560         READ(5,940)(X(I),I=25,32)
1570         GO TO 40
.000   C                                                      (CARD TYPE '4')
```

```
1580      30 READ(5,940)(Y(I),I=1,NW)
1590         GO TO 50
1600      40 READ(5,940)(Y(I),I=1,8)
1610         IF(NW.LT.9)GO TO 50
1620         READ(5,940)(Y(I),I=9,16)
1630         IF(NW.LT.17)GO TO 50
1640         READ(5,940)(Y(I),I=17,24)
1650         IF(NW.LT.25)GO TO 50
1660         READ(5,940)(Y(I),I=25,32)
1670      50 CONTINUE
1680   C     READ IN GRID DISPLACEMENT,INCREMENT AND SIZE FOR X AND Y-AXIS
.000   C                                                    (CARD TYPE '5')
1690         READ(5,940)GX,DGX,XK,GY,DGY,YK
1700   C     IF THE NUMBER OF LINES (XK OR YK) IS NOT INPUT,SET DEFAULTS.
1710         IF( XK .GT. ZERO) GO TO 70
1720         XMAX= 0.0
1730         DO 60 MAXX= 1,NW
1740         IF( X(MAXX) .GT. XMAX) XMAX = X(MAXX)
1750      60 CONTINUE
1760         GX= 0.0
1770         XK=10.0
1780         DGX= ( XMAX - GX) /2.0 / (XK-1.0)
.000      70 IF( YK .GT. ZERO ) GO TO 90
1800         YMAX = 0.0
1810         DO 80 MAXY = 1,NW
1820         IF( Y(MAXY) .GT. YMAX) YMAX = Y(MAXY)
1830      80 CONTINUE
1840         GY = 0.0
1850         YK = 10.0
1860         DGY = (YMAX-GY) /2.0/(XK-1.0)
1870      90 CONTINUE
1880         KX = XK
1890         KY = YK
.000   C     READ NUMBER OF DEPTHS AND DEPTH INCREMENT      (CARD TYPE '6')
1910         READ(5,940) ZK,DZ
1920         KZ=ZK
1930         M=0
1940   C     ***************
.000   C     READ NO. OF SETS OF MASS,TYRE PRESS., MASS ON MAIN GEAR, NO.OF LEGS
.000   C                                                    (CARD TYPE '7')
1950         READ(5,941)IPR
1960         DO 4500 IPRS =1, IPR
.000   C     READ AIRCRAFT MASS,TYRE PRESS., MASS ON MAIN GEAR, NO.OF LEGS
.000   C                                                    (CARD TYPE '8')
.000         READ(5,940) AMASS,PRSW,PMMG,AMLG
.000         WT=AMASS*9.815/1000.0
.000         TLMG=WT*PMMG/100.0
.000         TLSMG=TLMG/AMLG
.000         WN=NW
.000         TLSW=TLSMG/WN
.000         ARESW=TLSW*10000.0/PRSW
.000         RESW=SQRT(ARESW/PI)
.000         PESW=PRSW/1000.0
.000         CAREA = RESW * RESW * PI
2000         RESW2 = RESW * RESW
2010         CAREA=CAREA/(XINCH*XINCH)
```

```
2020          RESW2=RESW2/(XINCH*XINCH)
2030          DO 100 I=1,NW
.000          PRS(I)=PRSW
2040          PR(I) = PESW
2050      100 RAD(I) = RESW
.000          IF(IPRS.EQ.1) GO TO 120
.000          DO 110 I=1,NW
.000          X(I) = X(I) * XINCH
.000          Y(I) = Y(I) * XINCH
.000      110 CONTINUE
.000          GX  =  GX  * XINCH
.000          DGX =  DGX * XINCH
.000          GY  =  GY  * XINCH
.000          DGY =  DGY * XINCH
.000          DZ  =  DZ  * XINCH
.000          GO TO 150
2070      C   FOR ACN CALCULATIONS ONLY THE 10000 COVERAGE VALUE IS USED.
2080      C   READ NO. OF PASS LEVELS.
.000      C                                                  (CARD TYPE '9')
.000      120 READ(5,941)NAL
2100          IF( MODE .EQ.11) NAL=1
.000      C   READ PASSES.                                   (CARD TYPE '10')
2120          READ(5,941)(NCC(I),I=1,NAL)
2130          IF(MODE .EQ. 11) NCC(1) = 10000
.000      C   READ ALPHA'S                                   (CARD TYPE '11')
2150          READ(5,940)(B(I),I=1,NAL)
2160      C   FOR ACN CALCULATIONS SET FIRST ALPHA TO 10000 COVERAGE VALUE.
2170          IF (MODE .NE. 11) GO TO 130
2180          IF( NW .EQ. 1) B(1) = 0.995
2190          IF( NW .EQ. 2) B(1) = 0.9
2200          IF( NW .EQ. 4) B(1) = 0.825
2210          IF( NW .EQ. 6) B(1) = 0.788
2220          IF( NW .EQ. 8) B(1) = 0.755
2230          IF( NW .EQ.12) B(1) = 0.722
2240          IF( NW .EQ.18) B(1) = 0.700
2250          IF( NW .EQ.24) B(1) = 0.689
2260          NCC(1) = 10000.0
2270      130 CONTINUE
.000      C   READ CBR DESIRED (TARGET)                     (CARD TYPE '12')
2290          READ(5,940)(SCBR(I),I=1,4)
2300          IF( MODE .NE. 11) GO TO 140
2310          SCBR(1) = 3.0
2320          SCBR(2) = 6.0
2330          SCBR(3) = 10.0
2340          SCBR(4) = 15.0
2350      140 CONTINUE
.000      150 WRITE(6,900)
2380          WRITE(6,901)
2390          WRITE(6,902) KTITLE
2400          WRITE(6,903) NW,MODE
2410          WRITE(6,904) (X(I),I=1,NW)
2420          WRITE(6,905) (Y(I),I=1,NW)
2430          WRITE(6,906) GX,DGX,XK,GY,DGY,YK
.000          IF(IPRS.NE.1) GO TO 160
2440          WRITE(6,907) ZK,DZ
.000      160 WRITE(6,909) IPR
```

```
.000          WRITE(6,910) AMASS
2470          WRITE(6,911) (PRS(I),I=1,NW)
.000          WRITE(6,950) PMMG
2480          WRITE(6,912) (RAD(I),I=1,NW)
2490          WRITE(6,913) (NCC(I),I=1,NAL)
2500          WRITE(6,925) (B(I),I=1,NAL)
2510          WRITE(6,927) (SCBR(I), I=1,4)
2520          DO 170 I=1,NW
2530          X(I) = X(I)/XINCH
2540          Y(I) = Y(I)/ XINCH
2550          PR(I) = PR(I) * XPRES
2560          RAD(I) = RAD(I)/XINCH
2570      170 CONTINUE
2580          GX=GX/XINCH
2590          DGX=DGX/XINCH
2600          GY=GY/XINCH
2610          DGY = DGY/XINCH
2620          RESW =RESW/XINCH
2630          PESW= PESW* XPRES
2640          DZ = DZ/ XINCH
2660          DPE= 3.0/(2.0 * PI * RESW * PESW)
.000          IF (MODE.LT.11) GO TO 180
.000          WRITE(6,900)
.000      180 DO 520 ICBR = 1,4
2680          TRGT = SCBR(ICBR)
2690          ITCT = 0
2700    C     FOR 'T' USE  TWO DEPTHS - ZERO AND INCREMENT. INCREMENT WILL BE
2710    C     ESTIMATED, AND USED AS THE FIRST TRIAL IN THE ITERATION.
2720          IF( MODE .GE. 11) KZ=2
2730          IF( MODE .GE. 11) DZ= SQRT(CAREA * PESW/10.0/ SCBR(ICBR))
2740    C     SET-UP OF GRID DEPTHS
2750          Z(1)=0.0
2760          Z2(1)=0.0
2770          DO 190 I=2,KZ
2780          Z(I)=Z(I-1)+DZ
2790          Z2(I)=Z(I)*Z(I)
2800      190 CONTINUE
2810          GO TO 210
2820      200 CONTINUE
2830          Z2(KZ) = Z(KZ)* Z(KZ)
2840      210 CONTINUE
2850          PID40 = .078539816339744830
2860          PID20 = .157079632679489661
2870          PID10 = .314159265358979323
2880          PI    = 3.141592653589793238
2890          PID   =  .157079633
2900          PHI   = -.0785398163
2910    C     SET UP SIN(PHI) SQ AND COS(PHI)
2920          DO 220 I=1,10
2930          PHI=PHI + PID
2940          SINE = SIN(PHI)
2950          SN2(I)=SINE * SINE
2960          CS(I) =COS(PHI)
2970      220 CONTINUE
2980    C     SET-UP RADII SQUARED
2990          DO 230 I=1,NW
```

```
3000     230 RAD2(I)=RAD(I)*RAD(I)
3010   C     SET-UP X-COORDS FOR GRID
3020         XG(1)=GX
3030         DO 240 I=2,KX
3040     240 XG(I)=XG(I-1)+DGX
3050   C     SET-UP Y-COORDS FOR GRID
3060         YG(1)=GY
3070         DO 250 I=2,KY
3080     250 YG(I) =YG(I-1) + DGY
3090   C     ************************************
3100         DO 370 I=1,KY
3110         YI = YG(I)
3120         DO 360 J=1,KX
3130         XJ = XG(J)
3140         DO 350 K=1,KZ
3150         Z2K = Z2(K)
3160         SS= 0.0
3170         DO 340 L=1,NW
3180         RAD2L = RAD2(L)
3190         RADL  = RAD(L)
3200         PRL   = PR(L)
3210         SJIK  = 0.0
3220         XLG   =X(L)-XJ
3230         R2    =XLG*XLG
3240         YLG   =Y(L)-YI
3250         R2    =YLG*YLG + R2
3260         R     =SQRT(R2)
3270         IF(R-RADL)260,260,290
3280   C     SUM DISPLACEMENT DUE TO ONE WHEEL RAD. GREATER THEN R
3290     260 DO 280 M=1,10
3300         SAR=SQRT(RAD2L-R2*SN2(M))
3310         RC = R* CS(M)
3320         ERP=RC+SAR
3330         ERP2=ERP*ERP
3340         ERM =SAR -RC
3350         ERM2 =ERM *ERM
3360         DW2  =0.0
3370         DW1  =SQRT(ERP2+Z2K)
3380         IF(DW1.EQ.0.)GO TO 270
3390         DW2 = ERP2/DW1
3400     270 DW3 = 0.0
3410         DW1 = SQRT(ERM2 + Z2K)
3420         IF( DW1.EQ. 0.) GO TO 280
3430         DW3 = ERM2/DW1
3440     280 SJIK = SJIK +(DW2 + DW3)* PID
3450         GO TO 310
3460   C     SUM DISPLACEMENT DUE TO ONE WHEEL RAD. LESS THAN R
3470     290 DO 300 M=1,10
3480         SAR = SQRT(R2 - RAD2L* SN2(M))
3490         AC  = RADL * CS(M)
3500         SPA = AC + SAR
3510         SPA2= SPA * SPA
3520         SSA = SAR -AC
3530         SSA2 = SSA * SSA
3540     300 SJIK=SJIK + AC/SAR*(SPA2/SQRT(SPA2 + Z2K) -SSA2/SQRT(SSA2+Z2K))*
3550        + PID
```

```
3560      310 SJIK = SJIK * PRL
3570      320 SS = SS + SJIK
3580      330 CONTINUE
3590      340 CONTINUE
3600          S(J,I,K)=SS
3610      350 CONTINUE
3620      360 CONTINUE
3630      370 CONTINUE
3640  C       **********************************
3650          DO400IZ=1,KZ
3660          EMAX=-1.0E-38
3670          DO390IX=1,KX
3680          DO390IY=1,KY
3690          IF(S(IX,IY,IZ)-EMAX)390,390,380
3700      380 EMAX=S(IX,IY,IZ)
3710          IXM=IX
3720          IYM=IY
3730          SD(IZ,1)=S(IX,IY,IZ)
3740      390 CONTINUE
3750          S(IXM,IYM,IZ)=1.0E-38
3760      400 CONTINUE
3770  C       CALCULATE EQUIV. SINGLE WHEEL LOAD
3780          DO410I=1,KZ
.000       410 ESWL(I)=SD(I,1)*SQRT(RESW2+Z2(I))
3800          SRAREA=SQRT(CAREA)
3810          DO 490 I=1,NAL
3820          KS=2
3830          DO 480 J=1,KZ
3840          TA(J,I)=Z(J)/B(I)
3850          V1=TA(J,I)/SRAREA
3860          IF(V1.NE.0.) GO TO 420
3870          CBR(J,I)=U(1)*(ESWL(J)/CAREA)
3880          GO TO 470
3890      420 CONTINUE
3900          DO 430 K=KS,170
3910          IF(V(K).GT.V1) GO TO 450
3920      430 CONTINUE
3930          WRITE(6,440)
3940      440 FORMAT(5X,'***** THICKNESS VALUE CONSIDERED EXCEEDS LIMITS OF CURV
3950         &E *****')
3960          GO TO 4500
3970      450 UL=ALOG10(U(K-1))-((V1-V(K-1))*(ALOG10(U(K-1))-ALOG10(U(K)
3980         +)))/(V(K)-V(K-1))
3990          U1=10.**UL
4000          CBR(J,I)=U1*(ESWL(J)/CAREA)
4010          FCTN = CBR(J,I)
.000          IF(MODE .GE. 11)CALL CVRG(*200, *460, FCTN, TRGT, Z(KZ), MODE,ITCT)
4030      460 CONTINUE
4040          KS=K
4050      470 CONTINUE
4060      480 CONTINUE
4070      490 CONTINUE
4080  C       ************      PRINT  PAGE 3
4090          IF(MODE .EQ. 11) ACN = (Z(KZ)*2.54) * (Z(KZ)*2.54) /1000.0 /
4100         &    (0.878/FCTN - 0.01249  )
4110          DO 500 I=1,KZ
```

```
4120          ESWL(I) = ESWL(I)/XPOUND
4130          Z(I) = Z(I) * XINCH
4140      500 CONTINUE
.000          IF(MODE.LT.11)WRITE(6,900)
4160          IF(NAL.EQ.1) WRITE(6,1)(NCC(I),I=1,VAL),(ESWL(I),(CBR(I,J),
4170         +J=1,NAL),Z(I),I=1,KZ)
4180          IF(NAL.EQ.2)WRITE(6,2)(NCC(I),I=1,NAL),(ESWL(I),(CBR(I,J),
4190         +J=1,NAL),Z(I),I=1,KZ)
4200          IF(NAL.EQ.3)WRITE(6,3)(NCC(I),I=1,NAL),(ESWL(I),(CBR(I,J),
4210         +J=1,NAL),Z(I),I=1,KZ)
4220          IF(NAL.EQ.4)WRITE(6,4)(NCC(I),I=1,NAL),(ESWL(I),(CBR(I,J),
4230         +J=1,NAL),Z(I),I=1,KZ)
4240          IF(NAL.EQ.5)WRITE(6,5)(NCC(I),I=1,NAL),(ESWL(I),(CBR(I,J),
4250         +J=1,NAL),Z(I),I=1,KZ)
4260          IF(NAL.EQ.6)WRITE(6,5)(NCC(I),I=1,5),(ESWL(I),(CBR(I,J),J=1,
4270         +5),Z(I),I=1,KZ)
4280          IF(NAL.EQ.7)WRITE(6,5)(NCC(I),I=1,5),(ESWL(I),(CBR(I,J),J
4290         +=1,5),Z(I),I=1,KZ)
4300          IF(NAL.EQ.6)WRITE(6,1)(NCC(I),I=6,NAL),(ESWL(I),(CBR(I,J),
4310         +J=6,NAL),Z(I),I=1,KZ)
4320          IF(NAL.EQ.7)WRITE(6,2)(NCC(I),I=6,NAL),(ESWL(I),(CBR(I,J),
4330         +J=6,NAL),Z(I),I=1,KZ)
4340          ITGT = IFIX( TRGT  + 0.5 )
4350          IF(MODE .EQ. 11 ) WRITE(6,510) ITGT, ACN
.000      510 FORMAT(///,1H ,29HTHE ACN FOR A SUBGRADE CBR OF ,I3 , 4H IS ,F7.2,
.000         1///)
.000          IF(MODE.LT.11) GO TO 4500
.000      520 CONTINUE
4370     4500 CONTINUE
4380          GO TO 10
4390     6000 WRITE (6,7000)
4400     7000 FORMAT(///,1HU, 15X, 15HEND OF PROBLEM  )
4410          STOP
4420          END
4430  C       SUBROUTINE CVRG CONVERGES ON REFERENCE THICKNESS
4440          SUBROUTINE CVRG( *, *, FCTN, TRGT, Y111, MODE, ITCT )
4450          IF(ITCT .EQ. 0 ) GO TO 30
4460          ITCT = ITCT + 1
4470          IF(ITCT .GT. 20 ) GO TO 40
4480          IF(ABS((FCTN-TRGT) /TRGT) .LT. 0.0001 ) GO TO 40
4490          IF(ABS((Y222 - Y111)/ Y111)  .LT. 0.0001 ) GO TO 40
4500          IF(FCTN .LT. TRGT   ) GO TO 10
4510          Y222= Y111
4520          X222 = FCTN
4530          GO TO 20
4540       10 Y333 = Y111
4550          X333 = FCTN
4560       20 Y111 = Y222 + (Y333 - Y222) * (TRGT    -X222) / (X333- X222  )
4570          IF(MODE .GE. 11) Y111 = Y222 + (Y333 - Y222) * (ALOG10(TRGT) -
4580         & ALOG10(X222)) / (ALOG10(X333) - ALOG10(X222))
4590          RETURN 1
4600       30 ITCT = 1
4610          Y222 = 0.0
4620          X222 = 0.0
4630          IF(MODE .GE. 11) X222 = 300.0
4640          Y333 = Y111
```

```
4650          X333 = FCTN
4660          GO TO 20
4670       40 ITCT = 0
4680          RETURN 2
4690          END
```

Nota.- En virtud de la Enmienda Núm. 1 se han suprimido los páginas 3-291 a 3-298.

APENDICE 3

GRAFICOS PARA CALCULO Y EVALUACION DE PAVIMENTOS, PROPORCIONADOS POR FRANCIA

Notas:

1) Los gráficos para cálculo y evaluación de pavimentos que aquí se incluyen, se basan en las mismas características de aeronave (vía del tren, distancia entre ejes, presión normal de neumáticos) que se utilizaron para calcular el ACN.

2) Los pesos que se indican en los gráficos representan cargas en condiciones estáticas sobre la pata del tren de aterrizaje principal.

3) Los gráficos correspondientes al pavimento rígido suponen que la presión de neumáticos permanece constante para el valor q° indicado en los gráficos. Si la presión real de los neumáticos q fuese diferente del valor q°, procédase en la forma siguiente:

   a) Si P es el peso de la pata del tren de que se trata, determínese el peso p^1 que produzca la misma área de contacto a la presión mediante la relación:

$$\frac{p1}{q^\circ} = \frac{P}{q}$$

   b) Consultar el gráfico para determinar el esfuerzo σ^1 producido por el peso p^1 en la losa de que se trate.

   c) El valor σ necesario viene dado por la relación:

$$\frac{\sigma}{\sigma^1} = \frac{q}{q^\circ}$$

4) Los gráficos correspondientes al pavimento flexible suponen que la presión de los neumáticos permanece constante para el valor q° indicado en los gráficos. Si la presión real de los neumáticos q no presentara una diferencia mayor de $\pm$ 0,3 MPa con respecto a q°, se acepta despreciar los efectos de la presión.

   A la inversa, se efectúa una corrección de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$\left[\frac{1}{0{,}57\ CBR} - \frac{1}{32\ q^\circ}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$h = h^\circ \frac{}{\left[\frac{1}{0{,}57\ CBR} - \frac{1}{32\ q}\right]^{\frac{1}{2}}} \text{ (q expresado en MPa)}$$

Donde h es el espesor buscado por la presión q

h° es el espesor que se lee en el gráfico trazado para la presión q°.

5) Se presentan las Figuras A3-1 a A3-10 como ejemplos.

Pueden pedirse gráficos para todos los tipos de aeronaves al:

MINISTERE DES TRANSPORTS

Direction Générale de l'Aviation Civile
Service Technique des Bases Aériennes
246, rue Lecourbe - 75732 PARIS CEDEX 15 - FRANCE

PAVIMENTO FLEXIBLE
A 300 B2
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,23 MPa

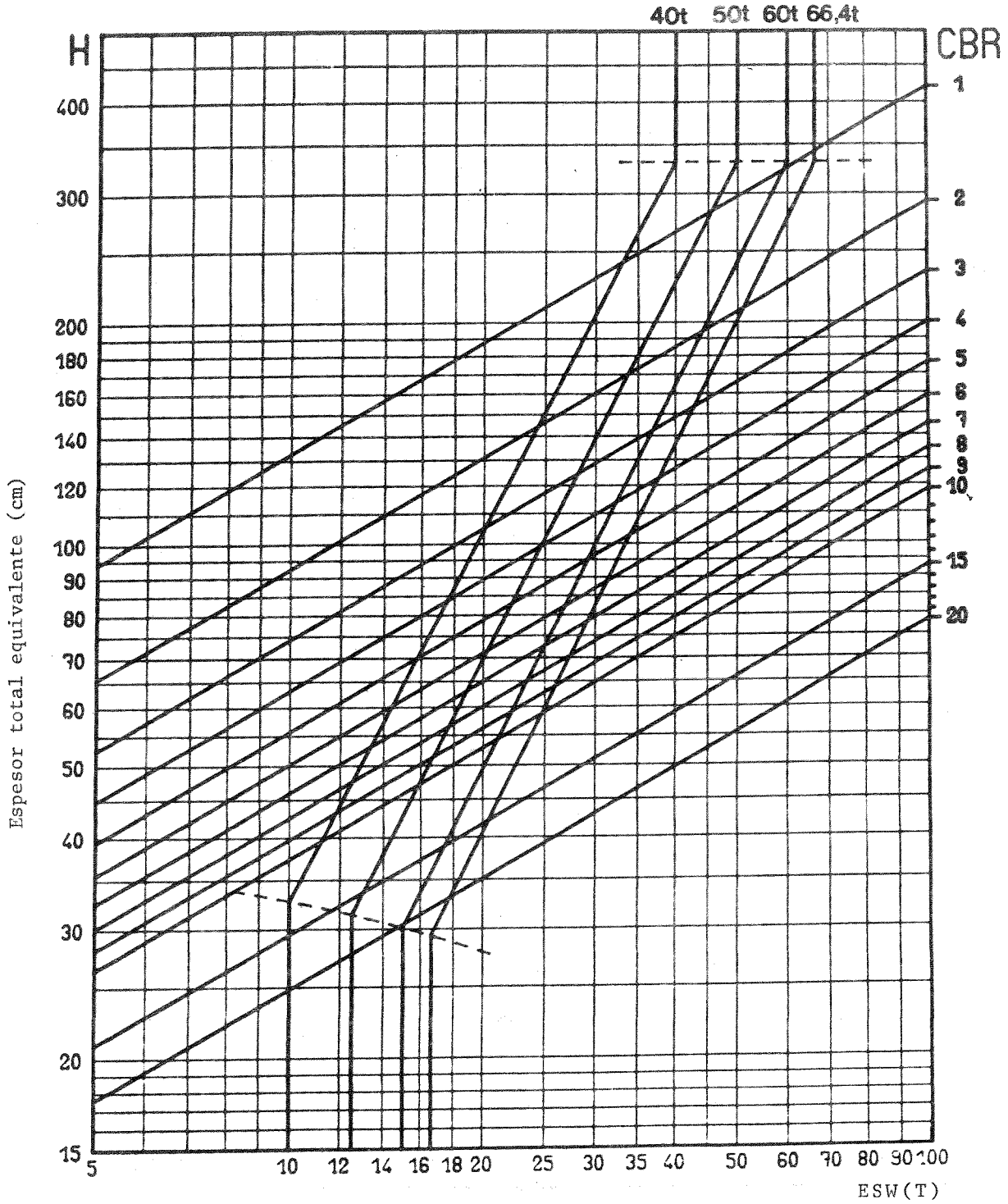


Figura A3-1

PAVIMENTO RIGIDO
A 300 B2
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,23 MPa

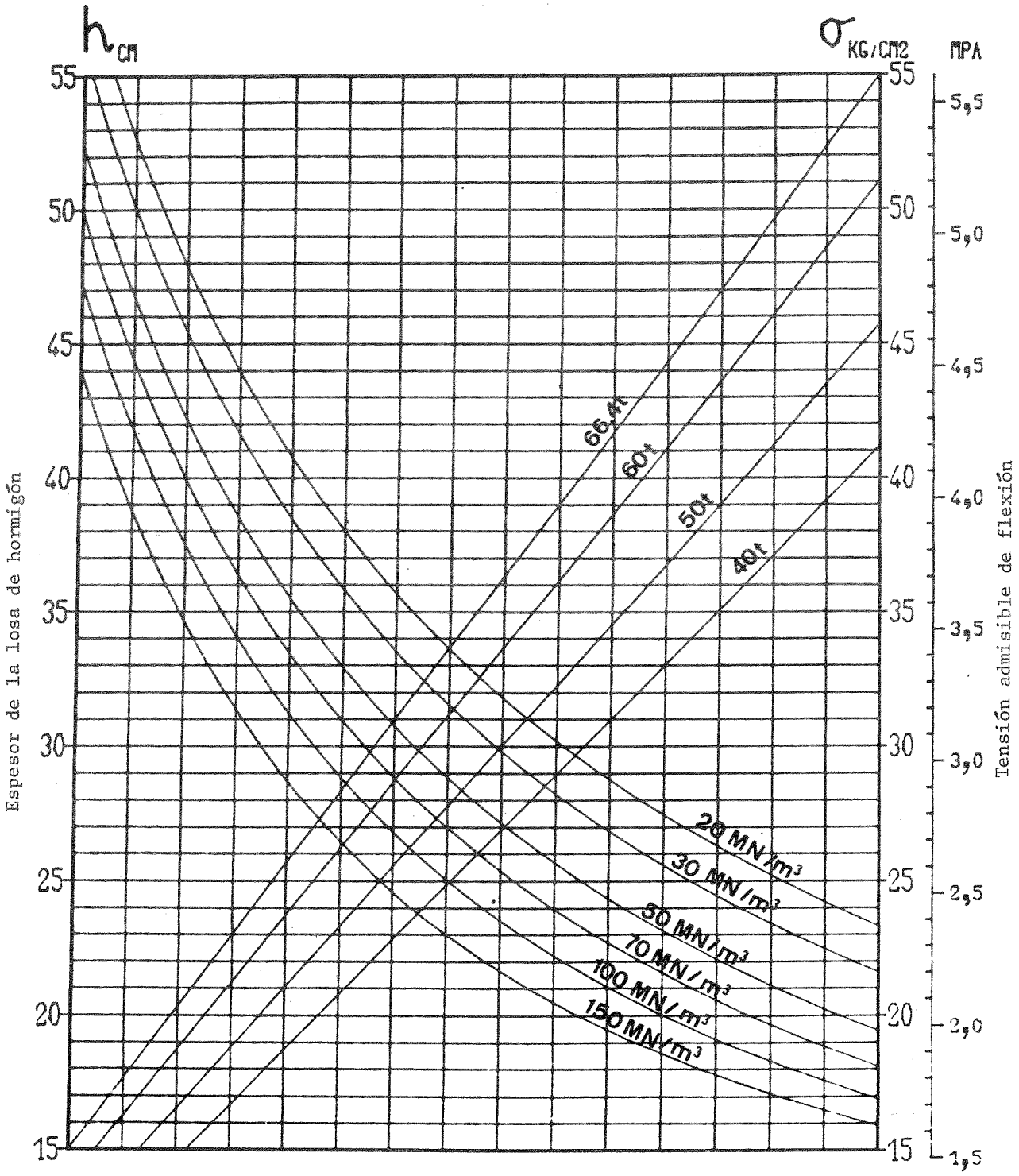


Figura A3-2

PAVIMENTO FLEXIBLE
A 300 B4 - A310
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,41 MPa

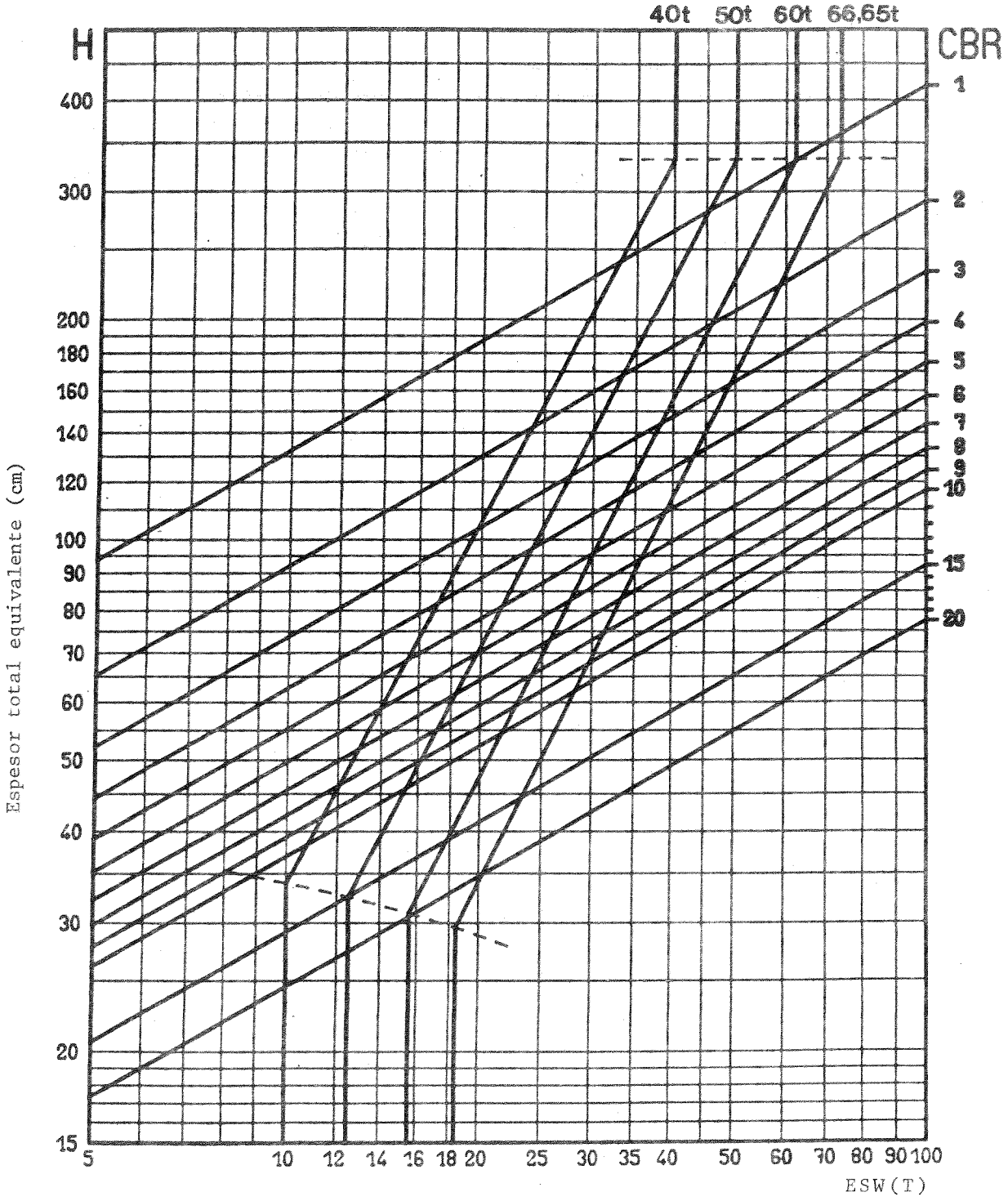


Figura A3-3

PAVIMENTO RIGIDO
A 300 B4 - A310
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,41 MPa

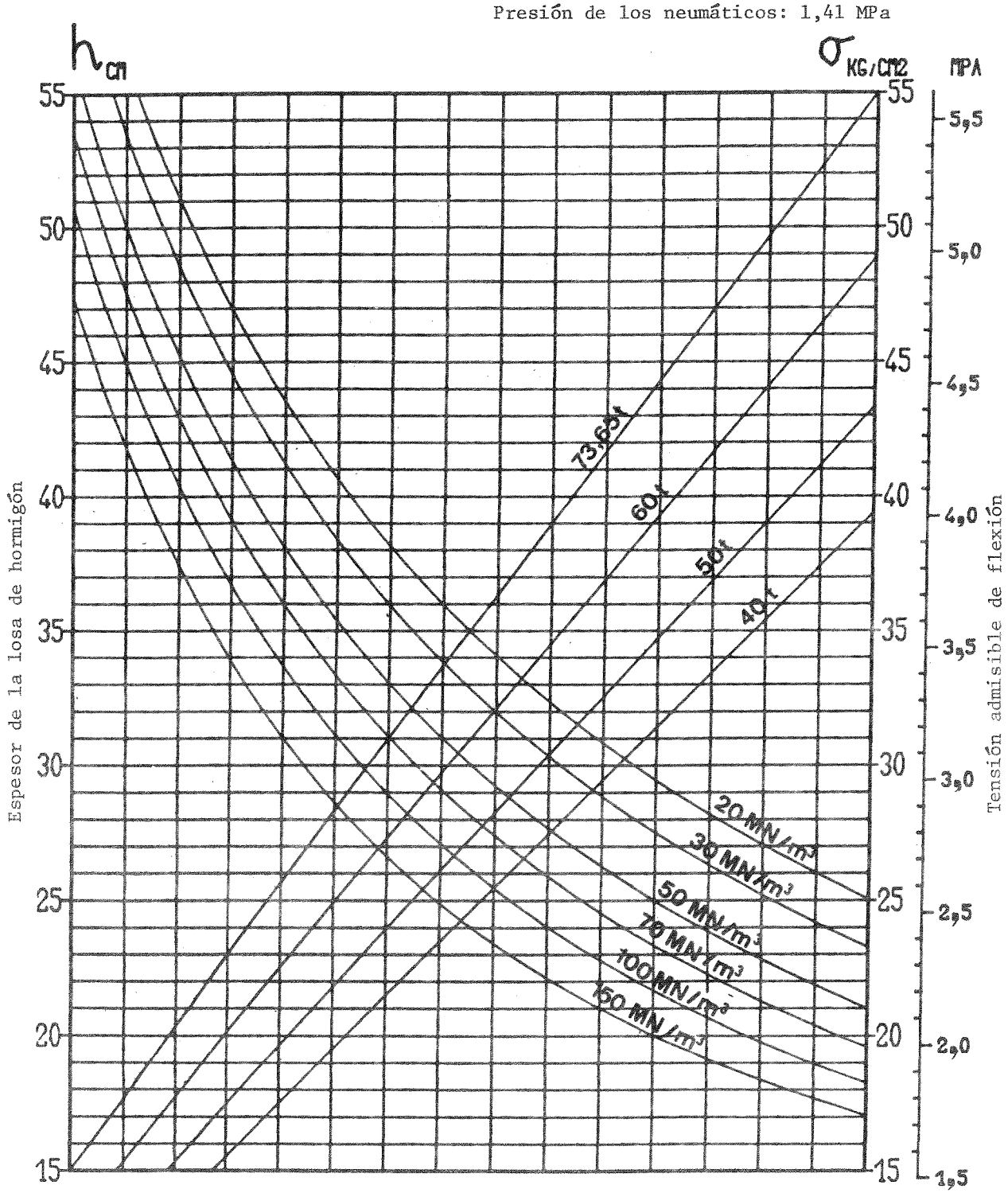


Figura A3-4

PAVIMENTO FLEXIBLE
B 727 (todas las series)
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,09 MPa

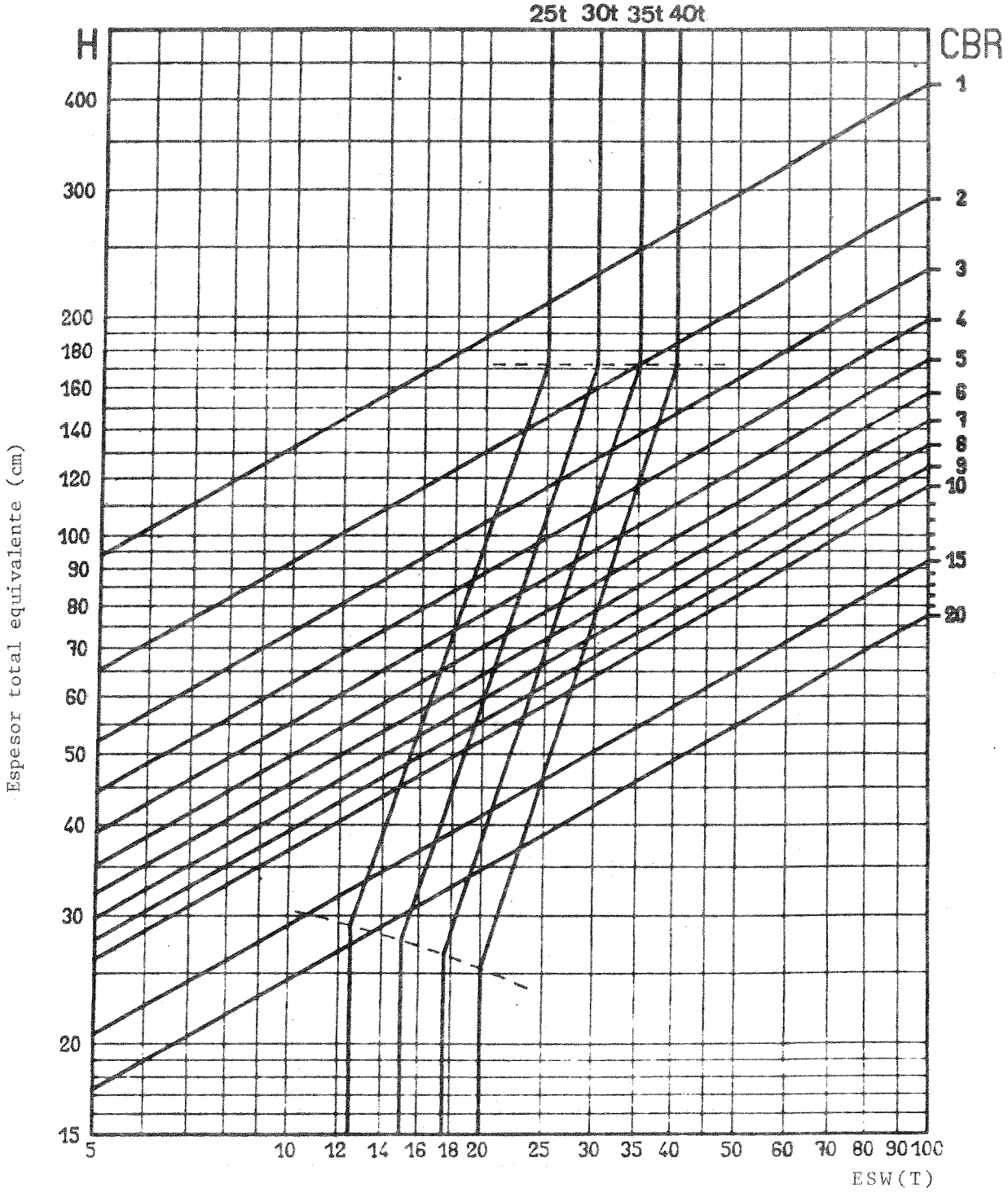


Figura A3-5

PAVIMENTO RIGIDO
B 727 (todas las series)
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,09 MPa

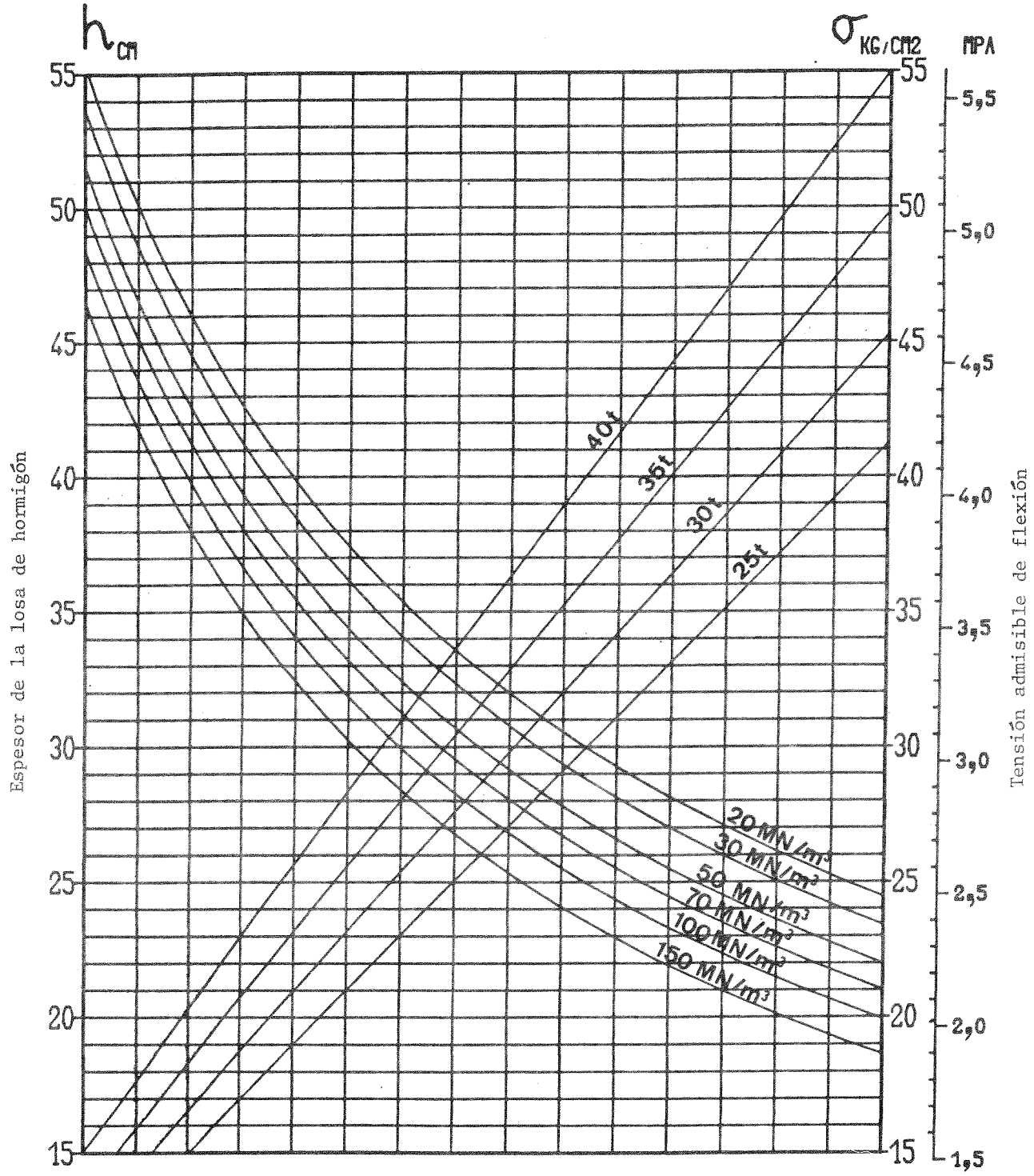


Figura A3-6

PAVIMENTO FLEXIBLE
B 737 (todas las series)
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,02 MPa

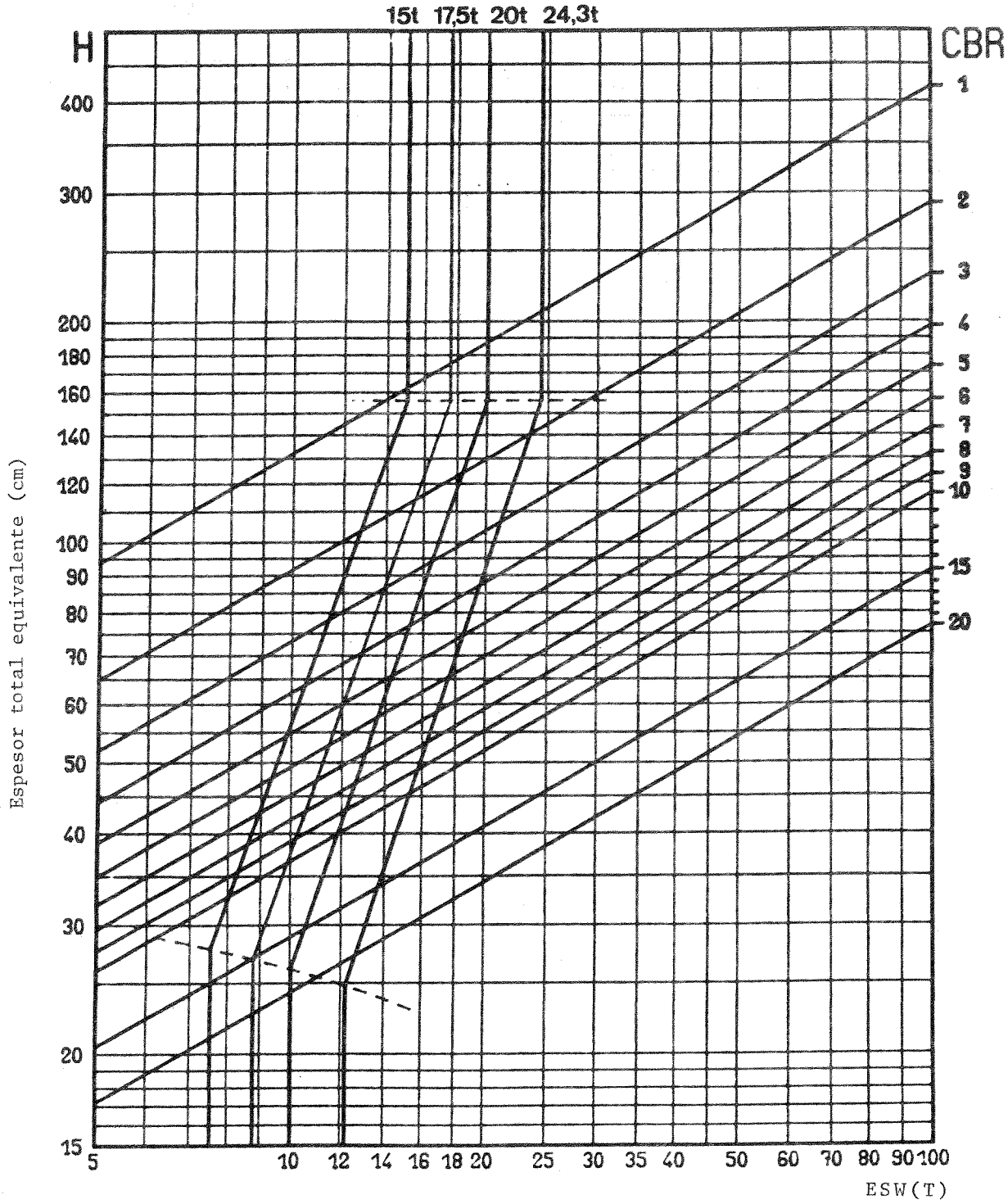


Figura A3-7

PAVIMENTO RIGIDO
B 737 (todas las series)
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,02 MPa

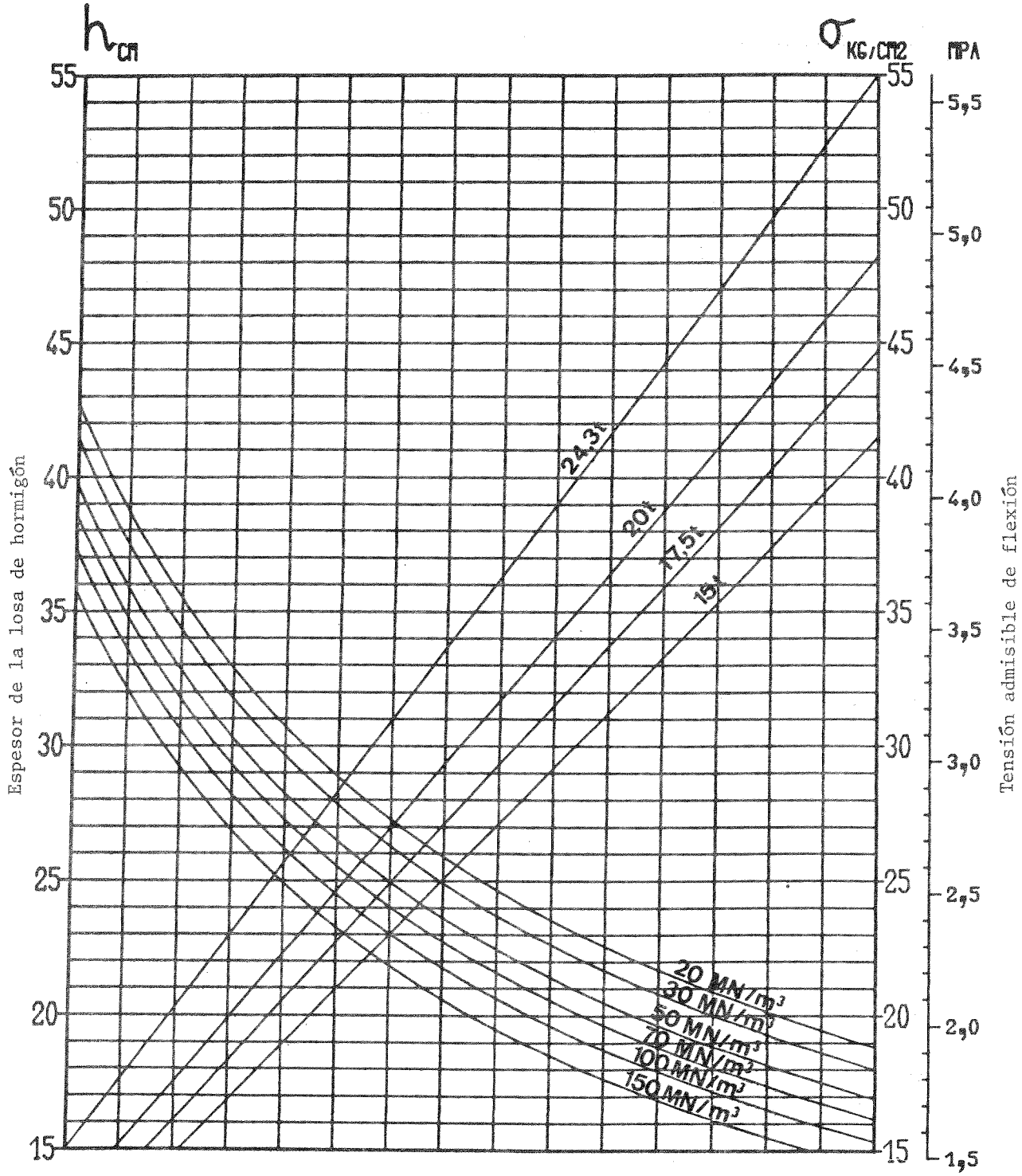


Figura A3-8

PAVIMENTO FLEXIBLE
B 747 (series 100 - 200 B, C, F - SR)
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,45 MPa

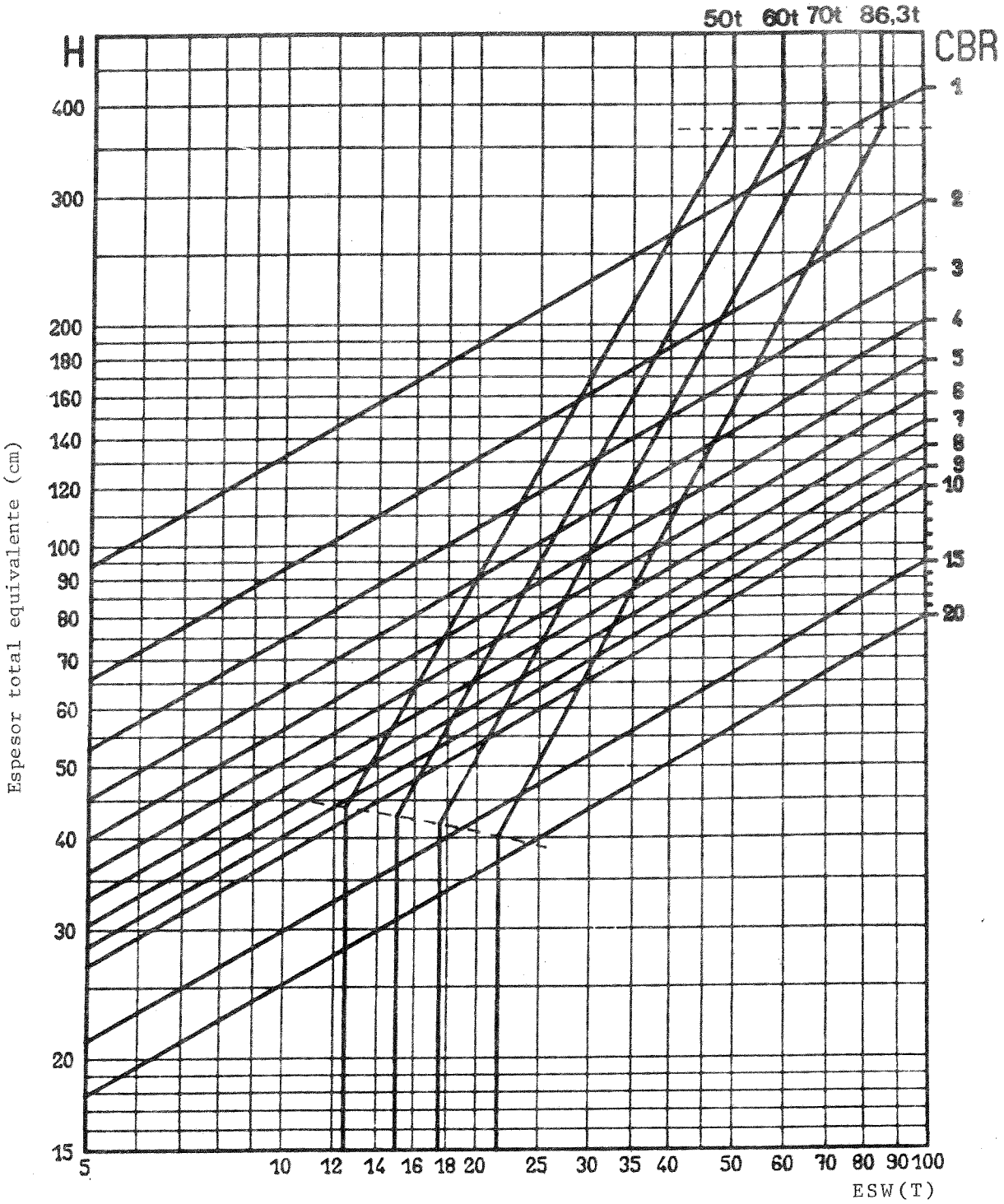


Figura A3-9

PAVIMENTO RIGIDO
B 747 (Series 100 - 200 B, C, F - SR)
Pata principal

Presión de los neumáticos: 1,45 MPa

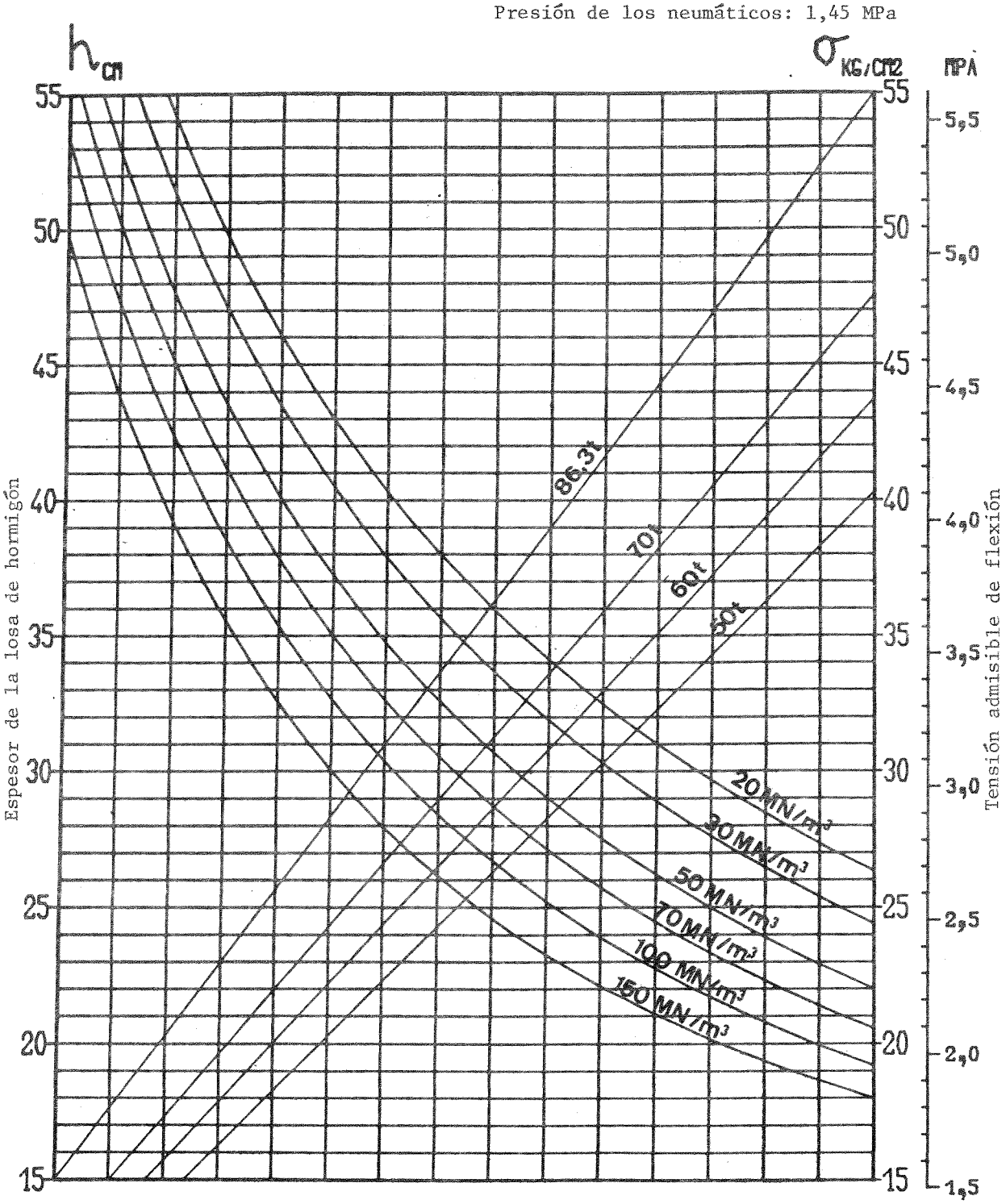


Figura A3-10

APENDICE 4

INFORMACION SOBRE LOS ANTECEDENTES DE LA PRACTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA EL CALCULO Y LA EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS

1. Antiguo método de la FAA para clasificación de suelos

1.1 Antecedentes

En este Apéndice se presenta el método de la FAA para clasificación de suelos, que se utilizó antes de adoptarse el Sistema unificado de clasificación de los suelos. El motivo de incluir este método en este Apéndice es que en muchos documentos anteriores figuran referencias al método de la FAA; este Apéndice permite al lector efectuar la conversión al método de clasificación de la FAA.

1.2 Clasificación de suelos

a) Aunque los resultados de los ensayos indican ciertas propiedades físicas del terreno, el valor principal proviene del hecho de que, mediante correlación de los datos así obtenidos, es posible preparar una clasificación técnica de terrenos relacionada con el comportamiento en el lugar. Esta clasificación se presenta en la Figura A4-1.

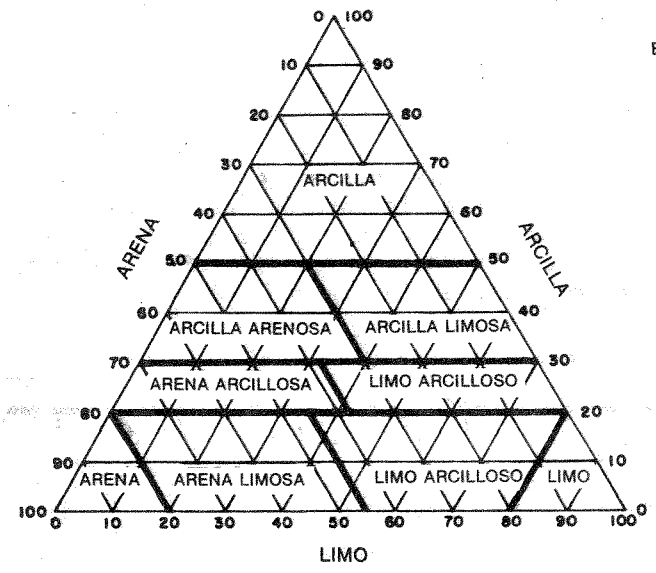
b) La clasificación del terreno requiere básicamente los resultados de tres; ensayos; el análisis mecánico, la determinación del límite líquido y la determinación del límite de plasticidad. Durante muchos años se han realizado ensayos para determinar esas propiedades, como medio de evaluación de los terrenos para utilizar en la construcción de terraplenes y de terrenos de fundación para los pavimentos. Estos ensayos identifican un terreno dado cuyas propiedades físicas son similares a las de un terreno cuya actuación y comportamiento son conocidos. En consecuencia, cabe esperar que el terreno del ensayo posea las mismas características y grado de estabilidad en condiciones similares de humedad y de clima.

c) Tal como puede apreciarse en la Figura A4-1, el análisis mecánico proporciona información que permite la separación de los suelos granulares y de los suelos de grano fino, disponiéndose los diferentes grupos por orden de valores crecientes de límite líquido y de índice de plasticidad. La división entre suelos granulares y de grano fino se efectúa con la base de que los suelos granulares deben tener menos del 35% de limo y de arcilla combinados. La determinación de las fracciones de arena, limo y arcilla se efectúa en la porción de la muestra que pasa la criba Núm. 10, debido a que se considera que ésta es la porción crítica con respecto a las modificaciones en la humedad y en otras influencias climáticas. La clasificación de los suelos con respecto a los diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla se indica en la Figura A4-2.

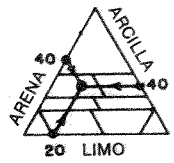
Grupo del suelo		Análisis mecánico				Límite líquido	Indice de plasticidad
		Porcentaje* del material retenido en el tamiz Núm. 10	Porcentaje del material que pasa a través del tamiz Núm. 10				
			Arena gruesa que pasa el Núm. 10 y no pasa el Núm. 40	Arena fina que pasa el Núm. 40 y no pasa el Núm. 200	Limo y arcilla combinados que pasan el Núm. 200		
Granular	E-1	0-45	40+	60-	15-	25-	6-
	E-2	0-45	15+	85-	25-	25-	6-
	E-3	0-45			25-	25-	6-
	E-4	0-45			35-	35-	10-
Grano fino	E-5	0-55			45-	40-	15-
	E-6	0-55			45+	40-	10-
	E-7	0-55			45+	50-	10-30
	E-8	0-55			45+	60-	15-40
	E-9	0-55			45+	40+	30-
	E-10	0-55			45+	70-	20-50
	E-11	0-55			45+	80-	30+
	E-12	0-55			45+	80+	-
	E-13		Fango y turba - examen sobre el terreno				

*** Si el porcentaje de material retenido en el tamiz Núm. 10 excede del indicado, puede elevarse la clasificación, siempre que el material sea bueno y esté bastante bien dosificado.**

Figura A4-1. Clasificación de suelos para la construcción de pavimentos de aeropuertos



EJEMPLO: 20% limo, 40% arena y 40% arcilla.



En consecuencia, la muestra es una arcilla arenosa.

Figura A4-2. Clasificación de los terrenos según su textura

1) En el Grupo E-1 se incluyen suelos granulares homogéneos y gruesos que son estables aun en condiciones de avenamiento insuficiente y generalmente no se encuentran sometidos a deformación perjudicial por la helada. Los suelos de este grupo pueden ser análogos a los de arena homogénea y de grava con poco o ningún fino. Si hubiera que considerar el factor de la helada, debería verificarse el terreno para determinar el porcentaje de material de diámetro inferior a 0,02 mm.

2) Grupo E-2, similar al Grupo E-1, aunque tiene menos arena gruesa y puede contener mayores porcentajes de limo y arcilla. Los suelos de este grupo pueden resultar inestables cuando el avenamiento sea insuficiente y también verse sujetos a cierta deformación por la helada.

3) Grupos E-3 y E-4, comprenden los suelos arenosos finos de gradación inferior. Pueden consistir en arena fina sin cohesión o en tipos de arena-arcilla con ligantes de una calidad aceptable hasta buena. Son menos estables que los suelos del Grupo E-2 en condiciones desfavorables de avenamiento y de helada.

4) Grupo E-5, comprende todos los terrenos no homogéneos que poseen más del 35% y menos del 45% del limo y de arcilla combinados. Este grupo comprende también todos los terrenos con menos del 45% de limo y de arcilla, pero que poseen índices de plasticidad de 10 a 15. Estos suelos son susceptibles al efecto de la helada.

5) Grupo E-6, consiste en los limos arenosos que poseen plasticidad de cero hasta baja. Estos suelos son deleznables y bastante estables en estado seco y con poco contenido de humedad. Los mismos pierden la estabilidad y se tornan muy esponjosos cuando están mojados y por esta razón son difíciles de compactar, salvo que se controle cuidadosamente el contenido de humedad. El ascenso capilar en los suelos de este grupo es muy rápido; se encuentran sometidos, más que los suelos de cualquier otro grupo, a la deformación por la helada.

6) Grupo E-7, comprende la arcilla limosa, la arcilla arenosa, la arena arcillosa y el limo arcilloso. Su consistencia puede ser desde deleznable hasta dura en estado seco y plástica en estado húmedo. Estos suelos son rígidos y densos una vez compactados con el contenido correcto de humedad. Las variaciones de humedad pueden producir una modificación volumétrica perjudicial. Las fuerzas capilares que actúan en este suelo son intensas, aunque el ritmo de ascenso capilar es relativamente lento y la deformación por helada, aunque perjudicial, no es tan grave como en los suelos E-6.

7) Grupo E-8, suelos similares a los del Grupo E-7 aunque el límite líquido mayor indica un grado mayor de compresibilidad, dilatación, contracción y menor estabilidad en condiciones adversas de humedad.

8) Grupo E-9, comprende los limos y arcillas que contienen materiales micáceos y diatomáceos. Son sumamente elásticos y muy difíciles de compactar. Poseen baja estabilidad tanto en estado mojado como seco y están sometidos a deformación por helada.

9) Grupo E-10, comprende la arcilla limosa y los suelos arcillosos que forman nódulos duros en estado seco y que son muy plásticos en estado mojado. Son muy compresibles, poseen propiedades de dilatación, contracción y elasticidad en alto grado y están sometidos a deformación por la helada. Los suelos de este grupo son más difíciles de compactar que los del E-7 ó E-8 y requieren un control cuidadoso de la humedad para producir un relleno denso y estable.

10) Grupo E-11, suelos similares a los del Grupo E-10, aunque poseen un límite líquido mayor. En este grupo se incluyen todos los suelos con límites líquidos entre 70 y 80 e índices de plasticidad superiores a 30.

11) Grupo E-12, comprende todos los suelos con límites líquidos superiores a 80 sin tener en cuenta los índices de plasticidad. Pueden ser arcillas sumamente plásticas, extremadamente inestables en presencia de humedad, o pueden ser suelos muy elásticos que contienen mica, diatomeas o materia orgánica en cantidad excesiva. Cualquiera que sea la causa de su inestabilidad, requerirán las medidas correctivas máximas.

12) Grupo E-13, comprende los suelos pantanosos orgánicos tales como barro y turba que se reconocen por examen del terreno. En estado natural, se caracterizan por su estabilidad y densidad muy bajas y por su muy alto contenido de humedad.

1.3 Condiciones especiales que afectan los suelos de grano fino

a) Un suelo puede contener ciertos constituyentes que darán resultados de ensayo que lo clasificarán, de acuerdo con la Figura A4-1, en más de un grupo. Esto puede suceder en los suelos que contienen mica, diatomeas o una gran proporción de materias coloidales. Puede evitarse esta superposición utilizando la Figura A4-3 en combinación con la Figura A4-1, con excepción de los suelos del Grupo E-5, que deberían clasificarse estrictamente según la Figura A4-1.

b) Los suelos, cuyos índices de plasticidad sean superiores al correspondiente al límite líquido máximo del grupo particular, no son frecuentes. Cuando se los halla, los mismos se clasifican en el número del grupo superior que se indica en la Figura A4-3. Esto se justifica por el hecho de que para límites iguales, el índice de plasticidad es mayor cuanto menor sea el límite de plasticidad (el límite de plasticidad es el punto en que un ligero aumento en la humedad causa una rápida pérdida de estabilidad del suelo).

1.4 Material grueso retenido en la criba Núm. 10

En la clasificación mencionada anteriormente sólo se considera la parte de la muestra que pasa la criba Núm. 10. Evidentemente, la presencia de material retenido en la criba Núm. 10 debería servir para mejorar la estabilidad general del suelo. Por esta razón, la elevación del suelo de la Clase 1 a la Clase 2 se permite cuando el porcentaje de la muestra total retenida en la criba Núm. 10 excede del 45% en los suelos de los Grupos E-1 a E-4 y del 55% en los demás grupos. Esto es válido cuando la fracción gruesa consiste en un material razonablemente sólido con una graduación aceptable a partir del tamaño máximo y descendiendo hasta el tamaño de criba Núm. 10. Los fragmentos de piedra o de roca dispersos por el terreno no deberían considerarse como una ventaja suficiente para garantizar el aumento de categoría.

1.5 Clasificación del terreno de fundación

a) Para cada grupo, existen clases correspondientes de terrenos de fundación. Estas clases se basan en el suelo particular que actúa como terreno de fundación para pavimentos rígidos o flexibles en diferentes condiciones de avenamiento y helada. La clase del terreno de fundación se determina a partir de los resultados de ensayos de suelos y de la información obtenida por medio del estudio del suelo y de un estudio de datos climatológicos y topográficos. Las clases del terreno de fundación y su relación con los grupos de suelos se indican en la Figura A4-4. El prefijo "F" indica las clases de terreno de fundación para pavimentos flexibles. Estas clases de terrenos de fundación determinan el espesor total del pavimento para una carga dada de aeronave. Se presenta a continuación una breve descripción de las clases.

b) Los terrenos de fundación clasificados como Fa proporcionan un apoyo suficiente como terreno de fundación, sin tener que agregar material de cimentación. El valor del suelo como material para el terreno de fundación disminuye a medida que aumenta su número.

c) El avenamiento suficiente e insuficiente se refiere al avenamiento del terreno subterráneo.

   1) Se considera que el avenamiento es insuficiente a los fines de esta circular, en el caso de un terreno que no pueda avenarse debido a su composición o a las condiciones del lugar. Los suelos compuestos principalmente de limo y de arcilla, para todos los fines prácticos, son impermeables; mientras haya una fuente de agua, la afinidad natural del suelo con la humedad hará que estos materiales sean inestables. Los suelos de grano fino no pueden avenarse y se clasifican como de avenamiento insuficiente, según se indica en la Figura A4-4. Un suelo granular que avenaría y quedaría estable, salvo condiciones especiales en el lugar, tales como napa acuífera alta, terreno llano o estratos impermeables, debería designarse también como de avenamiento insuficiente. En algunos casos, este estado puede corregirse mediante avenamientos subterráneos.

   2) El avenamiento suficiente se determina como condición según la cual las características internas de avenamiento del suelo son tales que el material mantiene buenas condiciones de avenamiento que tienen como consecuencia un material estable para el terreno de fundación en todas las condiciones.

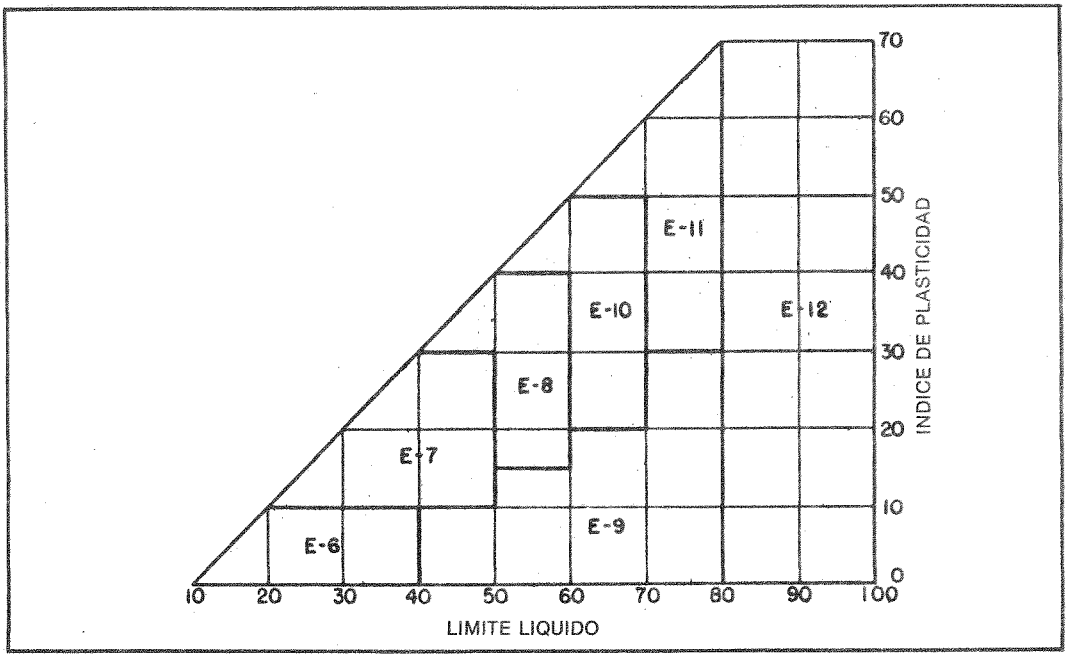


Figura A4-3. Diagrama de clasificación de los suelos de grano fino

Grupo de suelos	Clase de terreno de fundación		
	Buen avenamiento	Avenamiento insuficiente	
	Con o sin heladas	Sin heladas	Con heladas
E-1	Fa	Fa	F1
E-2	Fa	F1	F2
E-3	F1	F2	F3
E-4	F1	F2	F4
E-5		F3	F5
E-6		F4	F6
E-7		F5	F7
E-8		F6	F8
E-9		F7	F9
E-10		F8	F10
E-11		F9	F10
E-12		F10	F10
E-13	No apto para terreno de fundación		

Figura A4-4. Clasificación de terrenos de fundación para pavimentos de aeropuertos

d) Existe una tendencia a ignorar los efectos perjudiciales de la helada en el cálculo de los pavimentos. Los efectos de la helada son ampliamente conocidos; con todo, la experiencia indica que con mucha frecuencia los pavimentos son dañados o destruidos por heladas que no se tomaron debidamente en cuenta al efectuar el cálculo. La mayoría de los suelos inorgánicos que contienen un 3% o más de granos con un diámetro inferior a 0,02 mm por peso, son susceptibles a las heladas a los fines del cálculo de pavimentos. El terreno de fundación debería clasificarse como "sin heladas" o "con heladas", según una de las dos condiciones siguientes:

1) Sin heladas debería utilizarse en el cálculo cuando la penetración media prevista de la helada sea inferior al espesor de la sección del pavimento.

2) Con helada debería utilizarse cuando la penetración media prevista de la helada sea superior al espesor de las secciones del pavimento. El cálculo debería considerar la inclusión de materiales no susceptibles de heladas debajo de la capa de cimentación requerida para reducir al mínimo o para eliminar el efecto perjudicial de la helada sobre el terreno de fundación. La amplitud de la protección necesaria para el terreno de fundación depende del suelo del lugar, tanto en la superficie como debajo de ella.

2. Trazado de curvas de cálculo para el pavimento

2.1 Antecedentes

a) Las curvas de cálculo del pavimento que se presentan en el Capítulo 4, 4.4 de este manual se prepararon utilizando el método del índice de penetración California (CBR) para pavimentos flexibles y el análisis de carga sobre bordes de Westergaard para pavimentos rígidos. Las curvas se trazan para el peso bruto de la aeronave, suponiendo que el 95% de ese peso es soportado por el conjunto del tren de aterrizaje principal y el 5% restante por el conjunto del tren de nariz. Se supone que el tránsito de aeronave se ha de distribuir normalmente a través del pavimento en sentido transversal. Los pavimentos se calculan a base del análisis de cargas estáticas. No se considera que las cargas por impacto aumenten los requisitos de espesor del pavimento.

b) Se han trazado curvas de cálculo generalizadas para el caso de trenes de aterrizaje principales con rueda única, ruedas gemelas y bogies. Estas curvas generalizadas no representan una aeronave específica, sino que se preparan para una serie de características de aeronaves que son representativas de todas las aeronaves, excepto las de fuselaje ancho. Las características de aeronaves supuestas para cada conjunto de tren de aterrizaje se indican en las Tablas A4-1, A4-2 y A4-3.

2.2 Pavimentos flexibles

a) Las curvas de cálculo para los pavimentos flexibles se basan en el método de cálculo CBR. El CBR es la relación de la carga requerida para provocar una penetración específica de un pistón estándar en el material en cuestión con la carga requerida para producir la misma penetración en una caliza machacada homogénea estándar. Los espesores de pavimento necesarios para proteger varios valores CBR de la falla por cizallamiento, fueron preparados mediante estudios de trayectos de ensayo y observaciones de pavimentos en servicio. Estos espesores se han preparado para el caso de cargas de rueda única. Los conjuntos diferentes de la rueda única se calculan con la carga equivalente de rueda simple para el conjunto, a base de la deflexión. Una vez que se haya establecido la rueda simple equivalente, el espesor de la sección del pavimento puede determinarse a partir de las relaciones tratadas anteriormente.

b) Las repeticiones de carga se indican en las curvas de cálculo en función de las salidas anuales. Se supone que las salidas anuales ocurren a lo largo de una vida útil de 20 años. En la preparación de las curvas de cálculo, las salidas se convierten en coberturas. Para el caso de los pavimentos flexibles, la cobertura es la medida del número de aplicaciones de tensiones máximas que ocurren en la superficie del pavimento debido al tráfico habido. Ocurre una cobertura cuando todos los puntos de la superficie del pavimento dentro de la faja de tránsito se ven sometidos a una aplicación de tensión máxima, suponiendo que la tensión es igual debajo de toda la huella del neumático. Cada pasada (salida) de una aeronave puede convertirse en coberturas que utilicen una relación de pasada-cobertura única, que se prepara suponiendo una distribución normal y aplicando las técnicas estadísticas normalizadas. Las relaciones pasada-cobertura que se utilizan en la preparación de las curvas de cálculo del pavimento flexible se indican en la Tabla A4-4. Las salidas anuales se convierten en coberturas multiplicando por 20 y dividiendo ese producto por la relación pasado-cobertura que se indica en la Tabla A4-4. En la Figura A4-5 se indica la relación entre el factor de repetición de cargas y las coberturas. El espesor de la sección del pavimento determinado de acuerdo con el apartado a) se multiplica por el factor apropiado de repetición de carga (Figura A4-5) para dar el espesor final del pavimento requerido para varios niveles de tránsito.

Tabla A4-1. Conjunto de rueda única

Peso bruto lb	(kg)	Presión de neumáticos lb/pulg^2	(MN/m^2)
30 000	(13 600)	75	(0,52)
45 000	(20 400)	90	(0,62)
60 000	(27 200)	105	(0,72)
75 000	(34 000)	120	(0,83)

Tabla A4-2. Conjunto de ruedas gemelas

Peso bruto lb	(kg)	Presión de neumáticos lb/pulg^2	(MN/m^2)	Espaciado entre ruedas gemelas pulg.	(cm)
50 000	(22 700)	90	(0,55)	20	(51)
75 000	(34 000)	110	(0,76)	21	(53)
100 000	(45 000)	140	(0,97)	23	(58)
150 000	(68 000)	160	(1,10)	30	(76)
200 000	(90 700)	200	(1,38)	34	(86)

Tabla A4-3. Conjunto de bogies

Peso bruto lb	(kg)	Presión de neumáticos lb/pulg^2	(MN/m^2)	Espaciado entre ruedas gemelas pulg.	(cm)	Espaciado entre bogies pulg.	(cm)
100 000	(45 400)	120	(0,83)	20	(51)	45	(114)
150 000	(68 000)	140	(0,97)	20	(51)	45	(114)
200 000	(90 700)	160	(1,10)	21	(53)	46	(117)
300 000	(136 100)	180	(1,24)	26	(66)	51	(130)
400 000	(181 400)	200	(1,38)	30	(76)	55	(140)

Para las aeronaves de fuselaje ancho se presentan curvas de cálculo específicas. Las características de las aeronaves se indican en las curvas de cálculo.

Tabla A4-4. Relaciones pasada-cobertura para pavimentos flexibles

Curva de cálculo	Relación pasada-cobertura
Rueda única	5,18
Ruedas gemelas	3,48
Bogie	1,84
B-747	1,85
DC 10-10	1,82
DC 10-30	1,69
L-1011	1,81

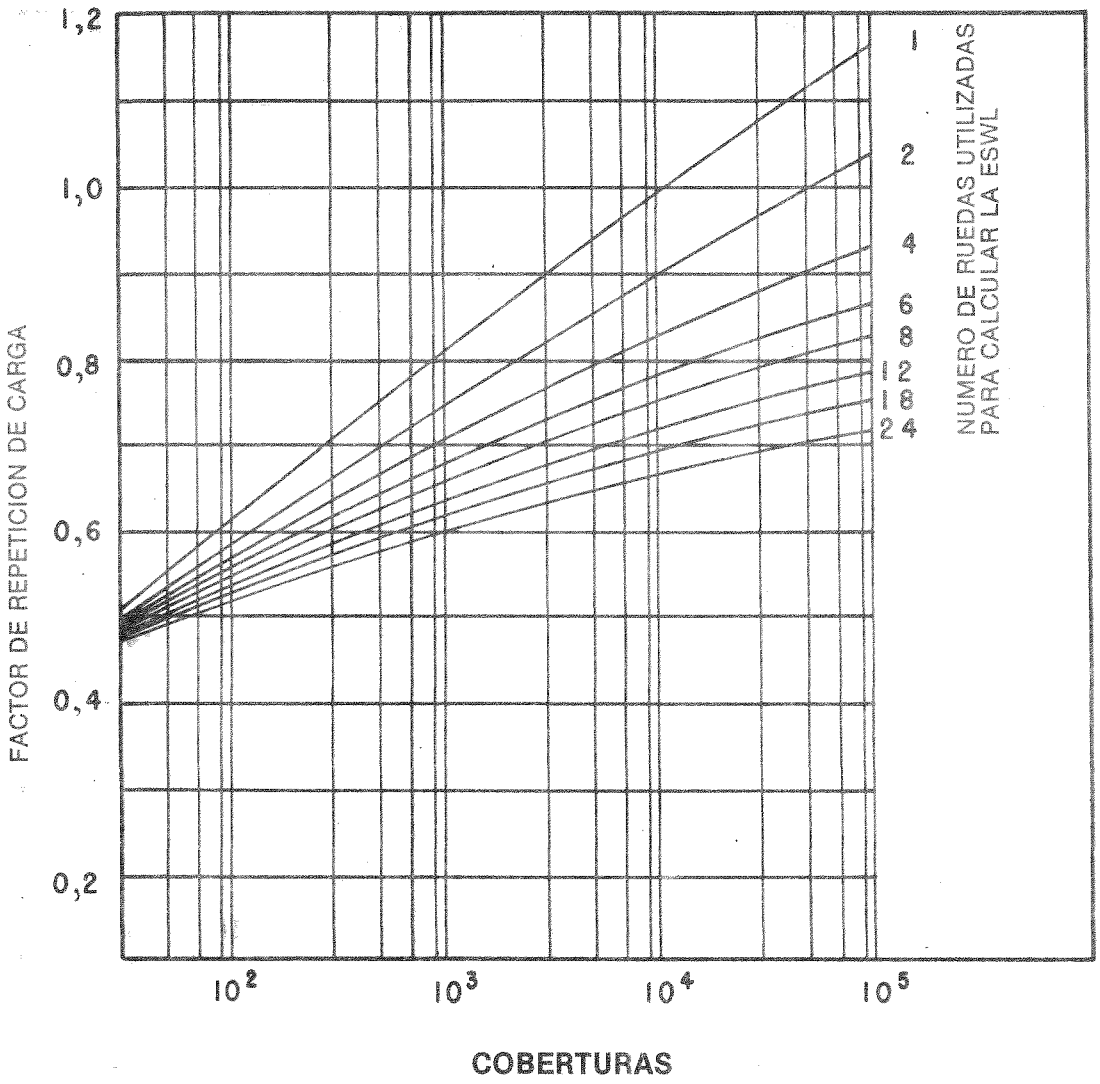


Figura A4-5. Factor de repetición de carga en función de las coberturas

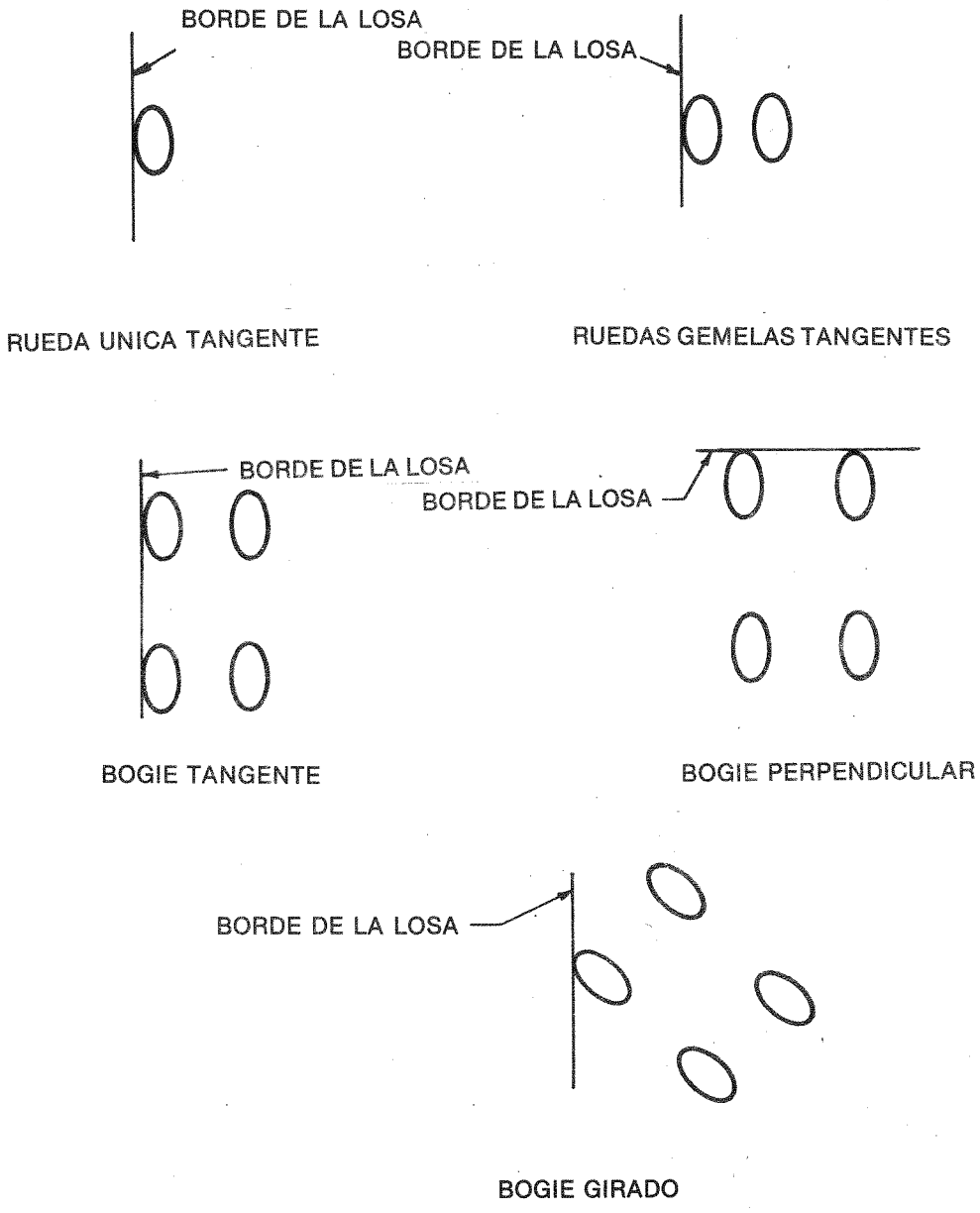


Figura A4-6. Posiciones del conjunto del tren para análisis de pavimentos rígidos

2.3 Pavimentos rígidos

a) El cálculo de pavimentos rígidos para aeropuertos se basa en el análisis de Westergaard de una losa cargada en el borde, que apoya sobre una fundación líquida densa. Las tensiones de carga en el borde se reducen en un 25% para tener en cuenta la transferencia de las cargas por las juntas. En las curvas de cálculo se tienen en cuenta dos casos diferentes de carga en el borde. En las Figuras 4-46 a 4-54 del Capítulo 4 se supone que el conjunto del tren de aterrizaje es tangente a una junta longitudinal o bien perpendicular a una junta transversal, el que produzca la tensión mayor. Las Figuras 4-56 a 4-62 del mismo capítulo se refieren a los conjuntos de ruedas gemelas y se han girado en ángulo para producir la tensión máxima sobre el borde. Se llevaron a cabo análisis con computadora para ángulos de 0 a 90° con incrementos de 10°. Se analizaron los conjuntos de rueda única y de ruedas gemelas para cargas tangentes al borde, ya que la tensión es máxima en esa posición. En la Figura A4-6 figuran diagramas de las diferentes posiciones del conjunto.

b) Los factores de fatiga se tienen en cuenta convirtiendo el tráfico a cobertura. El concepto de cobertura proporciona un medio de normalizar los datos de comportamiento del pavimento que pueden consistir en tamaño de las ruedas, espaciamiento y carga para pavimentos de diferentes secciones. En los pavimentos rígidos, la cobertura es una medida del número de aplicaciones de tensiones máximas que ocurren dentro de la losa del pavimento debido al tránsito sobre las mismas. Se presenta una cobertura cuando cada punto del pavimento dentro de los límites de la faja de tránsito ha experimentado una tensión máxima, suponiendo que la tensión es igual debajo de toda la huella del neumático. Cada pasada (salida) de una aeronave, puede convertirse a coberturas utilizando una relación sencilla de pasada-cobertura, que se prepara suponiendo una distribución normal y aplicando métodos estadísticos normalizados. Las relaciones de pasada/cobertura utilizadas para el trazado de curvas de cálculo de pavimentos rígidos se indican en la Tabla A4-5. Las salidas anuales se convierten a coberturas suponiendo una vida útil de cálculo de 20 años. Las coberturas se determinan multiplicando las salidas anuales por 20 y dividiendo ese producto por la relación pasada-cobertura que se indica en la Tabla A4-5.

Tabla A4-5. Relaciones de pasada-cobertura para pavimentos rígidos

Curva de cálculo	Relación pasada-cobertura
Rueda única	5,18
Ruedas gemelas	3,48
Bogies	3,68
B-747	3,70
DC 10-10	3,64
DC 10-30	3,38
L-1011	3,62

c) Después de la conversión de las salidas a coberturas, se ajusta el espesor de la losa de acuerdo con la curva de fatiga preparada por el Corps of Engineers a partir de los datos del trayecto de ensayo y la observación de los pavimentos en servicio. La relación de fatiga es aplicable a la estructura del pavimento, o sea que se incluyen en la relación tanto la losa como el cimiento. El espesor del pavimento necesario para soportar 5 000 coberturas de la carga de cálculo se considera como un espesor del 100%. Se podría haber seleccionado cualquier nivel de cobertura como el nivel del espesor del 100%, manteniendo los espesores relativos de los otros niveles de cobertura que se indican en la Figura A4-7.

d) Los requisitos de espesores de pavimento para 5 000 coberturas se calcularon para varias resistencias de hormigón y módulos del terreno de fundación. La tensión admisible del hormigón para 5 000 coberturas se calculó dividiendo la resistencia del hormigón a la flexión por 1,3 (que es análogo a un factor de seguridad). El espesor del pavimento necesario para producir la tensión admisible del hormigón para 5 000 coberturas se multiplica entonces por el porcentaje de espesor que se indica en la Figura A4-7 para otros niveles de cobertura.

3. Curvas anteriores de evaluación del pavimento de la FAA

3.1 Para facilitar la evaluación de pavimentos que se describe en el Capítulo 4, 4.4.27.2, se reproducen en las Figuras A4-8 a A4-21 de este Apéndice las curvas de evaluación utilizadas anteriormente por la FAA.

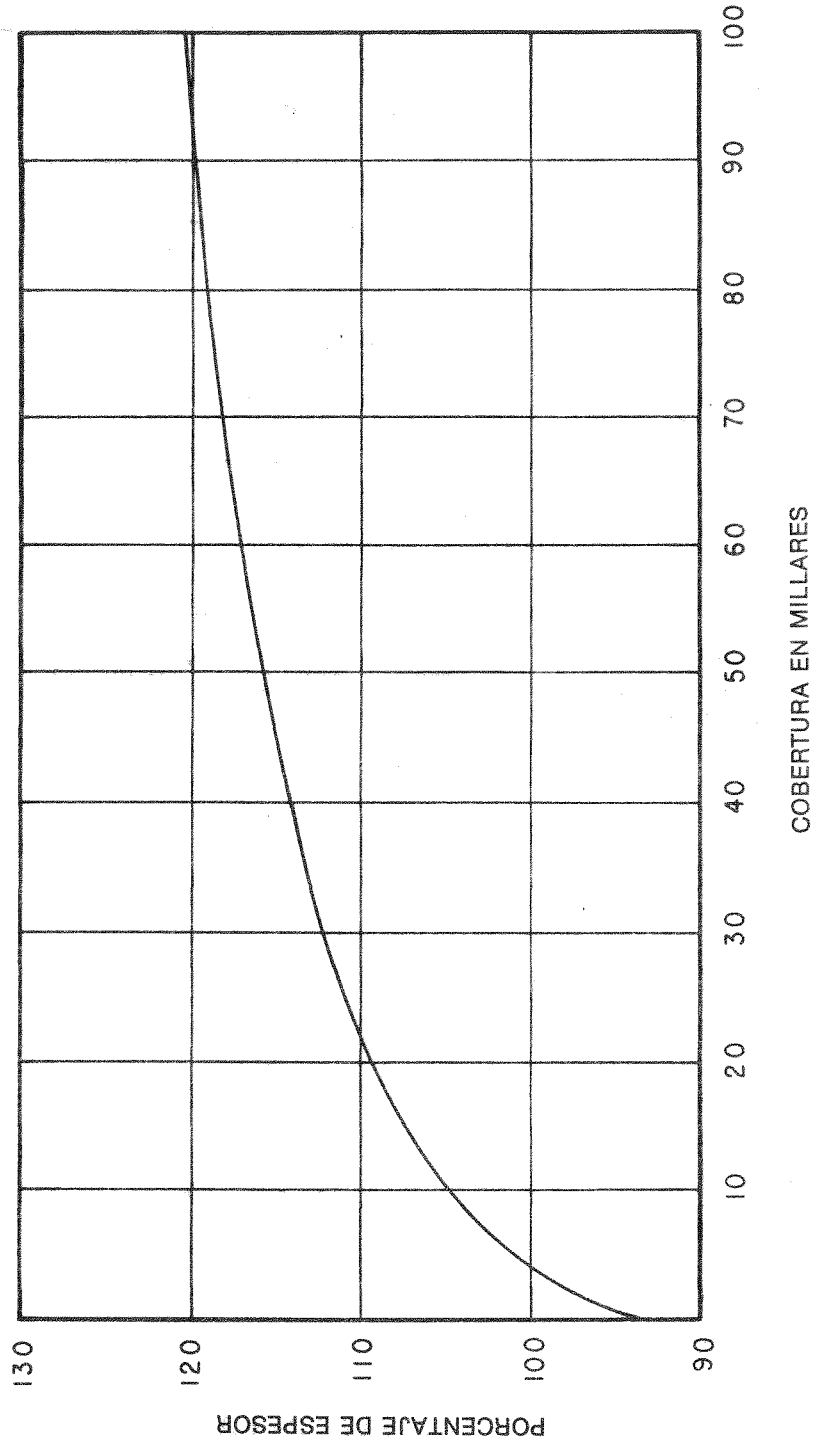


Figura A4-7. Porcentaje de espesor en función de las coberturas

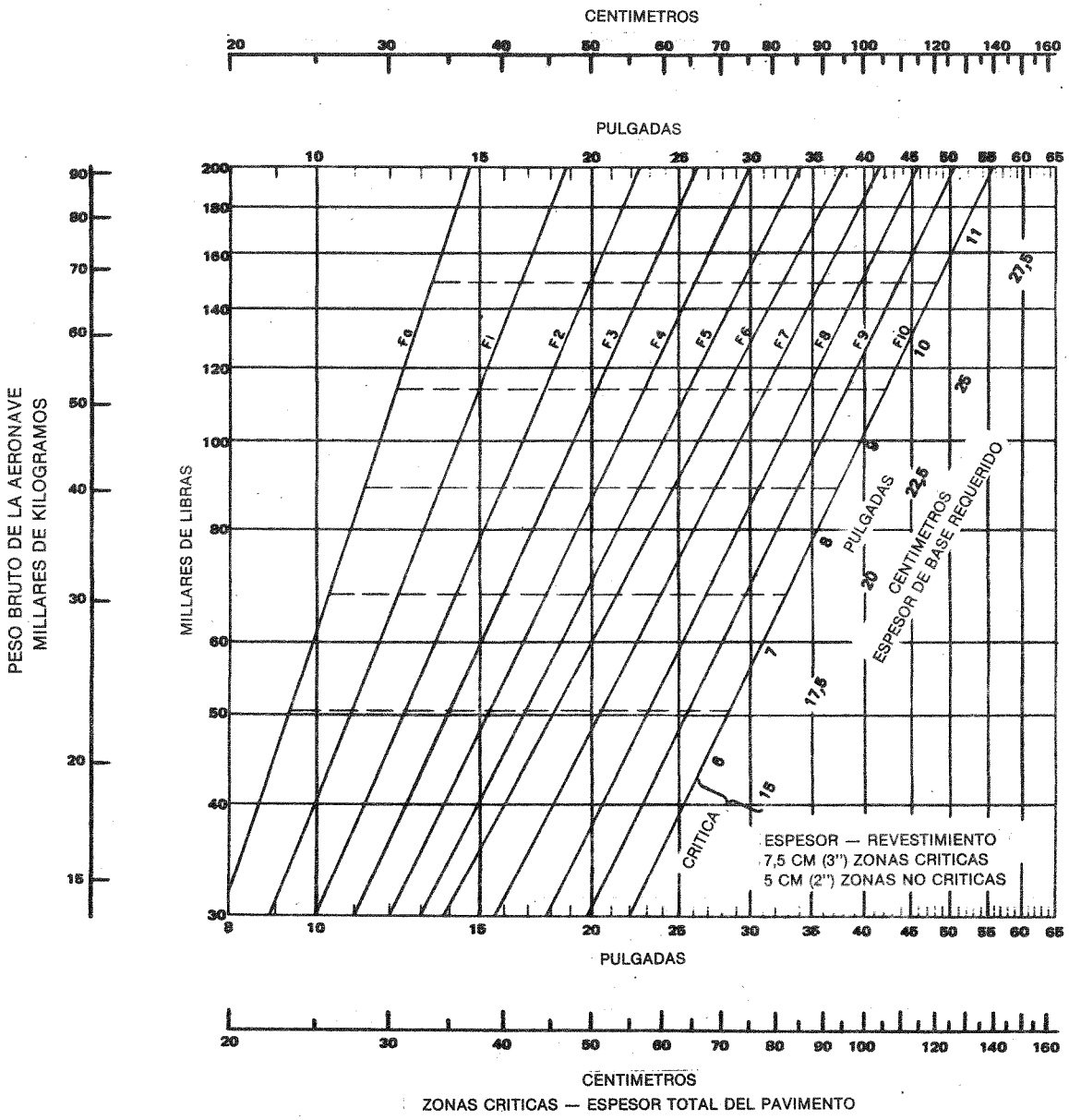


Figura A4-8. Curvas de evaluación - Pavimento flexible: tren de ruedas simples

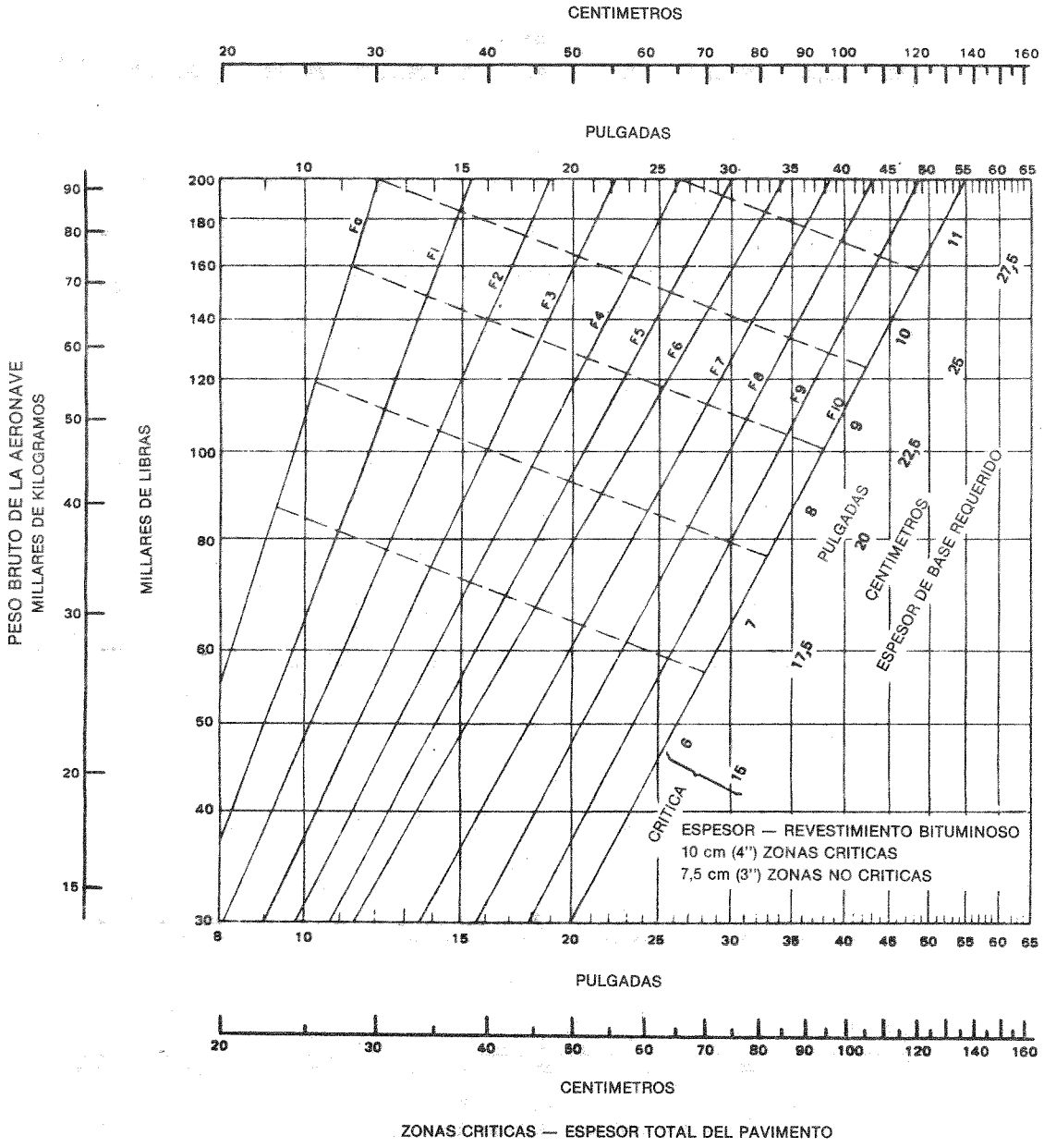


Figura A4-9. Curvas de evaluación - Pavimento flexible: tren de ruedas gemelas

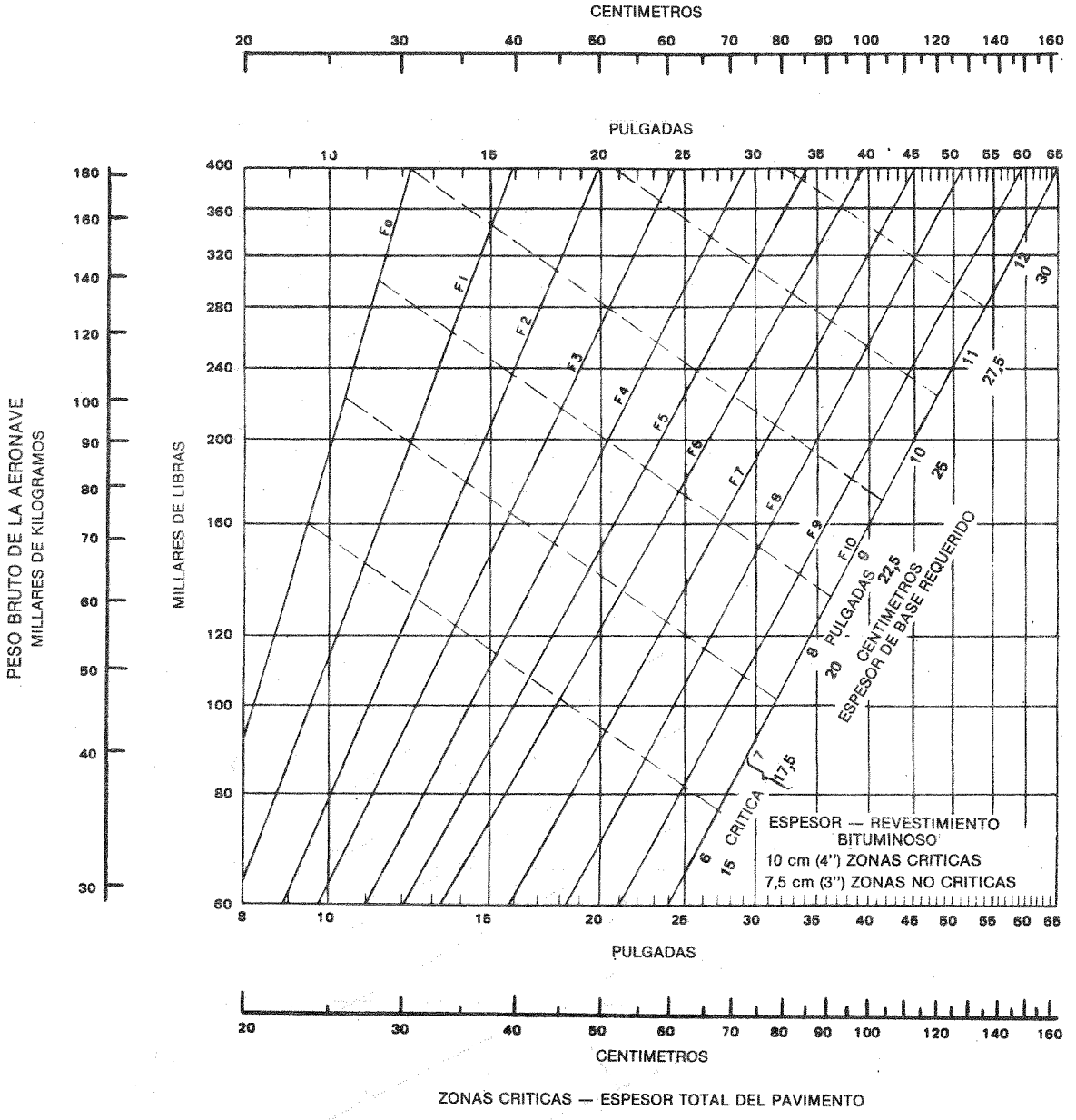


Figura A4-10. Curvas de evaluación - Pavimento flexible: tren de bogies

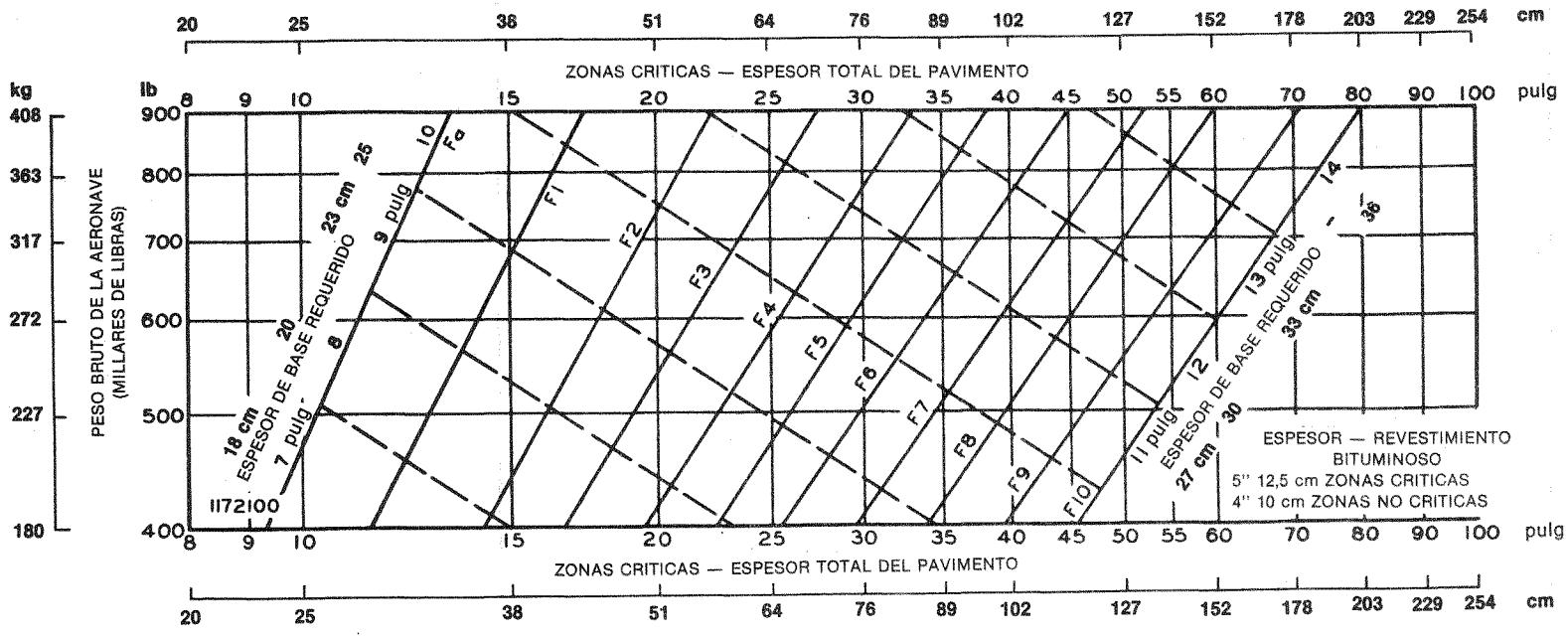


Figura A4-11. Pavimento flexible - Curvas de evaluación - B-747

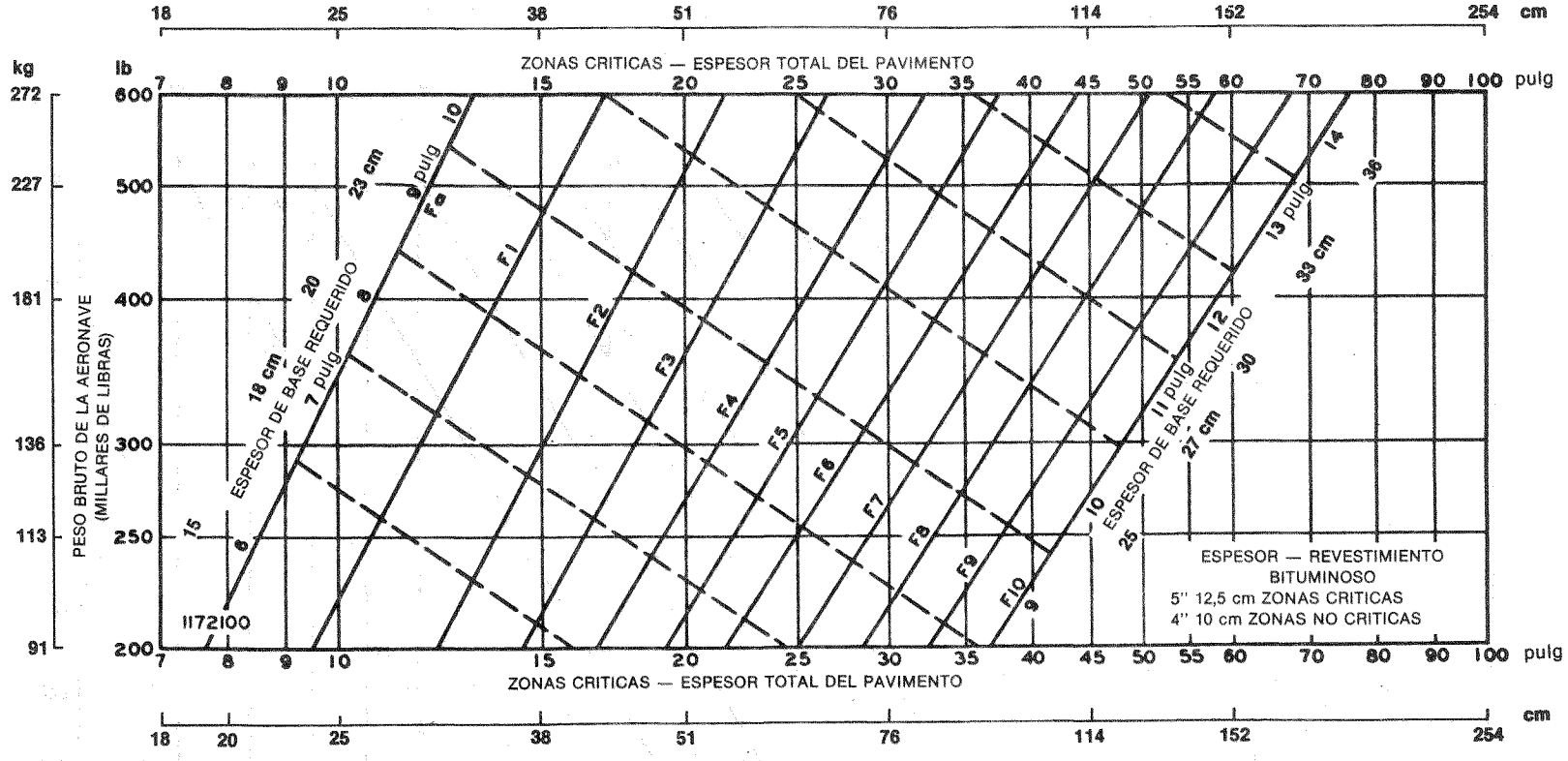


Figura A4-12. Pavimento flexible - Curvas de evaluación - DC 10-10

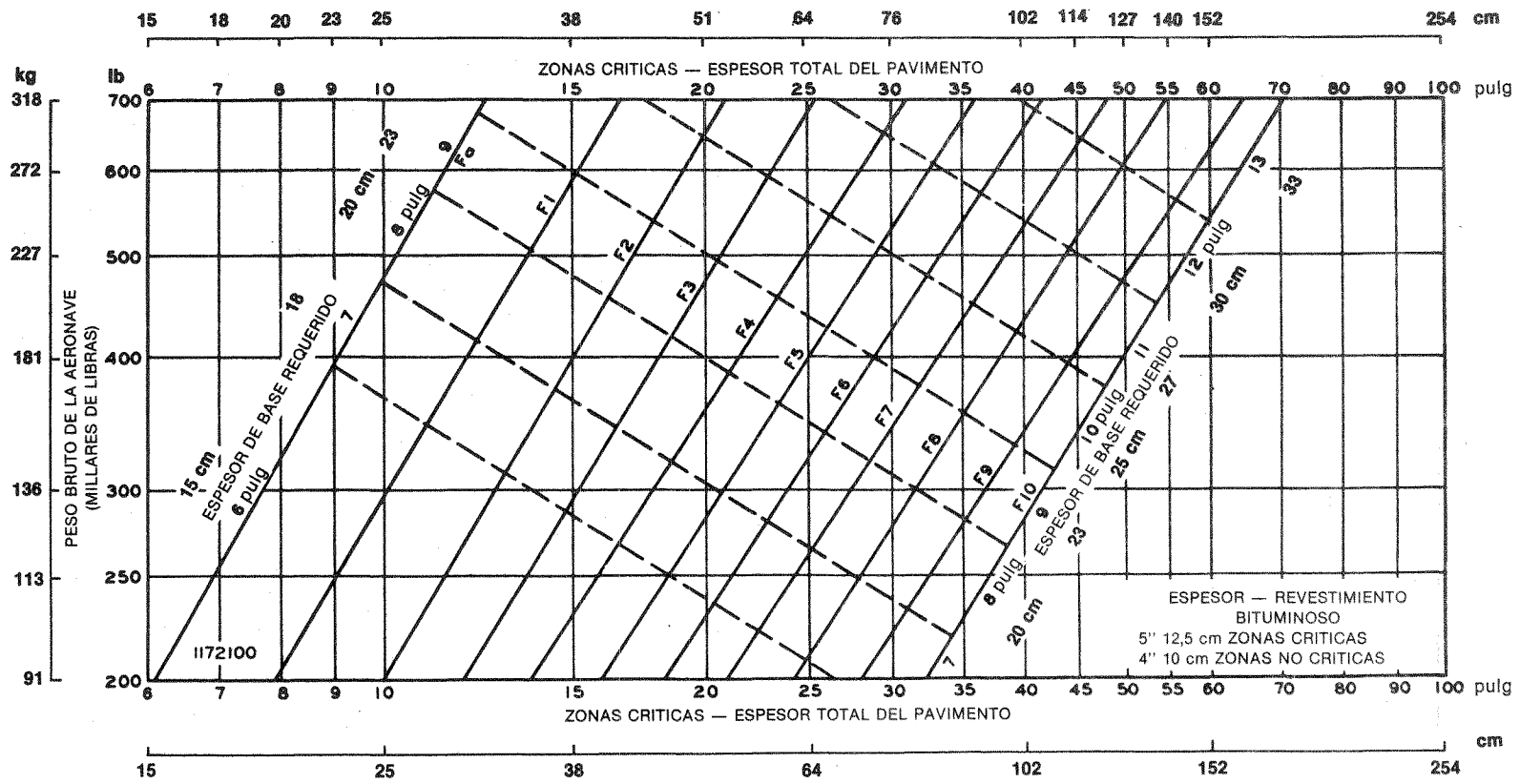


Figura A4-13. Pavimentos flexibles - Curvas de evaluación - DC 10-10

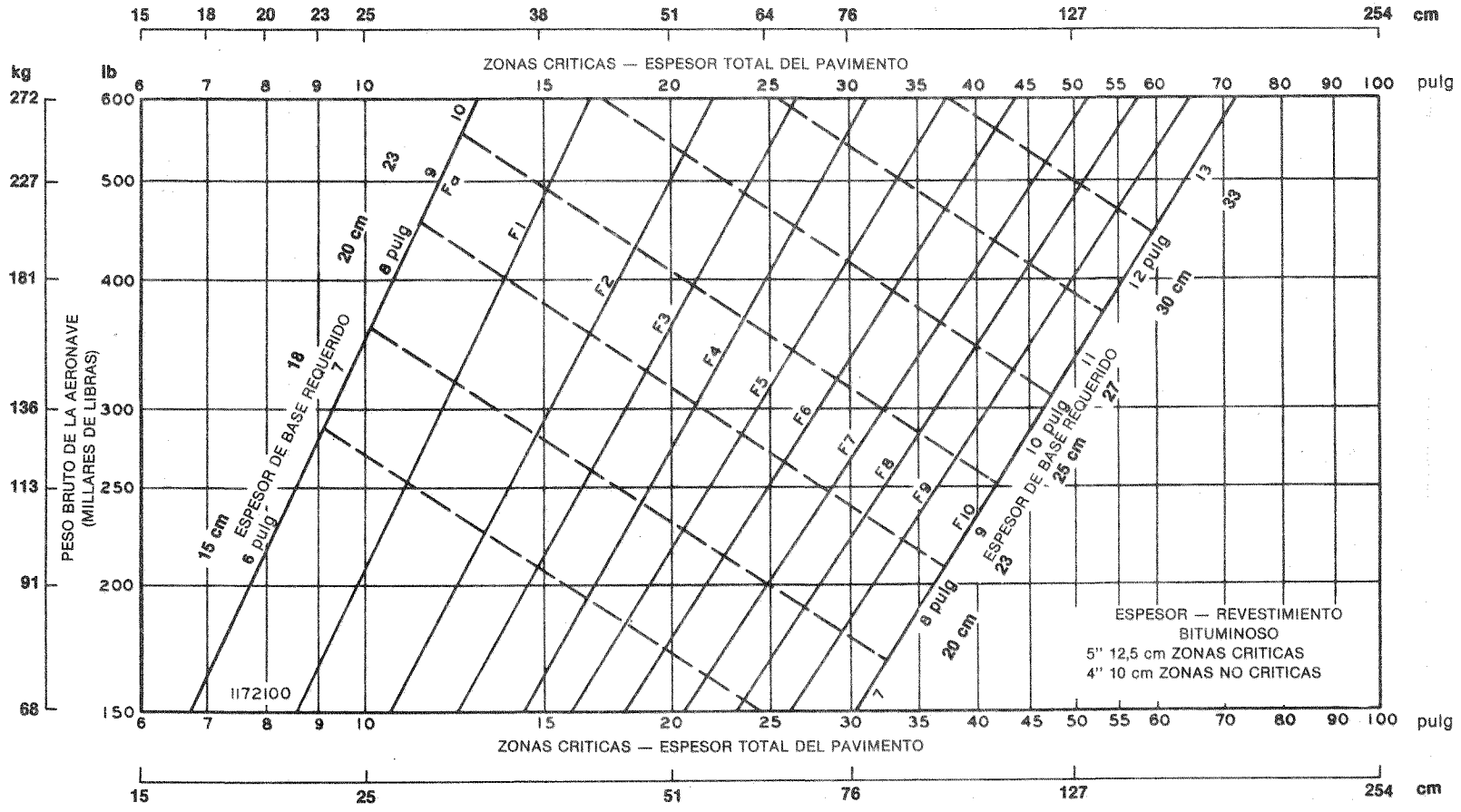


Figura A4-14. Pavimento flexible - Curvas de evaluación - L-1011

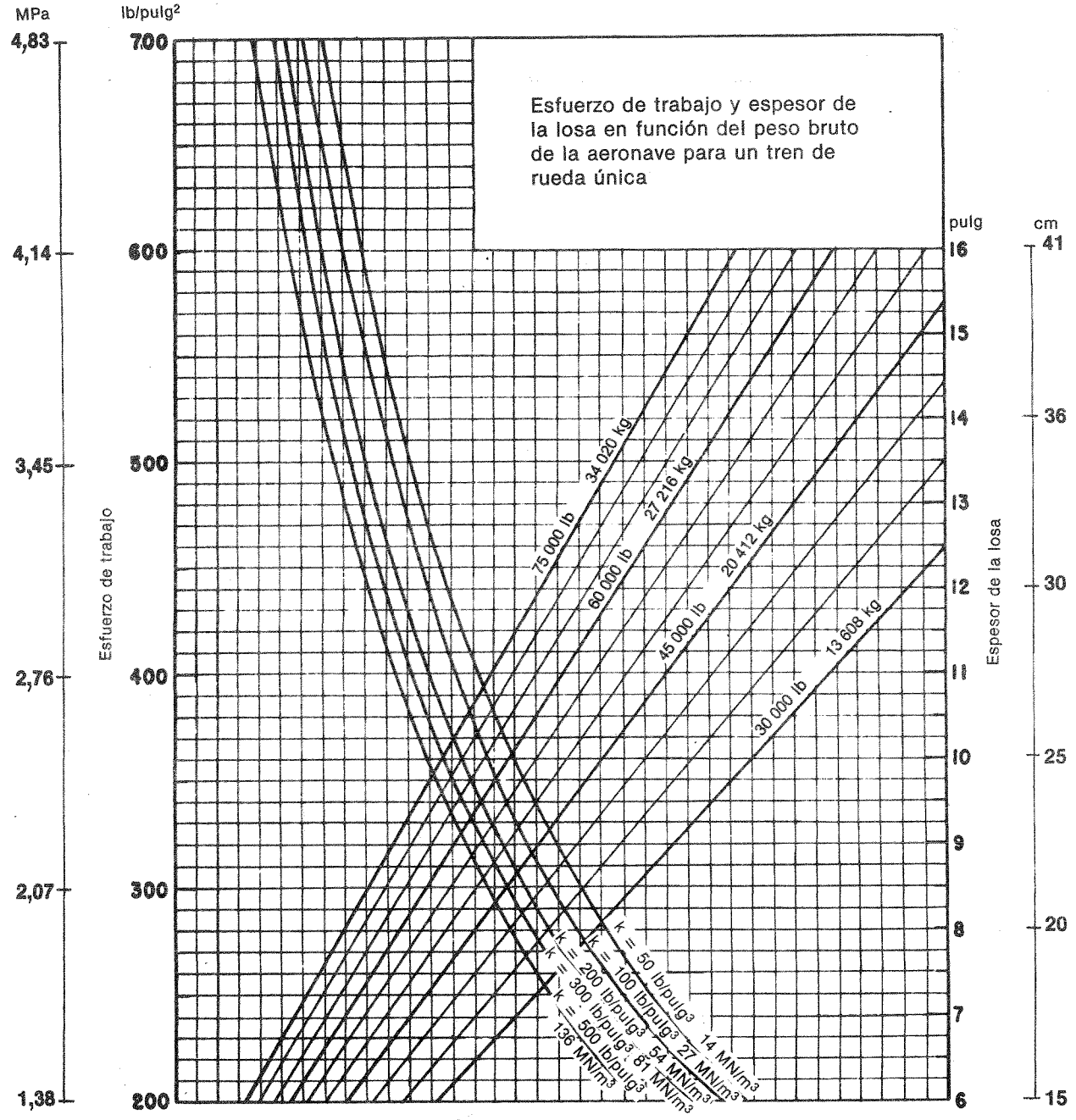


Figura A4-15. Pavimento rígido - Curvas de evaluación - Tren de rueda única

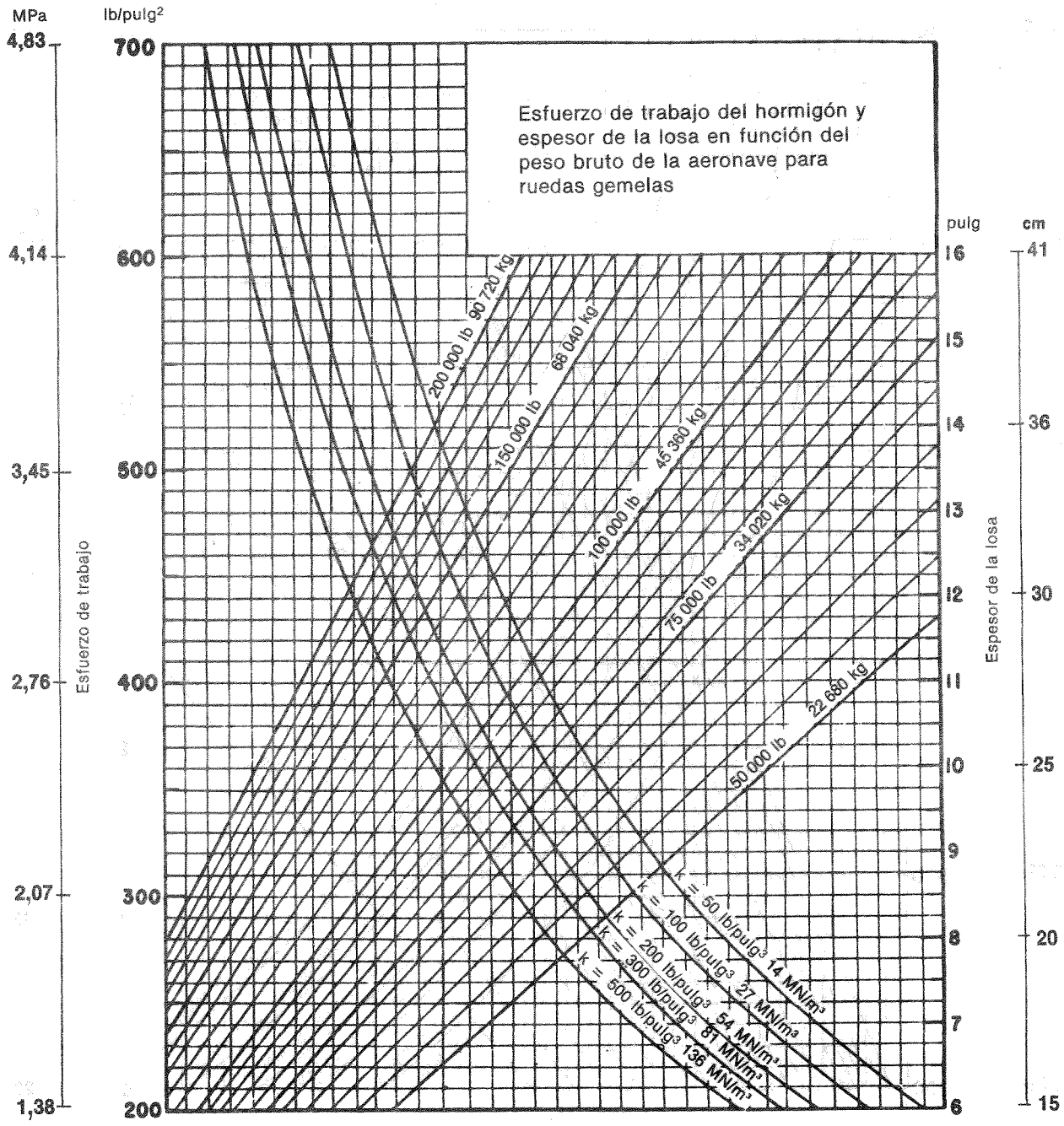


Figura A4-16. Pavimento rígido - Curvas de evaluación - Tren de ruedas gemelas

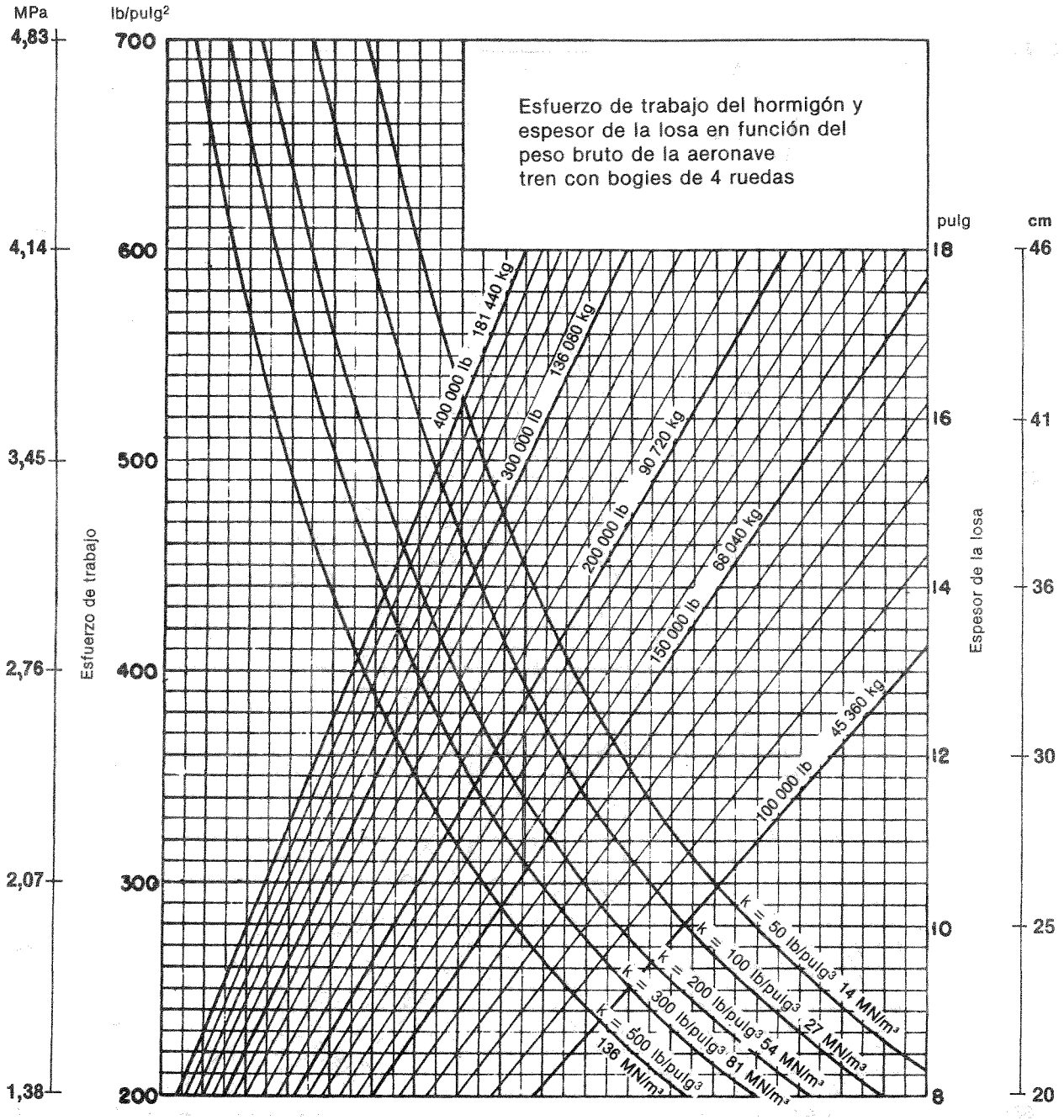


Figura A4-17. Pavimento rígido - Curvas de evaluación - Tren con bogie de 4 ruedas

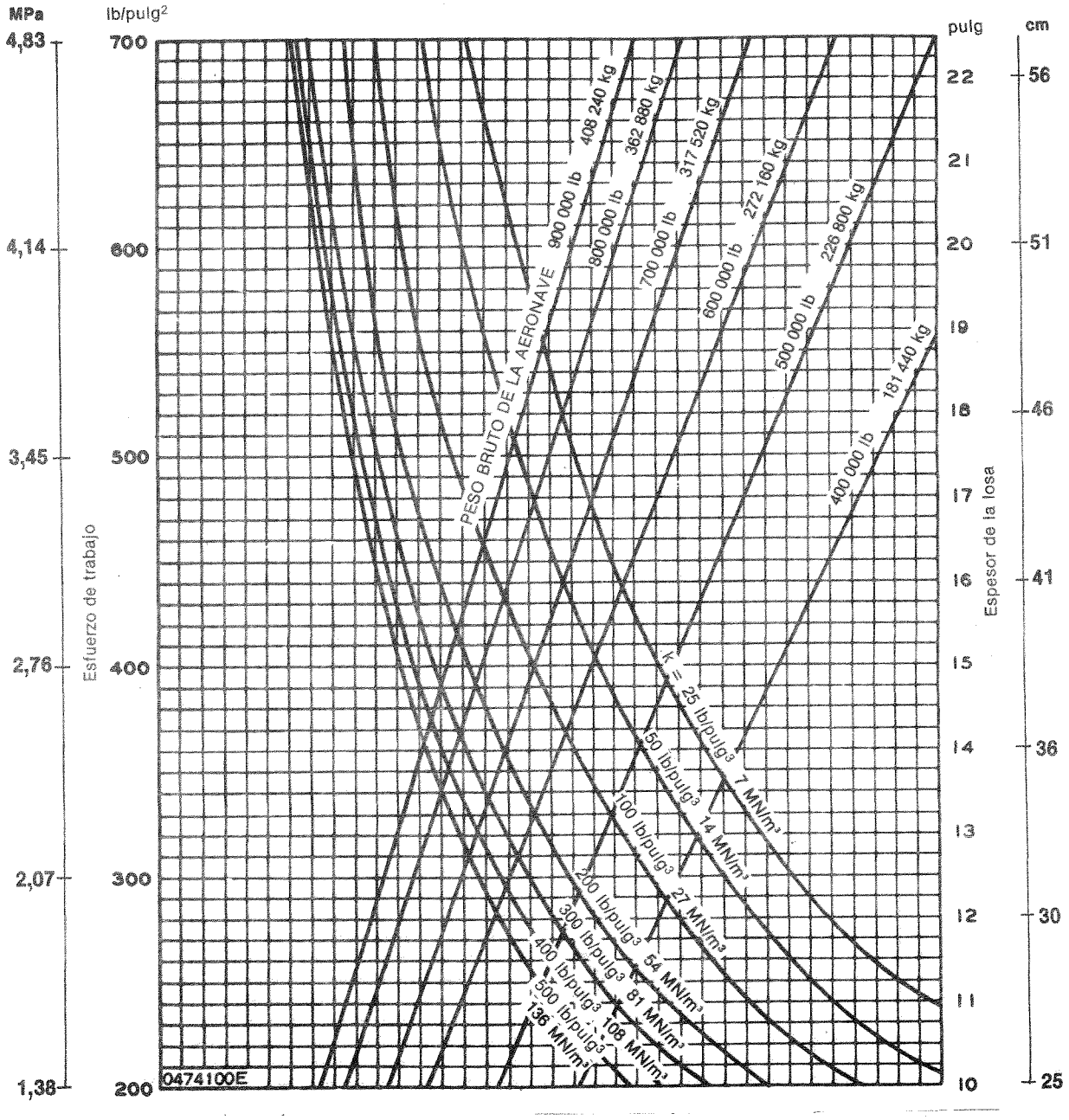


Figura A4-18. Pavimento rígido - Curvas de evaluación - B-747

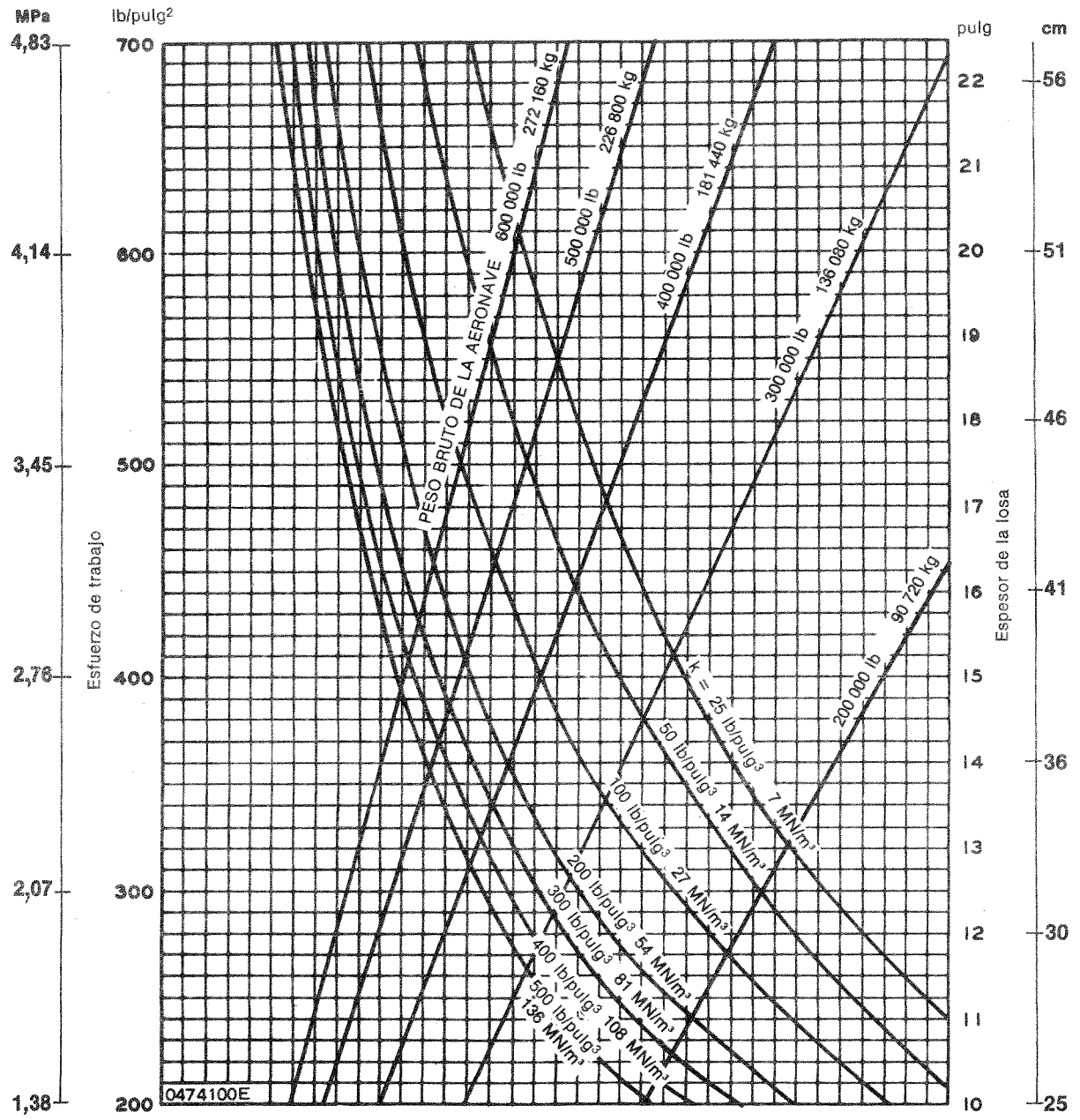


Figura A4-19. Pavimento rígido - Curvas de evaluación - DC 10-10

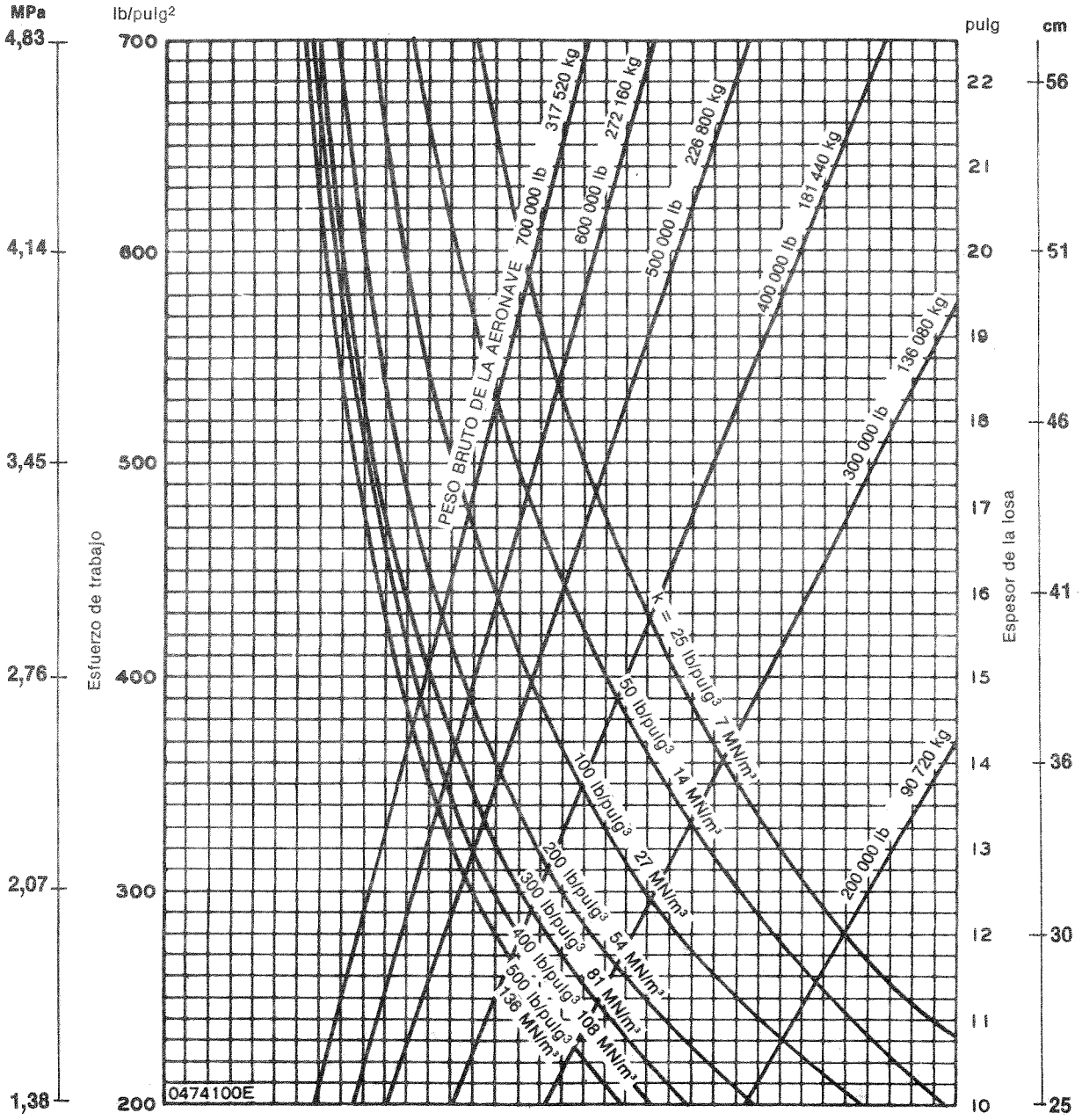


Figura A4-20. Pavimento rígido - Curvas de evaluación - DC 10-30

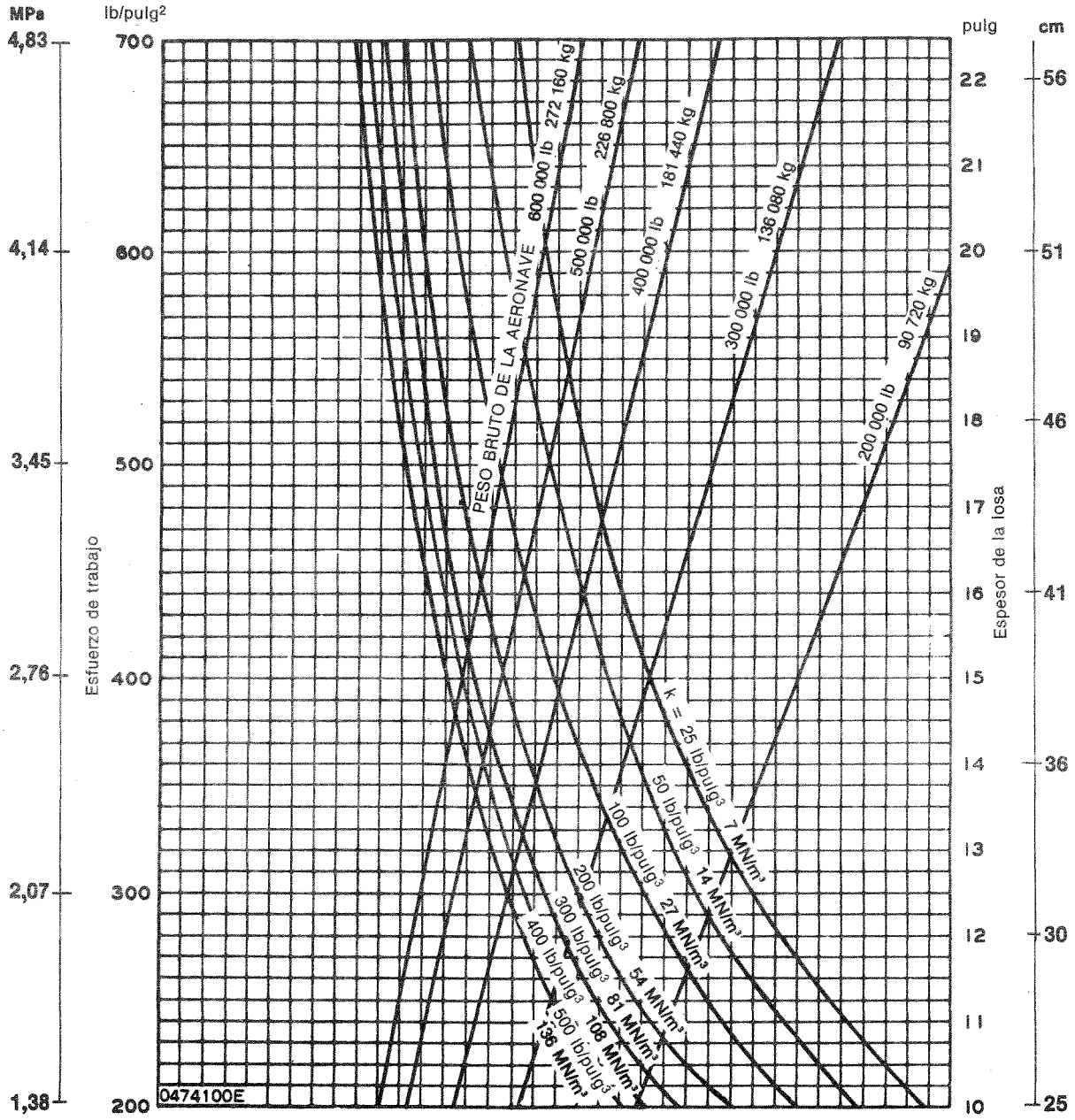


Figura A4-21. Pavimento rígido - Curvas de evaluación - L-1011

APENDICE 5

ACN PARA VARIOS TIPOS DE AERONAVES

1. Introducción

1.1 A título de ejemplo, se han evaluado varios tipos de aeronaves actualmente en uso sobre pavimentos rígidos y flexibles apoyados en los programas de computadora del Apéndice 2 y los resultados de la Tabla A5-1. Las dos masas totales que figuran en la columna 2 para cada tipo de aeronave son, respectivamente, la masa máxima en la plataforma (rampa) y una masa representativa de operación en vacío. Para calcular el ACN correspondiente a cada valor intermedio, procédase sobre el supuesto de que el ACN varía linealmente entre la masa de operación en vacío y la masa máxima en la plataforma.

Tabla A5-1. ACN para varios tipos de aeronaves sobre pavimentos rígidos y flexibles

Tipo de aeronave	Masa total de despegue (kg)	Carga sobre una pata del tren principal (%)	Presión de los neumáticos (MPa)	ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS - MN/m^3				ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - CBR			
				Alta 150	Mediana 80	Baja 40	Ultra baja 20	Alta 15	Mediana 10	Baja 6	Muy baja 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A300 B2 Airbus	137 000 / 85 910	47,0	1,2	35 / 18	42 / 21	50 / 25	58 / 29	39 / 20	43 / 22	53 / 24	68 / 34
A300 B2 Airbus	142 000 / 85 910	47,0	1,29	35 / 19	45 / 22	53 / 26	61 / 30	40 / 21	45 / 22	55 / 25	71 / 34
A300 B4 Airbus	150 000 / 88 180	47,0	1,39	41 / 20	49 / 22	57 / 26	65 / 31	43 / 21	49 / 22	59 / 25	76 / 35
A300 B4 Airbus	157 000 / 88 330	47,0	1,48	45 / 20	53 / 22	62 / 26	70 / 31	46 / 21	52 / 22	63 / 25	80 / 36
A300 B4 Airbus	165 000 / 88 505	47,0	1,29	46 / 17	55 / 20	64 / 25	73 / 29	49 / 20	56 / 21	68 / 25	84 / 36
A300-600 Airbus	165 000 / 87 100	47,0	1,29	46 / 17	55 / 19	64 / 24	73 / 28	49 / 19	56 / 21	68 / 24	84 / 35
A300-600R Airbus	170 000 / 85 033	47,4	1,35	49 / 17	58 / 19	68 / 23	78 / 28	52 / 19	58 / 20	71 / 23	89 / 34
A300-600R Airbus	171 700 / 85 033	47,4	1,35	50 / 17	59 / 19	69 / 23	79 / 28	52 / 19	59 / 20	72 / 23	90 / 34
A310-200 Airbus	132 000 / 76 616	46,7	1,23	33 / 15	39 / 18	46 / 21	54 / 24	36 / 18	40 / 19	48 / 20	64 / 27
A310-200 Airbus	138 600 / 76 747	46,7	1,3	35 / 16	42 / 18	51 / 21	58 / 25	39 / 18	43 / 19	52 / 20	68 / 28
A310-200 Airbus	142 000 / 75 961	46,7	1,33	37 / 15	44 / 17	52 / 20	60 / 23	40 / 17	44 / 18	54 / 20	70 / 27
A310-300 Airbus	150 000 / 77 037	47,0	1,42	42 / 13	49 / 14	58 / 17	66 / 20	44 / 15	49 / 15	59 / 16	76 / 24
A310-300 Airbus	157 000 / 78 900	47,4	1,49	45 / 14	54 / 15	63 / 18	71 / 22	47 / 15	53 / 15	64 / 16	81 / 25
A320-100 Airbus Gemelas	66 000 / 37 203	47,1	1,28	37 / 19	40 / 20	42 / 21	44 / 23	33 / 18	34 / 18	38 / 19	44 / 22
A320-100 Airbus Gemelas	68 000 / 39 700	47,1	1,34	39 / 20	41 / 22	43 / 23	45 / 24	35 / 19	36 / 19	40 / 20	46 / 23
A320-100 Airbus Bogie	68 000 / 40 243	47,1	1,12	18 / 9	21 / 10	24 / 12	28 / 14	18 / 9	19 / 10	23 / 11	32 / 14

Tipo de aeronave	Masa total de despegue (kg)	Carga sobre una pata del tren principal (%)	Presión de los neumáticos (MPa)	ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS - MN/m³				ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - CBR			
				Alta 150	Mediana 80	Baja 40	Ultra baja 20	Alta 15	Mediana 10	Baja 6	Muy baja 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A320-200 Airbus Gemelas	73 500 39 748	47,0	1,45	44 20	46 22	48 23	50 25	38 19	40 19	44 20	50 24
A320-200 Airbus Bogie	73 500 40 291	47,0	1,21	18 9	22 10	26 11	30 13	19 9	21 10	26 11	35 14
BAC 1-11 Serie 400	39 690 22 498	47,5	0,93	25 13	26 13	28 14	29 15	22 11	24 12	27 13	29 15
BAC 1-11 Serie 475	44 679 23 451	47,5	0,57	22 10	25 11	27 12	28 13	19 9	24 10	28 12	31 15
BAC 1-11 Serie 500	47 400 24 757	47,5	1,08	32 15	34 16	35 16	36 17	29 13	30 13	33 15	35 17
BAe 146 Serie 100	37 308 23 000	46,0	0,80	18 10	20 11	22 12	23 13	17 10	18 10	20 11	24 13
BAe 146 Serie 100	37 308 23 000	46,0	0,52	16 9	18 10	19 11	21 12	13 8	16 9	19 11	23 13
BAe 146 Series 200	40 600 23 000	47,1	0,88	22 11	23 12	25 13	26 14	19 10	21 10	23 11	27 13
BAe 146 Serie 200	40 600 23 000	47,1	0,61	19 10	21 11	23 12	24 12	16 8	20 10	22 11	27 13
B707-120B	117 027 57 833	46,7	1,17	28 12	33 12	39 15	46 17	31 13	34 14	41 15	54 20
B707-320B	148 778 64 764	46,0	1,24	38 13	46 14	54 17	62 20	42 15	47 15	57 17	72 22
B707-320C (Carga)	152 407 61 463	46,7	1,24	40 13	48 14	57 16	66 19	44 14	49 15	60 17	76 21
B707-320C (Convertible)	152 407 67 269	46,7	1,24	40 14	48 15	57 18	66 21	44 16	49 17	60 19	76 24
B707-320/420	143 335 64 682	46,0	1,24	36 13	43 14	52 17	59 20	40 15	44 15	54 17	69 22
B720	104 326 50 258	47,4	1,00	25 10	30 11	37 13	42 16	29 11	31 12	39 14	51 18
B720 B	106 594 52 163	46,4	1,00	25 10	30 11	37 13	42 16	29 11	31 12	39 14	51 18
B727-100	77 110 41 322	47,6	1,14	46 22	48 23	51 25	53 26	41 20	43 20	49 22	54 26
B727-100C	73 028 41 322	47,8	1,09	43 22	45 23	48 25	50 26	39 20	40 21	46 22	51 26

Tipo de aeronave	Masa total de despegue (kg)	Carga sobre una pata del tren principal (%)	Presión de los neumáticos (MPa)	ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS - MN/m³				ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - CBR			
				Alta 150	Mediana 80	Baja 40	Ultra baja 20	Alta 15	Mediana 10	Baja 6	Muy baja 3
1	2	3	4	5	6	7	8		10	11	12
B727-200 (Estándar)	78 471 44 293	48,5	1,15	48 24	50 26	53 27	56 29	43 22	45 23	51 25	56 29
B727-200 (Avanzado)	84 005 44 270	48,0	1,02	49 23	52 24	55 26	58 28	45 21	48 22	55 24	60 29
B727-200 (Avanzado)	86 636 44 347	47,7	1,06	51 23	54 25	58 26	60 28	47 22	50 22	56 24	61 28
B727-200 (Avanzado)	89 675 44 470	46,9	1,15	54 23	57 25	60 27	62 28	49 21	51 22	58 24	63 28
B727-200 (Avanzado)	95 254 45 677	46,5	1,19	58 24	61 25	64 27	67 29	52 22	55 22	62 25	66 29
B737-100	44 361 26 581	46,2	0,95	23 12	24 13	26 14	27 15	20 12	22 12	24 13	28 15
B737-200	45 722 27 170	46,4	0,97	24 13	25 14	27 15	29 16	22 12	23 12	26 14	30 16
B737-200	52 616 27 125	45,5	1,14	29 13	31 14	32 15	34 16	26 12	27 12	30 13	34 15
B737-200	52 616 27 125	45,5	0,66	24 11	26 12	28 13	30 14	21 10	25 11	29 13	34 15
B737-200/200C (Avanzado)	53 297 29 257	46,4	1,16	30 15	32 16	34 17	35 18	27 14	28 14	31 15	36 17
B737-200/200C (Avanzado)	56 699 28 985	46,3	1,23	33 15	34 16	36 17	38 18	29 14	30 14	34 15	38 17
B737-200 (Avanzado)	58 332 29 620	46,0	1,25	34 15	36 16	38 17	39 18	30 14	31 14	35 15	39 17
B737-300	61 462 32 904	45,9	1,34	37 18	39 18	41 20	42 21	32 16	33 16	37 17	41 20
B737-300	61 462 32 904	45,9	1,14	35 17	37 18	39 19	41 20	31 15	33 16	37 17	41 20
B737-400	64 864 33 643	46,9	1,44	41 19	43 20	45 21	47 22	35 16	37 17	41 18	45 21
B737-500*	60 781 31 312	46,1	1,34	37 17	38 17	40 19	42 19	32 15	33 15	37 16	41 19
B747-100	323 410 162 385	23,4	1,50	41 17	48 19	57 22	65 25	44 19	48 20	58 22	77 28
B747-100B	334 749 173 036	23,1	1,56	43 18	50 20	59 24	68 28	46 20	50 21	60 24	80 30

*Datos preliminares

Tipo de aeronave	Masa total de despegue (kg)	Carga sobre una pata del tren principal (%)	Presión de los neumáticos (MPa)	ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS - MN/m^3				ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - CBR			
				Alta 150	Mediana 80	Baja 40	Ultra baja 20	Alta 15	Mediana 10	Baja 6	Muy baja 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B747-100B	341 553 171 870	23,1	1,32	41 17	49 19	58 22	68 26	46 20	51 21	62 23	82 30
B747-100B SR	260 362 164 543	24,1	1,04	27 16	32 17	40 21	47 25	33 19	36 20	43 23	59 30
B747SP	302 093 147 716	22,9	1,30	35 14	42 16	51 19	59 22	40 17	44 17	52 19	71 25
B747SP	318 881 147 996	21,9	1,40	37 14	44 15	52 18	60 21	41 16	45 17	54 18	72 23
B747-200B	352 893 172 886	23,6	1,37	45 18	53 20	64 24	73 28	50 21	55 22	67 24	88 31
B747-200C	373 305 166 749	23,1	1,30	46 16	55 18	66 21	76 25	52 19	57 20	70 22	92 29
B747-200F/300	379 201 156 642	23,2	1,39	47 16	57 17	68 20	78 24	53 18	59 19	73 21	94 26
B747-400	395 987 178 459	23,4	1,41	53 19	63 21	75 25	85 29	57 21	64 22	79 25	101 32
B757-200	109 316 60 260	45,2	1,17	27 12	32 14	38 17	44 19	29 14	32 14	39 17	52 22
B767-200	143 789 78 976	46,2	1,31	33 15	38 17	46 20	54 24	37 18	40 19	47 21	65 26
B767-200-ER	159 755 80 853	46,9	1,21	37 16	44 18	54 21	63 25	43 19	47 19	57 22	77 28
B767-300	159 665 86 070	47,5	1,21	38 17	45 19	54 23	63 27	43 20	48 21	58 24	78 32
B767-300-ER	172 819 87 926	46,9	1,31	43 18	51 20	61 24	71 28	48 21	53 22	65 24	86 32
B767-300-ER	185 520 88 470	46,0	1,38	47 18	56 20	66 24	76 28	51 21	57 22	70 24	92 31
Caravelle Series 10	52 000 29 034	46,1	0,75	15 7	17 8	20 9	22 10	15 7	17 7	19 9	23 11
Caravelle Series 12	55 960 31 800	46,0	0,88	16 8	19 9	22 10	25 12	17 8	19 9	21 10	26 12
Concorde	185 066 78 698	48,0	1,26	61 21	71 22	82 25	91 29	65 21	72 22	81 26	98 32
Canadair CL 44	95 708 40 370	47,5	1,12	25 9	30 10	35 11	40 13	27 9	30 10	36 11	47 14

Tipo de aeronave	Masa total de despegue (kg)	Carga sobre una pata del tren principal (%)	Presión de los neumáticos (MPa)	ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS - MN/m^3				ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - CBR			
				Alta 150	Mediana 80	Baja 40	Ultra baja 20	Alta 15	Mediana 10	Baja 6	Muy baja 3
1	2	3	4	5	6	7		9	10	11	12
Convair 880 M	87 770 40 195	46,6	1,03	26 9	31 10	36 12	41 14	27 10	31 10	36 12	44 15
Convair 990	115 666 54 685	48,5	1,28	41 15	48 17	54 19	60 22	40 15	45 16	53 19	64 24
DC-3	11 430 7 767	46,8	0,31	6 4	7 5	7 5	7 5	4 3	6 4	8 5	9 6
DC-4	33 113 22 075	46,8	0,53	13 8	15 9	17 10	18 11	11 7	14 9	16 10	20 12
DC-8-43	144 242 61 919	46,5	1,22	41 15	49 16	57 18	65 21	43 15	49 16	59 18	74 23
DC-8-55	148 778 62 716	47,0	1,30	45 15	53 16	62 19	69 22	46 15	53 16	63 18	78 24
DC-8-61/71	148 778 68 992	48,0	1,30	46 17	54 19	63 22	71 25	48 18	54 19	64 21	80 28
DC-8-62/72	160 121 65 025	46,5	1,29	47 15	56 16	65 19	73 22	49 16	56 16	67 18	83 24
DC-8-63/73	162 386 72 002	47,6	1,34	50 17	60 19	69 23	78 26	52 18	59 19	71 22	87 29
DC-9-15	41 504 22 300	46,2	0,90	23 11	25 12	26 13	28 14	21 10	22 11	26 12	28 14
DC-9-21	45 813 23 879	47,2	0,98	27 12	29 13	30 14	32 15	24 11	26 12	29 13	32 15
DC-9-32	49 442 25 789	46,2	1,07	29 14	31 15	33 15	34 16	26 12	28 13	31 14	34 16
DC-9-41	52 163 27 821	46,7	1,10	32 15	34 16	35 17	37 18	28 13	30 14	33 15	37 18
DC-9-51	55 338 29 336	47,0	1,17	35 17	37 17	39 18	40 19	31 15	32 15	36 16	39 19
MD-81	63 957 35 571	47,8	1,17	41 20	43 21	45 23	46 24	36 18	38 19	43 21	46 24
MD-82/88	68 266 35 629	47,6	1,27	45 21	47 22	49 24	50 25	39 18	42 19	46 20	50 24
MD-83	73 023 36 230	47,4	1,34	49 21	51 22	53 24	55 25	42 18	46 19	50 21	54 24
MD-87	68 266 33 965	47,4	1,27	45 19	47 21	49 22	50 23	39 17	42 18	46 19	50 22

Tipo de aeronave	Masa total de despegue (kg)	Carga sobre una pata del tren principal (%)	Presión de los neumáticos (MPa)	ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS - MN/m^3				ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - CBR			
				Alta 150	Mediana 80	Baja 40	Ultra baja 20	Alta 15	Mediana 10	Baja 6	Muy baja 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DC-10-10	196 406 108 940	47,2	1,28	45 23	52 25	63 28	73 33	52 26	57 27	68 30	93 38
DC-10-10	200 942 105 279	46,9	1,31	46 22	54 24	64 27	75 31	54 24	58 25	69 28	96 36
DC-10-15	207 746 105 279	46,7	1,34	48 22	56 24	67 27	74 31	55 24	61 25	72 28	100 36
DC-10-30/40	253 105 120 742	37,7	1,17	44 20	53 21	64 24	75 28	53 22	59 23	70 25	97 32
DC-10-30/40	260 816 124 058	37,6	1,21	46 20	55 21	67 25	78 29	56 23	61 23	74 26	101 33
DC-10-30/40	268 981 124 058	37,9	1,24	49 20	59 21	71 25	83 29	59 23	64 23	78 26	106 33
MD-11	274 650 127 000	39,2	1,41	56 23	66 25	79 28	92 32	64 25	70 26	85 29	114 37
DCH 7 DASH 7	19 867 11 793	46,8	0,74	11 6	12 6	13 7	13 7	10 5	11 6	12 6	14 8
FOKKER 27 Mk500	19 777 11 879	47,5	0,54	10 5	11 6	12 6	12 7	8 4	10 5	12 6	13 7
FOKKER 50 HTP	20 820 12 649	47,8	0,59/ 0,55	10 6	11 6	12 7	13 7	8 5	10 5	12 6	14 8
FOKKER 50 LTP	20 820 12 649	47,8	0,41	9 5	10 5	11 6	12 7	6 4	9 5	11 6	14 8
FOKKER 28 Mk1000LTP	29 484 15 650	46,3	0,58	14 6	15 7	17 8	18 9	11 5	14 6	16 7	19 9
FOKKER 28 Mk1000HTP	29 484 16 550	46,3	0,69	15 8	16 8	18 9	18 10	13 6	15 7	17 8	20 10
FOKKER 100	44 680 24 375	47,8	0,98	28 13	29 14	31 15	32 16	25 12	27 13	30 14	32 16
HS125-400A -400B	10 600 5 683	45,5	0,77	6 3	6 3	7 6	7 3	5 2	5 3	6 3	7 3
HS125-600A -600B	11 340 5 683	45,5	0,83	7 3	7 3	7 3	8 3	5 2	6 3	7 3	8 3
HS748	21 092 12 183	43,6	0,59	10 5	11 5	11 6	12 6	8 4	9 5	11 6	13 7
IL-62	162 600 66 400	47,0	1,08	42 14	50 15	60 18	69 20	47 16	54 17	64 18	79 24

Tipo de aeronave	Masa total de despegue (kg)	Carga sobre una pata del tren principal (%)	Presión de los neumáticos (MPa)	ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS - MN/m^3				ACN PARA TERRENOS DE FUNDACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES - CBR			
				Alta 150	Mediana 80	Baja 40	Ultra baja 20	Alta 15	Mediana 10	Baja 6	Muy baja 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IL-62M	168 000 71 400	47,0	1,08	43 16	52 17	62 19	71 22	50 17	57 18	67 20	83 26
IL-76T	171 000 83 800	23,5	0,64	38 11	38 14	38 16	39 16	37 15	40 16	45 18	53 22
IL-86	209 500 111 000	31,2	0,88	25 13	31 14	38 16	46 19	34 16	36 17	43 19	61 23
L-100-20	70 670 34 205	48,2	0,72	30 14	33 15	36 16	38 17	27 12	31 14	33 15	38 16
L-100-30	70 670 34 701	48,4	0,72	30 14	33 15	36 16	38 17	27 12	31 14	33 15	39 17
L-1011-1	195 952 108 862	47,4	1,33	45 24	52 25	62 28	73 33	52 25	56 27	66 29	91 38
L-1011 -100/200	212 281 110 986	46,8	1,21	46 23	55 24	66 28	78 32	56 25	61 26	73 30	100 38
L-1011 -500	225 889 108 924	46,2	1,27	50 23	59 24	72 27	84 31	60 25	65 26	79 28	107 36
Trident 1E	61 160 33 203	46,0	1,03	32 15	34 16	37 17	39 18	23 10	24 11	27 12	32 15
Trident 2E	65 998 33 980	47,0	1,07	37 16	39 17	42 18	44 19	26 11	28 12	31 13	36 16
Trident 3	68 266 39 060	45,5	1,14	37 18	40 19	42 21	44 22	26 13	28 14	31 15	36 18
TU-134A	47 600 29 350	45,6	0,83	11 7	13 8	16 9	19 10	12 7	13 8	16 9	21 12
TU-154B	98 000 53 500	45,1	0,93	19 8	25 10	32 13	38 17	20 10	24 11	30 13	38 18
VC10-1150	151 953 71 940	48,3	1,01	38 16	46 17	56 20	65 23	44 17	50 18	61 21	77 27

- FIN -

PUBLICACIONES TÉCNICAS DE LA OACI

Este resumen explica el carácter, a la vez que describe, en términos generales, el contenido de las distintas series de publicaciones técnicas editadas por la Organización de Aviación Civil Internacional. No incluye las publicaciones especializadas que no encajan específicamente en una de las series, como por ejemplo el Catálogo de cartas aeronáuticas, *o las* Tablas meteorológicas para la navegación aérea internacional.

Normas y métodos recomendados internacionales. El Consejo los adopta de conformidad con los Artículos 54, 37 y 90 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, y por conveniencia se han designado como Anexos al citado Convenio. Para conseguir la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional, se considera que los Estados contratantes deben aplicar uniformemente las especificaciones de las normas internacionales. Para conseguir la seguridad, regularidad o eficiencia, también se considera conveniente que los propios Estados se ajusten a los métodos recomendados internacionales. Si se desea lograr la seguridad y regularidad de la navegación aérea internacional es esencial tener conocimiento de cualesquier diferencias que puedan existir entre los reglamentos y métodos nacionales de cada uno de los Estados y las normas internacionales. Si, por algún motivo, un Estado no puede ajustarse, en todo o en parte, a determinada norma internacional, tiene de hecho la obligación, según el Artículo 38 del Convenio, de notificar al Consejo toda diferencia o discrepancia. Las diferencias que puedan existir con un método recomendado internacional también pueden ser significativas para la seguridad de la navegación aérea, y si bien el Convenio no impone obligación alguna al respecto, el Consejo ha invitado a los Estados contratantes a que notifiquen toda diferencia además de aquéllas que atañan directamente, como se deja apuntado, a las normas internacionales.

Procedimientos para los servicios de navegación aérea (PANS). El Consejo los aprueba para su aplicación mundial. Comprenden, en su mayor parte, procedimientos de operación cuyo grado de desarrollo no se estima suficiente para su adopción como normas o métodos recomendados internacionales, así como también materias de un carácter más permanente que se consideran demasiado detalladas para su inclusión en un Anexo, o que son susceptibles de frecuentes enmiendas, por lo que los procedimientos previstos en el Convenio resultarían demasiado complejos.

Procedimientos suplementarios regionales (SUPPS). Tienen carácter similar al de los procedimientos para los servicios de navegación aérea ya que han de ser aprobados por el Consejo, pero únicamente para su aplicación en las respectivas regiones. Se publican englobados en un mismo volumen, puesto que algunos de estos procedimientos afectan a regiones con áreas comunes, o se siguen en dos o más regiones.

Las publicaciones que se indican a continuación se preparan bajo la responsabilidad del Secretario General, de acuerdo con los principios y criterios previamente aprobados por el Consejo.

Manuales técnicos. Proporcionan orientación e información más detallada sobre las normas, métodos recomendados y procedimientos internacionales para los servicios de navegación aérea, para facilitar su aplicación.

Planes de navegación aérea. Detallan las instalaciones y servicios que se requieren para los vuelos internacionales en las distintas regiones de navegación aérea establecidas por la OACI. Se preparan por decisión del Secretario General, a base de las recomendaciones formuladas por las conferencias regionales de navegación aérea y de las decisiones tomadas por el Consejo acerca de dichas recomendaciones. Los planes se enmiendan periódicamente para que reflejen todo cambio en cuanto a los requisitos, así como al estado de ejecución de las instalaciones y servicios recomendados.

Circulares de la OACI. Facilitan información especializada de interés para los Estados contratantes. Comprenden estudios de carácter técnico.

© OACI 1983
1/84, S/P1/900; 1/96, S/P2/150;
9/00, S/P3/100; 11/02, S/P4/100;
12/06, S/P5/100

Núm. de pedido 9157P3
Impreso en la OACI

ISBN 92-9194-799-7

Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Dirección General de Aeronáutica Civil

Regulaciones Aeronáuticas del Perú

RAP 314

Aerodromos
Volumen I
Diseño y Operaciones de Aeródromos

Nueva Edición
Revisión 002
Enmienda 2

Referencia: Anexo 14 (OACI): Aeródromos,
Volumen. I: Diseño y Operaciones de Aeródromos
(Enmienda 15)
Ley de Aeronáutica Civil Nº 27261 y su Reglamento

ÍNDICE

Abreviaturas y Símbolos

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

1.1 Definiciones
1.2 Clasificación
1.3 Aplicación
1.4 Sistemas de referencia comunes
1.5 Certificación de aeródromos
1.6 Diseño de aeropuertos
1.7 Clave de referencia de aeródromo
1.8 Procedimientos específicos para operaciones de aeródromo
1.9 Control y vigilancia

CAPÍTULO 2: DATOS SOBRE LOS AERÓDROMOS

2.1 Datos aeronáuticos
2.2 Punto de referencia del aeródromo
2.3 Elevaciones del aeródromo y de la pista
2.4 Temperatura de referencia del aeródromo
2.5 Dimensiones del aeródromo e información relativa a las mismas
2.6 Resistencia de los pavimentos
2.7 Emplazamientos para la verificación del altímetro antes del vuelo
2.8 Distancias declaradas
2.9 Condiciones del área de movimiento y de las instalaciones relacionadas con la misma
2.10 Retiro de aeronaves inutilizadas
2.11 Salvamento y extinción de incendios
2.12 Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación
2.13 Coordinación entre la autoridad de los servicios de información aeronáutica y la autoridad del aeródromo

CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS FISICAS

3.1 Pistas
3.2 Márgenes de las pistas
3.3 Plataforma de viraje en la pista
3.4 Franjas de pista
3.5 Áreas de seguridad de extremo de pista
3.6 Zonas libres de obstáculos
3.7 Zonas de parada
3.8 Área de funcionamiento del radioaltímetro
3.9 Calles de rodaje
3.10 Márgenes de las calles de rodaje
3.11 Franjas de las calles de rodaje
3.12 Apartaderos de espera, puntos de espera de la pista, puntos de espera intermedios, y puntos de espera en la vía de vehículos
3.13 Plataformas
3.14 Puesto de estacionamiento aislado para aeronaves
3.15 Instalaciones de deshielo/antihielo

CAPÍTULO 4: RESTRICCION Y ELIMINACION DE OBSTÁCULOS

4.1 Superficies limitadoras de obstáculos
4.2 Requisitos de la limitación de obstáculos
4.3 Objetos situados fuera de las superficies limitadoras de obstáculos
4.4 Otros objetos

CAPÍTULO 5: AYUDAS VISUALES PARA LA NAVEGACIÓN

5.1 Indicadores y dispositivos de señalización
5.2 Señales
5.3 Luces
5.4 Letreros
5.5 Balizas

CAPÍTULO 6: AYUDAS VISUALES INDICADORAS DE OBSTÁCULOS

6.1 Objetos que hay que señalar o iluminar
6.2 Señalamiento y/o iluminación de objetos

CAPÍTULO 7: AYUDAS VISUALES INDICADORAS DE ZONAS DE USO RESTRINGIDO

7.1 Pistas y calles de rodaje cerradas en su totalidad o en parte
7.2 Superficies no resistentes
7.3 Área anterior al umbral
7.4 Áreas fuera de servicio

CAPÍTULO 8: SISTEMAS ELÉCTRICOS

8.1 Sistemas de suministro de energía eléctrica para instalaciones de navegación aérea
8.2 Diseño de sistemas
8.3 Dispositivo monitor

CAPÍTULO 9: SERVICIOS OPERACIONALES, EQUIPO E INSTALACIONES DE AERÓDROMO

9.1 Planificación para casos de emergencia en los aeródromos
9.2 Salvamento y extinción de incendios
9.3 Traslado de aeronaves inutilizadas
9.4 Reducción del peligro de choque con aves y otros animales
9.5 Servicio de dirección en la plataforma
9.6 Servicio de las aeronaves en tierra
9.7 Operaciones de los vehículos de aeródromo
9.8 Sistemas de guía y control del movimiento en la superficie
9.9 Emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones
9.10 Vallas
9.11 Iluminación para fines de seguridad
9.12 Sistema autónomo de advertencia de incursión en la pista

CAPÍTULO 10: MANTENIMIENTO DE AERODROMO

10.1 Generalidades
10.2 Pavimentos
10.3 Eliminación de contaminantes
10.4 Recubrimiento del pavimento de las pistas
10.5 Ayudas visuales

APÉNDICES

Apéndice 1. Colores de las luces aeronáuticas de superficie, y de las señales, letreros y tableros.

Apéndice 2. Características de las luces aeronáuticas de superficie.

Apéndice 3. Señales con instrucciones obligatorias y señales de información.

Apéndice 4. Requisitos relativos al diseño de los letreros de guía para el rodaje.

Apéndice 5. Requisitos de calidad de los datos aeronáuticos

Apéndice 6. Emplazamiento de las luces de obstáculos

Apéndice 7. Señalización de plataforma de aeronaves en Aerodromos

Apéndice 8. Procedimiento para el Cálculo de las Distancias Declaradas

Apéndice 9. Notificación de Superficies Pavimentadas Con Presencia De Agua Y Características De Rozamiento De Pistas Pavimentadas

Apéndice 10. Gestión Del Riesgo Por Fauna En Los Aeródromos

Apéndice 11. Apantallamiento de Obstáculos

Apéndice 12. Sistemas de guía y control del movimiento en la superficie – SMGCS

Apéndice 13. Estudios aeronáuticos

Apéndice 14. Superficies de protección a las ayudas a la navegación aérea

Apéndice 15. Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional para Explotadores de Aeródromo

Apéndice 16. Sucesos de Notificación Obligatoria Relacionados a los Aeródromos

Adjunto A. Implementación del SMS por Etapas

Adjunto B. Orientación para el Análisis de Brechas del SMS

Adjunto C. Guía Sobre el Desarrollo de un Manual de SMS del Explotador de Aeródromo

Apéndice 17. Programa de Mantenimiento del Aeródromo

Apéndice 18. Operación de Aeronaves con ACN Superior al PCN Notificado

a) Abreviaturas

aprox.	Aproximadamente
C	Grados Celsius
cd	Candela
cm	Centímetro
ft	Pie
K	Grados Kelvin
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
km/h	Kilómetro por hora
kt	Nudo
L	Litro
m	Metro
máx	Máximo
mm	Milímetro
mín	Mínimo
MN	Meganewton
MPa	Megapascal
NM	Milla marina
NU	No utilizable
ACN†	Número de clasificación de aeronaves
ASDA	Distancia disponible de aceleración parada
ACR††	Índice de clasificación de aeronaves
ADP	Licencia de conductor en la parte aeronáutica
ATS	Servicio de tránsito aéreo
CBR	Índice de resistencia de California
CRC	Verificación por redundancia cíclica
CIE	Comisión Internacional de Luminotecnia
CG	Centro de Gravedad
DME	Equipo radiotelemétrico
E	Módulo de elasticidad
ILS	Sistema de aterrizaje por instrumentos
IMC	Condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos
LDA	Distancia de aterrizaje disponible
LCFZ	Zona de vuelo critica de rayos láser
LSFZ	Zona de vuelo sensible de rayos láser
LFFZ	Zona de vuelo sin rayos láser
MSL	Nivel Medio del Mar
NFZ	Zona de vuelo normal
OCA/H	Altitud/altura de franqueamiento de obstáculos
OFZ	Zona despejada de obstáculos
OLS	Superficie limitadora de obstáculos
OMGWS	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal
PAPI	Indicador de trayectoria de aproximación de precisión
PCN†	Número de clasificación de pavimentos
PCR††	Índice de clasificación de pavimentos
RESA	Área de seguridad de extremo de pista
RVR	Alcance visual en la pista
TODA	Distancia de despegue disponible
TORA	Recorrido de despegue disponible
VMC	Condiciones meteorológicas de vuelo visual
VOR	Radiofaro omnidireccional VHF
WHMP	Programa de gestión del peligro que representa la fauna silvestre
WIP	Obras en progreso

b) Símbolos

º	Grado
=	Igual
‘	Minuto de arco
μ	Coeficiente de rozamiento
>	Mayor que
<	Menor que
%	Porcentaje
±	Más o menos

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 Definiciones

Las abreviaturas, los términos y expresiones indicados a continuación que figuran en esta Regulación, tienen el significado siguiente:

Actuación humana. Capacidades y limitaciones humanas que repercuten en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas.

Aeródromo. Área definida de tierra o de agua que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos destinada a la llegada, salida y movimiento de aeronaves, pasajeros o carga en su superficie.

Aeródromo certificado. Aeródromo a cuyo explotador se le ha otorgado un certificado de aeródromo.

Aeródromo Público. Aeródromos abiertos a la actividad aérea en general, sean de propiedad estatal, regional, municipal o privada

Aeródromo Privado. Aeródromos de uso exclusivo de sus propietarios o explotadores

Alcance visual en la pista (RVR). Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que señalan su eje.

Altura elipsoidal (altura geodésica). La altura relativa al elipsoide de referencia, medida a lo largo de la normal elipsoidal exterior por el punto en cuestión.

Altura ortométrica. Altura de un punto relativa al geoide, que se expresa generalmente como una elevación MSL.

Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (OMGWS). Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

Apartadero de espera. Área definida en la que puede detenerse una aeronave, para esperar o dejar paso a otras, con objeto de facilitar el movimiento eficiente de la circulación de las aeronaves en tierra.

Aproximaciones paralelas dependientes. Aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes.

Aproximaciones paralelas independientes. Aproximaciones simultáneas a pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando no se prescriben mínimos de separación radar entre aeronaves situadas en las prolongaciones de ejes de pista adyacentes.

Área de aterrizaje. Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.

Área de deshielo/antihielo. Área que comprende una parte interior donde se estaciona el avión que está por recibir el tratamiento de deshielo/antihielo y una parte exterior para maniobrar con dos o más unidades móviles de equipo de deshielo/antihielo.

Área de maniobras. Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas.

Área de movimiento. Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

Área de seguridad de extremo de pista (RESA). Área simétrica respecto a la prolongación del eje de la pista y adyacente al extremo de la franja, cuyo objeto principal consiste en reducir el riesgo de daños a un avión que efectúe un aterrizaje demasiado corto o un aterrizaje demasiado largo.

Área de señales. Área de un aeródromo utilizada para exhibir señales terrestres.

Aterrizaje interrumpido. Maniobra de aterrizaje que se suspende de manera inesperada en cualquier punto por debajo de la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H).

Baliza. Objeto expuesto sobre el nivel del terreno para indicar un obstáculo o trazar un límite.

Base de datos cartográficos de aeródromos (AMDB). Colección de datos cartográficos de aeródromo organizados y presentados como un conjunto estructurado.

Barreta. Tres o más luces aeronáuticas de superficie, poco espaciadas y situadas sobre una línea transversal de forma que se vean como una corta barra luminosa.

Calendario. Sistema de referencia temporal discreto que sirve de base para definir la posición temporal con resolución de un día (ISO 19108 *).

Calendario gregoriano. Calendario que se utiliza generalmente; se estableció en 1582 para definir un año que se aproxima más estrechamente al año tropical que el calendario juliano (ISO 19108*).

Nota.- En el calendario gregoriano los años comunes tienen 365 días y los bisiestos 366, y se dividen en 12 meses sucesivos.

Calidad de los datos. Grado o nivel de confianza de que los datos proporcionados satisfarán los requisitos del usuario de datos en lo que se refiere a exactitud, resolución, integridad (o grado de aseguramiento equivalente), trazabilidad, puntualidad, completitud y formato.

Calle de rodaje. Vía definida en un aeródromo terrestre, establecida para el rodaje de aeronaves y destinada a proporcionar enlace entre una y otra parte del aeródromo, incluyendo:

a) Calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronave. La parte de una plataforma designada como calle de rodaje y destinada a proporcionar acceso a los puestos de estacionamiento de aeronave s solamente.
b) Calle de rodaje en la plataforma. La parte de un sistema de calles de rodaje situada en una plataforma y destinada a proporcionar una vía para el rodaje a través de la plataforma.
c) Calle de salida rápida. Calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo agudo y está proyectada de modo que permita a los aviones que aterrizan virar a velocidades mayores que las que se logran en otras calles de rodaje de salida y logrando así que la pista esté ocupada el mínimo tiempo posible.

Clasificación de los datos aeronáuticos de acuerdo con su integridad. La clasificación se basa en el riesgo potencial que podría conllevar el uso de datos alterados. Los datos aeronáuticos se clasifican como:

a) datos ordinarios: muy baja probabilidad de que, utilizando datos ordinarios alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de una aeronave corran riesgos graves que puedan originar una catástrofe;
b) datos esenciales: baja probabilidad de que, utilizando datos esenciales alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de una aeronave corran riesgos graves que puedan originar una catástrofe; y
c) datos críticos: alta probabilidad de que, utilizando datos críticos alterados, la continuación segura del vuelo y el aterrizaje de una aeronave corran riesgos graves que puedan originar una catástrofe.

Clave de estado de la pista (RWYC)‡. Número que describe el estado de la superficie de la pista que se utilizará en el informe del estado de la pista.

Nota. — La clave de estado de la pista tiene por objeto permitir a la tripulación de vuelo calcular la performance operacional del avión.

‡ *Aplicable a partir del 04.11.2021*

Certificado de aeródromo. Certificado otorgado por la autoridad competente de conformidad con las normas aplicables a la explotación de aeródromos.

Coeficiente de utilización. El porcentaje de tiempo durante el cual el uso de una pista o sistema de pistas no está limitado por la componente transversal del viento.

Nota.- Componente transversal del viento significa la componente del viento en la superficie que es perpendicular al eje de la pista.

Datos cartográficos de aeródromo (AMD). Datos recopilados con el propósito de compilar información cartográfica de los aeródromos.

Nota. — Los datos cartográficos de aeródromo se recopilan para diversos fines, como por ejemplo para mejorar la conciencia situacional del usuario, las operaciones de navegación en la superficie y las actividades de instrucción, elaboración de mapas y planificación.

Declinación de la estación. Variación de alineación entre el radial de cero grados del VOR y el norte verdadero, determinada en el momento de calibrar la estación VOR.

Declinación magnética. Diferencia angular entre el norte geográfico y el norte magnético.

Nota. — El valor dado indica si la diferencia angular está al este o al oeste del norte geográfico.

Densidad de tránsito de aeródromo.

a) Reducida. Cuando el número de movimientos durante la hora punta media no es superior a 15 por pista, o típicamente inferior a un total de 20 movimientos en el aeródromo.

b) Media. Cuando el número de movimientos durante la hora punta media es del orden de 16 a 25 por pista, o típicamente entre 20 a 35 movimientos en el aeródromo.

c) Intensa. Cuando el número de movimientos durante la hora punta media es del orden de 26 o más por pista, o típicamente superior a un total de 35 movimientos en el aeródromo.

Nota 1.- El número de movimientos durante la hora punta media es la media aritmética del año del número de movimientos durante la hora punta diaria.

Nota 2.- Tanto los despegues como los aterrizajes constituyen un movimiento.

Distancias declaradas.

a) Recorrido de despegue disponible (**TORA**). La longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que despegue.

b) Distancia de despegue disponible (**TODA**). La longitud del recorrido de despegue disponible más la longitud de la zona libre de obstáculos, si la hubiera.

c) Distancia de aceleración-parada disponible (**ASDA**). La longitud del recorrido de despegue disponible más la longitud de zona de parada, si la hubiera.

d) Distancia de aterrizaje disponible (**LDA**). La longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que aterrice.

Elevación del aeródromo. Elevación del punto más alto del área de aterrizaje.

Estado de la superficie de la pista‡. Descripción de las condiciones de la superficie de la pista que se utilizan en el informe del estado de la pista y que establecen las bases para determinar la clave de estado de la pista para fines de performance de los aviones.

Nota 1. — El estado de la superficie de la pista utilizado en el informe del estado de la pista establece los requisitos de performance entre el explotador del aeródromo, el fabricante del avión y el explotador del avión.

‡ *Aplicable a partir del 04.11.2021*

Estudio aeronáutico. Proceso de análisis de los efectos adversos sobre la seguridad y regularidad de las operaciones aéreas, que enumera las medidas de mitigación y clasifica el impacto de la aplicación de estas medidas en aceptables o inaceptables.

Estudio de compatibilidad. Estudio realizado por el explotador de aeródromo a fin de abordar la cuestión de las repercusiones de la introducción de un tipo o modelo de avión que resulta nuevo para el aeródromo. Es posible incluir en el estudio de compatibilidad una o varias evaluaciones de la seguridad operacional.

Evaluación de seguridad operacional. Un elemento del proceso de gestión de riesgos de un SMS que se utiliza para evaluar los problemas de seguridad operacional que surgen, entre otras causas, de los incumplimientos respecto de las normas y reglamentos aplicables, los cambios identificados en un aeródromo o cuando surgen otros problemas de seguridad operacional**.**

Exactitud de los datos. Grado de conformidad entre el valor estimado o medido y el valor real.

Explotador de Aeródromo. Persona Natural o Jurídica consignada en la autorización de funcionamiento, obligada a mantener o conservar el aeródromo y a comunicar a la DGAC las limitaciones temporales o permanentes que afecten su uso.

Faro aeronáutico. Luz aeronáutica de superficie, visible en todos los azimuts ya sea continua o intermitentemente, para señalar un punto determinado de la superficie de la tierra.

Faro de aeródromo. Faro aeronáutico utilizado para indicar la posición de un aeródromo desde el aire.

Faro de identificación. Faro aeronáutico que emite una señal en clave, por medio de la cual puede identificarse un punto determinado que sirve de referencia.

Faro de peligro. Faro aeronáutico utilizado a fin de indicar un peligro para la navegación aérea.
Fiabilidad del sistema de iluminación. La probabilidad de que el conjunto de la instalación funcione dentro de los límites de tolerancia especificados y que el sistema sea utilizable en las operaciones.

Franja de calle de rodaje. Zona que incluye una calle de rodaje destinada a proteger a una aeronave que esté operando en ella y a reducir el riesgo de daño en caso de que accidentalmente se salga de ésta.

Franja de pista. Una superficie definida que comprende la pista y la zona de parada, si la hubiese, destinada a:

a) reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista; y

b) proteger a las aeronaves que la sobrevuelan durante las operaciones de despegue o aterrizaje.

Geoide. Superficie equipotencial en el campo de gravedad de la Tierra que coincide con el nivel medio del mar (MSL) en calma y su prolongación continental.

Nota.- El geoide tiene forma irregular debido a las perturbaciones gravitacionales locales (mareas, salinidad, corrientes, etc.) y la dirección de la gravedad es perpendicular al geoide en cada punto.

Helipuerto. Aeródromo o área definida sobre una estructura destinada a ser utilizada, total o parcialmente, para la llegada, la salida o el movimiento de superficie de los helicópteros.

Indicador de sentido de aterrizaje. Dispositivo para indicar visualmente el sentido designado en determinado momento, para el aterrizaje o despegue.

Índice de clasificación de aeronaves (ACR) ††. Cifra que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento, para determinada categoría normalizada del terreno de fundación.

Nota.- El índice de clasificación de aeronaves se calcula con respecto a la posición del centro de gravedad (CG), que determina la carga crítica sobre el tren de aterrizaje crítico. Normalmente, para calcular el ACR se emplea la posición más retrasada del CG correspondiente a la masa bruta máxima en la plataforma (rampa). En casos excepcionales, la posición más avanzada del CG puede determinar que resulte más crítica la carga sobre el tren de aterrizaje de proa.

†† Aplicable a partir del 28 de noviembre de 2024.

Índice de clasificación de pavimentos (PCR) ††. Cifra que indica la resistencia de un pavimento.
†† Aplicable a partir del 28 de noviembre de 2024.

Informe del estado de la pista (RCR)‡. Informe normalizado exhaustivo relacionado con el estado de la superficie de las pistas y su efecto en la performance de aterrizaje y despegue de los aviones.

‡ *Aplicable a partir del 04.11.2021*

Instalación de deshielo/antihielo. Instalación donde se eliminan del avión la escarcha, el hielo o la nieve (deshielo) para que las superficies queden limpias, o donde las superficies limpias del avión reciben protección (antihielo) contra la formación de escarcha o hielo y la acumulación de nieve o nieve fundente durante un período limitado.

Integridad de los datos (nivel de aseguramiento). Grado de aseguramiento de que no se ha~~n~~ perdido ni alterado ningún dato aeronáutico ni sus valores después de haberse originado o de haberse efectuado una enmienda autorizada.

Intensidad efectiva. La intensidad efectiva de una luz de destellos es igual a la intensidad de una luz fija del mismo color que produzca el mismo alcance visual en idénticas condiciones de observación.

Intersección de calles de rodaje. Empalme de dos o más calles de rodaje.

Letrero.

a) Letrero de mensaje fijo. Letrero que presenta solamente un mensaje.

b) Letrero de mensaje variable. Letrero con capacidad de presentar varios mensajes predeterminados o ningún mensaje, según proceda.

Longitud del campo de referencia del avión. Longitud de campo mínima necesaria para el despegue con la masa máxima certificada de despegue al nivel del mar, en atmósfera tipo, sin viento y con pendiente de pista cero, como se indica en el correspondiente manual de vuelo del avión, prescrito por la autoridad que otorga el certificado, según los datos equivalentes que proporcione el fabricante del avión. Longitud de campo significa longitud de campo compensado para los aviones, si corresponde, o distancia de despegue en los demás casos.

Luces de protección de pista. Sistema de luces para avisar a los pilotos o a los conductores de vehículos que están a punto de entrar en una pista en activo.

Lugar crítico. Sitio del área de movimiento del aeródromo donde ya han ocurrido colisiones o incursiones en la pista o donde hay más riesgo de que ocurran, y donde se requiere mayor atención de los pilotos/conductores.

Luz aeronáutica de superficie. Toda luz dispuesta especialmente para que sirva de ayuda a la navegación aérea, excepto las ostentadas por las aeronaves.

Luz fija. Luz que posee una intensidad luminosa constante cuando se observa desde un punto fijo.

Margen. Banda de terreno que bordea un pavimento, tratada de forma que sirva de transición entre ese pavimento y el terreno adyacente.

Matriz de evaluación del estado de la pista (RCAM) ‡. Matriz que permite evaluar la clave de estado de la pista, utilizando procedimientos conexos, a partir de un conjunto de condiciones de la superficie de la pista que se haya observado y del informe del piloto acerca de la eficacia de frenado.

‡ *Aplicable a partir del 04.11.2021*

Nieve (en tierra) †.

a) Nieve seca. Nieve que, si está suelta, se desprende al soplar o, si se compacta a mano, se disgrega inmediatamente al soltarla. Densidad relativa: hasta 0,35 exclusive.

b) Nieve mojada. Nieve que, si se compacta a mano, se adhiere y muestra tendencia a formar bolas, o se hace realmente una bola de nieve. Densidad relativa: de 0,35 a 0,5 exclusive.

c) Nieve compactada. Nieve que se ha comprimido hasta formar una masa sólida que no admite más compresión y que mantiene su cohesión o se rompe a pedazos si se levanta. Densidad relativa: 0,5 o más.
† Aplicable hasta el 03 de noviembre de 2021

Nieve fundente. † Nieve saturada de agua que, cuando se le da un golpe contra el suelo con la suela del zapato, se proyecta en forma de salpicaduras. Densidad relativa: de 0,5 a 0,8.
† Aplicable hasta el 03 de noviembre de 2021

Número de clasificación de aeronaves (ACN). **†** Cifra que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento, para determinada categoría normalizada del terreno de fundación.

Nota.— El número de clasificación de aeronaves se calcula con respecto a la posición del centro de gravedad (CG), que determina la carga crítica sobre el tren de aterrizaje crítico. Normalmente, para calcular el ACN se emplea la posición más retrasada del CG correspondiente a la masa bruta máxima en la plataforma (rampa). En casos excepcionales, la posición más avanzada del CG puede determinar que resulte más crítica la carga sobre el tren de aterrizaje de proa.

† Aplicable hasta el 27 de noviembre de 2024.

Número de clasificación de pavimentos (PCN). **†** Cifra que indica la resistencia de un pavimento para utilizarlo sin restricciones.
† Aplicable hasta el 27 de noviembre de 2024.

Nivel medio del mar. Es la altura promedio de la superficie del mar según todas las etapas de la marea en un periodo aproximado de 19 años (18.6 años de una marea lunar).

Objeto extraño (FOD). Objeto inanimado dentro del área de movimiento que no tiene una función operacional o aeronáutica y puede representar un peligro para las operaciones de las aeronaves.

Objeto frangible. Objeto de poca masa diseñado para quebrarse, deformarse o ceder al impacto, de manera que represente un peligro mínimo para las aeronaves.

Obstáculo. Todo objeto fijo (ya sea temporal o permanente) o móvil, o partes del mismo, que:

a) esté situado en un área destinada al movimiento de las aeronaves en la superficie; o

b) sobresalga de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo; o

c) esté fuera de las superficies definidas y sea considerado como un peligro para la navegación aérea.

Ondulación geoidal. La distancia del geoide por encima (positiva) o por debajo (negativa) del elipsoide matemático de referencia.

Nota.- Con respecto al elipsoide definido del Sistema Geodésico Mundial - 1984 (WGS-84), la diferencia entre la altura elipsoidal y la altura ortométrica en el WGS-84 representa la ondulación geoidal en el WGS-84.

Operaciones paralelas segregadas. Operaciones simultáneas en pistas de vuelo por instrumentos, paralelas o casi paralelas, cuando una de las pistas se utiliza exclusivamente para aproximaciones y la otra exclusivamente para salidas.

Pista. Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves.

Pista de despegue. Pista destinada exclusivamente a los despegues.

Pista de vuelo por instrumentos. Uno de los siguientes tipos de pista destinados a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos:

a) Pista para aproximaciones que no son de precisión. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinada a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo A y con visibilidad no inferior a 1 000 m.

b) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinadas a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B con una altura de decisión (DH) no inferior a 60 m (200 ft) y con una visibilidad de no menos de 800 m o con un alcance visual en la pista no inferior a 550 m.

c) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría II. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinadas a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B con una altura de decisión (DH) inferior a 60 m (200 ft) pero no inferior a 30 m (100 ft) y con un alcance visual en la pista no inferior a 300 m.

d) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría III. Pista de vuelo servida por ayudas visuales y ayudas no visuales destinada a operaciones de aterrizaje después de una operación de aproximación por instrumentos de Tipo B.

A — destinada a operaciones con una altura de decisión (DH) inferior a 30 m (100 ft), o sin altura de decisión y un alcance visual en la pista no inferior a 300 m.

Nota 1.— Las ayudas visuales no tienen necesariamente que acomodarse a la escala que caracterice las ayudas no visuales que se proporcionen. El criterio para la selección de las ayudas visuales se basa en las condiciones en que se trata de operar.

Pista de vuelo visual. Pista destinada a las operaciones de aeronaves que utilicen procedimientos de aproximación visual o un procedimiento de aproximación por instrumentos a un punto más allá del cual pueda continuarse la aproximación en condiciones meteorológicas de vuelo visual.

Pista para aproximaciones de precisión. Véase Pista de vuelo por instrumentos.

Pistas casi paralelas. Pistas que no se cortan pero cuyas prolongaciones de eje forman un ángulo de convergencia o de divergencia de 15º o menos.

Pistas principales. Pistas que se utilizan con preferencia a otras siempre que las condiciones lo permitan.

Plataforma. Área definida, en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

Plataforma de viraje en la pista. Una superficie definida en el terreno de un aeródromo adyacente a una pista con la finalidad de completar un viraje de 180º sobre una pista.

Principios relativos a factores humanos. Principios que se aplican al diseño, certificación, instrucción, operaciones y mantenimiento aeronáuticos y cuyo objeto consiste en establecer una interfaz segura entre los componentes humano y de otro tipo del sistema mediante la debida consideración de la actuación humana.

Puesto de estacionamiento de aeronave. Área designada en una plataforma, destinada al estacionamiento de una aeronave.

Punto crítico. Sitio del área de movimiento de un aeródromo con antecedentes o riesgo potencial de colisión o de incursión en la pista, y en el que es necesario que pilotos y conductores presten mayor atención.

Punto de espera de la pista. Punto designado destinado a proteger una pista, una superficie limitadora de obstáculos o un área crítica o sensible para los sistemas ILS/MLS, en el que las aeronaves en rodaje y los vehículos se detendrán y se mantendrán a la espera, a menos que la torre de control de aeródromo autorice otra cosa.

Punto de espera en la vía de vehículos. Punto designado en el que puede requerirse que los vehículos esperen.

Punto de espera intermedio. Punto designado destinado al control del tránsito, en el que las aeronaves en rodaje y los vehículos se detendrán y mantendrán a la espera hasta recibir una nueva autorización de la torre de control de aeródromo.

Punto de referencia de aeródromo. Punto cuya situación geográfica designa al aeródromo.

Referencia. Toda cantidad o conjunto de cantidades que pueda servir como referencia o base para el cálculo de otras cantidades (ISO 19104 *)

Referencia geodésica. Conjunto mínimo de parámetros requerido para definir la ubicación y orientación del sistema de referencia local con respecto al sistema/marco de referencia mundial.

Rendimiento humano. Las capacidades y limitaciones humanas que tienen un impacto en la seguridad y eficiencia de la aeronáutica.

Salidas paralelas independientes. Salidas simultáneas desde pistas de vuelo por instrumentos paralelas o casi paralelas.

Señal. Símbolo o grupo de símbolos expuestos en la superficie del área de movimiento a fin de transmitir información aeronáutica.

Señal de identificación de aeródromo. Señal colocada en un aeródromo para ayudar a que se identifique el aeródromo desde el aire.

Servicio de dirección en la plataforma. Servicio proporcionado para regular las actividades y el movimiento de aeronaves y vehículos en la plataforma.

Sistema autónomo de advertencia de incursión en la pista (ARIWS). Sistema para la detección autónoma de una incursión potencial o de la ocupación de una pista en servicio, que envía una advertencia directa a la tripulación de vuelo o al operador de un vehículo.

Sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS). Enfoque sistemático para la gestión de la seguridad operacional que incluye las estructuras orgánicas, la rendición de cuentas, las políticas y los procedimientos necesarios.

Sistema de parada. Sistema diseñado para desacelerar a un avión en caso de sobrepaso de pista.

Tiempo de conmutación (luz). El tiempo requerido para que la intensidad efectiva de la luz medida en una dirección dada disminuya a un valor inferior al 50% y vuelva a recuperar el 50% durante un cambio de la fuente de energía, cuando la luz funciona a una intensidad del 25% o más.

Tiempo máximo de efectividad. Tiempo estimado durante el cual el anticongelante (tratamiento) impide la formación de hielo y escarcha, así como la acumulación de nieve en las superficies del avión que se están protegiendo (tratadas).

Umbral. Comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.

Umbral desplazado. Umbral que no está situado en el extremo de la pista.

Verificación por redundancia cíclica (CRC). Algoritmo matemático aplicado a la expresión digital de los datos que proporciona un cierto nivel de garantía contra la pérdida o alteración de los datos.

Vía de vehículos. Un camino de superficie establecido en el área de movimiento destinado a ser utilizado exclusivamente por vehículos.

Zona de parada. Área rectangular definida en el terreno situado a continuación del recorrido de despegue disponible, preparada como zona adecuada para que puedan pararse las aeronaves en caso de despegue interrumpido.

Zona despejada de obstáculos (OFZ). Espacio aéreo por encima de la superficie de aproximación interna, de las superficies de transición interna, de la superficie de aterrizaje interrumpido y de la parte de la franja limitada por esas superficies, no penetrada por ningún obstáculo fijo salvo uno de masa ligera montado sobre soportes frangibles necesario para fines de navegación aérea.

Zona de toma de contacto. Parte de la pista, situada después del umbral, destinada a que los aviones que aterrizan hagan el primer contacto con la pista.

Zona de vuelo critica de rayos láser (LCFZ). Espacio aéreo en la proximidad de un aeródromo, pero fuera de la LFFZ en que la irradiación queda limitada a un nivel en el que no sea posible que cause efectos de deslumbramiento.

Zona de vuelo normal (NFZ). Espacio aéreo no decidido corno LFFZ, LCFZ o LSFZ pero que debe estar protegido de radiaciones láser que puedan causar daños biológicos a los ojos.

Zona de vuelo sensible de rayos láser (LSFZ). Espacio aéreo exterior, y no necesariamente contiguo a las LFFZ y LCFZ en que la irradiación queda limitada a un nivel en el que no sea posible que los rayos enceguezcan o tengan efectos post-imagen.

Zona de vuelo sin rayos láser (LFFZ). Espacio aéreo en la proximidad del aeródromo donde la radiación queda limitada a un nivel en el que no sea posible que cause interrupciones visuales.

Zona libre de obstáculos. Área rectangular definida en el terreno o en el agua y bajo control del Explotador del aeródromo, designada o preparada como área adecuada sobre la cual un avión puede efectuar una parte del ascenso inicial basta una altura especificada.

Zonas de vuelo protegidas. Espacio aéreo específicamente destinado a moderar los efectos peligrosos de la radiación por rayos láser.

1.2 Clasificación

1.2.1 Para los efectos de esta regulación los aeródromos civiles se clasifican en públicos y privados.

1.3 Aplicación

1.3.1 La interpretación de las especificaciones contenidas en la presente Regulación está supeditada al criterio, determinaciones y competencia de la DGAC, en el ejercicio de sus atribuciones.

1.3.2 Las disposiciones de la presente Regulación son aplicables a todos los Explotadores de aeródromos terrestres de uso público o privado destinados a las operaciones de aeronaves civiles. Cuando proceda, se deben aplicar a los helipuertos, pero no deben aplicarse a los aeródromos STOL.

1.3.3 Siempre que en esta Regulación se haga referencia de un color, se debe aplicar la especificación dada en el Apéndice 1 para el color de que se trate.

1.3.4 Aquellos aeródromos de uso público o privado, que a la fecha de aprobación de esta Regulación cuenten con autorización de funcionamiento de la DGAC, pero cuyas características físicas y obstáculos naturales no permitan ajustarse a la presente regulación, tienen un plazo máximo de cinco (5) años para su implementación. En los casos que existan condiciones insuperables para su implementación, el Explotador del Aeródromo deberá, mediante un estudio aeronáutico, determinar el nivel de riesgo bajo el cual se realizan las operaciones aéreas y las acciones mitigadoras a adoptarse

para garantizar la seguridad de las operaciones aéreas, el mismo que deberá ser aceptado por la DGAC.

1.3.5 En concordancia con las normas y facultades atribuidas por la Ley 27261 y su Reglamento, los inspectores de la DGAC tienen acceso irrestricto e ilimitado a las aeronaves, aeródromos, instalaciones de servicios de navegación aérea, hangares, organismos de mantenimiento reconocidos, talleres, plataformas, depósitos de combustible, oficinas de explotadores de servicios aéreos, zonas de manipulación de mercancías, organizaciones de instrucción aeronáutica y otros, según se requiera para el cumplimiento de sus funciones y responsabilidades. Asimismo, tienen acceso y pueden inspeccionar la documentación de aviación de acuerdo con sus funciones y responsabilidades. Para efectos del mejor cumplimiento de sus funciones, la DGAC otorga credenciales oficiales (carnet de inspector) para el personal de inspección.

1.4 Sistemas de referencia comunes

1.4.1 Sistema de referencia horizontal

El Sistema Geodésico Mundial- 1984 (WGS-84) se debe utilizar como sistema de referencia (geodésica) horizontal. Las coordenadas geográficas aeronáuticas publicadas (que indiquen la latitud y la longitud) se expresarán en función de la referencia geodésica del WGS-84.

1.4.2 Sistema de referencia vertical

1.4.2.1 Se debe utilizar una superficie de referencia denominada nivel medio del mar (MSL) como sistema de referencia vertical, la cual debe estar referida a la Red de Nivelación Nacional que constituye la Red Geodésica Vertical Oficial, conformada por Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM) distribuidos dentro del ámbito del territorio nacional.

1.4.2.2 Cuando no sea posible utilizar el MSL, se puede utilizar el Modelo Gravitacional de la Tierra – 2008 (EGM2008), el cual proporciona la relación de las alturas (elevaciones) relacionadas con la gravedad respecto de una superficie conocida como geoide, el cual se aproxima muy estrechamente al MSL.

1.4.2.3 En las posiciones geográficas en la que la exactitud del EGM2008 no cumple con los requisitos de exactitud para la elevación y ondulación geoidal que se especifican en la RAP 314, se puede, sobre la base de los datos EGM2008, elaborar y utilizar modelos geoidales regionales, nacionales o locales que contengan datos del campo gravitatorio de alta resolución.

Nota 1.- Las alturas (elevaciones) relacionadas con la gravedad también se denominan alturas ortométricas y las distancias de un punto por encima del elipsoide se denominan alturas elipsoidales.

1.4.3 Sistema de referencia temporal

1.4.3.1 El calendario gregoriano y el tiempo universal coordinado (UTC) se utilizarán como sistema de referencia temporal.

1.4.3.2 Cuando en las cartas se utilice un sistema de referencia temporal diferente, así se indicará en GEN 2.1.2 de las publicaciones de información aeronáutica (AIP).

1.5 Certificación de aeródromos

1.5.1 Los aeródromos utilizados para las operaciones internacionales deben ser certificados conforme a los requerimientos y exigencias establecidas en la RAP 139 y la presente regulación.

1.5.2 Los aeródromos disponibles para el uso público o privado (a los que les sea aplicable), deben ser certificados con los requerimientos y exigencias establecidas en la RAP 139 y en la presente Regulación.

1.5.3 El marco normativo debe incluir el establecimiento de criterios y procedimientos para la certificación de aeródromos.

1.5.4 Como parte del proceso de certificación, antes del otorgamiento del certificado de operación y servicios aeroportuarios, el solicitante deberá presentar un manual de aeródromo, para que sea aceptado conforme lo establecido en la RAP 139, Capitulo C “Manual de Aeródromo”.

1.5.5 En los aeródromos que no es aplicable la certificación, el explotador del aeródromo deberá elaborar un Manual de Operaciones de Aeródromo, de acuerdo con la infraestructura y la complejidad de sus operaciones, que incluya: información sobre el sitio del aeródromo, instalaciones, servicios, equipos, procedimientos operacionales, organización y administración, incluyendo un sistema de gestión de la seguridad operacional, si corresponde, dicho manual debe ser aceptado por la DGAC.

1.5.6 Todo explotador de aeródromo, debe dar cumplimiento a los procedimientos establecidos en el manual de aeródromo/manual de operaciones de aeródromo debidamente aceptados por la DGAC.

1.5.7 Todo explotador de aeródromo debe mantener actualizado el manual de aeródromo/manual de operaciones de aeródromo y ser revisado periódicamente para mantener la exactitud de la información registrada.

1.5.8 Todo cambio en el manual de aeródromo/manual de operaciones de aeródromo, cuando corresponda, debe ser publicado en el AIP.

1.5.9 Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional. De conformidad con el numeral 1.2 del Apéndice 15 de esta regulación, el explotador de aeródromo establecerá y mantendrá un sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS) aceptable para la DGAC, acorde a la dimensión y complejidad de sus operaciones.

Nota. — *El Anexo 19 contiene disposiciones sobre gestión de la seguridad operacional para los explotadores de servicios aéreos. En el Manual de gestión de la seguridad operacional (Doc. 9859) figura más amplia orientación al respecto.*

1.5.10 Sistema de Notificación de Sucesos de Seguridad Operacional.

a) Sucesos de Notificación Obligatoria. El explotador de aeródromo dentro de sus obligaciones relacionadas al Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) deberá efectuar la notificación obligatoria de sucesos de seguridad operacional a la DGAC de acuerdo a lo establecido en el Apéndice 16 de la presente regulación.

b) Sucesos de Notificación Voluntaria. Todo explotador de aeródromo debe establecer en su SMS, procedimientos que permitan a cualquier persona notificar a su organización sobre sucesos que puedan afectar a la Seguridad Operacional.

1.6 Diseño de aeropuertos

Aplicable hasta el 2 de noviembre de 2022

1.6.1 La DGAC se asegurará que el explotador del aeródromo tenga en cuenta los requisitos arquitectónicos y relacionados con la infraestructura que son necesarios para la óptima aplicación de las medidas de seguridad de la aviación civil internacional se deben integrar en el diseño y la construcción de nuevas instalaciones, así como las reformas de las instalaciones existentes en los aeródromos.

1.6.2 La DGAC se asegurará que, en el diseño de los aeródromos el explotador del aeródromo tenga presente, cuando corresponda, las medidas sobre utilización de terrenos y controles ambientales.

1.6 Diseño de aeropuertos y plan maestro aeroportuario

Aplicable a partir del 3 de noviembre de 2022

Nota introductoria. — Un plan maestro guía el desarrollo a largo plazo de un aeródromo y representa de forma gradual el desarrollo último de éste, asimismo se exponen los datos y la lógica en la que se basa. Los planes maestros se preparan para modernizar aeródromos existentes y crear nuevos, independientemente de sus dimensiones, complejidad y función. Es importante destacar que los planes maestros no constituyen programas confirmados de ejecución. Proporcionan información sobre los tipos de mejoras que se llevarán a cabo de manera gradual. En el Manual de planificación de aeropuertos (Doc 9184), Parte 1, figura orientación sobre todos los aspectos de la planificación de aeródromos.

1.6.1 Para los aeródromos que juzgue conveniente un Estado, deberían establecerse planes maestros que contengan los planes detallados de desarrollo de infraestructura de aeródromo.

Nota 1.— Un plan maestro representa el plan de desarrollo de un aeródromo específico. El explotador del aeródromo desarrolla dicho plan basándose en la viabilidad económica, los pronósticos de tráfico y en los requisitos actuales y futuros de los explotadores de aeronaves, entre otros (véase 1.6.3).

Nota 2.— Puede requerirse un plan maestro cuando la falta de capacidad aeroportuaria, debido a condiciones tales como cambios en las previsiones de crecimiento del tránsito, el clima cambiante o la necesidad de grandes obras para abordar preocupaciones de seguridad operacional o temas ambientales, entre otras, pueda poner en riesgo la conectividad de un área geográfica o causar trastornos graves en la red de transporte aéreo.

1.6.2 El plan maestro debe:
a) contener un programa de prioridades que incluya un plan de ejecución gradual y flexible; y
b) revisarse de manera periódica para tener en cuenta el actual y futuro tránsito de aeródromo.

1.6.3 Para facilitar el proceso de elaboración de los planes maestros, aplicando un enfoque consultivo, colaborativo y sistémico, debería consultarse a las partes interesadas en el aeródromo, tanto a los explotadores de aeronaves como a los distintos involucrados en la operación, desarrollo y área de influencia.

Nota 1.— La información anticipada suministrada para facilitar el proceso de planificación incluye los futuros tipos de aeronave, las características y cantidad de aeronaves que se tiene previsto utilizar, el crecimiento previsto de movimientos de aeronave, el número de pasajeros y la cantidad de carga que se proyecta manejar.

1.6. 4 La DGAC se asegurará que el explotador del aeródromo tenga en cuenta los requisitos arquitectónicos y relacionados con la infraestructura que son necesarios para la óptima aplicación de las medidas de seguridad de la aviación civil internacional se deben integrar en el diseño y la construcción de nuevas instalaciones, así como las reformas de las instalaciones existentes en los aeródromos.

1.6.5 La DGAC se asegurará que, en el diseño de los aeródromos el explotador del aeródromo tenga presente, cuando corresponda, las medidas sobre utilización de terrenos y controles ambientales.

1.7 Clave de referencia de aeródromo

El propósito de la clave de referencia es proporcionar un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeródromos, a fin de suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a los aviones destinados a operar en el aeródromo. No se pretende que esta clave se utilice para determinar los requisitos en cuanto a la longitud de la pista ni en cuanto a la resistencia del pavimento. La clave está compuesta de dos elementos que se relacionan con las características y dimensiones del avión. El elemento 1 es un número basado en la longitud del campo de referencia del avión y el elemento 2 es una letra basada en la envergadura del avión. La letra o número de la clave dentro de un elemento seleccionado para fines del proyecto está relacionado con las características del avión crítico para el que se proporcione la instalación. Al aplicar las disposiciones de esta Regulación, se indican en primer lugar los aviones para los que se destine el aeródromo y después se determinan los dos elementos de la clave.

1.7.1 El explotador del aeródromo debe determinar una clave de referencia de aeródromo - número y letra de clave - que seleccione para fines de planificación del aeródromo de acuerdo con las características de los aviones para los que se destine la instalación del aeródromo.

1.7.2 Los números y letras de clave de referencia de aeródromo tendrán los significados que se les asigna en la Tabla 1-1.

1.7.3 El número de clave para el elemento 1 se determinará por medio de la Tabla 1-1, columna 1, seleccionando el número de clave que corresponda al valor más elevado de las longitudes de campo de referencia de los aviones para los que se destine la pista.

1.7.4 La letra de clave para el elemento 2 se determinará por medio de la Tabla 1-1, seleccionando la letra de clave que corresponda a la envergadura más grande de los aviones para los que se destine la instalación.

TABLA 1-1 CLAVE DE REFERENCIA DE AERÓDROMO

Elemento 1 de la clave	
Núm. de clave	Longitud de campo de referencia del avión
1	Menos de 800 m
2	Desde 800 m hasta 1200 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1800 m (exclusive)
4	Desde 1 800 m en adelante

Elemento 2 de la clave	
Letra de clave	Envergadura
A	Hasta 15 m (exclusive)
B	Desde 15 hasta 24 m (exclusive)
C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)
D	36 m (exclusive) Desde 52 m hasta
E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)
F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)

1.8 Procedimientos específicos para operaciones de aeródromo

1.8.1. Cuando en el aeródromo se dé cabida a un avión que sobrepase las características certificadas del aeródromo, se debe evaluar la compatibilidad entre la operación del avión y la infraestructura y las operaciones del aeródromo, y se definirán e implantarán medidas apropiadas para mantener un nivel aceptable de seguridad operacional, durante las operaciones.

1.8.2 Se promulgará información acerca de las medidas y procedimientos y restricciones operacionales alternativos que se hayan implantado en un aeródromo como resultado de 1.8.1.

1.9 Control y vigilancia

1.9.1 La DGAC puede, en cualquier momento o lugar, realizar inspecciones y/o verificaciones al personal, instalaciones, documentación, a los servicios y otros a cargo de los explotadores de aeródromo, bajo el alcance y aplicación de la presente RAP de manera irrestricta, ininterrumpida e ilimitada a fin de vigilar el fiel cumplimiento de las disposiciones y regulaciones aplicables.

1.9.2 En caso de registrar incumplimientos y discrepancias, el explotador de aeródromo debe elaborar y remitir a la DGAC un Plan de Acciones Correctivas (PAC), para el levantamiento de las discrepancias detectadas durante las actividades de vigilancia, debiendo de:

a. Aplicar medidas correctivas inmediatas cuando se trate de incumplimientos y/o discrepancias catalogadas como graves.

b. Presentar un PAC, en cual se describan las medidas correctivas a realizar, entre otros el análisis de la causa raíz, acciones propuestas, medidas de mitigación de riegos, actividades, plazos y responsables.

c. Deben incluir la matriz de evaluación de riesgos de seguridad operacional, por cada discrepancia planteada

d. Las acciones/medidas de mitigación propuestas por el explotador de aeródromo, deben establecer un responsable por cada actividad, asimismo, el plan deberá estar suscrito por el representante legal en señal de conformidad y compromiso por parte del explotador del aeródromo y estará sujeta a la aceptación por parte de la DGAC.

e. El explotador del aeródromo está obligado a cumplir con los plazos establecidos en el PAC, cualquier incumplimiento o cambio al PAC debe ser reformulado y notificado dentro de las 48 horas a la DGAC para su aceptación.

1.9.3 Los Inspectores de la DGAC pueden detener o suspender cualquier operación que se realice en el área de movimiento de los aeródromos en caso se considere la existencia de una flagrante infracción o cuando bajo criterio del Inspector, esta operación no sea segura, así como podrá tomar medidas a fin de garantizar la seguridad de las operaciones aéreas.

1.9.4 Todo explotador de aeródromo que incumpla con la presente RAP y con alguna otra RAP aplicable o norma relacionada o cometa cualquier acto que atente contra la seguridad operacional, podrá ser sometido a la Junta de Infracciones de la DGAC sin desmedro de cualquier otro tipo de acciones penales o civiles, lo cual podría implicar la suspensión, revocación o cancelación de la autorización y/o certificación otorgada por la DGAC.

CAPÍTULO 2 DATOS SOBRE LOS AERÓDROMOS

2.1 Datos aeronáuticos

2.1.1 El explotador de aeródromo debe determinar y notificar a la DGAC los datos aeronáuticos relativos a los aeródromos conforme a los requisitos de exactitud e integridad fijados en las Tablas A5-1 a A5-5 del Apéndice 5 de esta Regulación a fin de satisfacer las necesidades del usuario final. Estos datos deben ser levantados cada 5 años, que rige a partir de su aceptación por la DGAC, excepto para lo dispuesto en 4.1.33 de esta Regulación

2.1.2 Los datos cartográficos de aeródromo deben ponerse a disposición de los servicios de información aeronáutica para los aeródromos para los cuales la DGAC considere pertinente la provisión de dichos datos, puesto que podría redundar en beneficios para la seguridad operacional y/o las operaciones basadas en la performance.

Nota. — Las disposiciones relacionadas con las bases de datos cartográficos de aeródromo figuran en el Capítulo 5 del Anexo 15 de la OACI y el Capítulo 5 de los PANS-AIM (Doc. 10066 de la OACI).

2.1.3 Cuando se suministren datos de conformidad con la indicado en el 2.1.2, la selección de los atributos de los datos cartográficos que hayan de recopilarse se debe realizar teniendo en consideración las aplicaciones en las que vayan a aplicarse.

Nota 1.- La intención es que la selección de los atributos que hayan de recopilarse corresponda a una necesidad operacional definida.

Nota 2. — Las bases de datos cartográficos de aeródromo pueden tener dos niveles de calidad: alto o mediano. Esos niveles y los requisitos numéricos conexos se definen en los documentos DO-272B de la RTCA y ED-99C — User Requirements for Aerodrome Mapping Information (Requisitos de usuario de la información cartográfica de aeródromo) de la Organización europea para el equipamiento de la aviación civil (EUROCAE).

2.1.4 Durante la transmisión y/o almacenamiento de conjuntos de datos aeronáuticos y de datos digitales, se deben utilizar técnicas de detección de errores de datos digitales.

2.2 Punto de referencia del aeródromo

2.2.1 Para cada aeródromo se debe establecer un punto de referencia.

2.2.2 El punto de referencia del aeródromo debe estar situado cerca del centro geométrico inicial o planeado del aeródromo y debe estar normalmente donde se haya determinado en primer lugar.

2.2.3 Se debe medir la posición del punto de referencia del aeródromo y notificar a la DGAC en grados, minutos y segundos, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica.

2.3 Elevaciones del aeródromo y de la pista

2.3.1 Se debe medir la elevación del aeródromo y la ondulación geoidal en la posición de la elevación del aeródromo con una exactitud redondeada al medio metro o pie y notificar a la DGAC, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica.

2.3.2 En las pistas para aproximaciones que no sean de precisión, la elevación y ondulación geoidal de cada umbral, la elevación de los extremos de pista y la de puntos intermedios a lo largo de la pista, si su elevación, alta o baja, fuera de importancia, se deben medir con una exactitud redondeada al medio metro o pie y se notificarán a la DGAC, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica

2.3.3 En las pistas para aproximaciones de precisión la elevación y ondulación geoidal del umbral, la elevación de los extremos de pista y la máxima elevación de la zona de toma de contacto se deben medir con una exactitud redondeada a un cuarto de metro o pie y se notificarán a la DGAC, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica.

2.4 Temperatura de referencia del aeródromo

2.4.1 Para cada aeródromo se debe determinar la temperatura de referencia en grados Celsius, que corresponderá a la media mensual de las temperaturas máximas diarias del mes que tenga la temperatura media mensual más alta del año. Esta temperatura será el promedio de varios años.

2.5 Dimensiones del aeródromo e información relativa a las mismas

2.5.1 Según corresponda, se debe suministrar o describir los siguientes datos para cada una de las instalaciones proporcionadas en un aeródromo:

a) pista - marcación verdadera redondeada a centésimas de grado, número de designación, longitud, anchura, emplazamiento del umbral desplazado redondeado al metro o pie más próximo, pendiente, tipo de superficie, tipo de pista y en el caso de una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I, si se proporciona una zona despejada de obstáculos;
b) franja, área de seguridad de extremo de pista, zona de parada: longitud, anchura redondeada al metro o pie más próximo, tipo de superficie; y sistema de parada: ubicación (en qué extremo de pista) y descripción;
c) calle de rodaje: designación, anchura, tipo de superficie;
d) plataforma: tipo de superficie, puestos de estacionamiento de aeronave;
e) los límites del servicio de control de tránsito aéreo;
f) zona libre de obstáculos: longitud redondeada al metro o pie más próximo, perfil del terreno;
g) las ayudas visuales para los procedimientos de aproximación; señalización e iluminación de pistas, calles de rodaje y plataformas; otras ayudas visuales para guía y control en las calles de rodaje y plataformas, comprendidos los puntos de espera en rodaje y las barras de parada, y el emplazamiento y el tipo de sistema de guía visual para el atraque;
h) emplazamiento y radiofrecuencia de todos los puntos de verificación del VOR en el aeródromo;
i) emplazamiento y designación de las rutas normalizadas para el rodaje; y
j) distancias redondeadas al metro o pie más próximo, con relación a los extremos de pista correspondientes, de los elementos del localizador y la trayectoria de planeo que integran el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) o de las antenas de azimut y elevación del sistema de aterrizaje por microondas (MLS).
k) emplazamiento, elevación y dimensiones de las ayudas visuales y no visuales a la navegación aérea situadas en el aeródromo.
l) emplazamiento y marcación magnética para la verificación y calibración de los instrumentos de navegación magnéticos.

2.5.2 Se deben medir las coordenadas geográficas de cada umbral y notificar a la DGAC en grados, minutos, segundos y centésimas de segundo, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica.

2.5.3 Se deben medir las coordenadas geográficas de los puntos apropiados de eje de calle de rodaje y notificar a la DGAC en grados, minutos, segundos y centésimas de segundo, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica.

2.5.4 Se deben medir las coordenadas geográficas de cada puesto de estacionamiento de aeronave y notificar a la DGAC en grados, minutos, segundos y centésimas de segundo, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica.

2.5.5 Se deben medir las coordenadas geográficas de los obstáculos en el Área 2 y en el Área 3 y se debe notificar a la DGAC en grados, minutos, segundos y décimas de segundo. Además, se debe notificar a la DGAC la elevación máxima, el tipo, señalamiento e iluminación (si hubiera) de los obstáculos, para su posterior publicación por el servicio de información aeronáutica.

Nota 1.— Véanse en el RAP 315 de la OACI, Apéndice 8, las ilustraciones gráficas de las superficies de recolección de datos de obstáculos y los criterios utilizados para identificar obstáculos en las Áreas 2 y 3.

Nota 2: Los atributos sobre obstáculos se encuentran contenidas en la Circular de Asesoramiento CA 314-2.1.1-2018 "Notificación de los Datos Relativos a los Aeródromos"

2.5.6 Para cada aeródromo se debe medir la declinación magnética en una ubicación representativa del aeródromo cuyo emplazamiento se encuentre libre de contaminantes magnéticos y notificar a la DGAC en grados, minutos y segundos, para su posterior publicación por el Servicio de Información Aeronáutica.

2.6 Resistencia de los pavimentos

Aplicable hasta el 27 de noviembre de 2024

2.6.1 Se debe determinar la resistencia de los pavimentos.

2.6.2 Se debe obtener la resistencia de un pavimento destinado a las aeronaves de masa en la plataforma (rampa) superior a 5 700 kg, mediante el método del Número de clasificación de aeronaves - Número de clasificación de pavimentos (ACN-PCN), notificando la siguiente información:

a) el número de clasificación de pavimentos (PCN);
b) el tipo de pavimento para determinar el valor ACN-PCN;
c) la categoría de resistencia del terreno de fundación;
d) la categoría o el valor de la presión máxima permisible de los neumáticos; y
e) el método de evaluación.

Nota.- En caso necesario, los PCN pueden publicarse con una aproximación de hasta una décima de número entero

2.6.3 El PCN notificado indicará que una aeronave con número de clasificación de aeronaves (ACN) igual o inferior al PCN notificado puede operar sobre ese pavimento, a reserva de cualquier limitación con respecto a la presión de los neumáticos, o a la masa total de la aeronave para un tipo determinado de aeronave.

2.6.4 El ACN de una aeronave se debe determinar de conformidad con los procedimientos normalizados relacionados con el método ACN-PCN.

2.6.5 Para determinar el ACN, el comportamiento del pavimento se debe clasificar como equivalente a una construcción rígida o flexible.

2.6.6 La información sobre el tipo de pavimento para determinar el ACN-PCN, la categoría de resistencia del terreno de fundación, la categoría de presión máxima permisible de los neumáticos y el método de evaluación, se deben notificar utilizando las claves siguientes:

a) Tipo de pavimento para determinar el ACN-PCN:

	Clave
Pavimento rígido	**R**
Pavimento flexible	**F**

Nota.- Si la construcción es compuesta o no se ajusta a las normas, inclúyase una nota al respecto (véase el ejemplo 2).

b) Categoría de resistencia del terreno de fundación:

	Clave
Resistencia alta: para los pavimentos rígidos, el valor tipo es K = 150 MN/m^3 y comprende todos los valores de K superiores a 120 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 15 y comprende todos los valores superiores a 13.	**A**
Resistencia mediana: para los pavimentos rígidos, el valor tipo es K = 80 MN/m^3 y comprende todos los valores K entre 60 y 120 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 10 y comprende todos los valores CBR entre 8 y 13.	**B**
Resistencia baja: para los pavimentos rígidos, el valor tipo es K = 40 MN/m^3 y comprende todos los valores K entre 25 y 60 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 6 y comprende todos los valores CBR entre 4 y 8.	**C**
Resistencia ultra baja: para los pavimentos rígidos, el valor tipo es K = 20 MN/m^3 y comprende todos los valores K inferiores a 25 MN/m^3; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es CBR = 3 y comprende todos los valores CBR inferiores a 4.	**D**

c) Categoría de presión máxima permisible de los neumáticos:

	Clave
Ilimitada: sin límite de presión	**W**
Alta: presión limitada a 1,75 MPa	**X**
Mediana: presión limitada a 1,25 MPa	**Y**
Baja: presión limitada a 0,50 MPa	**Z**

Nota.- Véase la Nota 5 de 10.2.1, donde el pavimento es utilizado por aeronaves con presiones de neumáticos correspondientes a las categorías superiores.

d) Método de evaluación:

	Clave
Evaluación técnica: consiste en un estudio específico de las características de los pavimentos y en la aplicación de tecnología del comportamiento de los pavimentos.	**T**
Aprovechamiento de la experiencia en la utilización de aeronaves: comprende el conocimiento del tipo y masa específicos de las aeronaves que los pavimentos resisten satisfactoriamente en condiciones normales de empleo.	**U**

Nota. En los siguientes ejemplos se muestra cómo notificar los datos sobre resistencia de los pavimentos según el método ACN-PCN.

Ejemplo 1. Si se ha evaluado técnicamente que la resistencia de un pavimento rígido apoyado en un terreno de fundación de resistencia mediana es de 80 PCN y no hay límite de presión de los neumáticos, la información notificada sería: PCN 80 / R / B / W / T

Ejemplo 2. Si se ha evaluado, aprovechando la experiencia adquirida con aeronaves, que la resistencia de un pavimento compuesto que se comporta como un pavimento flexible y se apoya en un terreno de fundación de resistencia alta tiene el PCN 50 y que la presión máxima permisible de los neumáticos es de 1,25 MPa, la información notificada sería: PCN 50 / F / A / Y / U

Nota. Construcción compuesta.

Ejemplo 3. Si se ha evaluado técnicamente que la resistencia de un pavimento flexible, apoyado en un terreno de fundación de resistencia mediana, es de 40 PCN y que la presión máxima permisible de los neumáticos es de 0,80 MPa, la información notificada sería: PCN 40 / F / B / 0,80 MPa / T

Ejemplo 4. Si el pavimento está sujeto a un límite de 390 000 kg de masa total, correspondiente a la aeronave B747-400, en la información notificada se incluiría también la siguiente nota.

Nota. El PCN notificado está sujeto al límite de 390 000 kg de masa total, correspondiente a la aeronave B747-400.

2.6.7 La DGAC fija los criterios para reglamentar la utilización de un pavimento por aeronaves de ACN superior al PCN notificado con respecto a dicho pavimento de conformidad con 2.6.2 y 2.6.3.

2.6.8 Se debe dar a conocer la resistencia de los pavimentos destinados a las aeronaves de hasta 5 700 kg de masa en la plataforma (rampa), notificando la siguiente información:

a) la masa máxima permisible de la aeronave; y
b) la presión máxima permisible de los neumáticos;

Ejemplo: 4 000 kg/0,50 MPa.

2.6 Resistencia de los pavimentos

Aplicable a partir del 28 de noviembre de 2024

2.6.1 Se debe determinar la resistencia de los pavimentos.

2.6.2 Se debe obtener la resistencia de un pavimento destinado a las aeronaves de masa en la plataforma (rampa) superior a 5 700 kg, mediante el método del Número de clasificación de aeronaves - índice de clasificación de pavimentos (ACR-PCR), notificando la siguiente información:

a) el número de clasificación de pavimentos (PCR);
b) el tipo de pavimento para determinar el valor ACRPCR;
c) la categoría de resistencia del terreno de fundación;
d) la categoría o el valor de la presión máxima permisible de los neumáticos; y
e) el método de evaluación.

Nota.- En el Manual de diseño de aeródromos (Doc. 9157, Parte 3) figura orientación sobre la notificación y publicación de PCR.

2.6.3 El índice de clasificación de pavimentos (PCR) notificado indicará que una aeronave con número de clasificación de aeronaves (ACR) igual o inferior al PCR notificado puede operar sobre ese pavimento, a reserva de cualquier limitación con respecto a la presión de los neumáticos, o a la masa total de la aeronave para un tipo determinado de aeronave.

Nota. — Pueden notificarse diferentes PCR si la resistencia de un pavimento está sujeta a variaciones estacionales de importancia

2.6.4 El ACR de una aeronave se debe determinar de conformidad con los procedimientos normalizados relacionados con el método ACR-PCR.

2.6.5 Para determinar el ACR, el comportamiento del pavimento se debe clasificar como equivalente a una construcción rígida o flexible.

2.6.6 La información sobre el tipo de pavimento para determinar el ACR-PCR, la categoría de resistencia del terreno de fundación, la categoría de presión máxima permisible de los neumáticos y el método de evaluación, se deben notificar utilizando las claves siguientes:

a) Tipo de pavimento para determinar el ACR-PCR:

	Clave
Pavimento rígido	**R**
Pavimento flexible	**F**

Nota.- Si la construcción es compuesta o no se ajusta a las normas, inclúyase una nota al respecto (véase el ejemplo 2).

b) Categoría de resistencia del terreno de fundación:

	Clave
Resistencia alta: para los pavimentos rígidos y flexibles, el valor tipo es E=200 MPa y comprende todos los valores de E iguales o superiores a 150 MPa.	**A**
Resistencia mediana: para los pavimentos rígidos y flexibles, el valor tipo es E=120 MPa y comprende un rango de valores de E iguales o superiores a 100 MPa y estrictamente inferiores a 150 MPa.	**B**
Resistencia baja: para los pavimentos rígidos y flexibles, el valor tipo es E=80 MPa y comprende un rango de valores de E iguales o superiores a 60 MPa y estrictamente inferiores a 100 MPa..	**C**
Resistencia ultra baja: para los pavimentos rígidos y flexibles, el valor tipo es E=50 MPa y comprende todos los valores de E estrictamente inferiores a 60 MPa..	**D**

c) Categoría de presión máxima permisible de los neumáticos:

	Clave
Ilimitada: sin límite de presión	**W**
Alta: presión limitada a 1,75 MPa	**X**
Mediana: presión limitada a 1,25 MPa	**Y**
Baja: presión limitada a 0,50 MPa	**Z**

Nota.- Véase la Nota 5 de 10.2.1, donde el pavimento es utilizado por aeronaves con presiones de neumáticos correspondientes a las categorías superiores.

d) Método de evaluación:

	Clave
Evaluación técnica: consiste en un estudio específico de las características de los pavimentos y de los tipos de aeronave para los cuales tienen por objeto servir..	**T**
Aprovechamiento de la experiencia en la utilización de aeronaves: comprende el conocimiento del tipo y masa específicos de las aeronaves que los pavimentos resisten satisfactoriamente en condiciones normales de empleo.	**U**

Nota. En los siguientes ejemplos se muestra cómo notificar los datos sobre resistencia de los pavimentos según el método ACR-PCR.

Ejemplo 1. Si se ha evaluado técnicamente que la resistencia de un pavimento rígido apoyado en un terreno de fundación de resistencia mediana es de 760 PCR y no hay límite de presión de los neumáticos, la información notificada sería: PCR 760 / R / B / W / T

Ejemplo 2. Si se ha evaluado, aprovechando la experiencia adquirida con aeronaves, que la resistencia de un pavimento compuesto que se comporta como un pavimento flexible y se apoya en un terreno de fundación de resistencia alta de 550 PCR y que la presión máxima permisible de los neumáticos es de 1,25 MPa, la información notificada sería: PCR 550 / F / A / Y / U

Nota. Construcción compuesta.

2.6.7 La DGAC fija los criterios para reglamentar la utilización de un pavimento por aeronaves de ACR superior al PCR notificado con respecto a dicho pavimento de conformidad con 2.6.2 y 2.6.3.

2.6.8 Se debe dar a conocer la resistencia de los pavimentos destinados a las aeronaves de hasta 5 700 kg de masa en la plataforma (rampa), notificando la siguiente información:

a) la masa máxima permisible de la aeronave; y
b) la presión máxima permisible de los neumáticos;

Ejemplo: 4 800 Kg/0,60 MPa.

2.7 Emplazamientos para la verificación del altímetro antes del vuelo

2.7.1 En cada aeródromo se debe establecer uno o más emplazamientos para la verificación del altímetro antes del vuelo.

2.7.2 El emplazamiento para la verificación del altímetro antes del vuelo debe estar situado en la plataforma.

2.7.3 Como elevación del emplazamiento para la verificación del altímetro antes del vuelo, se debe dar la elevación media, redondeada al metro o pie más próximo, del área en que esté situado dicho emplazamiento. La diferencia entre la elevación de cualquier parte del emplazamiento destinado a la verificación del altímetro antes del vuelo y la elevación media de dicho emplazamiento, no debe ser mayor de 3 m (10 ft).

2.8 Distancias declaradas

Se deben calcular las siguientes distancias redondeadas al metro o pie más próximo para una pista destinada a servir al transporte aéreo comercial internacional:

a) Recorrido de despegue disponible (TORA).
b) Distancia de despegue disponible (TODA).
c) Distancia de aceleración - parada disponible (ASDA).
d) Distancia de aterrizaje disponible (LDA).

Nota.- En el Apéndice Nº 8 se detalla el cálculo de las distancias declaradas.

2.9 Condiciones del área de movimiento y de las instalaciones relacionadas con la misma

2.9.1 La información sobre el estado del área de movimiento y el funcionamiento de las instalaciones relacionadas con la misma se debe proporcionar a las dependencias apropiadas del servicio de información aeronáutica y se comunicará información similar de importancia para las operaciones a las dependencias de los servicios de tránsito aéreo, para que dichas dependencias puedan facilitar la información necesaria a las aeronaves que lleguen o salgan. Esta información se debe mantener actualizada y cualquier cambio de las condiciones se comunicará sin demora.

2.9.2 El explotador del aeródromo debe asegurarse que se vigilan las condiciones del área de movimiento y el funcionamiento de las instalaciones relacionadas con las mismas y, con la finalidad de tomar las medidas pertinentes, se darán informes sobre cuestiones de importancia operacional que afecten a las operaciones de las aeronaves y los aeródromos, particularmente respecto a lo siguiente:

a) trabajos de construcción o de mantenimiento;

b) partes irregulares o deterioradas de la superficie de una pista, calle de rodaje o plataforma;

c) presencia de nieve, nieve fundente, hielo o escarcha sobre una pista, calle de rodaje o plataforma; aplicable hasta el 3 de noviembre de 2021

c) presencia de agua nieve, nieve fundente, hielo o escarcha sobre una pista, calle de rodaje o plataforma; aplicable a partir del 4 de noviembre de 2021

d) presencia de agua en una pista, calle de rodaje o plataforma; aplicable hasta el 3 de noviembre de 2021

e) presencia de productos químicos líquidos anticongelantes o descongelantes u otros contaminantes en una pista, una calle de rodaje o una plataforma;

f) presencia de bancos de nieve o de nieve acumulada adyacentes a una pista, calle de rodaje o plataforma;

g) otros peligros temporales, incluyendo aeronaves estacionadas;

h) avería o funcionamiento irregular de una parte o de todas las ayudas visuales; y

i) avería de la fuente normal o secundaria de energía eléctrica.

Nota 1.— Otros contaminantes pueden ser lodo, polvo, arena, cenizas volcánicas, aceite o caucho. (†)

Nota 2.— Tendría que prestarse atención particular a la presencia simultánea de nieve, nieve fundente, hielo, hielo mojado, nieve sobre hielo con productos químicos líquidos anticongelantes o descongelantes. (†)

Nota 3.— Véase en 2.9.11 una lista de contaminantes de invierno respecto de los cuales hay que informar. (†)

(†) A ser aplicado hasta el 03 de noviembre de 2021.

2.9.3 Para facilitar la observancia de 2.9.1 y 2.9.2, el explotador del aeródromo debe efectuar inspecciones del área de movimiento se realizarán como mínimo diariamente cuando el número de clave sea 1 ó 2 y un mínimo de dos veces diarias cuando el número de clave sea 3 ó 4. (†).

Para facilitar la observancia de 2.9.1 y 2.9.2, el explotador del aeródromo debe efectuar diariamente las inspecciones siguientes: (®)

a) para el área de movimiento, por lo menos una vez al día cuando el número de clave de referencia del aeródromo sea 1 ó 2 y un mínimo de dos veces diarias cuando el número de clave de referencia del aeródromo sea 3 ó 4; y

b) Se realizaran inspecciones adicionales, además de las mencionadas en a) cuando el estado de la superficie de una pista podría haber cambiado de manera importante debido a las condiciones meteorológicas.

(†).- De aplicación hasta el 03 de noviembre de 2021.
(®).- De aplicación a partir del 04 de noviembre de 2021

2.9.4 El personal que evalúa y notifica las condiciones de la superficie de una pista que se exigen en 2.9.2 y 2.9.5 debe estar capacitado y ser competente para cumplir sus obligaciones.

Agua en la pista. Aplicable hasta el 3 de noviembre de 2021

2.9.5 Cuando se encuentre agua en una pista, el explotador del aeródromo debe facilitar una descripción de las condiciones de la superficie de la pista utilizando los términos siguientes:

HÚMEDA - La superficie acusa un cambio de color debido a la humedad.
MOJADA - La superficie está empapada pero no hay agua estancada.
AGUA ESTANCADA - Para fines de la performance de un avión, más del 25% del área de la superficie de la pista está cubierta con más de 3 mm de agua (en partes aisladas o continuas de la misma) dentro de la longitud y anchura requeridas en uso

2.9.6 Se debe facilitar la información de que una pista o parte de la misma puede ser resbaladiza cuando está mojada.

2.9.7 El explotador del aeródromo debe notificar a los usuarios del aeródromo cuando el nivel de rozamiento de una pista pavimentada o una porción de la misma sea inferior a lo especificado en la Tabla N° 3 del Apéndice 9 de la presente regulación.

2.9.8 El explotador del aeródromo, evaluará y notificará el estado de condición de una pista en funcionamiento cuando presente contaminación con nieve, nieve fundente, hielo o escarcha.

2.9.9 No deben notificarse mediciones del rozamiento de la superficie realizadas en una pista contaminada con nieve fundente, nieve mojada o hielo mojado, a menos de que pueda garantizarse la fiabilidad de la medición correspondiente a su uso operacional.

Nota.— El arrastre de contaminantes en la rueda de medición del equipo puede ocasionar, entre otras cosas, que las lecturas que se obtienen en estas condiciones no sean fiables.

2.9.10 Cuando las mediciones del rozamiento se consideran parte de la evaluación, la performance del dispositivo empleado para medir el rozamiento en superficies cubiertas de nieve compacta o hielo debe satisfacer la norma según los valores establecidos en la Tabla 3 del Apéndice N° 9 de la presente regulación.

2.9.11 Cuando haya nieve, nieve fundente, hielo o escarcha y se notifique su presencia, en la descripción de la condición de la superficie de la pista deben emplearse las descripciones que siguen:
NIEVE SECA;
NIEVE MOJADA;
NIEVE COMPACTA;
NIEVE MOJADA COMPACTA;
NIEVE FUNDENTE;
HIELO;
HIELO MOJADO;
ESCARCHA;
NIEVE SECA SOBRE HIELO;
NIEVE MOJADA SOBRE HIELO;
TRATADA QUÍMICAMENTE;
ENARENADA;
y debería incluir, cuando corresponda, la evaluación del espesor de la capa de contaminante.

2.9.12 Cuando se encuentre nieve seca, nieve mojada o nieve fundente en una pista, debería evaluarse su altura promedio en cada tercio de la misma, con un margen de precisión de unos 2 cm para la nieve seca, 1 cm para la nieve mojada y 0,3 cm para la nieve fundente.

Estado de la superficie de la pista para uso en el informe del estado de la pista. Aplicable a partir del 4 de noviembre de 2021

Nota introductoria. La filosofía que subyace al informe del estado de la pista es que el explotador del aeródromo evalúa el estado de la superficie de una pista cuando hay presencia de agua, nieve, nieve fundente, hielo o escarcha en una pista en funcionamiento. A partir de esta evaluación, se notifica una clave de estado de la pista (RWYCC) y una descripción de la superficie de la pista, información que la tripulación de vuelo puede utilizar para calcular la performance del avión.

Este informe, basado en el tipo, el espesor y la cobertura de los contaminantes, es la mejor evaluación que el explotador del aeródromo puede hacer del estado de la superficie de las pistas.

2.9.5 El explotador del aeródromo, debe evaluar y notificar el estado de la superficie de la pista por medio de la clave de estado de la pista (RWYCC) y una descripción en la que se empleen los siguientes términos:
NIEVE COMPACTA
SECA
NIEVE SECA
NIEVE SECA SOBRE NIEVE COMPACTA
NIEVE SECA SOBRE HIELO
ESCARCHA
HIELO
NIEVE FUNDENTE
AGUA ESTANCADA
AGUA SOBRE NIEVE COMPACTA
MOJADA
HIELO MOJADO
NIEVE MOJADA
NIEVE MOJADA SOBRE NIEVE COMPACTA
NIEVE MOJADA SOBRE HIELO
TRATADA QUÍMICAMENTE
ARENA SUELTA

Nota 1.— Las condiciones, solas o en combinación con otras observaciones, constituyen criterios respecto de los cuales el efecto en la performance de los aviones es suficientemente determinante como para permitir asignar una clave específica de estado de la pista.

Nota 2.— Los términos QUÍMICAMENTE TRATADA y ARENA SUELTA no figuran en la sección de performance del avión, pero se emplean en la sección sobre conciencia de la situación del informe del estado de la pista.

2.9.6 El explotador del aeródromo debe evaluar y notificar el espesor y cobertura de una pista contaminada. La evaluación y notificación se realizará para cada tercio de la pista.

2.9.7 Cuando las mediciones de rozamiento se utilicen como parte de la evaluación general de la superficie de las pistas, en superficies cubiertas con nieve compacta o con hielo, el dispositivo de medición del rozamiento se ajustará a la norma fijada por la DGAC.

2.9.8 El explotador del aeródromo, no debe notificar las mediciones del rozamiento que se realicen para el estado de la superficie de una pista con contaminantes que sean distintas a nieve compacta y hielo.

Nota.— Las mediciones del rozamiento en contaminantes sueltos, como nieve o nieve fundente, en particular, no son fiables debido a los efectos del arrastre en la rueda de medición.

2.9.9 El explotador del aeródromo, debe notificar la información que indique que una pista o una porción de la misma está mojada y es resbaladiza.

Nota 1.— Las características de rozamiento de la superficie de una pista o parte de la misma pueden deteriorarse debido a depósitos de caucho, pulido de la superficie, drenaje deficiente u otros factores. La determinación de que una pista mojada o una porción de la misma se considere resbaladiza resulta de distintos métodos de evaluación que se aplican solos o en combinación. Estos métodos pueden ser mediciones de rozamiento funcional, usando un dispositivo de medición continua del rozamiento, observaciones del personal de mantenimiento de aeródromos, informes reiterados de pilotos y explotadores de aeronaves conforme a la experiencia de la tripulación de vuelo o mediante análisis de la eficiencia de frenado del avión que indica una superficie por debajo de la norma.

2.9.10 El explotador del aeródromo notificará a los usuarios del aeródromo cuando el nivel de rozamiento de una pista pavimentada o una porción de la misma sea menor que el nivel de rozamiento mínimo que especifica la DGAC de acuerdo con 10.2.3.

Nota 1.— La información a publicar en un NOTAM debe especificar el (las) area(s) de la pista que se encuentran por debajo del nivel de rozamiento mínimo y su ubicación.

2.10 Retiro de aeronaves inutilizadas

Nota.- Para la información sobre servicios de retiro de aeronaves inutilizadas, véase 9.3.

2.10.1 El explotador del aeródromo debe proporcionar a los explotadores aéreos el número de teléfono o medios de comunicación con la oficina del coordinador de aeródromo encargado de las operaciones de retiro de aeronaves inutilizadas en el área de movimiento o en sus proximidades.

2.10.2 El explotador del aeródromo debe contar con un Plan de Traslado de aeronaves que queden inutilizadas en el área de movimiento o en sus proximidades, el cual debe contar con la previa aceptación de la DGAC.

2.11 Salvamento y extinción de incendios

2.11.1 El explotador del aeródromo debe suministrar información relativa al nivel de protección proporcionado en el aeródromo para los fines de salvamento y extinción de incendios.

2.11.2 El nivel de protección en un aeródromo proporcionado por el explotador del mismo debe expresarse en términos de la categoría de los servicios de salvamento y extinción de incendios tal como se describe en 9.2. y de conformidad con los tipos y cantidades de agentes extintores de que se dispone normalmente en un aeródromo.

2.11.3 Los cambios en el nivel de protección de que se dispone en el aeródromo para el salvamento y extinción de incendios, serán notificados por el explotador del aeródromo a las dependencias apropiadas de servicios de tránsito aéreo y de información aeronáutica para permitir que dichas dependencias faciliten la información necesaria a las aeronaves que llegan y que salen. Cuando el nivel de protección vuelva a las condiciones normales, se debe informar de ello a las dependencias mencionadas anteriormente.

2.11.4 El cambio debe expresarse en términos de la nueva categoría de los servicios de salvamento y extinción de incendios de que se dispone en el aeródromo.

2.12 Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación

2.12.1 Se debe proporcionar la siguiente información relativa a la instalación de sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación:

a) número de designación de la pista correspondiente;
b) tipo de sistema según 5.3.5.2. Para una instalación de AT-VASIS, de PAPI o de APAPI, se indicará además el lado de la pista en el cual están instalados los elementos luminosos, es decir, derecha o izquierda;
c) ángulo de divergencia y sentido de tal divergencia, es decir, hacia la derecha o hacia la izquierda, cuando el eje del sistema no sea paralelo al eje de la pista;
d) ángulos nominales de la pendiente de aproximación. Para un T-VASIS o AT-VASIS éste será el ángulo θ, de conformidad con la fórmula de la Figura 5-18, y para un PAPI y un APAPI, éste será el ángulo (B + C) / 2 y (A + B) / 2, respectivamente, según se indica en la Figura 5-20; y
e) alturas mínimas de la vista sobre el umbral de las señales de posición en pendiente. Para un T-VASIS o AT-VASIS ésta será la altura más baja a la que únicamente sean visibles las barras de ala; empero, las alturas adicionales a las que las barras de ala más uno, dos o tres elementos luminosos de indicación "descienda" resultan visibles pueden también notificarse en caso de que dicha información pudiera ser útil para las aeronaves que sigan este sistema de aproximación. Para un PAPI éste será el ángulo de reglaje del tercer elemento a partir de la pista, menos 2', es decir, el ángulo B menos 2', y para un APAPI éste será el ángulo de reglaje del elemento más distante de la pista menos 2', es decir, el ángulo A menos 2'.

2.13 Coordinación entre la autoridad de los servicios de información aeronáutica y el explotador del aeródromo

2.13.1 El explotador de aeródromo debe concertar acuerdos con el proveedor de los servicios de información aeronáutica del aeródromo, para proporcionar información previa al vuelo actualizada y satisfacer la necesidad de contar con información durante el vuelo, y comunicar, con un mínimo de demora, a la dependencia encargada de los servicios de información aeronáutica:

a) información sobre la situación de certificación de los aeródromos y las condiciones del aeródromo.

b) estado de funcionamiento de las instalaciones, servicios y ayudas para la navegación situados dentro de la zona de su competencia;

c) toda información que se considere de importancia para las operaciones.

d) el acuerdo debe estar disponible en el aeródromo y debe ser de cumplimiento

2.13.2 Antes de incorporar modificaciones en el sistema de navegación aérea, los servicios responsables de las mismas deben tener debidamente en cuenta el plazo que el servicio de información aeronáutica necesita para la preparación, producción y publicación de los textos pertinentes que hayan de promulgarse. Por consiguiente, es necesario que exista una coordinación oportuna y estrecha entre los servicios interesados para asegurar que la información sea entregada al servicio de información aeronáutica a su debido tiempo.

2.13.3 Particularmente importantes son los cambios en la información aeronáutica que afectan a las cartas o sistemas de navegación automatizados, cuya notificación requiere utilizar el sistema de reglamentación y control de información aeronáutica (AIRAC) tal como se especifica en la RAP 315, Capítulo 6. El explotador de aeródromo debe cumplir con los plazos establecidos por las fechas de entrada en vigor AIRAC predeterminadas, acordadas internacionalmente, para remitir la información/datos brutos a los servicios de información aeronáutica.

Nota. — En los PANS-AIM (Doc. 10066 de la OACI), Capítulo 6, figuran especificaciones detalladas acerca del sistema AIRAC.

2.13.4 Los explotadores de aeródromos responsables de suministrar la información/datos aeronáuticos a los servicios de información aeronáutica deben tener en cuenta los requisitos de exactitud e integridad necesarios para satisfacer las necesidades del usuario final de los datos aeronáuticos.

Nota 1. — En los PANS-AIM *(Doc. 10066 de la OACI), Apéndice 1, figuran las especificaciones relacionadas con la clasificación de exactitud e integridad de los datos aeronáuticos relativos al aeródromo.*

Nota 2. — Las especificaciones relativas a la expedición de NOTAM y SNOWTAM figuran en el Anexo 15 de la OACI, Capítulo 6 y en los PANS-AIM *(Doc. 10066 de la OACI), Apéndices 3 y 4, respectivamente.*

Nota 3. — La información AIRAC será distribuida por el servicio de información aeronáutica por lo menos con 42 días de antelación respecto a las fechas de entrada en vigor AIRAC, de forma que los destinatarios puedan recibirla por lo menos 28 días antes de la fecha de entrada en vigor.

Nota 4.— El calendario de fechas comunes AIRAC, predeterminadas y acordadas internacionalmente, de entrada en vigor a intervalos de 28 días, y las orientaciones relativas al uso de AIRAC figuran en el Manual para los servicios de información aeronáutica (Doc. 8126 de la OACI, Capítulo 2).

———————————

CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.1 Pistas

Número y orientación de las pistas

3.1.1 El número y orientación de las pistas de un aeródromo deben ser tales que el coeficiente de utilización del aeródromo no sea inferior al 95% para los aviones que el aeródromo esté destinado a servir.

3.1.2 El emplazamiento y la orientación de las pistas en un aeródromo deben seleccionarse, cuando sea posible, de modo que en las derrotas de salida y llegada se reduzca al mínimo la interferencia respecto a las zonas cuya utilización residencial está aprobada y a otras áreas sensibles respecto al ruido cerca del aeropuerto, a fin de evitar futuros problemas relacionados con el ruido.

3.1.3 Elección de la componente transversal máxima admisible del viento

Debe considerarse que, en circunstancias normales, impide el aterrizaje o despegue de un avión una componente transversal del viento que exceda de:

— 37 km/h (20 kt), cuando se trata de aviones cuya longitud de campo de referencia es de 1 500 m o más, excepto cuando se presenten con alguna frecuencia condiciones de eficacia de frenado deficiente en la pista debido a que el coeficiente de fricción longitudinal es insuficiente, en cuyo caso debería suponerse una componente transversal del viento que no exceda de 24 km/h (13 kt);

— 24 km/h (13 kt) en el caso de aviones cuya longitud de campo de referencia es de 1 200 m o mayor de 1 200 pero inferior a 1 500 m; y

— 19 km/h (10 kt) en el caso de aviones cuya longitud de campo de referencia es inferior a 1 200 m.

3.1.4 Datos que deben utilizarse

La elección de los datos que se han de usar en el cálculo del coeficiente de utilización debe basarse en estadísticas confiables de la distribución de los vientos, que abarquen un período tan largo como sea posible, preferiblemente no menor de cinco años. Las observaciones deben hacerse por lo menos ocho veces al día, a intervalos iguales. Estos vientos son valores medios del viento.

Emplazamiento del umbral

3.1.5 El umbral debe situarse normalmente en el extremo de la pista, a menos que consideraciones de carácter operacional justifiquen la elección de otro emplazamiento.

3.1.6 Cuando sea necesario desplazar el umbral de una pista, ya sea de manera permanente o temporal, deben tenerse en cuenta los diversos factores que pueden incidir sobre el emplazamiento del mismo. Cuando deba desplazarse el umbral porque una parte de la pista esté fuera de servicio, debe proveerse un área despejada y nivelada de una longitud de 60 m por lo menos entre el área inutilizable y el umbral desplazado. Debe proporcionarse también, una distancia suplementaria correspondiente a los requisitos del área de seguridad de extremo de pista.

Longitud verdadera de las pistas

3.1.7 Pista principal

La longitud verdadera de toda pista principal debe ser adecuada para satisfacer los requisitos operacionales de los aviones para los que se proyecte la pista y no debe ser menor que la longitud más larga determinada por la aplicación a las operaciones de las correcciones correspondientes a las condiciones locales y a las características de performance de los aviones que tengan que utilizarla.

Nota 1.- No significa necesariamente que se tengan en cuenta las operaciones del avión crítico con masa máxima.
Nota 2.- Al determinar la longitud de pista que ha de proporcionarse, es necesario considerar tanto los requisitos de despegue como de aterrizaje, así como la necesidad de efectuar operaciones en ambos sentidos de la pista.

Nota 3.- Entre las condiciones locales que pueden considerarse figuran la elevación, temperatura, pendiente de la pista, humedad y características de la superficie de la pista.

3.1.8 Pista secundaria

La longitud de toda pista secundaria debe determinarse de manera similar a la de las pistas principales, excepto que necesita ser apropiada únicamente para los aviones que requieran usar dicha pista secundaria además de la otra pista o pistas, con objeto de obtener un coeficiente de utilización de por lo menos el 95%.

3.1.9 Pistas con zonas de parada o zonas libres de obstáculos

Cuando una pista esté asociada con una zona de parada o una zona libre de obstáculos, puede considerarse satisfactoria una longitud verdadera de pista inferior a la que resulta de la aplicación de 3.1.7 ó 3.1.8, según corresponda; pero en ese caso toda combinación de pista, zona de parada y zona libre de obstáculos, debe permitir el cumplimiento de los requisitos de operación para despegue y aterrizaje de los aviones para los que esté prevista la pista.

Anchura de las pistas

3.1.10 La anchura de toda pista no debe ser inferior a la dimensión apropiada que se especifica en la siguiente tabla:

Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (OMGWS)

Número de Clave	Hasta 4,5 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 15 m (exclusive)
1ª	*18 m*	*18 m*	*23 m*	-
2ª	*23 m*	*23 m*	*30 m*	-
3	*30 m*	*30 m*	*30 m*	*45 m*
4	-	-	*45 m*	*45 m*

a. *La anchura de toda pista de aproximación de precisión no debería ser inferior a 30 m, cuando el número de clave sea 1 ó 2.*

Nota 1. — Las combinaciones de números de clave y OMGWS para las cuales se especifican anchuras han sido preparadas con arreglo a las características de los aviones corrientes.

Nota 2. — Los factores que afectan las anchuras de pista figuran en el Manual de diseño de aeródromos *(Doc. 9157 de la OACI), Parte 1.*

Nota 3. — Véase 3.2 con respecto a proveer márgenes de pista cuando la letra de clave sea F, en particular para aviones cuatrimotores (o más).

Distancia mínima entre pistas paralelas

3.1.11 Cuando se trata de pistas paralelas previstas para uso simultáneo en condiciones de vuelo visual, la distancia mínima entre sus ejes debe ser de:

— 210 m cuando el número de clave más alto sea 3 ó 4;

— 150 m cuando el número de clave más alto sea 2; y

— 120 m cuando el número de clave más alto sea 1.

3.1.12 Cuando se trata de pistas paralelas previstas para uso simultáneo en condiciones de vuelo por instrumentos, a reserva de lo especificado en los PANS-ATM (Doc 4444) de la OACI y en los PANS-OPS (Doc 8168), Volumen I de la OACI, la distancia mínima entre sus ejes debe ser de:

— 1 035 m en aproximaciones paralelas independientes;

— 915 m en aproximaciones paralelas dependientes;

— 760 m en salidas paralelas independientes;

— 760 m en operaciones paralelas segregadas;

salvo que:

a) en operaciones paralelas segregadas, la distancia mínima indicada:

1) podría reducirse 30 m por cada 150 m cuando la pista de llegada esté adelantada respecto a la aeronave que llega, hasta una separación mínima de 300 m; y

2) debería aumentarse 30 m por cada 150 m cuando la pista de llegada esté retrasada respecto a la aeronave que llega;

b) en aproximaciones paralelas independientes, cabe aplicar una combinación de distancia mínima y condiciones atinentes distintas a las especificadas en los PANS-ATM (Doc 4444 de la OACI), cuando se haya determinado que con ello no se menoscabaría la seguridad de las operaciones de las aeronaves.

Pendientes de las pistas

3.1.13 Pendientes longitudinales

La pendiente obtenida al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista, por la longitud de ésta, no debe exceder del:

— 1% cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 2% cuando el número de clave sea 1 ó 2.

3.1.14 En ninguna parte de la pista la pendiente longitudinal debe exceder del:

— 1,25% cuando el número de clave sea 4, excepto en el primero y el último cuarto de la longitud de la pista, en los cuales la pendiente no debería exceder del 0,8%;

— 1,5% cuando el número de clave sea 3, excepto en el primero y el último cuarto de la longitud de una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III, en los cuales la pendiente no debería exceder del 0,8%; y

— 2% cuando el número de clave sea 1 ó 2.

3.1.15 Cambios de pendiente longitudinal

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente entre dos pendientes consecutivas, éste no debe exceder del:

— 1,5% cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 2% cuando el número de clave sea 1 ó 2.

3.1.16.- La transición de una pendiente a otra debe efectuarse por medio de una superficie curva con un grado de variación que no exceda de:

— 0,1% por cada 30 m (radio mínimo de curvatura de 30 000 m) cuando el número de clave sea 4;

— 0,2% por cada 30 m (radio mínimo de curvatura de 15 000 m) cuando el número de clave sea 3; y

— 0,4% por cada 30 m (radio mínimo de curvatura de 7 500 m) cuando el número de clave sea 1 ó 2.

3.1.17 Distancia visible

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente, el cambio debe ser tal que desde cualquier punto situado a:

— 3 m por encima de una pista sea visible todo otro punto situado también a 3 m por encima de la pista, dentro de una distancia igual, por lo menos, a la mitad de la longitud de la pista cuando la letra clave sea C, D, E o F;

— 2 m por encima de una pista sea visible otro punto situado también a 2 m por encima de la pista, dentro de una distancia igual, por lo menos, a la mitad de la longitud de la pista, cuando la letra de clave sea B; y

— 1,5 m por encima de una pista sea visible otro punto situado también a 1,5 m por encima de la pista, dentro de una distancia igual, por lo menos, a la mitad de la longitud de la pista, cuando la letra de clave sea A.

Nota.- En las pistas únicas que no disponen de calle de rodaje paralela a todo lo largo debe proporcionarse una línea de mira sin obstrucciones en toda su longitud. En los aeródromos con pistas que se intersecan, habrá que considerar otros criterios relativos a la línea de mira en función de la seguridad operacional.

3.1.18 Distancia entre cambios de pendiente

A lo largo de una pista deben evitarse ondulaciones o cambios de pendiente apreciables que estén muy próximos. La distancia entre los puntos de intersección de dos curvas sucesivas no debe ser menor que:

a) la suma de los valores numéricos absolutos de los cambios de pendiente correspondientes, multiplicada por el valor que corresponda entre los siguientes:

— 30 000 m cuando el número de clave sea 4;

— 15 000 m cuando el número de clave sea 3; y

— 5 000 m cuando el número de clave sea 1 ó 2; o

b) 45 m;

tomando la que sea mayor.

3.1.19 Pendientes transversales

Para facilitar la rápida evacuación del agua, la superficie de la pista, debe ser convexa, excepto en los casos en que una pendiente transversal única que descienda en la dirección del viento que acompañe a la lluvia con mayor frecuencia, asegure el rápido drenaje de aquélla. La pendiente transversal ideal debe ser de:

— 1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F; y

— 2% cuando la letra de clave sea A o B;

pero, en todo caso, no debe exceder del 1,5% o del 2%, según corresponda, ni ser inferior al 1%, salvo en las intersecciones de pistas o de calles de rodaje en que se requieran pendientes más aplanadas.

Las pendientes transversales deben ser simétricas a ambos lados del eje de la pista.

3.1.20.- La pendiente transversal debe ser básicamente la misma a lo largo de toda la pista, salvo en una intersección con otra pista o calle de rodaje, donde debe proporcionarse una transición suave teniendo en cuenta la necesidad de que el drenaje sea adecuado.

Resistencia de las pistas

3.1.21 La pista debe poder soportar el tránsito de los aviones para los que esté prevista.

Superficie de las pistas

3.1.22 Se debe construir la superficie de la pista sin irregularidades que afecten a sus características de rozamiento, o afecten adversamente de cualquier otra forma el despegue y el aterrizaje de un avión.

3.1.23 Una pista pavimentada se debe construir de modo que su superficie posea características de rozamiento iguales o superiores al nivel de rozamiento establecido en la Tabla N°3 del Apéndice 9 de la presente regulación.

3.1.24 La superficie de una pista pavimentada debe evaluarse al construirla o repavimentarla, a fin de determinar que las características de rozamiento de su superficie cumplen los objetivos del diseño.

3.1.25 Las mediciones de las características de rozamiento de la superficie de una pista nueva o repavimentada deben efectuarse con un dispositivo de medición continua del rozamiento que utilice elementos de humectación automática.

3.1.26 El espesor de la textura superficial media de una superficie nueva no debe ser inferior a 1 mm.

3.1.27 Cuando la superficie sea estriada o escarificada, las estrías o escarificaciones deben ser perpendiculares al eje de la pista o paralelas a las uniones transversales no perpendiculares, cuando proceda.

3.2 Márgenes de las pistas

3.2.1 Deben proveerse márgenes en toda pista cuya letra de clave sea D, E o F.

Anchura de los márgenes de las pistas

3.2.2 Para aviones con OMGWS desde 9 m hasta 15 m (exclusive) los márgenes deben extenderse simétricamente a ambos lados de la pista de forma que la anchura total de ésta y sus márgenes no sea inferior a:

— 60 m cuando la letra de clave sea D o E; y
— 60 m cuando la letra de clave sea F con aviones bimotores y trimotores; y
— 75 m cuando la letra de clave sea F con aviones cuatrimotores (o más).

Pendientes de los márgenes de las pistas

3.2.3 La superficie de los márgenes adyacentes a la pista debe estar al mismo nivel que la de ésta, y su pendiente transversal no debe exceder del 2,5%.

Resistencia de los márgenes de las pistas

3.2.4 La parte de los márgenes de las pistas que se encuentra entre el borde de la pista y una distancia de 30 m del eje de la pista deben prepararse o construirse de manera que puedan soportar el peso de un avión que se salga de la pista, sin que éste sufra daños estructurales, y soportar los vehículos terrestres que pudieran operar sobre el margen.

Superficie de los márgenes de las pistas

3.2.5 Los márgenes de las pistas deberían prepararse o construirse de modo que puedan prevenir la erosión y la ingestión de material de la superficie por los motores de los aviones.

3.2.6 Los márgenes de las pistas para aviones de letra de clave F deberían estar pavimentados hasta una anchura mínima total de la pista y el margen de por lo menos de 60 m.

3.3 Plataforma de viraje en la pista

3.3.1 Cuando el extremo de una pista no dispone de una calle de rodaje o de una curva de viraje en la calle de rodaje y la letra de clave es D, E o F, se debe proporcionar una plataforma de viraje en la pista para facilitar el viraje de 180° de los aviones (véase la Figura 3-1).

3.3.2 Cuando el extremo de una pista no dispone de una calle de rodaje o de una curva de viraje en la calle de rodaje y la letra de clave es A, B o C, debe proporcionarse una plataforma de viraje en la pista para facilitar el viraje de 180° de los aviones.

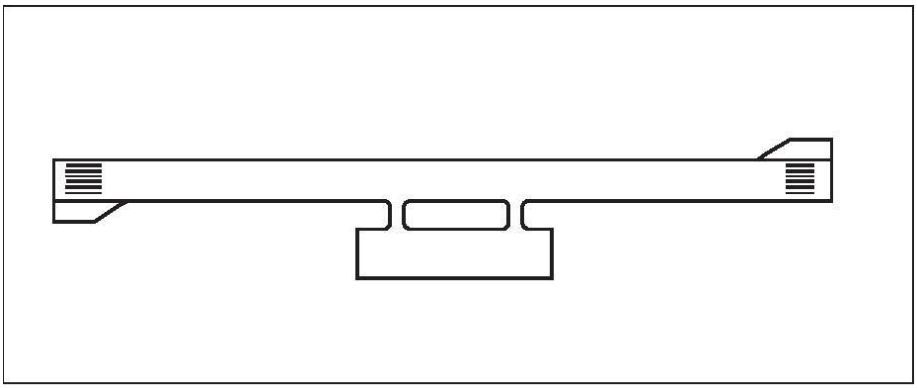


Figura 3-1. Configuración de una plataforma de viraje típica

3.3.3 La plataforma de viraje en la pista debería estar ubicada tanto del lado izquierdo como del derecho de la pista y adyacente al pavimento en ambos extremos de la pista, así como en algunos emplazamientos intermedios que se estimen necesarios.

Nota.- La iniciación del viraje se facilitaría ubicando la plataforma de viraje en el lado izquierdo de la pista, ya que el asiento de la izquierda es la ubicación normal del piloto al mando.

3.3.4 El ángulo de intersección de la plataforma de viraje en la pista con la pista no debe ser superior a 30°.

3.3.5 El ángulo de guía del tren de proa que se debe utilizar en el diseño de la plataforma de viraje en la pista no debe ser superior a 45°.

3.3.6 El trazado de una plataforma de viraje en la pista debe ser tal que, cuando el puesto de pilotaje de los aviones para los que está prevista permanezca sobre las señales de la plataforma de viraje, la distancia libre entre cualquier rueda del tren de aterrizaje del avión y el borde de la plataforma de viraje no será inferior a la indicada en la siguiente tabla:

OMGWS

	Hasta 4,5 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (Exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (Exclusive)	Desde 9 m hasta15 m (Exclusive)
Distancia Libre	1,50 m	2,25 m	3 m[a], o 4 m[b]	4 m

a. Si la plataforma de viraje está prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m.
b. Si la plataforma de viraje está prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m.

Nota. — "Base de ruedas" significa la distancia desde el tren de proa al centro geométrico del tren principal.

Pendientes de las plataformas de viraje en la pista

3.3.7 Las pendientes longitudinales y transversales en una plataforma de viraje en la pista deben ser suficientes para impedir la acumulación de agua en la superficie y facilitar el drenaje rápido del agua en la superficie.
Las pendientes deben ser iguales a las de la superficie del pavimento de la pista adyacente.

Resistencia de las plataformas de viraje en la pista

3.3.8 La resistencia de una plataforma de viraje en la pista debe ser por lo menos igual a la de la pista adyacente a la cual presta servicio, teniendo debidamente en cuenta el hecho de que la plataforma de viraje estará sometida a un tránsito de movimiento lento con virajes de mayor intensidad sometiendo al pavimento a esfuerzos más intensos.

Superficie de las plataformas de viraje en la pista

3.3.9 La superficie de una plataforma de viraje en la pista no debe tener irregularidades que puedan ocasionar daños a la estructura de los aviones que utilicen la plataforma de viraje.

3.3.10 La superficie de una plataforma de viraje en la pista debe construirse o repavimentarse de forma tal que las características de rozamiento de la superficie sean por lo menos iguales a las de la pista adyacente.

Márgenes de las plataformas de viraje en la pista

3.3.11 Deben proveerse márgenes en las plataformas de viraje en la pista de la anchura necesaria para prevenir la erosión de la superficie por el chorro de los reactores del avión más exigente para el que se haya concebido la plataforma y todo posible daño que puedan producir objetos extraños a los motores del avión.

Nota.- Como mínimo, la anchura de los márgenes debe abarcar el motor exterior del avión más exigente y, por lo tanto, los márgenes pueden ser más anchos que los de las pistas adyacentes.

3.3.12 La resistencia de los márgenes de la plataforma de viraje en la pista debe soportar el tránsito ocasional de los aviones para los que está prevista sin inducir daños estructurales al avión o a los vehículos de apoyo en tierra que puedan operar en el margen de pista.

3.4 Franjas de pista

3.4.1 La pista y cualquier zona asociada de parada deben estar comprendidas dentro de una franja.

Longitud de las franjas de pista

3.4.2 Toda franja se debe extender antes del umbral y más allá del extremo de la pista o de la zona de parada hasta una distancia de por lo menos:

— 60 m cuando el número de clave sea 2, 3 ó 4;

— 60 m cuando el número de clave sea 1 y la pista sea de vuelo por instrumentos; y

— 30 m cuando el número de clave sea 1 y la pista sea de vuelo visual.

Anchura de las franjas de pista

3.4.3 Siempre que sea posible, toda franja que comprenda una pista para aproximaciones de precisión se debe extender lateralmente hasta una distancia de por lo menos:

— 140 m cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 70 m cuando el número de clave sea 1 ó 2;

a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja.

3.4.4 Siempre que sea posible, toda franja que comprenda una pista para aproximaciones que no sean de precisión se debe extender lateralmente hasta una distancia de por lo menos:

— 140 m cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 70 m cuando el número de clave sea 1 ó 2;

a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja.

3.4.5 Toda franja que comprenda una pista de vuelo visual debe extenderse a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja, hasta una distancia de por lo menos:

— 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4;

— 40 m cuando el número de clave sea 2; y

— 30 m cuando el número de clave sea 1.

Objetos en las franjas de pista

Nota.- En 9.9 se ofrece información con respecto al emplazamiento de equipo e instalaciones en las franjas de pista.

3.4.6 Todo objeto situado en la franja de una pista y que pueda constituir un peligro para los aviones, debe considerarse como un obstáculo y eliminarse, siempre que sea posible.

Nota 1.- Debe tenerse en cuenta el emplazamiento y el diseño de los desagües en las franjas de las pistas para evitar daños en los aviones que accidentalmente se salgan de la pista. Es posible que se requieran tapas de desagüe especialmente diseñadas.

Nota 2.- Donde se instalen conductos de aguas pluviales descubiertos o cubiertos, se verificará que sus estructuras no se extiendan por encima del suelo circundante para que no se consideren un obstáculo. Véase también la Nota 1 de 3.4.16.

Nota 3.- Es necesario prestar atención particular al diseño y mantenimiento de un conducto de aguas pluviales descubierto a fin de evitar la atracción de fauna silvestre, especialmente aves. De ser necesario, puede cubrirse con una red. Se especifica en el Apéndice 10 de esta Regulación

3.4.7 Con excepción de las ayudas visuales requeridas para fines de navegación aérea o de seguridad operacional de las aeronaves y que deban estar emplazadas en franjas de pista y satisfagan los requisitos sobre frangibilidad pertinentes que aparecen en el Capítulo 5, no se permitirá ningún objeto fijo en la parte de la franja de una pista de aproximación de precisión delimitada por los bordes inferiores de las superficies de transición interna. No se permitirá ningún objeto móvil en esta parte de la franja de la pista mientras se utilice la pista para aterrizar o despegar.

Nivelación de las franjas de pista

3.4.8 La parte de una franja que comprenda una pista de vuelo por instrumentos, debe proveer, hasta una distancia de por lo menos:

— 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 40 m cuando el número de clave sea 1 ó 2;

del eje de la pista y de su prolongación, un área nivelada en atención a los aviones a que está destinada la pista en el caso de que un avión se salga de ella.

3.4.9 La parte de una franja de una pista de vuelo visual debe proveer, hasta una distancia de por lo menos:

— 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4;

— 40 m cuando el número de clave sea 2; y

— 30 m cuando el número de clave sea 1;

desde el eje de la pista y de su prolongación, un área nivelada destinada a los aviones para los que está prevista la pista, en el caso de que un avión se salga de la misma.

3.4.10 La superficie de la parte de la franja lindante con la pista, margen o zona de parada debe estar al mismo nivel que la superficie de la pista, margen o zona de parada.

3.4.11 La parte de una franja situada por lo menos 30 m antes del comienzo de una pista debe prepararse contra la erosión producida por el chorro de los motores, a fin de proteger los aviones que aterrizan de los peligros que representan los bordes expuestos.

Nota.- El área prevista para reducir los efectos erosivos del chorro de los motores y del torbellino de las hélices puede denominarse plataforma antichorro.

3.4.12 Cuando las áreas de 3.4.11 tengan superficies pavimentadas, las mismas deben poder soportar el paso ocasional de aviones críticos para el diseño del pavimento de la pista.

Pendientes de las franjas de pista

Pendientes longitudinales

3.4.13 Las pendientes longitudinales a lo largo de la porción de una franja que ha de nivelarse, no deben exceder del:

— 1,5% cuando el número de clave sea 4;

— 1,75% cuando el número de clave sea 3; y

— 2% cuando el número de clave sea 1 ó 2.

3.4.14 Cambios de pendiente longitudinal

Los cambios de pendiente en la parte de una franja que haya de nivelarse deben ser lo más graduales posible, debiendo evitar los cambios bruscos o las inversiones repentinas de pendiente.

3.4.15 Pendientes transversales

Las pendientes transversales en la parte de una franja que haya de nivelarse deben ser adecuadas para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero no deben exceder del:

— 2,5% cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 3% cuando el número de clave sea 1 ó 2;

excepto que, para facilitar el drenaje en lugares, zonas o regiones de alta precipitación pluvial, la pendiente de los primeros 3 m hacia afuera del borde de la pista, margen o zona de parada debe ser negativa, medida en el sentido de alejamiento de la pista, pudiendo llegar hasta el 5%.

3.4.16 Las pendientes transversales en cualquier parte de una franja más allá de la parte que ha de nivelarse no deben exceder de una pendiente ascendente del 5%, medida en el sentido de alejamiento de la pista.

Nota 1.- Donde se considere necesario para lograr un desagüe adecuado, puede permitirse un conducto de aguas pluviales descubierto en la parte no nivelada de la franja de una pista, que se colocará lo más alejado posible de la pista.

Nota 2.- En el procedimiento de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI) de los aeródromos sería necesario tener en cuenta el emplazamiento de los conductos de aguas pluviales descubiertos dentro de la parte no nivelada de la franja de una pista.

Resistencia de las franjas de pista

3.4.17 -La parte de una franja que comprenda una pista de vuelo por instrumentos debe prepararse o construirse, hasta una distancia de por lo menos:

— 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 40 m cuando el número de clave sea 1 ó 2;

del eje y de su prolongación, de manera que se reduzcan al mínimo los peligros provenientes de las diferencias de carga admisible, respecto a los aviones para los que se ha previsto la pista, en el caso de que un avión se salga de la misma.

3.4.18 La parte de una franja que contenga una pista de vuelo visual debe prepararse o construirse hasta una distancia de por lo menos:

— 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4;

— 40 m cuando el número de clave sea 2; y

— 30 m cuando el número de clave sea 1;

del eje y de su prolongación, de manera que se reduzcan al mínimo los peligros provenientes de la diferencia de las cargas admisibles, respecto a los aviones para los que está prevista la pista, en el caso de que un avión se salga de la misma.

3.5 Áreas de seguridad de extremo de pista

3.5.1 Se debe proveer un área de seguridad de extremo de pista en cada extremo de una franja de pista cuando:

— el número de clave sea 3 ó 4; y

— el número de clave sea 1 ó 2 y la pista sea de aterrizaje por instrumentos.

3.5.2 Siempre que sea posible, debe proveerse un área de seguridad de extremo de pista en cada extremo de una franja de pista cuando el número de clave sea 1 ó 2 y la pista sea de vuelo visual.

Dimensiones de las áreas de seguridad de extremo de pista

3.5.3 El área de seguridad de extremo de pista se debe extender desde el extremo de una franja de pista hasta por lo menos 90 m cuando:

- el número de clave sea 3 ó 4; y

- el número de clave sea 1 ó 2 y la pista sea de aterrizaje por instrumentos.

De instalarse un sistema de parada, la longitud antes mencionada puede reducirse basándose en la especificación del diseño del sistema, lo que está sujeto a la aceptación de la DGAC.

3.5.4 El área de seguridad de extremo de pista en nuevos aeropuertos debe extenderse, desde el extremo de una franja de pista hasta una distancia de por lo menos:

a) 240 m cuando el número de clave sea 3 ó 4; o una longitud menor cuando se instale un sistema de parada

b) 120 m cuando el número de clave sea 1 ó 2 y la pista sea de vuelo por instrumentos; o una longitud menor cuando se instale un sistema de parada; y

c) 30 m cuando del número de clave sea 1 ó 2 y la pista sea de vuelo visual, siempre que sea posible.

3.5.5 La anchura del área de seguridad de extremo de pista debe ser por lo menos el doble de la anchura de la pista correspondiente.

3.5.6 Cuando sea posible, la anchura del área de seguridad de extremo de pista debe ser igual a la anchura de la parte nivelada de la franja de pista correspondiente.

Objetos en las áreas de seguridad de extremo de pista

3.5.7 Todo objeto situado en un área de seguridad de extremo de pista, que pueda poner en peligro a los aviones, debe considerarse como obstáculo y eliminarse.

Eliminación de obstáculos y nivelación de las áreas de seguridad de extremo de pista

3.5.8 Un área de seguridad de extremo de pista debe presentar una superficie despejada y nivelada para los aviones que la pista está destinada a servir, en el caso de que un avión efectúe un aterrizaje demasiado corto o se salga del extremo de la pista.

Nota. No es preciso que la calidad de la superficie del terreno en el área de seguridad de extremo de pista sea igual a la de la franja de pista. Véase, sin embargo, 3.5.12.

Pendientes de las áreas de seguridad de extremo de pista

3.5.9 Las pendientes de un área de seguridad de extremo de pista deben ser tales que ninguna parte de dicha área penetre en las superficies de aproximación o de ascenso en el despegue.

3.5.10 Pendientes longitudinales

Las pendientes longitudinales de un área de seguridad de extremo de pista no deben sobrepasar una inclinación descendente del 5%. Los cambios de pendiente longitudinal deben ser lo más graduales posible, debiendo evitar los cambios bruscos o las inversiones repentinas de pendiente.

3.5.11 Pendientes transversales

Las pendientes transversales de un área de seguridad de extremo de pista no deberán sobrepasar una inclinación, ascendente o descendente, del 5%. Las transiciones entre pendientes diferentes deben ser lo más graduales posible.

Resistencia de las áreas de seguridad de extremo de pista

3.5.12 Un área de seguridad de extremo de pista debe estar preparada o construida de modo que reduzca el riesgo de daño que pueda correr un avión que efectúe un aterrizaje demasiado corto o que se salga del extremo de la pista, intensifique la deceleración del avión y facilite el movimiento de los vehículos de salvamento y extinción de incendios según se requiere en 9.2.28 a 9.2.30.

3.6 Zonas libres de obstáculos

Nota.- Las siguientes disposiciones regirán cuando una pista cuente con Zonas libres de obstáculos.

Emplazamiento de las zonas libres de obstáculos

3.6.1 El origen de la zona libre de obstáculos debe estar en el extremo del recorrido de despegue disponible.

Longitud de las zonas libres de obstáculos

3.6.2 La longitud de la zona libre de obstáculos no debe exceder de la mitad de la longitud del recorrido de despegue disponible.

Anchura de las zonas libres de obstáculos

3.6.3 La zona libre de obstáculos debe extenderse lateralmente a cada lado de la prolongación del eje de la pista hasta una distancia de por lo menos:

a) 75 m para las pistas de vuelo por instrumentos; y
b) la mitad de la anchura de la franja de pista para las pistas de vuelo visual.

Pendientes de las zonas libres de obstáculos

3.6.4 El terreno de una zona libre de obstáculos no debe sobresalir de un plano inclinado con una pendiente ascendente de 1,25%, siendo el límite inferior de este plano una línea horizontal que:

a) es perpendicular al plano vertical que contenga el eje de la pista; y

b) pasa por un punto situado en el eje de la pista, al final del recorrido de despegue disponible.

Nota.- En ciertos casos, cuando una pista, un margen o una franja, presente una pendiente transversal o longitudinal, el límite inferior de la zona libre de obstáculos, especificada precedentemente, podría tener un nivel inferior al de la pista, del margen o de la franja. No implica que dichas superficies deban tener un nivel igual a la altura del límite inferior del plano de la zona libre de obstáculos ni que sea necesario eliminar del terreno los accidentes o los objetos que penetren por encima de esta superficie, más allá de la extremidad de la franja pero por debajo del nivel de la misma, a menos que se consideren peligrosos para los aviones.

3.6.5 Deben evitarse los cambios bruscos de pendientes hacia arriba cuando la pendiente de una zona libre de obstáculos sea relativamente pequeña o cuando la pendiente media sea ascendente. Cuando existan estas condiciones, en la parte de la zona libre de obstáculos comprendida en la distancia de 22,5 m o la mitad de la anchura de la pista, de ambas la mayor, a cada lado de la prolongación del eje, las pendientes, los cambios de pendiente y la transición de la pista a la zona libre de obstáculos, deben ajustarse, de manera general, a los de la pista con la cual esté relacionada dicha zona.

Objetos en las zonas libres de obstáculos

3.6.6 Un objeto situado en una zona libre de obstáculos, que pueda poner en peligro a los aviones en vuelo, debe considerarse como obstáculo y eliminarse.

3.7 Zonas de parada

Nota.- Las siguientes disposiciones regirán cuando una pista cuente con Zonas de parada.

Anchura de las zonas de parada

3.7.1 La zona de parada tendrá la misma anchura que la pista con la cual esté asociada.

Pendientes de las zonas de parada

3.7.2 Las pendientes y cambios de pendientes en las zonas de parada y la transición de una pista a una zona de parada, deben cumplir las especificaciones que figuran en 3.1.13 a 3.1.19 para la pista con la cual esté asociada la zona de parada, con las siguientes excepciones:

a) no es necesario aplicar a la zona de parada las limitaciones que se dan en 3.1.14 del 0,8% de pendiente en el primero y el último cuarto de la longitud de la pista; y

b) en la unión de la zona de parada y la pista, así como a lo largo de dicha zona, el grado máximo de variación de pendiente puede ser de 0,3% por cada 30 m (radio mínimo de curvatura de 10 000 m) cuando el número de clave de la pista sea 3 ó 4.

Resistencia de las zonas de parada

3.7.3 Las zonas de parada deben prepararse o construirse de manera que, en el caso de un despegue interrumpido, puedan soportar el peso de los aviones para los que estén previstas, sin ocasionar daños estructurales a los mismos.

Superficie de las zonas de parada

3.7.4 La superficie de las zonas de parada pavimentadas se debe construir de modo que sus características de rozamiento sean iguales o mejores que las de la pista correspondiente.

3.8 Área de funcionamiento del radioaltímetro

3.8.1 El área de funcionamiento de un radioaltímetro debe establecerse en el área anterior al umbral de una pista de aproximación de precisión.

Longitud del área

3.8.2 El área de funcionamiento de un radioaltímetro debe extenderse antes del umbral por una distancia de 300 m como mínimo.

Anchura del área

3.8.3 El área de funcionamiento de un radioaltímetro debe extenderse lateralmente, a cada lado de la prolongación del eje de la pista, hasta una distancia de 60 m, salvo que, si hay circunstancias especiales que lo justifiquen, la distancia podrá reducirse a 30 m como mínimo cuando un estudio aeronáutico indique que dicha reducción no afecta a la seguridad de las operaciones de la aeronave.

Cambios de la pendiente longitudinal

3.8.4 En el área de funcionamiento de un radioaltímetro, deben evitarse los cambios de pendiente o reducirse a un mínimo. Cuando no puedan evitarse los cambios de pendiente, los mismos deben ser graduales como fuese posible y deben evitarse los cambios abruptos o inversiones repentinas de la pendiente. El régimen de cambio entre dos pendientes consecutivas no debe exceder de 2% en 30 m.

3.9 Calles de rodaje

Nota 1. — A menos que se indique otra cosa, los requisitos de esta sección se aplican a todos los tipos de calle de rodaje.

Nota 2.— Véase en la sección 5.4.3 el plan normalizado de nomenclatura de las calles de rodaje que puede utilizarse para mejorar la toma de conciencia de la situación y como parte de una medida eficaz de prevención de incursiones en la pista.

3.9.1 Deben proveerse calles de rodaje para permitir el movimiento seguro y rápido de las aeronaves en la superficie.

3.9.2 Deben disponerse de suficientes calles de rodaje de entrada y salida para dar rapidez al movimiento de los aviones hacia la pista y desde ésta y preverse calles de salida rápida en los casos de gran densidad de tráfico.

3.9.3 El diseño de una calle de rodaje será tal que, cuando el puesto de pilotaje de los aviones para los que está prevista permanezca sobre las señales de eje de dicha calle de rodaje, la distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a la indicada en la siguiente tabla:

	OMGWS			
	Hasta 4,5 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 15 m (exclusive)
Distancia Libre	1,50 m	2,25 m	3 m[a,b] o 4 m[c]	4 m

a En tramos rectos.
b En tramos curvos, si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m.
c En tramos curvos, si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m.

Nota - Base de ruedas significa la distancia entre el tren de proa y el centro geométrico del tren de aterrizaje principal.

Anchura de las calles de rodaje

3.9.4 La parte rectilínea de una calle de rodaje debe tener una anchura no inferior a la indicada en la tabla siguiente:

	OMGWS			
	Hasta 4,5 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 15 m (exclusive)
Anchura de la calle de rodaje	7,5 m	10,5 m	15 m	23 m

Curvas de las calles de rodaje

3.9.5 Los cambios de dirección de las calles de rodaje no deben ser numerosos ni pronunciados, en la medida de lo posible. Los radios de las curvas deben ser compatibles con la capacidad de maniobra y las velocidades de rodaje normales de los aviones para los que dicha calle de rodaje esté prevista. El diseño de la curva debe ser tal que cuando el puesto de pilotaje del avión permanezca sobre las señales de eje de calle de rodaje, la distancia libre entre las ruedas principales exteriores y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a las especificadas en 3.9.3.

Nota 1.- En la Figura 3-2 se indica una forma de ensanchar las calles de rodaje para obtener la distancia libre entre ruedas y borde especificada.

Nota 2.- La ubicación de las señales y luces de eje de calle de rodaje se especifica en 5.2.8.6 y 5.3.17.12.

Nota 3.- El uso de curvas compuestas podría producir o eliminar la necesidad de disponer una anchura suplementaria de la calle de rodaje.

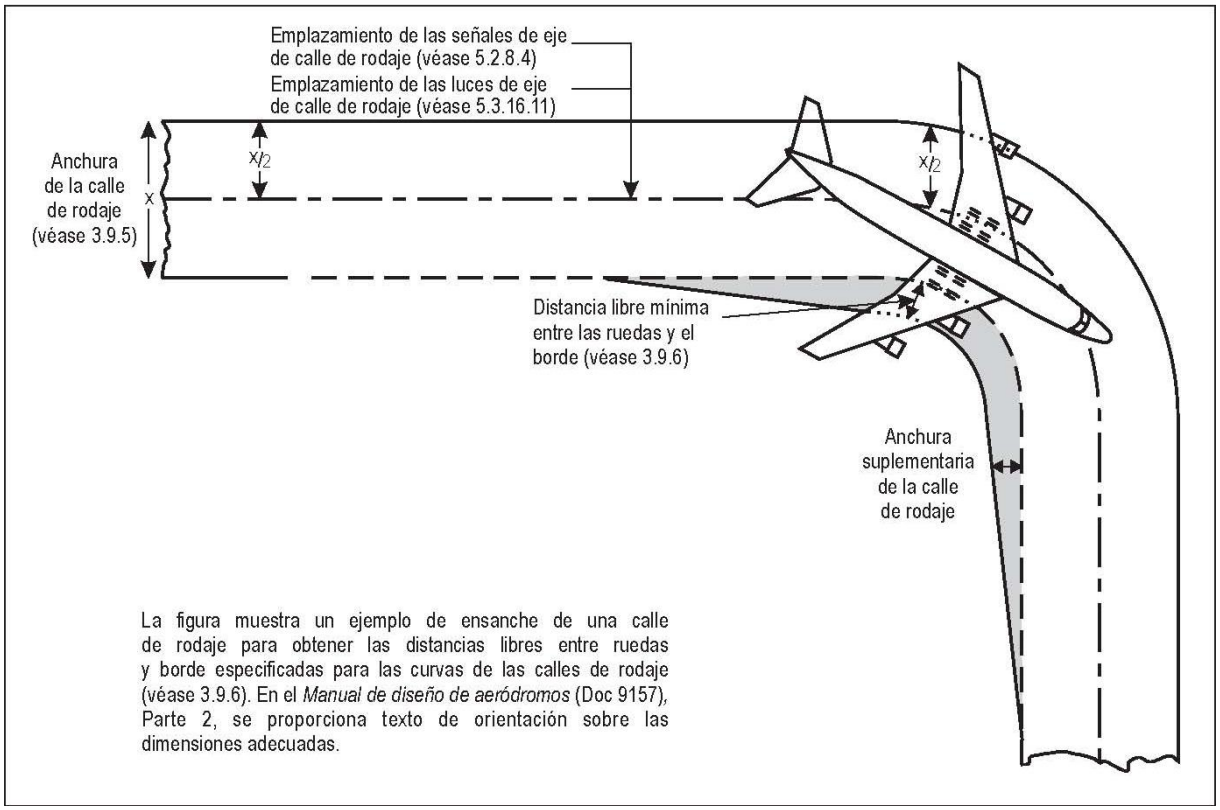


Figura 3-2. Curva de calle de rodaje

Uniones e intersecciones

3.9.6 Con el fin de facilitar el movimiento de los aviones, deben proveerse superficies de enlace en las uniones e intersecciones de las calles de rodaje con pistas, plataformas y otras calles de rodaje. El diseño de las superficies de enlace debe asegurar que se conservan las distancias mínimas libres entre ruedas y borde especificadas en 3.9.3 cuando los aviones maniobran en las uniones o intersecciones.

Nota.- Habrá de tenerse en cuenta la longitud de referencia del avión al diseñar las superficies de enlace.

Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje

3.9.7 La distancia de separación entre el eje de una calle de rodaje, por una parte, y el eje de una pista, el eje de una calle de rodaje paralela o un objeto, por otra parte, no debe ser inferior al valor adecuado que se indica en la Tabla 3-1., Pueden permitirse operaciones con distancias menores de separación en aeródromos ya existentes si un estudio aeronáutico indicara que tales distancias de separación no influirían adversamente en la seguridad, ni de modo importante en la regularidad de las operaciones de los aviones.

Nota.- Las instalaciones ILS pueden también influir en el emplazamiento de las calles de rodaje, ya que las aeronaves en rodaje o paradas pueden causar interferencia a las señales ILS.

Tabla 3-1. Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje

Letra de clave	*Distancia entre el eje de una calle De rodaje y el eje de una pista (metros)*								*Distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de otra calle de rodaje (metros)*	*Distancia entre el eje de una calle de rodaje que no sea calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)*	*Distancia entre el eje de una calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y el eje de otra calle de acceso (metros)*	*Distancia entre el eje de la calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)*
	Pistas de vuelo por instrumentos				*Pistas de vuelo visual*							
	Numero de clave				*Numero de clave*							
	1	*2*	*3*	*4*	*1*	*2*	*3*	*4*				
	(2)	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	*(7)*	*(8)*	*(9)*	*(10)*	*(11)*	*(12)*	*(13)*
A	*77.5*	*77.5*	*-*	*-*	*37.5*	*47.5*	*-*	*-*	*23*	*15.5*	*19.5*	*12*
B	*82*	*82*	*152*	*-*	*42*	*52*	*87*	*-*	*32*	*20*	*28.5*	*16.5*
C	*88*	*88*	*158*	*158*	*48*	*58-*	*93*	*93*	*44*	*26*	*40.5*	*22.5*
D	*-*	*-*	*166*	*166*	*-*	*-*	*101*	*101*	*63*	*37*	*59.5*	*33.5*
E	*-*	*-*	*172.5*	*172.5*	*-*	*-*	*107.5*	*107.5*	*76*	*43.5*	*72.5*	*40*
F	*-*	*-*	*180*	*180*	*-*	*-*	*115*	*115*	*91*	*51*	*87.5*	*47.5*

Nota 1.- Las distancias de separación que aparecen en las columnas (2) a (9) representan combinaciones comunes de pistas y calles de rodaje.

Nota 2.- Las distancias de las columnas (2) a (9) no garantizan una distancia libre suficiente detrás de un avión en espera para que pase otro avión en una calle de rodaje paralela.

Pendientes de las calles de rodaje

3.9.8 Pendientes longitudinales

La pendiente longitudinal de una calle de rodaje no debe exceder de:

— 1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F; y

— 3% cuando la letra de clave sea A o B.

3.9.9 Cambios de pendiente longitudinal

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente en una calle de rodaje, la transición de una pendiente a otra debe efectuarse mediante una superficie cuya curvatura no exceda del:

— 1% por cada 30 m (radio mínimo de curvatura de 3 000 m) cuando la letra de clave sea C, D, E o F; y

— 1% por cada 25 m (radio mínimo de curvatura de 2 500 m) cuando la letra de clave sea A o B.

3.9.10 Distancia visible

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente en una calle de rodaje el cambio debe ser tal que, desde cualquier punto situado a:

— 3 m sobre la calle de rodaje, pueda verse toda su superficie hasta una distancia de por lo menos 300 m, cuando la letra de clave sea C, D, E o F;

— 2 m sobre la calle de rodaje, pueda verse toda su superficie hasta una distancia de por lo menos 200 m, cuando la letra de clave sea B; y

— 1,5 m sobre la calle de rodaje, pueda verse toda su superficie hasta una distancia de por lo menos 150 m, cuando la letra de clave sea A.

3.9.11 Pendientes transversales

Las pendientes transversales de una calle de rodaje deben ser suficientes para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero no deben exceder del:

— 1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F; y

— 2% cuando la letra de clave sea A o B.

Resistencia de las calles de rodaje

3.9.12 La resistencia de una calle de rodaje debe ser por lo menos igual a la de la pista servida, teniendo en cuenta que una calle de rodaje estará sometida a mayor intensidad de tránsito y mayores esfuerzos que la pista servida, como resultado del movimiento lento o situación estacionaria de los aviones.

Superficie de las calles de rodaje

3.9.13 La superficie de una calle de rodaje no debe tener irregularidades que puedan ocasionar daños a la estructura de los aviones.

3.9.14 La superficie de las calles de rodaje pavimentadas debe construirse o repavimentarse de modo que las características de rozamiento de la superficie sean idóneas.

Nota.- Por características de rozamiento idóneas se entiende aquellas propiedades de la superficie que se requieren en las calles de rodaje y que garantizan la operación segura de los aviones.

Calles de salida rápida

Los requisitos de carácter general de las calles de rodaje se aplican asimismo a este tipo de calles de rodaje.

3.9.15 Las calles de salida rápida deben calcularse con un radio de curva de viraje de por lo menos:

— 550 m cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 275 m cuando el número de clave sea 1 ó 2;

a fin de que sean posibles velocidades de salida, con pistas mojadas, de:

— 93 km/h cuando el número de clave sea 3 ó 4; y

— 65 km/h cuando el número de clave sea 1 ó 2.

3.9.16 El radio de la superficie de enlace en la parte interior de la curva de una calle de salida rápida debe ser suficiente para proporcionar un ensanche de la entrada de la calle de rodaje, a fin de facilitar que se reconozca la entrada y el viraje hacia la calle de rodaje.

3.9.17 Una calle de salida rápida debe incluir una recta, después de la curva de viraje, suficiente para que una aeronave que esté saliendo pueda detenerse completamente con un margen libre de toda intersección de calle de rodaje.

3.9.18 El ángulo de intersección de una calle de salida rápida con la pista no debe ser mayor de 45° ni menor de 25°, pero preferentemente debe ser de 30°.

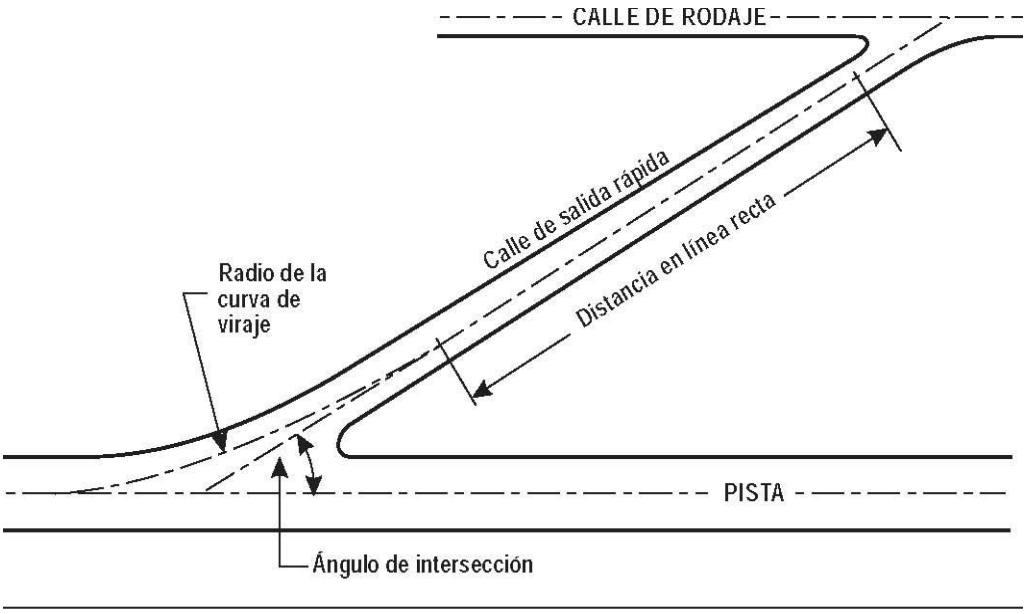


Figura 3-3. Calle de salida rápida

Calles de rodaje en puentes y/o alcantarillas

3.9.19 La anchura de la parte de un puente y/o alcantarilla de rodaje que pueda sostener a los aviones, medida perpendicularmente al eje de la calle de rodaje, no será inferior a la anchura del área nivelada de la franja prevista para dicha calle de rodaje, salvo que se utilice algún método probado de contención lateral que no sea peligroso para los aviones a los que se destina la calle de rodaje.

3.9.20 Debe proveerse acceso para que los vehículos de salvamento y extinción de incendios puedan intervenir en ambas direcciones dentro del tiempo de respuesta especificado respecto al avión más grande para el que se ha previsto el puente y/o alcantarilla de la calle de rodaje.

Nota.- Si los motores de los aviones sobrepasan la estructura del puente, podrá requerirse protección contra el chorro de los reactores para las áreas adyacentes debajo del puente.

3.9.21 El puente y/o alcantarilla debe construirse sobre una sección recta de una calle de rodaje con una sección recta en cada extremo del mismo para facilitar que los aviones puedan alinearse al aproximarse al puente.

3.10 Márgenes de las calles de rodaje

3.10.1 Los tramos rectilíneos de las calles de rodaje que sirvan a pistas de letra de clave C, D, E o F deben tener márgenes que se extiendan simétricamente a ambos lados de la calle de rodaje, de modo que la anchura total de la calle de rodaje y sus márgenes en las partes rectilíneas no sea menor de:

— 44 m cuando la letra de clave sea F;
— 38 m cuando la letra de clave sea E;
— 34 m cuando la letra de clave sea D; y
— 25 m cuando la letra de clave sea C.

En las curvas, uniones e intersecciones de las calles de rodaje en que se proporcione pavimento adicional, la anchura de los márgenes no debe ser inferior a la correspondiente a los tramos rectilíneos adyacentes de la calle de rodaje.

3.10.2 La superficie de los márgenes de las calles de rodaje destinadas a ser utilizadas por aviones equipados con turbinas, debe prepararse de modo que resista a la erosión y no dé lugar a la ingestión de materiales sueltos de la superficie por los motores de los aviones.

3.11 Franjas de las calles de rodaje

3.11.1 Cada calle de rodaje, excepto las calles de acceso al puesto de estacionamiento de aeronave, debe estar situada dentro de una franja.

Anchura de las franjas de las calles de rodaje

3.11.2 Cada franja de calle de rodaje debe extenderse simétricamente a ambos lados del eje de la calle de rodaje y en toda la longitud de ésta hasta la distancia con respecto al eje especificado en la columna 11 de la Tabla 3-1, por lo menos.

Objetos en las franjas de las calles de rodaje

Nota.- En 9.9 se ofrece información con respecto al emplazamiento de equipo e instalaciones en las franjas de las calles de rodaje.

3.11.3 La franja de la calle de rodaje debe estar libre de objetos que puedan poner en peligro a los aviones en rodaje.

Nota 1.- Deberán tenerse en cuenta el emplazamiento y el diseño de los desagües en las franjas de las calles de rodaje para evitar daños en los aviones que accidentalmente se salgan de la calle de rodaje. Es posible que se requieran tapas de desagüe especialmente diseñadas.

Nota 2.- Cuando se instalen conductos de aguas pluviales descubiertos o cubiertos, deberá verificarse que su estructura no se extienda por encima del suelo circundante para que no se consideren un obstáculo. Véase también la Nota 1 de 3.11.6.

Nota 3.- Es necesario prestar particular atención al diseño y mantenimiento de un conducto de aguas pluviales descubierto a fin de evitar la atracción de fauna silvestre, especialmente aves. De ser necesario, puede cubrirse con una red.

Nivelación de las franjas de las calles de rodaje

3.11.4 La parte central de una franja de calle de rodaje debe proporcionar una zona nivelada a una distancia del eje de la calle de rodaje no inferior a la indicada en la siguiente tabla:

— 10,25 m cuando la OMGWS sea de hasta 4,5 m (exclusive);
— 11 m cuando la OMGWS sea desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive);
— 12,50 m cuando la OMGWS sea desde 6 m hasta 9 m (exclusive);
— 18,50 m cuando la OMGWS sea desde 9 m hasta 15 m (exclusive), cuando la letra de clave sea D;
— 19 m cuando la OMGWS sea de 9 m hasta 15 m (exclusive), cuando la letra de clave sea E; y
— 22 m cuando la OMGWS sea de 9 m hasta 15 m (exclusive), cuando la clave de letra sea F.

Pendientes de las franjas de las calles de rodaje

3.11.5 La superficie de la franja situada al borde de una calle de rodaje o del margen correspondiente, si se provee, debe estar al mismo nivel que éstos y su parte nivelada no debe tener una pendiente transversal ascendente que exceda del:

— 2,5% para las franjas de las calles de rodaje cuando la letra de clave sea C, D, E o F; y

— 3% para las franjas de las calles de rodaje cuando la letra de clave sea A o B; la pendiente ascendente se mide utilizando como referencia la pendiente transversal de la calle de rodaje contigua, y no la horizontal. La pendiente transversal descendente no debe exceder del 5%, medido con referencia a la horizontal.

3.11.6 Las pendientes transversales de cada parte de la franja de una calle de rodaje, más allá de la parte nivelada, no debe exceder una pendiente ascendente o descendente del 5% medida hacia afuera de la calle de rodaje.

Nota 1.- Donde se considere necesario para lograr un desagüe adecuado, puede permitirse un conducto de aguas pluviales descubierto en la parte no nivelada de la franja de una calle de rodaje, que se colocará lo más alejado posible de la calle de rodaje.

Nota 2.- En el procedimiento del servicio de salvamento y Extinción de Incendios (SEI) de los aeródromos, sería necesario tener en cuenta el emplazamiento de los conductos de aguas pluviales descubiertos dentro de la parte no nivelada de la franja de una calle de rodaje.

3.12 Apartaderos de espera, puntos de espera de la pista, puntos de espera intermedios, y puntos de espera en la vía de vehículos

3.12.1 Cuando haya una gran densidad de tránsito deben proveerse uno o más apartaderos de espera.

3.12.2 Se deben establecer uno o más puntos de espera de la pista:

a) en la calle de rodaje, en la intersección de la calle de rodaje y una pista; y

b) en la intersección de una pista con otra pista cuando la primera pista forma parte de una ruta normalizada para el rodaje.

3.12.3 Se debe establecer un punto de espera de la pista en una calle de rodaje cuando el emplazamiento o la alineación de la calle de rodaje sea tal que las aeronaves en rodaje o vehículos puedan infringir las superficies limitadoras de obstáculos o interferir en el funcionamiento de las radioayudas para la navegación.

3.12.4 Debe establecerse un punto de espera intermedio en una calle de rodaje en cualquier punto que no sea un punto de espera de la pista, cuando sea conveniente definir un límite de espera específico.

3.12.5 Se debe establecer un punto de espera en la vía de vehículos en la intersección de una vía de vehículos con una pista.

Emplazamiento

3.12.6 La distancia entre un apartadero de espera, un punto de espera de la pista establecido en una intersección de calle de rodaje/pista o un punto de espera en la vía de vehículos y el eje de una pista se ajustará a lo indicado en la Tabla 3-2 y, en el caso de una pista para aproximaciones de precisión, debe ser tal que una aeronave o un vehículo que esperan no interfieran con el funcionamiento de las radioayudas para la navegación ni penetren la superficie de transición interna.

3.12.7 A una elevación superior a 700 m (2 300 ft), la distancia de 90 m que se especifica en la Tabla 3-2 para una pista de aproximación de precisión de número de clave 4, debe aumentarse del modo que se indica a continuación:

a) hasta una elevación de 2 000 m (6 600 ft), 1 m por cada 100 m (330 ft) en exceso de 700 m (2 300 ft);

b) una elevación en exceso de 2 000 m (6 600 ft) y hasta 4 000 m (13 320 ft); 13 m más 1,5 m por cada 100 m (330 ft) en exceso de 2 000 m (6 600 ft); y

c) una elevación en exceso de 4 000 m (13 320 ft) y hasta 5 000 m (16 650 ft); 43 m más 2 m por cada 100 m (330 ft) en exceso de 4 000 m (13 320 ft).

3.12.8 Si la elevación de un apartadero de espera, de un punto de espera de la pista, o de un punto de espera en la vía de vehículos, es superior a la del umbral de la pista, en el caso de pistas de aproximación de precisión cuyo número de clave sea 4, la distancia que se indica en la Tabla 3-2 debe aumentarse otros 5 m por cada metro de diferencia de elevación entre la del apartadero o punto de espera y la del umbral.

3.12.9 El emplazamiento de un punto de espera de la pista, establecido de conformidad con 3.12.3, debe ser tal que la aeronave o vehículo en espera no infrinja la zona despejada de obstáculos, la superficie de aproximación, la superficie de ascenso en el despegue ni el área crítica/sensible del ILS, ni interfiera en el funcionamiento de las radioayudas para la navegación.

Tabla 3-2. Distancias mínimas entre el eje de la pista y un apartadero de espera, un punto de espera de la pista o punto de espera en la vía de vehículos

Tipo de pista	Número de clave			
	1	2	3	4
Aproximación visual	30 m	40 m	75 m	75 m
Aproximación que no es de precisión	40 m	40 m	75 m	75 m
Aproximación de precisión de Categoría I	60 m[b]	60 m[b]	90 m[a,b]	90 m [a,b]
Aproximación de precisión de Categorías II y III	—	—	90 m [a,b]	90 m [a,b]
Pista de despegue	30 m	40 m	75 m	75 m

a. Si la elevación del apartadero de espera, del punto de espera de la pista o del punto de espera en la vía de vehículos es inferior a la del umbral de la pista, la distancia puede disminuirse 5 m por cada metro de diferencia entre el apartadero o punto de espera y el umbral, a condición de no penetrar la superficie de transición interna.
b. Puede ser necesario aumentar esta distancia en el caso de las pistas de aproximación de precisión, a fin de no interferir con las radioayudas para la navegación, en particular, con las instalaciones relativas a trayectoria de planeo y localizadores.

Nota 1.- La distancia de 90 m para el número de clave 3 ó 4 se basa en aeronaves con un empenaje de 20 m de altura, una distancia entre la proa y la parte más alta del empenaje de 52,7 m y una altura de la proa de 10 m en espera, a un ángulo de 45°o más con respecto al eje de la pista, hallándose fuera de la zona despejada de obstáculos y sin tenerla en cuenta para el cálculo de la OCA/H.

Nota 2.- La distancia de 60 m para el número de clave 2 se basa en una aeronave con un empenaje de 8 m de altura, una distancia entre la proa y la parte más alta del empenaje de 24,6 m y una altura de la proa de 5,2 m en espera, a un ángulo de 45° o más con respecto al eje de la pista, hallándose fuera de la zona despejada de obstáculos.
.
Nota.3- Para el número de clave 4, donde la anchura del borde interior de la superficie de aproximación interna sea de más de 120 m, puede ser necesaria una distancia de más de 90 m para garantizar que una aeronave en espera esté fuera de la zona despejada de obstáculos. Por ejemplo, una distancia de 100 m se basa en aeronaves con un empenaje de 24 m de altura, una distancia entre la proa y la parte más alta del empenaje de 62,2 m y una altura de la proa de 10 m en espera, a un ángulo de 45º o más con respecto al eje de la pista, hallándose fuera de la zona despejada de obstáculos.

3.13 Plataformas

Nota.- Las siguientes disposiciones regirán cuando un aeródromo cuente con Plataformas.

Generalidades

3.13.1 Deben proveerse plataformas donde sean necesarias para que el embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo, así como las operaciones de servicio a las aeronaves puedan hacerse sin obstaculizar el tránsito del aeródromo.

Extensión de las plataformas

3.13.2 El área total de las plataformas debe ser suficiente para permitir el movimiento rápido del tránsito de aeródromo en los períodos de densidad máxima prevista.

Resistencia de las plataformas

3.13.3 Toda parte de la plataforma debe soportar el tránsito de las aeronaves que hayan de utilizarla, teniendo en cuenta que algunas porciones de la plataforma estarán sometidas a mayor intensidad de tránsito y mayores esfuerzos que la pista como resultado del movimiento lento o situación estacionaria de las aeronaves.

Pendientes de las plataformas

3.13.4 Las pendientes de una plataforma, comprendidas las de una calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves, deben ser suficientes para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero sus valores deben mantenerse lo más bajos que permitan los requisitos de drenaje.

3.13.5 En un puesto de estacionamiento de aeronaves, la pendiente máxima no debe exceder del 1%.

Márgenes de separación en los puestos de estacionamiento de aeronave

3.13.6 Un puesto de estacionamiento de aeronaves debe proporcionar los siguientes márgenes mínimos de separación entre la aeronave entre o salga del puesto y cualquier edificio, aeronave en otro puesto de estacionamiento u otros objetos adyacentes:

Letra de clave	Margen
A	3 m
B	3 m
C	4,5 m
D	7,5 m
E	7,5 m
F	7,5 m

De presentarse circunstancias especiales que lo justifiquen, estos márgenes pueden reducirse en los puestos de estacionamiento de aeronaves con la proa hacia adentro, cuando la letra de clave sea D, E o F:

a) entre la terminal, incluido cualquier puente fijo de pasajeros y la proa de la aeronave; y

b) en cualquier parte del puesto de estacionamiento equipado con guía azimutal proporcionada por algún sistema de guía de atraque visual.

Nota.- En las plataformas, debe tomarse en consideración la provisión de calles de servicio y zonas para maniobras y depósito de equipo terrestre.

3.14 Puesto de estacionamiento aislado para aeronaves

3.14.1 Se debe designar un puesto de estacionamiento aislado para aeronaves o se informará a la torre de control del aeródromo de un área o áreas adecuadas para el estacionamiento de una aeronave que se sepa o se sospeche que está siendo objeto de interferencia ilícita, o que por otras razones necesita ser aislada de las actividades normales del aeródromo.

3.14.2 El puesto de estacionamiento aislado para aeronaves debe estar ubicado a la máxima distancia posible, pero en ningún caso a menos de 100 m de los otros puestos de estacionamiento, edificios o áreas públicas, etc. Debe tenerse especial cuidado en asegurar que el puesto de estacionamiento no esté ubicado sobre instalaciones subterráneas de servicio, tales como gas y combustible de aviación, y, dentro de lo posible, cables eléctricos o de comunicaciones.

3.15 Instalaciones de deshielo/antihielo

Nota.- La seguridad y la eficiencia de las operaciones de aviones son de capital importancia cuando se trata de diseñar instalaciones de deshielo y antihielo de aviones.

Generalidades

3.15.1 En los aeródromos en que se prevean condiciones de engelamiento debe proporcionarse instalaciones de deshielo/antihielo de aviones.

Emplazamiento

3.15.2 Debe proveerse instalaciones de deshielo/antihielo en los puestos de estacionamiento de aeronaves o en áreas distantes específicas a lo largo de la calle de rodaje que conduce a la pista destinada a despegue, siempre que se establezcan los arreglos de desagüe adecuados para recoger y eliminar de manera segura el excedente de líquido de deshielo y antihielo a fin de evitar la contaminación de aguas subterráneas. Asimismo, deberían considerarse las repercusiones del volumen de tráfico y del régimen de salidas.

Nota 1.- Uno de los factores que más influyen en el emplazamiento de la instalación de deshielo/antihielo es la necesidad de asegurar que el tiempo máximo de efectividad del tratamiento antihielo todavía esté vigente al término del rodaje y al darse al avión objeto de tratamiento la autorización de despegue.

Nota 2.- Las instalaciones distantes compensan las condiciones meteorológicas cambiantes cuando se prevén condiciones de engelamiento o ventisca alta a lo largo de la ruta de rodaje que toma el avión hacia la pista destinada a despegue.

3.15.3 Las instalaciones de deshielo/antihielo debe emplazarse de modo que queden fuera de las superficies limitadoras de obstáculos especificadas en el Capítulo 4, y no causen interferencia en las radioayudas para la navegación, asimismo deberían ser claramente visibles desde la torre de control de tránsito aéreo para dar la autorización pertinente al avión que recibe tratamiento.

3.15.4 Las instalaciones de deshielo/antihielo debe emplazarse de modo que permitan la circulación expedita del tránsito, quizás mediante una configuración de circunvalación, y no se requieran maniobras de rodaje no habituales para entrar y salir de ellas.

Nota.- Los efectos de chorro de los reactores que produce un avión en movimiento en otros aviones que reciben el tratamiento antihielo o que van en rodaje detrás, habrán de tenerse en cuenta para evitar que se vea afectada la calidad del tratamiento.

Tamaño y número de las áreas de deshielo/antihielo

Nota.- Un área de deshielo/antihielo de aviones consta de a) un área interior donde se estaciona el avión que va a recibir el tratamiento, y b) un área exterior para el movimiento de dos o más unidades móviles de equipo de deshielo/antihielo.

3.15.5 El tamaño del área de deshielo/antihielo debe ser igual al área de estacionamiento que se requiere para los aviones más exigentes en una categoría dada con una zona pavimentada libre de por lo menos 3,8 m alrededor del avión para el movimiento de los vehículos de deshielo/antihielo.

Nota.- Cuando se provea más de un área de deshielo/antihielo, se tendrá en cuenta que las zonas para el movimiento de vehículos de deshielo/antihielo que se proporcionan en áreas de deshielo/antihielo adyacentes no se superpongan, y que sean exclusivas de cada una de estas áreas. Asimismo, será preciso tener en cuenta que la circulación de otros aviones por la zona tendrá que realizarse de conformidad con las distancias de separación que se especifican en 3.15.9 y 3.15.10.

3.15.6 El número de áreas de deshielo/antihielo que se necesitan debe determinarse en función de las condiciones meteorológicas, el tipo de aviones que va a recibir tratamiento, el método de aplicación del líquido de deshielo/antihielo, el tipo y la capacidad del equipo que se usa para el tratamiento y el régimen de salidas.

Pendientes de las áreas de deshielo/antihielo

3.15.7 Debe proveerse áreas de deshielo/antihielo con pendiente adecuada para asegurar un drenaje satisfactorio de la zona y permitir recoger todo el líquido de deshielo/antihielo excedente que se derrama de la aeronave. La pendiente longitudinal máxima debe ser lo más reducida posible y la pendiente transversal debe ser del 1% como máximo.

Resistencia de las áreas de deshielo/antihielo

3.15.8 Las áreas de deshielo/antihielo debe tener capacidad de soportar el tráfico de las aeronaves para las cuales está previsto que presten servicio, teniendo en cuenta el hecho de que las áreas de deshielo/antihielo, al igual que las plataformas, estarán sujetas a una densidad de tráfico más intensa y, debido a que las aeronaves que reciben tratamiento se desplazan lentamente o bien están estacionadas, a esfuerzos más intensos que las pistas.

Distancias de separación en las áreas de deshielo/antihielo

3.15.9 Las áreas de deshielo/antihielo debe proveer las distancias mínimas especificadas en 3.13.6 para los puestos de estacionamiento de aeronaves. Si el trazado del área incluye una configuración de circunvalación, deberían proporcionarse las distancias de separación mínimas que se especifican en la Tabla 3-1, columna 13.

3.15.10 Cuando las instalaciones de deshielo/antihielo estén emplazadas junto a una calle de rodaje ordinaria, debe proporcionarse la distancia de separación mínima de calle de rodaje especificada en la Tabla 3-1, columna 11. (Véase la Figura 3-4).

Consideraciones relativas al medio ambiente

Nota.- El excedente de líquido de deshielo/antihielo que se derrama de los aviones encierra el peligro de contaminación del agua subterránea, además de afectar a las características de rozamiento de la superficie del pavimento.

3.15.11 Al realizar actividades de deshielo/antihielo, el desagüe de la superficie debe planificarse de modo que el excedente de líquido de deshielo/antihielo se recoja separadamente, evitando que se mezcle con el escurrimiento normal para que no se contamine el agua en el terreno.

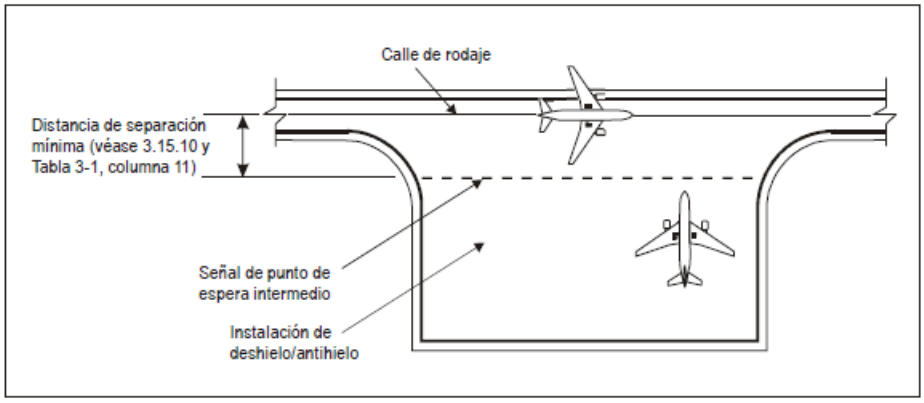


Figura 3-4. Distancia de separación mínima en las instalaciones de deshielo/antihielo

CAPÍTULO 4. RESTRICCIÓN Y ELIMINACIÓN DE OBSTÁCULOS

Nota 1.- La finalidad de las especificaciones del presente capítulo es definir el espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de aviones previstas y evitar que los aeródromos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores. Esto se logra mediante una serie de superficies limitadoras de obstáculos que marcan los límites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo.

Nota 2.- Los objetos que atraviesan las superficies limitadoras de obstáculos especificadas en este capítulo, pueden, en ciertas circunstancias, dar lugar a una mayor altitud o altura de franqueamiento de obstáculos en el procedimiento de aproximación por instrumentos o en el correspondiente procedimiento de aproximación visual en circuito

Nota 3.- En 5.3.5.41 a 5.3.5.45 se indica lo relativo al establecimiento y a los requisitos de las superficies de protección contra obstáculos para los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.

4.1 Superficies limitadoras de obstáculos

Superficie cónica

4.1.1 Descripción.- Superficie cónica. Una superficie de pendiente ascendente y hacia afuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna.

4.1.2 Características.- Los límites de la superficie cónica deben comprender:

a) un borde inferior que coincide con la periferia de la superficie horizontal interna; y
b) un borde superior situado a una altura determinada sobre la superficie horizontal interna.

4.1.3 La pendiente de la superficie cónica se debe medir en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna correspondiente.

Superficie horizontal interna

4.1.4 Descripción.- Superficie horizontal interna. Superficie situada en un plano horizontal sobre un aeródromo y sus alrededores.

4.1.5 Características.- El radio o límites exteriores de la superficie horizontal interna se deben medir desde el punto o puntos de referencia que se fijen con este fin.

4.1.6 La altura de la superficie horizontal interna se debe medir por encima de la elevación de referencia. La Elevación de Referencia para esta superficie, debe ser determinada mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\mathrm{ER} = \mathrm{PRB} + \frac{1}{3}|\Delta \mathrm{PR}|$$

Donde:
ER : Elevación de Referencia.
PRB: Elevación del Umbral más Bajo.
PRA: Elevación del Umbral más Alto.
ΔPR: Diferencia entre el PRA y PRB (PRA - PRB).

Superficie de aproximación

4.1.7 Descripción.- Superficie de aproximación. Plano inclinado o combinación de planos anteriores al umbral.

4.1.8 Características.- Los límites de la superficie de aproximación deben ser:

a) un borde interior de longitud especificada, horizontal y perpendicular a la prolongación del eje de pista y situado a una distancia determinada antes del umbral;

b) dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de pista;

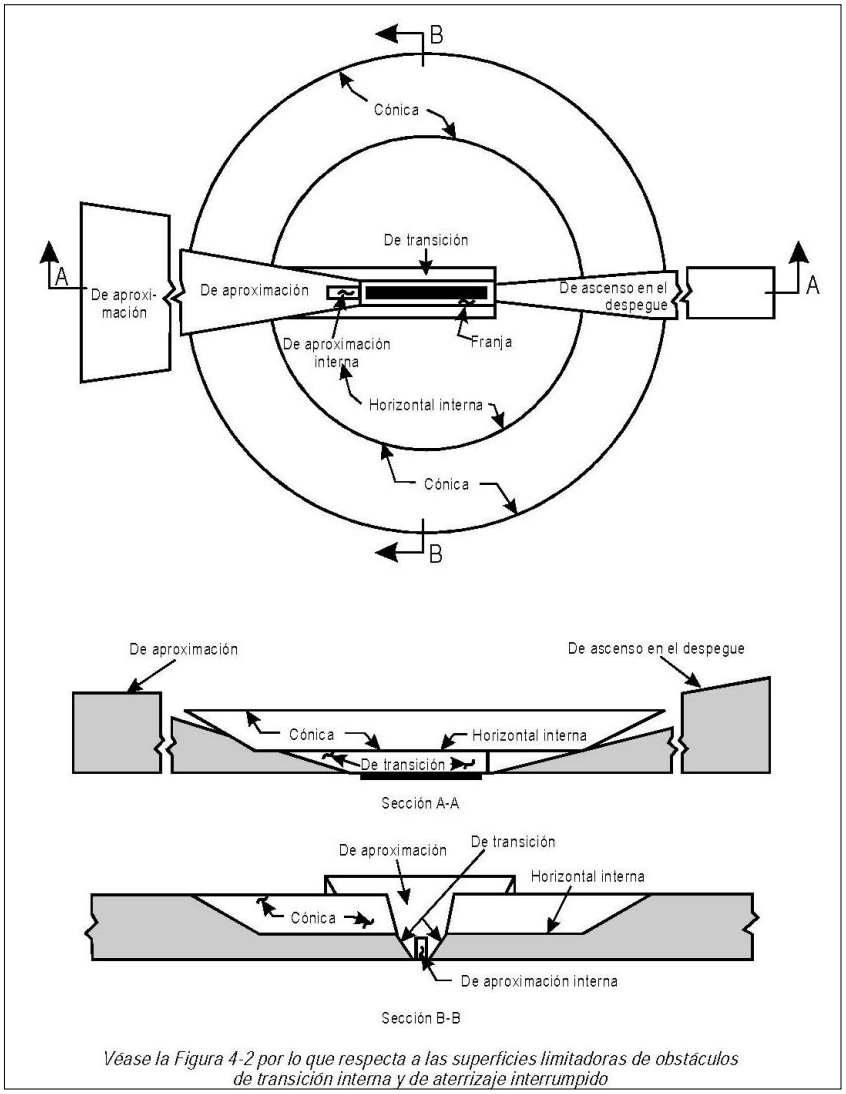


Figura 4-1. Superficies limitadoras de obstáculos

c) un borde exterior paralelo al borde interior; y
d) las superficies mencionadas variarán cuando se realicen aproximaciones con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva. Específicamente, los dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de la derrota con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva (Ver Figura 4-1).

4.1.9 La elevación del borde interior debe ser igual a la del punto medio del umbral.

4.1.10 La pendiente o pendientes de la superficie de aproximación se deben medir en el plano vertical que contenga al eje de pista y continuará conteniendo al eje de toda derrota con desplazamiento lateral o en curva.

Superficie de aproximación interna
Nota- Véase la Figura 4-2

4.1.11 Descripción.- Superficie de aproximación interna. Porción rectangular de la superficie de aproximación inmediatamente anterior al umbral.

4.1.12 Características.- Los límites de la superficie de aproximación interna deben ser:

a) un borde interior que coincide con el emplazamiento del borde interior de la superficie de aproximación pero que posee una longitud propia determinada;
b) dos lados que parten de los extremos del borde interior y se extienden paralelamente al plano vertical que contiene el eje de pista; y
c) un borde exterior paralelo al borde interior.

Superficie de transición

4.1.13 Descripción.- Superficie de transición. Superficie compleja que se extiende a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia afuera hasta la superficie horizontal interna.

4.1.14 Características.- Los límites de una superficie de transición deben ser:

a) un borde inferior que comienza en la intersección del borde de la superficie de aproximación con la superficie horizontal interna y que se extiende siguiendo el borde de la superficie de aproximación hasta el borde interior de la superficie de aproximación y desde allí, por toda la longitud de la franja, paralelamente al eje de pista; y
b) un borde superior situado en el plano de la superficie horizontal interna.

4.1.15 La elevación de un punto en el borde inferior debe ser:

a) a lo largo del borde de la superficie de aproximación: igual a la elevación de la superficie de aproximación en dicho punto; y
b) a lo largo de la franja: igual a la elevación del punto más próximo sobre el eje de la pista o de su prolongación. La intersección de la superficie de transición con la superficie horizontal interna debe ser también una línea curva o recta dependiendo del perfil de la pista.

4.1.16 La pendiente de la superficie de transición se debe medir en un plano vertical perpendicular al eje de la pista.

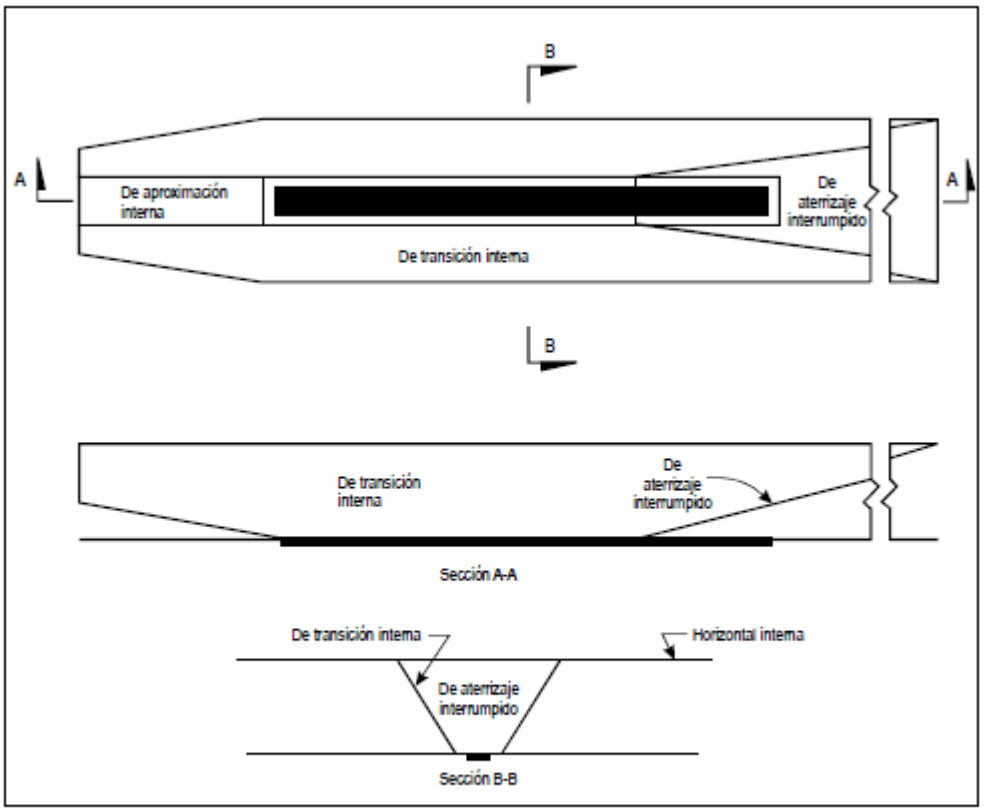


Figura 4-2. Superficies Limitadoras de Obstáculos de aproximación interna, de transición y de aterrizaje interrumpido.

Superficie de transición interna

4.1.17 Descripción.- Superficie de transición interna. Superficie similar a la superficie de transición pero más próxima a la pista. La función de la superficie de transición definida en 4.1.13 es la de servir en todos los casos de superficie limitadora de obstáculos para los edificios, etc.

4.1.18 Características.- Los límites de la superficie de transición interna deben ser:

a) un borde inferior que comience al final de la superficie de aproximación interna y que se extienda a lo largo del lado de la superficie de aproximación interna hasta el borde interior de esta superficie; desde allí a lo largo de la franja paralela al eje de pista hasta el borde interior de la superficie de aterrizaje interrumpido y desde allí hacia arriba a lo largo del lado de la superficie de aterrizaje interrumpido hasta el punto donde el lado corta la superficie horizontal interna; y
b) un borde superior situado en el plano de la superficie horizontal interna.

4.1.19 La elevación de un punto en el borde inferior debe ser:

a) a lo largo del lado de la superficie de aproximación interna y de la superficie de aterrizaje interrumpido: igual a la elevación de la superficie considerada en dicho punto; y
b) a lo largo de la franja: igual a la elevación del punto más próximo sobre el eje de pista o de su prolongación. La intersección de la superficie de transición interna con la superficie horizontal interna debe ser también una línea curva o recta dependiendo del perfil de la pista.

4.1.20 La pendiente de la superficie de transición interna se debe medir en un plano vertical perpendicular al eje de pista. (Ver Figura 4-2)

Superficie de aterrizaje interrumpido

4.1.21 Descripción.- Superficie de aterrizaje interrumpido. Plano inclinado situado a una distancia especificada después del umbral, que se extiende entre las superficies de transición internas.

4.1.22 Características.- Los límites de la superficie de aterrizaje interrumpido deben ser:

a) un borde interior horizontal y perpendicular al eje de pista, situado a una distancia especificada después del umbral;
b) dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado del plano vertical que contiene el eje de pista; y
c) un borde exterior paralelo al borde interior y situado en el plano de la superficie horizontal interna.

4.1.23 La elevación del borde interior debe ser igual a la del eje de pista en el emplazamiento del borde interior.

4.1.24 La pendiente de la superficie de aterrizaje interrumpido se debe medir en el plano vertical que contenga el eje de la pista. (Ver Figura 4-2)

Superficie de ascenso en el despegue

4.1.25 Descripción.- Superficie de ascenso en el despegue. Plano inclinado u otra superficie especificada situada más allá del extremo de una pista o zona libre de obstáculos.

4.1.26 Características.- Los límites de la superficie de ascenso en el despegue deben ser:

a) un borde interior, horizontal y perpendicular al eje de pista situado a una distancia especificada más allá del extremo de la pista o al extremo de la zona libre de obstáculos, cuando la hubiere, y su longitud excede a la distancia especificada;
b) dos lados que parten de los extremos del borde interior y que divergen uniformemente, con un ángulo determinado respecto a la derrota de despegue, hasta una anchura final especificada, manteniendo después dicha anchura a lo largo del resto de la superficie de ascenso en el despegue; y
c) un borde exterior horizontal y perpendicular a la derrota de despegue especificada.

4.1.27 La elevación del borde interior debe ser igual a la del punto más alto de la prolongación del eje de pista entre el extremo de ésta y el borde interior; o a la del punto más alto sobre el suelo en el eje de la zona libre de obstáculos, cuando exista ésta.

4.1.28 En el caso de una trayectoria de despegue rectilínea la pendiente de la superficie de ascenso en el despegue se debe medir en el plano vertical que contenga el eje de pista.

4.1.29 En el caso de una trayectoria de vuelo de despegue en la que intervenga un viraje, la superficie de ascenso en el despegue debe ser una superficie compleja que contenga las normales horizontales a su eje; la pendiente del eje debe ser igual que la de la trayectoria de vuelo de despegue rectilínea.

4.1.30 Apantallamiento

El apantallamiento se aplica cuando algún objeto, un edificio existente o el terreno natural, sobresale por encima de una de las superficies limitadoras de obstáculos que se describen en el presente documento; todo obstáculo artificial de presencia permanente, para que sea considerado como elemento dominante o que “apantalla” a otros objetos a su alrededor dentro de un área especificada, debe contar con la autorización para la construcción y/o instalación que otorga la DGAC; los obstáculos naturales permanentes (cerros) no requieren de la respectiva autorización.
Los métodos de apantallamiento se describen en el Apéndice 11.

4.1.31 Construcciones en las inmediaciones de los aeródromos

En el perímetro y áreas bajo las superficies limitadoras de obstáculos de los aeródromos y/o aeropuertos no deben realizarse construcciones, plantaciones u obras de cualquier naturaleza, sin obtener la autorización para la construcción y/o instalación dentro de las SLO de aeropuertos y/o aeródromos públicos ó privados, otorgada por la DGAC.

4.1.32 Autorización para la Construcción y/o Instalación dentro de las Superficies limitadoras de obstáculos

Los requisitos para las autorizaciones de construcciones y/o instalaciones dentro de las áreas cubiertas por las superficies limitadoras de obstáculos de los aeropuertos y/o aeródromos públicos y privados, se describen en la RAP 139. Las Construcciones o instalaciones dentro de las áreas cubiertas por las superficies limitadoras de obstáculos de los aeropuertos y/o aeródromos se evaluarán además con respecto a las superficies de protección a las ayudas a la navegación aérea descritas en el Apéndice 14 de la presente regulación.

4.1.33 Levantamiento de Obstáculos

a) El explotador de aeródromo debe realizar y notificar a la DGAC cada 2 años como máximo y mantener actualizado el levantamiento de obstáculos dentro del área cubierta por las superficies limitadoras de obstáculos del aeródromo bajo su administración, periodo que rige a partir de su aceptación por la DGAC, a efecto de disponer la notificación de la presencia de los mismos, a través de la AIP-PERÚ.

b) Para el control de obstáculos el explotador de aeródromo debe contar con procedimientos para:
1. Controlar y Vigilar objetos o estructuras en el área de influencia de las superficies limitadoras de obstáculos y superficies de protección de ayudas a la navegación aérea.
2. Vigilar y mantener actualizado los obstáculos en la superficie de ascenso en del despegue y el plano de obstáculo de aeródromo tipo A.
3. Controlar y vigilar los obstáculos dentro y fuera de los límites del aeropuerto.
4. Notificar a la DGAC la naturaleza, ubicación, altura entre otros y cualquier adición o eliminación posterior de obstáculos.
5. El cumplimiento de señalización e iluminación de obstáculos ubicados dentro y fuera del aeródromo.
6. Reducir, eliminar o cumplir los requisitos de frangibilidad de objetos y/o elementos situados dentro de la franja de pista.
7. Gestionar y/o coordinar con las autoridades locales respecto a las autorizaciones de construcción e instalación de elementos no autorizados en el área de influencia de las SLO.
8. Notificar obstáculos y gestionar su inclusión y/o publicación al AIS.

4.2 Requisitos de la limitación de obstáculos

Los requisitos relativos a las superficies limitadoras de obstáculos se determinan en función de la utilización prevista de la pista (despegue o aterrizaje y tipo de aproximación) y se han de aplicar cuando la pista se utilice de ese modo. En el caso de que se realicen operaciones en las dos direcciones de la pista, cabe la posibilidad de que ciertas superficies queden anuladas debido a los requisitos más rigurosos a que se ajustan otras superficies más bajas.

Pistas de vuelo visual

4.2.1 En las pistas de vuelo visual se establecerán las siguientes superficies limitadoras de obstáculos:

- superficie cónica;
- superficie horizontal interna;
- superficie de aproximación; y
- superficies de transición.

4.2.2 Las alturas y pendientes de las superficies no deben ser superiores, ni sus otras dimensiones inferiores, a las que se especifican en la Tabla 4-1.

4.2.3 No se debe permitir la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de una superficie de aproximación o de una superficie de transición, excepto cuando, en opinión de la DGAC, el nuevo objeto o el objeto agrandado esté apantallado por un objeto existente e inamovible.

4.2.4 No debe permitirse la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de la superficie cónica o de la superficie horizontal interna, excepto cuando en opinión de la DGAC, el objeto esté apantallado por otro objeto existente e inamovible, o se determine, tras un EA, que el objeto no compromete la seguridad, ni afecta de modo importante la regularidad de las operaciones de aviones

4.2.5 Reservado.

4.2.6 Al estudiar las propuestas de nuevas construcciones debe tenerse en cuenta la posible construcción, en el futuro, de una pista de aproximación por instrumentos y la consiguiente necesidad de contar con superficies limitadoras de obstáculos más restrictivas.

Pistas para aproximaciones que no son de precisión

4.2.7 En las pistas para aproximaciones que no son de precisión se deben establecer las siguientes superficies limitadoras de obstáculos:

- superficie cónica;
- superficie horizontal interna;
- superficie de aproximación; y
- superficies de transición.

4.2.8 Las alturas y pendientes de las superficies no deben ser superiores, ni sus otras dimensiones inferiores, á las que se especifican en la Tabla 4-1, excepto en el caso de la sección horizontal de la superficie de aproximación (véase 4.2.9).

4.2.9 La superficie de aproximación debe ser horizontal a partir del punto en el que la pendiente de 2,5% corta:

a) un plano horizontal a 150 m por encima de la elevación del umbral; o
b) el plano horizontal que pasa por la parte superior de cualquier objeto que determine la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H); tomándose el que sea más alto.

.

Tabla 4-1 Dimensiones y Pendientes de las Superficies Limitadoras de Obstáculos — Pistas para aproximaciones

PISTAS PARA APROXIMACIONES

	CLASIFICACIÓN DE LAS PÍSTAS									
	APROXIMACIÓN VISUAL				APROXIMACIÓN QUE NO SEA DE PRECISIÓN			APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN		
								CAT I		CAT II ó III
Superficies y dimensiones [a]	Número de clave				Número de clave			Número de clave		
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
CÓNICA										
Pendiente	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	35m	55m	75m	100m	60m	75m	100m	60m	100m	100m
HORIZONTAL INTERNA										
Altura	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m
Radio	2000m	2500m	4000m	4000m	3500m	4000m	4000m	3500m	4000m	4000m
APROXIMACIÓN INTERNA										
Anchura	-	-	-	-	-	-	-	90m	120m[e]	120m[e]
Distancia desde el umbral	-	-	-	-	-	-	-	60m	60m	60m
Longitud	-	-	-	-	-	-	-	900m	900m	900m
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	2,5%	2%	2%
APROXIMACIÓN										
Longitud borde interior	60m	80m	150m	150m	140m	280m	280m	140m	280m	280m
Distancia desde el umbral	30m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera Sección										
Longitud	1600m	2500m	3000m	3000m	2500m	3000m	3000m	3000m	3000m	3000m
Pendiente	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	2%	2%	2,5%	2%	2%
Segunda Sección										
Longitud	-	-	-	-	-	3600m[b]	3600m[b]	12000m	3600m[b]	3600m[b]
Pendiente	-	-	-	-	-	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%
Sección horizontal										
Longitud	-	-	-	-	-	8400m[b]	8400m[b]	-	8400m[b]	8400m[b]
Longitud total	-	-	-	-	-	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m
DE TRANSICIÓN										
Pendiente	20%	20%	14,3%	14,3%	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
DE TRANSICIÓN INTERNA										
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	40%	33,3%	33,3%
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUMPIDO										
Longitud borde interior	-	-	-	-	-	-	-	90m	120m[e]	120m[e]
Distancia desde el umbral	-	-	-	-	-	-	-	[c]	1800m[d]	1800m[d]
Divergencia (a cada lado)	-	-	-	-	-	-	-	10%	10%	10%
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	4%	3,33%	3,33%

a. Salvo indicación contraria, todas las dimensiones se miden horizontalmente.
b. Longitud variable (véase 4.2.9 ó 4.2.17)
c. Distancia hasta el extremo de la franja.
d. O distancia hasta el extremo de pista, si esta distancia es menor.
e. Cuando la letra de clave sea F [Columna (3) de la Tabla 1-1], la anchura se aumenta a 140 m. salvo en los aeródromos con capacidad para aviones de letra de clave F equipados con aviónica digital que tienen mandos de dirección para mantener una ruta establecida durante una maniobra de "motor y al aire"

Nota. – Véanse las Circulares 301, 345, y el Capítulo 4 de los PANS – Aerodromos, parte I (Doc. 9981) para obtener más información.

4.2.10 No se debe permitir la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de una superficie de aproximación, dentro de la distancia de 3 000 m del borde interior o por encima de una superficie de transición, excepto cuando, en opinión de la DGAC, el nuevo objeto o el objeto agrandado esté apantallado por un objeto existente e inamovible.

4.2.11 No se deben permitir la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de la superficie de aproximación, a partir de un punto situado más allá de 3 000 m del borde interno, o por encima de la superficie cónica o de la superficie horizontal interna, excepto cuando, en opinión de la DGAC, el objeto estuviera apantallado por otro objeto existente e inamovible, o se determine, tras un estudio aeronáutico, que el objeto no comprometería la seguridad, ni afectaría de modo importante la regularidad de las operaciones de aviones.

4.2.12 Reservado.

Pistas para aproximaciones de precisión

4.2.13 Respecto a las pistas para aproximaciones de precisión de Categoría I se deberán establecer las siguientes superficies limitadoras de obstáculos:
- superficie cónica;
- superficie horizontal interna;
- superficie de aproximación; y
- superficies de transición.

4.2.14 Reservado.

4.2.15 Respecto a las pistas para aproximaciones de precisión de Categoría II o III se deben establecer las siguientes superficies limitadoras de obstáculos.

- superficie cónica;
- superficie horizontal interna;
- superficie de aproximación;
- superficie de aproximación interna;
- superficies de transición;
- superficies de transición interna; y
- superficie de aterrizaje interrumpido

4.2.16 Las alturas y pendientes de las superficies no serán superiores, ni sus otras dimensiones inferiores, a las que se especifican en la Tabla 4-1, excepto en el caso de la sección horizontal de la superficie de aproximación (véase 4.2.17).

4.2.17 La superficie de aproximación debe ser horizontal a partir del punto en el que la pendiente de 2,5% corta:

a) un plano horizontal a 150 m por encima de la elevación del umbral; o
b) el plano horizontal que pasa por la parte superior de cualquier objeto que determine el límite de franqueamiento de obstáculos; tomándose el que sea mayor.

4.2.18 No se deben permitir objetos fijos por encima de la superficie de aproximación interna, de la superficie de transición interna o de la superficie de aterrizaje interrumpido, con excepción de los objetos frangibles que, por su función, deban estar situados en la franja. No se permitirán objetos móviles sobre estas superficies durante la utilización de la pista para aterrizajes.

4.2.19 No se debe permitir la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de una superficie de aproximación, o de una superficie de transición, excepto cuando, en opinión de la DGAC, el nuevo objeto o el objeto agrandado esté apantallado por un objeto existente e inamovible.

4.2.20 No debe permitirse la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de la superficie cónica y de la superficie horizontal interna, excepto cuando, en opinión de la DGAC, el objeto estuviera apantallado por otro objeto existente e inamovible, o se determine, tras un estudio aeronáutico, que el objeto no comprometería la seguridad, ni afectaría de modo importante la regularidad de las operaciones de aviones.

4.2.21 Reservado.

Pistas destinadas al despegue

4.2.22 En las pistas destinadas al despegue se debe establecer la siguiente superficie limitadora de obstáculos:

- superficie de ascenso en el despegue.

4.2.23 Las dimensiones de las superficies no serán inferiores a las que se especifican en la Tabla 4-2 salvo que podrá adoptarse una longitud menor para la superficie de ascenso en el despegue cuando dicha longitud sea compatible con las medidas reglamentarias adoptadas para regular el vuelo de salida de los aviones.

4.2.24 Deben examinarse las características operacionales de los aviones para los que dicha pista esté prevista para determinar si es conveniente reducir la pendiente especificada en la Tabla 4-2 cuando se hayan de tener en cuenta condiciones críticas de operación. Si se reduce la pendiente especificada, debe hacerse el correspondiente ajuste en la longitud del área de ascenso en el despegue, para proporcionar protección hasta una altura de 300 m.

Nota.- Cuando las condiciones locales sean muy distintas de las condiciones de la atmósfera tipo al nivel del mar, puede ser aconsejable reducir la pendiente especificada en la Tabla 4-2. La importancia de esta reducción depende de la diferencia entre las condiciones locales y las condiciones de la atmósfera tipo al nivel del mar, así como de las características de performance y de los requisitos de operación de los aviones para los que dicha pista esté prevista.

4.2.25 No se permitirá la presencia de nuevos objetos ni agrandar los existentes por encima de una superficie de ascenso en el despegue, excepto cuando, en opinión de la DGAC; el nuevo objeto o el objeto agrandado esté apantallado por un objeto existente e inamovible.

Tabla 4-2. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

PISTAS DESTINADAS AL DESPEGUE

SUPERFICIES Y DIMENSIONES [(a)]	**NÚMEROS DE CLAVE**		
	1	**2**	**3 ó 4**
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**
DE ASCENSO EN EL DESPEGUE			
Longitud del borde interior	60m	80m	180m
Distancia desde el extremo de la pista [(b)]	30m	60m	60m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	12,5%
Ancho final	380m	580m	1200m 1800m [(c)]
Longitud	1600m	2500m	15 000m
Pendiente	5%	4%	2%

a. Salvo indicación contraria, todas las dimensiones se miden horizontalmente.
b. La superficie de ascenso en el despegue comienza en el extremo de la zona libre de obstáculos, si la longitud de ésta excede de la distancia especificada.
c. 1800 m cuando la derrota prevista incluya cambios de rumbo mayores de 15° en las operaciones realizadas en IMC, o en VMC durante la noche,

4.2.26 Si ningún objeto llega a la superficie de ascenso en el despegue, de 2% (1:50) de pendiente, debe limitarse la presencia de nuevos objetos a fin de preservar la superficie libre de obstáculos existente, o una superficie que tenga una pendiente de 1,6% (1:62,5).

4.2.27 Reservado.

4.3 Objetos situados fuera de las superficies limitadoras de obstáculos

4.3.1 Deben adoptarse las medidas oportunas para consultar a la DGAC cuando exista el propósito de levantar construcciones, más allá de los límites de las superficies limitadoras de obstáculos, que se eleven por encima de la altura fijada por dicha autoridad, de forma que pueda procederse a un estudio aeronáutico de los efectos de tales construcciones en las operaciones de los aviones.

4.3.2 En las áreas distintas de las reguladas por las superficies limitadoras de obstáculos deben considerarse como obstáculos por lo menos los objetos que se eleven hasta una altura de 150 m o más sobre el terreno, a no ser que un estudio especial aeronáutico demuestre que no constituyen ningún peligro para los aviones.

Nota.- En dicho estudio se podría tener en cuenta la naturaleza de las operaciones y distinguir entre operaciones diurnas o nocturnas.

4.4 Otros objetos

4.4.1 Los objetos que no sobresalgan por encima de la superficie de aproximación pero que sin embargo puedan comprometer el emplazamiento o el funcionamiento óptimo de las ayudas visuales o las ayudas no visuales, deben plantearse su reubicación o eliminarse

4.4.2 Dentro de los límites de las superficies horizontales interna y cónica debe considerarse como obstáculo, y eliminarse siempre que sea posible, tras realizar un estudio aeronáutico, la DGAC opine que puede constituir un peligro o riesgo para los aviones que se encuentren en el área de movimiento o en vuelo.

Nota. — En ciertas circunstancias, incluso objetos que no sobresalgan por encima de ninguna de las superficies enumeradas en 4.1 pueden constituir un peligro para los aviones, como por ejemplo, uno o más objetos aislados en las inmediaciones de un aeródromo.

CAPÍTULO 5. AYUDAS VISUALES PARA LA NAVEGACIÓN

5.1 Indicadores y dispositivos de señalización

5.1.1 Indicadores de la dirección del viento

Aplicación

5.1.1.1 Un aeródromo debe estar equipado con uno o más indicadores de la dirección del viento.

Emplazamiento

5.1.1.2 Se debe instalar un indicador de la dirección del viento de manera que sea visible desde las aeronaves en vuelo, o desde el área de movimiento, y de modo que no sufra los efectos de perturbaciones del aire producidas por objetos cercanos.

Características

5.1.1.3 El indicador de la dirección del viento debe tener forma de cono truncado y estar hecho de tela, su longitud debe ser por lo menos de 3,6 m, y su diámetro, en la base mayor, por lo menos de 0,9 m. Debe estar construido de modo que indique claramente la dirección del viento en la superficie y dé idea general de su velocidad. El color o colores deben escogerse para que el indicador de la dirección del viento pueda verse e interpretarse claramente desde una altura de por lo menos 300 m teniendo en cuenta el fondo sobre el cual se destaque. De ser posible, debe usarse un solo color, preferiblemente el blanco o el anaranjado. Si hay que usar una combinación de dos colores para que el cono se distinga bien sobre fondos cambiantes, debe preferirse que dichos colores fueran rojo y blanco, anaranjado y blanco, o negro y blanco, y deben estar dispuestos en cinco bandas alternadas, de las cuales la primera y la última deben ser del color más oscuro.

5.1.1.4 El emplazamiento del (los) indicador (es) de la dirección del viento debe señalarse por medio de una banda circular de 15 m de diámetro y 1,2 m de ancho. Esta banda debe estar centrada alrededor del soporte del indicador y debe ser de un color elegido para que haya contraste, de preferencia blanco.

5.1.1.5 En un aeródromo destinado al uso nocturno debe disponerse por lo menos la iluminación de un indicador de la dirección del viento.

5.1.2 Indicador de la dirección de aterrizaje

Emplazamiento

5.1.2.1 Cuando se provea un indicador de la dirección de aterrizaje, se emplazará el mismo en un lugar destacado del aeródromo.

Características

5.1.2.2 El indicador de la dirección de aterrizaje debe ser en forma de “T”.

5.1.2.3 La forma y dimensiones mínimas de la “T” de aterrizaje deben ser las que se indican en la Figura 5-1. El color de la “T” de aterrizaje será blanco o anaranjado eligiéndose el color que contraste mejor con el fondo contra el cual el indicador debe destacarse. Cuando se requiera para el uso nocturno, la “T” de aterrizaje debe estar iluminada, o su contorno delineado mediante luces blancas.

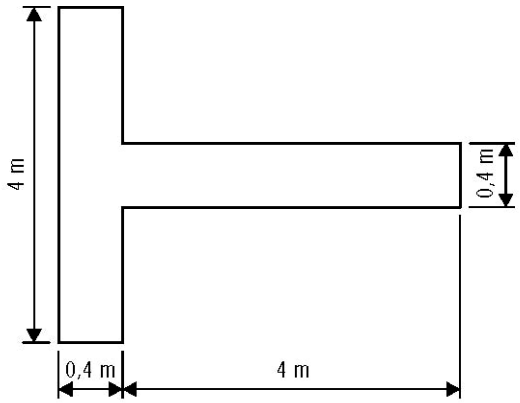


Figura 5-1 Indicador de la dirección de aterrizaje

5.1.3 Lámparas de señales

Aplicación

5.1.3.1 En la torre de control de cada aeródromo controlado se debe disponer de una lámpara de señales.

Características

5.1.3.2 La lámpara de señales debe poder producir señales de los colores rojo, verde y blanco, y:

a) poder dirigirse, manualmente, al objetivo deseado; y
b) producir una señal en un color cualquiera, seguida de otra en cualquiera de los dos colores restantes.
c) Transmitir un mensaje en cualquiera de los tres colores, utilizando el código Morse, a una velocidad de cuatro palabras por minuto como mínimo.

Si se elige la luz verde debe utilizarse el límite restringido de dicho color, como se especifica en el Apéndice 1, 2.1.2.

5.1.3.3 La abertura del haz debe ser no menor de 1° ni mayor de 3°, con intensidad luminosa despreciable en los valores superiores a 3°. Cuando la lámpara de señales esté destinada a emplearse durante el día, la intensidad de la luz de color no debe ser menor de 6 000 cd.

5.1.4 Paneles de señalización y área de señales

Emplazamiento del área de señales

5.1.4.1 El área de señales debe estar situada de modo que sea visible desde todos los ángulos de azimut por encima de un ángulo de 10° sobre la horizontal, visto desde una altura de 300 m.

Características del área de señales

5.1.4.2 El área de señales debe ser una superficie cuadrada llana, horizontal, por lo menos de 9 m de lado.

5.1.4.3 Debe escogerse el color del área de señales para que contraste con los colores de los paneles de señalización utilizados y debe estar rodeado de un borde blanco de 0,3 m de ancho por lo menos.

5.2 Señales

5.2.1 Generalidades

Interrupción de las señales de pista

5.2.1.1 En una intersección de dos (o más) pistas, debe conservar sus señales la pista más importante, con la excepción de las señales de faja lateral de pista, y se deben interrumpir las señales de las otras pistas. Las señales de faja lateral de la pista más importante pueden continuarse o interrumpirse en la intersección.

5.2.1.2 El orden de importancia de las pistas a efectos de conservar sus señales debe ser el siguiente:

1° - pista para aproximaciones de precisión;
2° - pista para aproximaciones que no son de precisión;
3° - pista de vuelo visual.

5.2.1.3 En la intersección de una pista y una calle de rodaje se deben conservar las señales de la pista y se deben interrumpir las señales de la calle de rodaje; excepto que las señales de faja lateral de pista pueden interrumpirse.

Nota.- Véase 5.2.8.7 respecto a la forma de unir las señales de eje de la pista con las de eje de calle de rodaje.

Colores y perceptibilidad

5.2.1.4 Las señales de pista deben ser blancas.

Nota 1.- Se ha observado que, en superficies de pista de color claro, puede aumentarse la visibilidad de las señales blancas bordeándolas de negro.

Nota 2.- Para reducir hasta donde sea posible el riesgo de que la eficacia de frenado sea desigual sobre las señales, es preferible emplear un tipo de pintura adecuado.

Nota 3.- Las señales pueden consistir en superficies continuas o en una serie de fajas longitudinales que presenten un efecto equivalente al de las superficies continuas.

5.2.1.5 Las señales de calle de rodaje, las señales de plataforma de viraje en la pista y las señales de los puestos de estacionamiento de aeronaves deben ser amarillas.

5.2.1.6 Las líneas de seguridad en las plataformas deben ser de un color conspicuo que contraste con el utilizado para las señales de puestos de estacionamiento de aeronaves.

5.2.1.7 En los aeródromos donde se efectúen operaciones nocturnas, las señales de la superficie de los pavimentos en plataformas deben ser de material reflectante diseñado para mejorar la visibilidad de las señales.

Calles de rodaje sin pavimentar

5.2.1.8 Las calles de rodaje sin pavimentar deben estar provistas, siempre que sea posible, de las señales prescritas para las calles de rodaje pavimentadas.

5.2.2 Señal designadora de pista

Aplicación

5.2.2.1 Los umbrales de una pista pavimentada deben tener señales designadoras de pista.

5.2.2.2 En los umbrales de una pista sin pavimentar debe disponerse, en la medida de lo posible, de señales designadoras de pista.

Emplazamiento

5.2.2.3 Una señal designadora de pista se debe emplazar en el umbral de pista de conformidad con las indicaciones de la Figura 5-2.

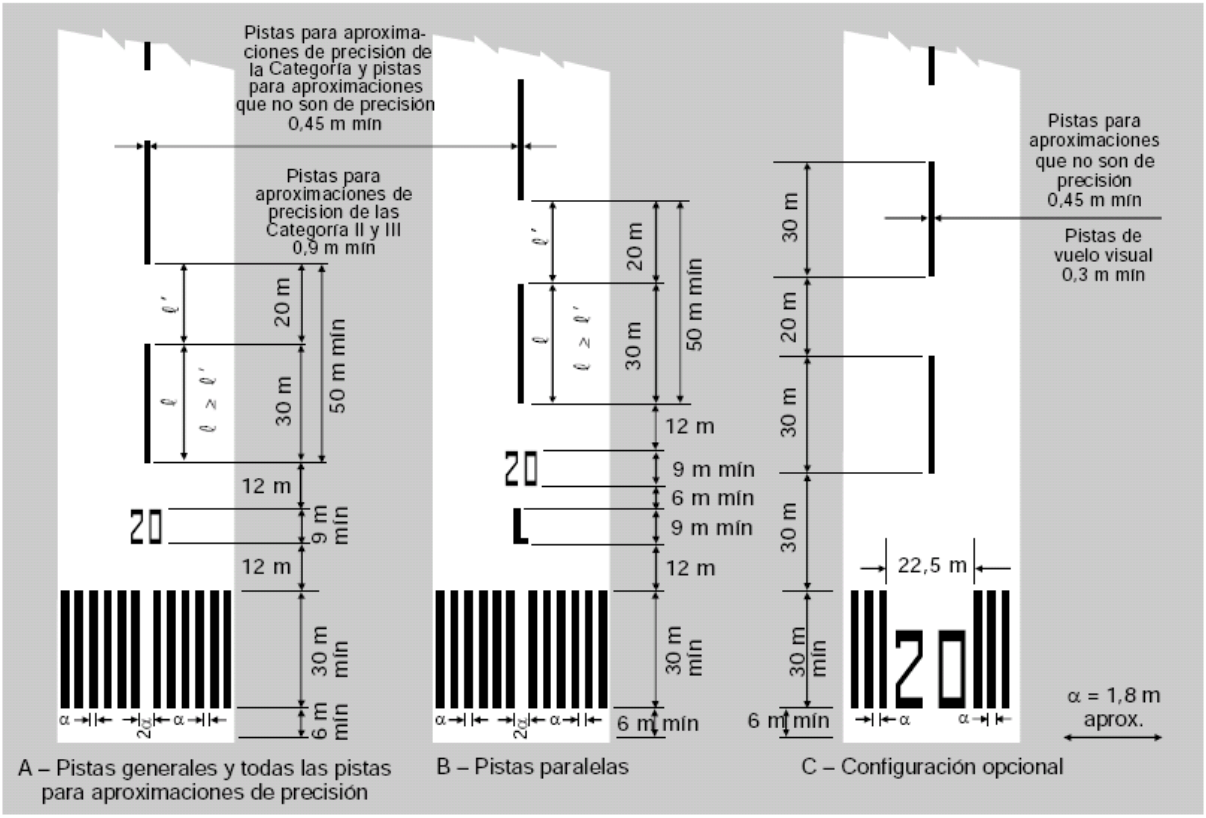


Figura 5-2. Señales de designación de pista, de eje y de umbral

Características

5.2.2.4 Una señal designadora de pista debe consistir en un número de dos cifras, y en las pistas paralelas este número debe ir acompañado de una letra. En el caso de pista única, de dos pistas paralelas y de tres pistas paralelas, el número de dos cifras debe ser el entero más próximo a la décima parte del azimut magnético del eje de la pista, medido en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte magnético, visto en la dirección de la aproximación. Cuando se trate de cuatro o más pistas paralelas, una serie de pistas adyacentes se debe designar por el número entero más próximo por defecto a la décima parte del azimut magnético, y la otra serie de pistas adyacentes se debe designar por el número entero más próximo por exceso a la décima parte del azimut magnético. Cuando la regla anterior dé un número de una sola cifra, ésta debe ir precedida de un cero.

5.2.2.5 En el caso de pistas paralelas, cada número designador de pista debe ir acompañado de una letra, como sigue, en el orden que aparecen de izquierda a derecha al verse en la dirección de aproximación:

- para dos pistas paralelas: “L” “R”;
- para tres pistas paralelas: “L” “C” “R”;
- para cuatro pistas paralelas: “L” “R” “L” “R”;
- para cinco pistas paralelas: “L” “C” “R” “L” “R” o “L” “R” “L” “C” “R”; y
- para seis pistas paralelas: “L” “C” “R” “L” “C” “R”.

5.2.2.6 Los números y las letras deben tener la forma y proporciones indicadas en la Figura 5-3. Sus dimensiones no deben ser inferiores a las indicadas en dicha figura, pero cuando se incorporen números a las señales de umbral, las dimensiones serán mayores, con el fin de llenar satisfactoriamente los espacios entre las fajas de señales de umbral.

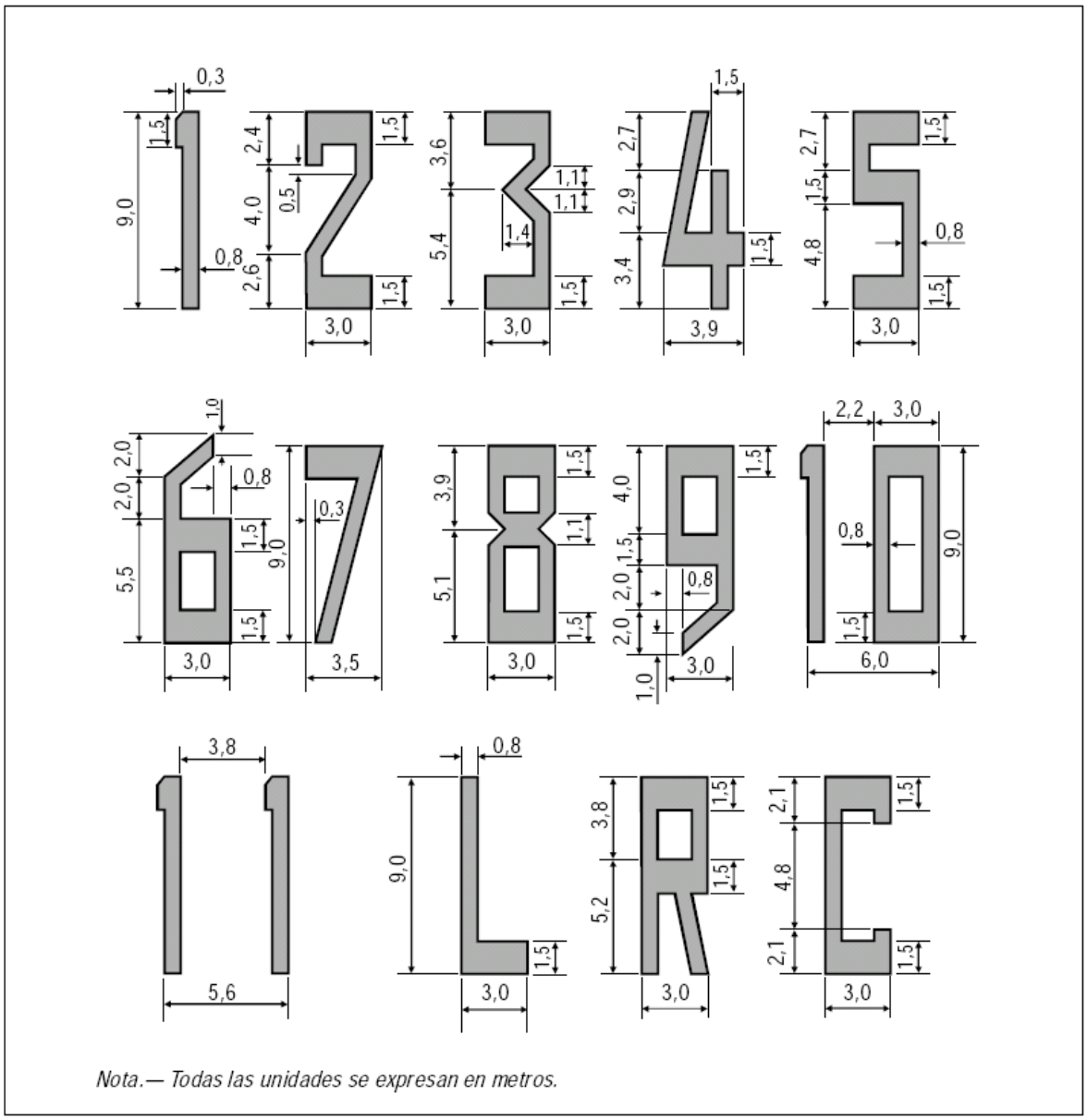


Figura 5-3. Forma y proporciones de los números y letras de las señales designadoras de pista

5.2.3 Señal de eje de pista

Aplicación

5.2.3.1 Se debe disponer una señal de eje de pista en una pista pavimentada.

Emplazamiento

5.2.3.2 Las señales de eje de pista se deben disponer a lo largo del eje de la pista entre las señales designadoras de pista, tal como se indica en la Figura 5-2, excepto cuando se interrumpan en virtud de 5.2.1.1.

Características

5.2.3.3 Una señal de eje de pista debe consistir en una línea de trazos uniformemente espaciados. La longitud de un trazo más la del intervalo no debe ser menor de 50 m ni mayor de 75 m. La longitud de cada trazo debe ser por lo menos igual a la longitud del intervalo, o de 30 m, tomándose la que sea mayor.

5.2.3.4 La anchura de los trazos no será menor de:

- 0,90 m en las pistas para aproximación de precisión de Categorías II y III;
- 0,45 m en pistas para aproximaciones que no sean de precisión cuyo número de clave sea 3 ó 4 y en pistas para aproximaciones de precisión de Categoría I; y
- 0,30 m en pistas para aproximaciones que no sean de precisión cuyo número de clave sea 1 ó 2, y en pistas de vuelo visual.

5.2.4 Señal de umbral

Aplicación

5.2.4.1 Se debe disponer una señal de umbral en las pistas pavimentadas de vuelo por instrumentos y en las pistas pavimentadas de vuelo visual cuyo número de clave sea 3 ó 4 y estén destinadas al transporte aéreo comercial internacional.

5.2.4.2 Debe disponerse una señal de umbral en las pistas pavimentadas de vuelo visual cuyo número de clave sea 3 ó 4 y no estén destinadas al transporte aéreo comercial internacional.

5.2.4.3 En los umbrales de una pista no pavimentada debe disponerse, en la medida de lo posible, una señal de umbral.

Emplazamiento

5.2.4.4 Las fajas de señal de umbral deben empezar a 6 m del umbral.

Características

5.2.4.5 Una señal de umbral de pista debe consistir en una configuración de fajas longitudinales de dimensiones uniformes, dispuestas simétricamente con respecto al eje de la pista, según se indica en la Figura 5-2 (A) y (B) para una pista de 45 m de anchura. El número de fajas debe estar de acuerdo con la anchura de la pista, del modo siguiente:

Anchura de la pista	Número de fajas
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

salvo que en las pistas para aproximaciones que no sean de precisión y en pistas de vuelo visual de 45 m o más de anchura, las fajas pueden ser como se indica en la Figura 5-2 (C).

5.2.4.6 Las fajas se deben extender lateralmente hasta un máximo de 3 m del borde de la pista, o hasta una distancia de 27 m a cada lado del eje de la pista, eligiéndose de estas dos posibilidades la que dé la menor distancia lateral. Cuando la señal designadora de pista esté situada dentro de la señal del umbral, habrá tres fajas como mínimo a cada lado del eje de la pista. Cuando la señal designadora de pista esté situada más allá de la señal de umbral, las fajas se deben extender lateralmente a través de la pista. Las fajas deben tener por lo menos 30 m de longitud y 1,80 m aproximadamente de ancho, con una separación entre ellas de 1,80 m aproximadamente; pero en el caso de que las fajas se extiendan lateralmente a través de una pista, se debe utilizar un espaciado doble para separar las dos fajas más próximas al eje de la pista, y cuando la señal designadora esté situada dentro de la señal de umbral, este espacio será de 22,5 m.

Faja transversal

5.2.4.7 Cuando el umbral esté desplazado del extremo de la pista o cuando el extremo de la pista no forme ángulo recto con el eje de la misma, debe añadirse una faja transversal a la señal de umbral, según se indica en la Figura 5-4 (B).

5.2.4.8 Una faja transversal no debe tener menos de 1,80 m de ancho.

Flechas

5.2.4.9 Cuando el umbral de pista esté desplazado permanentemente se deben poner flechas, de conformidad con la Figura 5-4 (B), en la parte de la pista delante del umbral desplazado.

5.2.4.10 Cuando el umbral de pista esté temporalmente desplazado de su posición normal, se debe señalar como se muestra en la Figura 5-4 (A) o (B), y se deben cubrir todas las señales situadas antes del umbral desplazado con excepción de las de eje de pista, que se convertirán en flechas.

Nota 1.- En el caso en que un umbral esté temporalmente desplazado durante un corto período solamente, ha dado resultados satisfactorios utilizar balizas con la forma y color de una señal de umbral desplazado en lugar de pintar esta señal en la pista.

Nota 2.- Cuando la parte de la pista situada delante de un umbral desplazado no sea adecuada para movimiento de aeronaves en tierra, puede ser necesario proveer señales de zona cerrada, según se describen en 7.1.4.

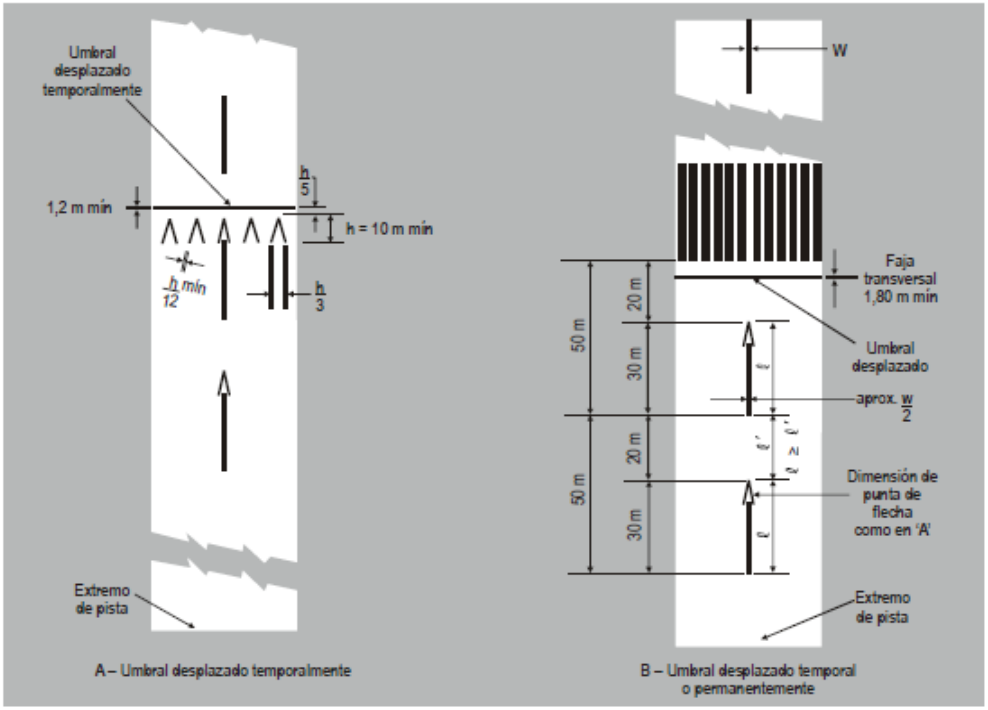


Figura 5-4. Señales de umbral desplazado

5.2.5 Señal de punto de visada

Aplicación

5.2.5.1 Se debe proporcionar una señal de punto de visada en cada extremo de aproximación de las pistas pavimentadas de vuelo por instrumentos cuyo número de clave sea 2, 3 ó 4.

5.2.5.2 Se debe proporcionar una señal de punto de visada en cada extremo de aproximación:
a) de las pistas pavimentadas de vuelo visual cuyo número de clave sea 3 ò 4
b) de las pistas pavimentadas de vuelo por instrumentos cuyo número de clave sea 1 cuando sea necesario aumentar la perceptibilidad del punto de visada

Emplazamiento

5.2.5.3 La señal de punto de visada debe comenzar en un lugar cuya distancia con respecto al umbral será la indicada en la columna apropiada de la Tabla 5-1, excepto que, en una pista con sistema visual indicador de pendiente de aproximación, el comienzo de la señal debe coincidir con el origen de la pendiente de aproximación visual.

5.2.5.4 La señal de punto de visada debe consistir en dos fajas bien visibles. Las dimensiones de las fajas y el espaciado lateral entre sus lados internos se ajustarán a las disposiciones estipuladas en la columna apropiada de la Tabla 5-1. Cuando se proporcione una zona de toma de contacto, el espaciado lateral entre las señales será el mismo que el de la señal de la zona de toma de contacto.

Tabla 5-1. Emplazamiento y dimensiones de la señal de punto de visada

Emplazamiento y Dimensiones	Distancia disponible para aterrizaje			
	Menos de 800 m.	800 m. hasta 1200 m. (exclusive)	1200 m. hasta 2400 m. (exclusive)	2400 m. y más
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Distancia entre el umbral y el comienzo de la señal	150 m	250 m	300 m	400 m
Longitud de la faja[a]	30-45 m	30-45 m	45-60 m	45-60 m
Anchura de la faja	4 m	6 m	6-10 m[b]	6-10 m[b]
Espacio lateral entre los lados internos de las fajas	6 m[c]	9 m[c]	18-22,5 m	18-22,5 m

a. Está previsto utilizar las dimensiones mayores, dentro de la gama especificada, cuando se necesite una mayor visibilidad.
b. El espacio lateral puede variar dentro de los límites indicados, a efectos de minimizar la contaminación de la señal por los depósitos de caucho.
c. Se han calculado estas cifras mediante referencia a la anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal, que constituye el elemento 2 de la clave de referencia de aeródromo en el Capítulo 1, Tabla 1-1.

5.2.6 Señal de zona de toma de contacto

Aplicación

5.2.6.1 Se debe disponer una señal de zona de toma de contacto en la zona de toma de contacto de una pista pavimentada para aproximaciones de precisión cuyo número de clave sea 2, 3 ó 4.

5.2.6.2 Debe proporcionarse una señal de zona de toma de contacto en la zona de toma de contacto de las pistas pavimentadas para aproximaciones que no sean de precisión ni de vuelo por instrumentos, cuando el número de clave de la pista sea 3 ó 4 y sea conveniente aumentar la perceptibilidad de la zona de toma de contacto.

Emplazamiento y características

5.2.6.3 Una señal de zona de toma de contacto debe consistir en pares de señales rectangulares, dispuestas simétricamente con respecto al eje de la pista; y el número de pares de señales debe ser el que se indica a continuación, teniendo en cuenta la distancia de aterrizaje disponible, y teniendo en cuenta la distancia entre umbrales cuando la señal deba colocarse en ambos sentidos de aproximación de una pista, a saber:

Distancia de aterrizaje disponible o distancia entre umbrales	Pares de Señales
menos de 900 m	1
de 900 a 1 200 m exclusive	2
de 1 200 a 1 500 m exclusive	3
de 1 500 a 2 400 m exclusive	4
2 400 m o más	6

5.2.6.4 Una señal de zona de toma de contacto se debe ajustar a una cualquiera de las dos configuraciones indicadas en la Figura 5-5. Para la configuración que se muestra en la Figura 5-5 (A), las señales tendrán por lo menos 22,5 m de largo por 3 m de ancho. En cuanto a la configuración de la Figura 5-5 (B), cada faja de señal no medirá menos de 22,5 m de largo por 1,8 m de ancho, con un espaciado de 1,5 m entre fajas adyacentes. El espaciado lateral entre los lados internos de los

rectángulos debe ser igual al de la señal de punto de visada cuando exista. Cuando no haya una señal de punto de visada, el espaciado lateral entre los lados internos de los rectángulos corresponderá al espaciado lateral especificado en relación con la señal de punto de visada en la Tabla 5-1 (columnas 2, 3, 4 ó 5, según sea apropiado). Los pares de señales se deben disponer con espaciados longitudinales de 150 m a partir del umbral; salvo que los pares de señales de zona de toma de contacto que coincidan con una señal de punto de visada o estén situados a 50 m o menos de ésta, se deben eliminar de la configuración.

5.2.6.5 En las pistas de aproximación que no es de precisión en que el número de clave es 2, debe proporcionarse un par adicional de fajas de señales de zona de toma de contacto, a una distancia de 150 m del comienzo de la señal de punto de visada.

5.2.7 Señal de faja lateral de pista

Aplicación

5.2.7.1 Se debe disponer una señal de faja lateral de pista entre los umbrales de una pista pavimentada cuando no haya contraste entre los bordes de la pista y los márgenes o el terreno circundante.

5.2.7.2 En todas las pistas para aproximaciones de precisión debe disponerse una señal de faja lateral de pista, independientemente del contraste entre los bordes de la pista y los márgenes o el terreno circundante.

Emplazamiento

5.2.7.3 Una señal de faja lateral de pista debe consistir en dos fajas, dispuestas una a cada lado a lo largo del borde de la pista, de manera que el borde exterior de cada faja coincida con el borde de la pista, excepto cuando la pista tenga más de 60 m de ancho, en cuyo caso las fajas deben estar dispuestas a 30 m del eje de la pista.

5.2.7.4 Cuando hay una plataforma de viraje en la pista, las señales de faja lateral de pista deben continuarse entre la pista y la plataforma de viraje en la pista.

Características

5.2.7.5 Una señal de faja lateral de pista debe tener una anchura total de 0,90 m como mínimo en las pistas con anchura de 30 m o más y por lo menos de 0,45 m en las pistas más estrechas.

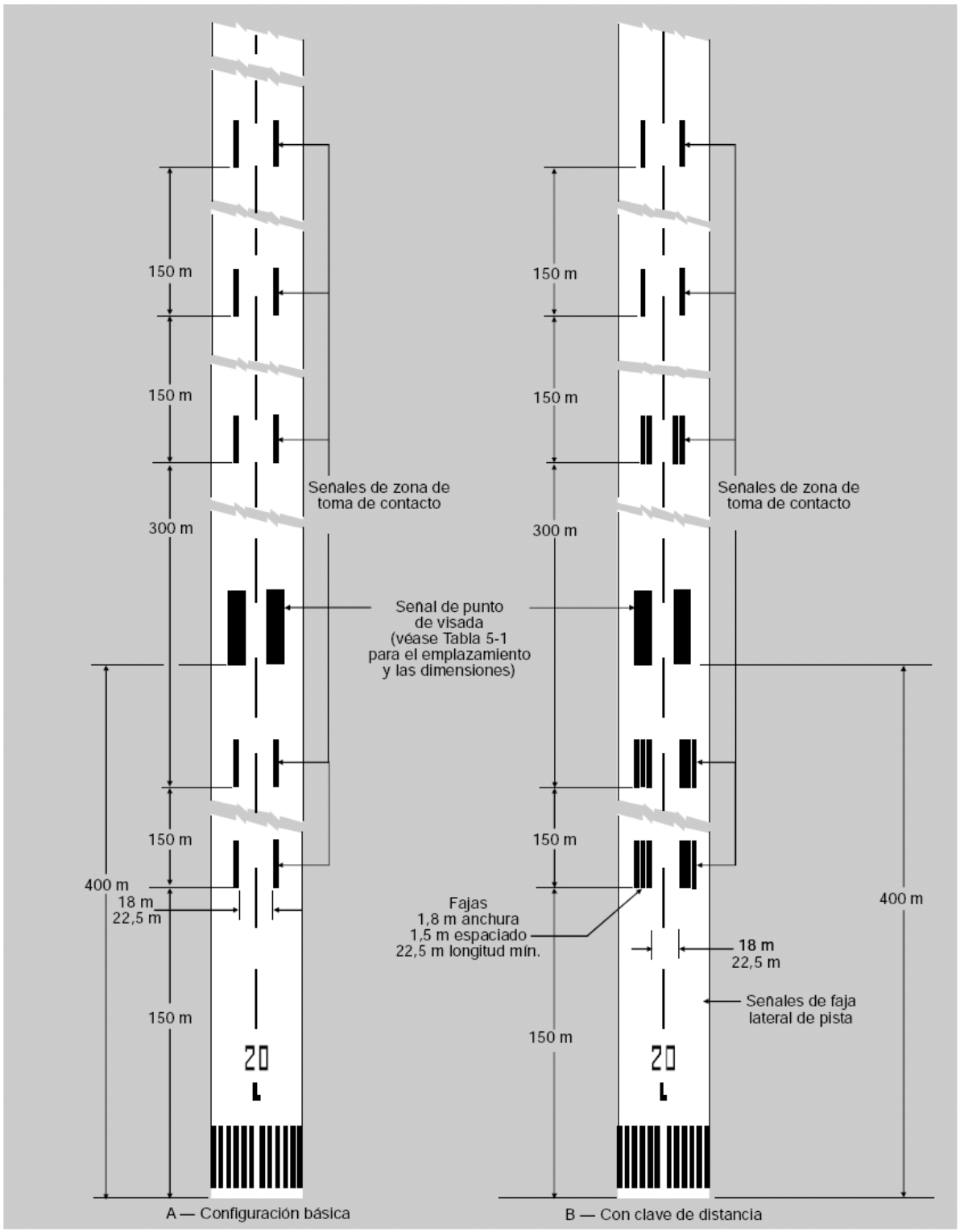


Figura 5-5. Señales de punto de visada y de zona de toma de contacto
(ilustradas para una pista de 2 400 m de longitud o más)

5.2.8 Señal de eje de calle de rodaje

Aplicación

5.2.8.1 Se deben disponer señales de eje en calles de rodaje y plataformas pavimentadas cuando su número de clave sea 3 ó 4, de manera que suministren guía continua entre el eje de la pista y los puestos de estacionamiento de aeronaves.

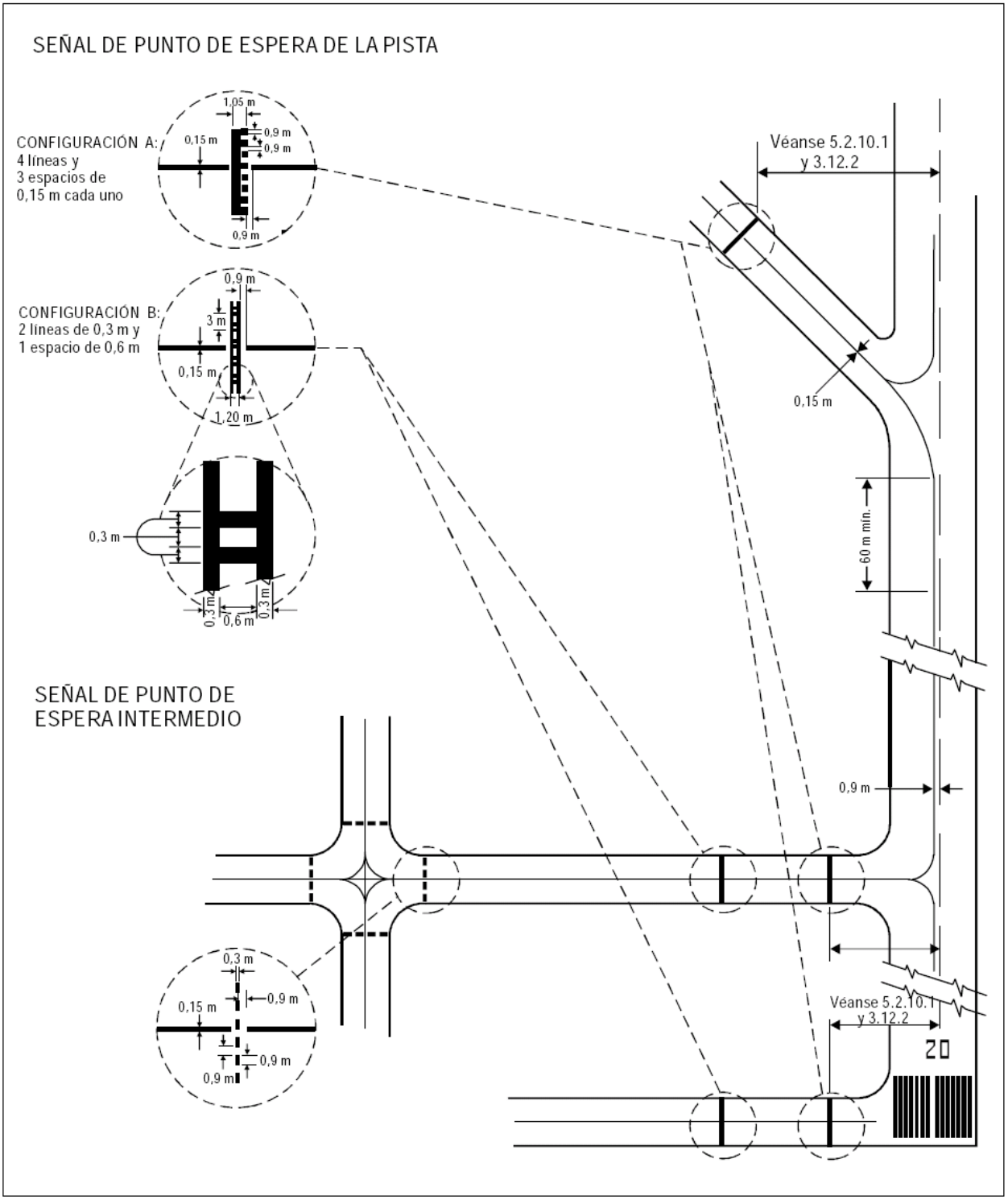


Figura 5-6. Señales de calle de rodaje
(indicadas junto con las señales básicas de pista)

5.2.8.2 Deben disponerse señales de eje de calle de rodaje en calles de rodaje, y plataformas pavimentadas cuando el número de clave sea 1 ó 2, de manera que suministren guía continua entre el eje de la pista y los puestos de estacionamiento de aeronaves.

5.2.8.3 Se debe disponer una señal de eje de calle de rodaje en una pista pavimentada que forme parte de una ruta normalizada para el rodaje, y:

a) no haya señales de eje de pista; o

b) la línea de eje de calle de rodaje no coincida con el eje de la pista.

5.2.8.4 Cuando sea necesario para indicar la proximidad de un punto de espera de la pista, debe ponerse una señal mejorada de eje de calle de rodaje.

5.2.8.5 Cuando se instalen señales mejoradas de eje de calle de rodaje, se debe instalar una en cada intersección de una calle de rodaje con una pista.

Emplazamiento

5.2.8.6 En un tramo recto de calle de rodaje, la señal de eje de calle de rodaje debe estar situada sobre el eje. En una curva de calle de rodaje, la señal de eje debe conservar la misma distancia desde la parte rectilínea de la calle de rodaje hasta el borde exterior de la curva.

Nota.- Véanse 3.9.5 y la Figura 3-2.

5.2.8.7 En una intersección de una pista con una calle de rodaje que sirva como salida de la pista, la señal de eje de calle de rodaje debería formar una curva para unirse con la señal de eje de pista, según se indica en las Figuras 5-6 y 5-25. La señal de eje de calle de rodaje debería prolongarse paralelamente a la señal del eje de pista, en una distancia de 60 m por lo menos, más allá del punto de tangencia cuando el número de clave sea 3 ó 4 y una distancia de 30 m por lo menos cuando el número de clave sea 1 ó 2.

5.2.8.8 Cuando se dispone de una señal de eje de calle de rodaje en una pista de conformidad con 5.2.8.3, la señal debe emplazarse en el eje de la calle de rodaje designada.

5.2.8.9 Cuando se instale:

1) Una señal mejorada de eje de calle de rodaje se debe extender desde la configuración A de punto de espera de la pista (como se define en la Figura 5-6, Señales de calle de rodaje) hasta una distancia de 47 m en el sentido para alejarse de la pista. Véase la Figura 5-7, a).

2) Si la señal mejorada de eje de calle de rodaje interseca otra señal de punto de espera de la pista, tal como para una pista de aproximación de precisión de Categoría II o III, que está situada dentro de una distancia de 47 m de la primera señal de punto de espera de la pista, la señal mejorada de eje de calle de rodaje se debe interrumpir 0,9 m antes y después de la señal intersecada de punto de espera de la pista. La señal mejorada de eje de calle de rodaje debe continuar más allá de la señal intersecada de punto de espera de la pista durante, por lo menos, 3 segmentos de línea de trazo discontinuo o 47 m desde el principio hasta el final, de ambas distancias, la que sea mayor. Véase la Figura 5-7, b).

3) Si la señal mejorada de eje de calle de rodaje continúa a través de una intersección calle de rodaje/ calle de rodaje que está situada dentro de una distancia de 47 m de la señal de punto de espera de la pista, la señal mejorada de eje de calle de rodaje se debe interrumpir 1,5 m antes y después del punto en que el eje de la calle de rodaje intersecada cruza la señal mejorada de eje de calle de rodaje. La señal mejorada de eje de calle de rodaje debe continuar más allá de la intersección calle de rodaje/calle de rodaje durante, por lo menos, 3 segmentos de línea de trazo discontinuo o 47 m desde el principio hasta el final, de ambas distancias la que sea mayor. Véase la Figura 5-7, c).

4) Cuando dos ejes de calle de rodaje converjan en o antes de la señal de punto de espera de la pista, la línea interior de trazo discontinuo no deberá tener una longitud de menos de 3 m. Véase la Figura 5-7, d).

5) Cuando haya dos señales opuestas de punto de espera de la pista y la distancia entre las señales sea inferior a 94 m, las señales mejoradas de eje de calle de rodaje se deben extender durante toda esta distancia. Las señales mejoradas de eje de calle de rodaje no se deben extender más allá de ninguna de las dos señales de punto de espera de la pista. Véase la Figura 5-7, e).

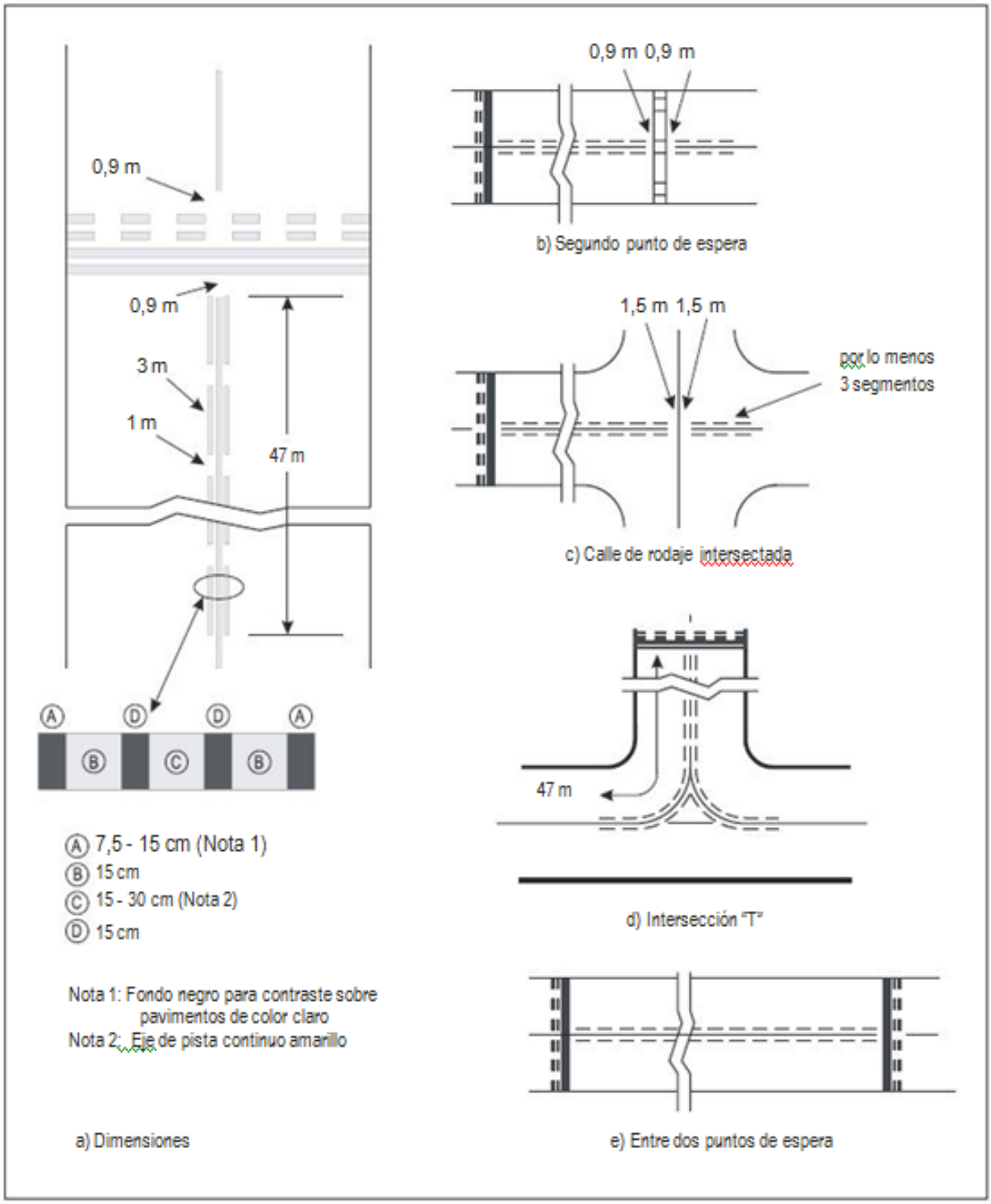


Figura 5-7. Señal mejorada de calle de rodaje

Características

5.2.8.10 La señal de eje de calle de rodaje debe tener 15 cm de ancho por lo menos y será de trazo continuo, excepto donde corte a una señal de punto de espera de la pista o una señal de punto de espera intermedio, según se muestra en la Figura 5-6.

5.2.8.11 La señal mejorada de eje de calle de rodaje debe ser como en la Figura 5-7.

5.2.9 Señal de plataforma de viraje en la pista

Aplicación

5.2.9.1 Cuando se proporcione una plataforma de viraje en la pista, se debe suministrar una señal que sirva de guía continua de modo que permita a una aeronave completar un viraje de 180° y alinearse con el eje de la pista.

Emplazamiento

5.2.9.2 La señal de plataforma de viraje en la pista debe ser en curva desde el eje de la pista hasta la plataforma de viraje. El radio de la curva debe ser compatible con la capacidad de maniobra y las velocidades de rodaje normales de las aeronaves para las cuales se destina la plataforma de viraje en la pista. El ángulo de intersección de la señal de plataforma de viraje en la pista con el eje de la pista no debe ser superior a 30º.

5.2.9.3 La señal de plataforma de viraje en la pista debería extenderse de forma paralela a la señal de eje de pista en una distancia de por lo menos 60 m más allá del punto tangente cuando el número de clave es 3 ó 4, y una distancia de por lo menos 30 m cuando el número de clave es 1 ó 2.

5.2.9.4 La señal de plataforma de viraje en la pista debe guiar al avión de manera de permitirle recorrer un segmento recto de rodaje antes del punto en que debe realizar el viraje de 180°. El segmento recto de la señal de plataforma de viraje en la pista debe ser paralelo al borde exterior de la plataforma de viraje en la pista.

5.2.9.5 El diseño de la curva que permita al avión realizar un viraje de 180° debe basarse en un ángulo de control de la rueda de proa que no exceda los 45°.

5.2.9.6 El diseño de la señal de plataforma de viraje debe ser tal que, cuando el puesto de pilotaje del avión se mantiene sobre la señal de plataforma de viraje en la pista, la distancia de separación entre las ruedas del tren de aterrizaje del avión y el borde de la plataforma de viraje en la pista no debe ser menor que la que se especifica en el párrafo 3.3.6.

Nota.- Para facilitar la maniobra, podría considerarse un mayor margen entre rueda y borde para las aeronaves de claves E y F. Véase 3.3.7.

Características

5.2.9.7 La señal de plataforma de viraje en la pista debe tener como mínimo 15 cm de anchura y será continua en su longitud.

5.2.10 Señal de punto de espera de la pista

Aplicación y emplazamiento

5.2.10.1 Se debe disponer una señal de punto de espera de la pista en todo punto de espera de la pista.

Nota.- Véase 5.4.2 en lo relativo a la provisión de letreros en los puntos de espera de la pista.

Características

5.2.10.2 En la intersección de una calle de rodaje con una pista de vuelo visual, de aproximación que no sea de precisión, o de despegue, la señal de punto de espera de la pista debe ser de la forma indicada en la Figura 5-6, configuración A.

5.2.10.3 Cuando se proporcione un solo punto de espera de la pista en la intersección de una calle de rodaje con una pista de aproximación de precisión de Categorías I, II o III, la señal de punto de espera de la pista debe ser de la forma indicada en la Figura 5-6, configuración A. Cuando en dicha intersección se proporcionen dos o tres puntos de espera de la pista, la señal de punto de espera de la pista más cercana a la pista debe ser de la forma indicada en la Figura 5-6, configuración A y la señal más alejada de la pista será de la forma indicada en la Figura 5-6, configuración B.

5.2.10.4 La señal de punto de espera de la pista que se instala en un punto de espera de la pista establecido de conformidad con 3.12.3 de ser de la forma indicada en la Figura 5-6, configuración A.

5.2.10.5 Hasta el 26 de noviembre de 2026, las dimensiones de la señal de punto de espera de la pista debe8 ser las que se indican en la Figura 5-8, configuración A1 (o A2) o B1 (o B2), según corresponda.

5.2.10.6 A partir del 26 de noviembre de 2026, las dimensiones de la señal de punto de espera de la pista deben ser las que se indican en la Figura 5-8, configuración A2 o B2, según corresponda.

5.2.10.7**.-** *Donde se requiera que el punto de espera de la pista sea más visible, las dimensiones de la señal de punto de espera de la pista deben ser las indicadas en la configuración A2 o la configuración B2 de la Figura 5-8, según corresponda.*

Nota.- Puede requerirse que el punto de espera de la pista sea más visible, especialmente para evitar riesgos de incursiones en la pista.

5.2.10.8 Cuando una señal de punto de espera de la pista de configuración B esté emplazada en una zona tal que su longitud exceda de 60 m, el término “CAT II” o “CAT III”, según corresponda, debe marcarse en la superficie en los extremos de la señal de punto de espera de la pista y a intervalos iguales de 45 m como máximo entre señales sucesivas. Las letras no deben tener menos de 1,8 m de altura y no deben estar a más de 0,90 m de la señal de punto de espera.

5.2.10.9 La señal de punto de espera de la pista que se instala en una intersección de pista/pista será perpendicular al eje de la pista que forma parte de la ruta normalizada para el rodaje. La configuración de la señal será la indicada en la Figura 5-8, configuración A2.

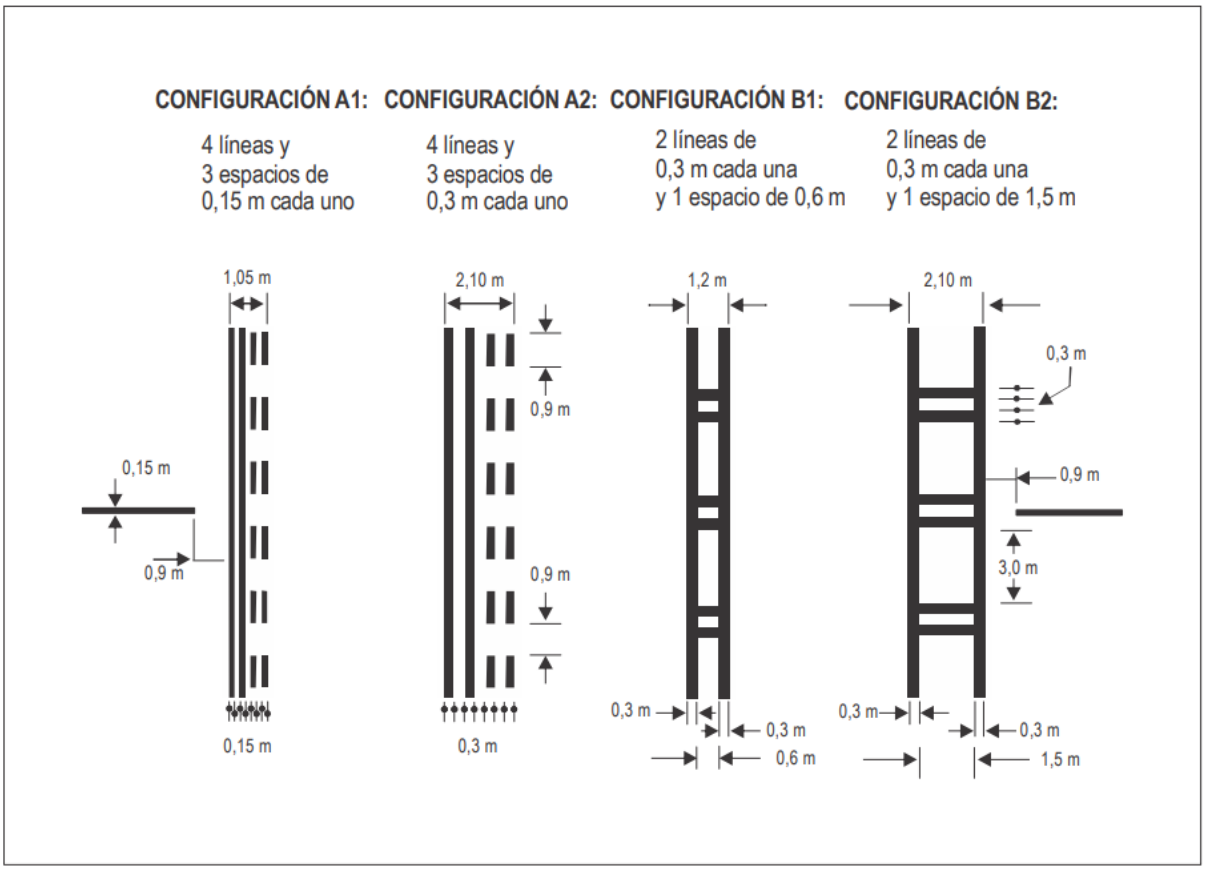


Figura 5-8. Señales de punto de espera de la pista

Nota.— Las configuraciones A1 y B1 no serán válidas después de 2026.

5.2.11 Señal de punto de espera intermedio

Aplicación y emplazamiento

5.2.11.1 Debe exhibirse una señal de punto de espera intermedio en un punto de espera intermedio.

5.2.11.2 Cuando se emplace una señal de punto de espera intermedio en la intersección de dos calles de rodaje pavimentadas, debe colocarse a través de una calle de rodaje, a distancia suficiente del borde más próximo de la calle de rodaje que la cruce, para proporcionar una separación segura entre aeronaves en rodaje. La señal debe coincidir con una barra de parada o con las luces de punto de espera intermedio, cuando se suministren.

Características

5.2.11.4 La señal de punto de espera intermedio debe consistir en una línea simple de trazos, tal como se indica en la Figura 5-6.

5.2.12 Señal de punto de verificación del VOR en el aeródromo

Aplicación

5.2.12.1 Cuando se establezca un punto de verificación del VOR en el aeródromo, se debe indicar mediante una señal y un letrero de punto de verificación del VOR.

Nota.- Véase 5.4.4 respecto al letrero de punto de verificación del VOR en el aeródromo.

5.2.12.2 Selección del emplazamiento

Emplazamiento

5.2.12.3 Una señal de punto de verificación del VOR en el aeródromo se debe centrar sobre el lugar en que deba estacionarse una aeronave para recibir la señal VOR correcta.

Características

5.2.12.4 La señal de punto de verificación del VOR en el aeródromo consistirá en un círculo de 6 m de diámetro marcado con una línea de 15 cm de anchura [véase la Figura 5-9 (A)].

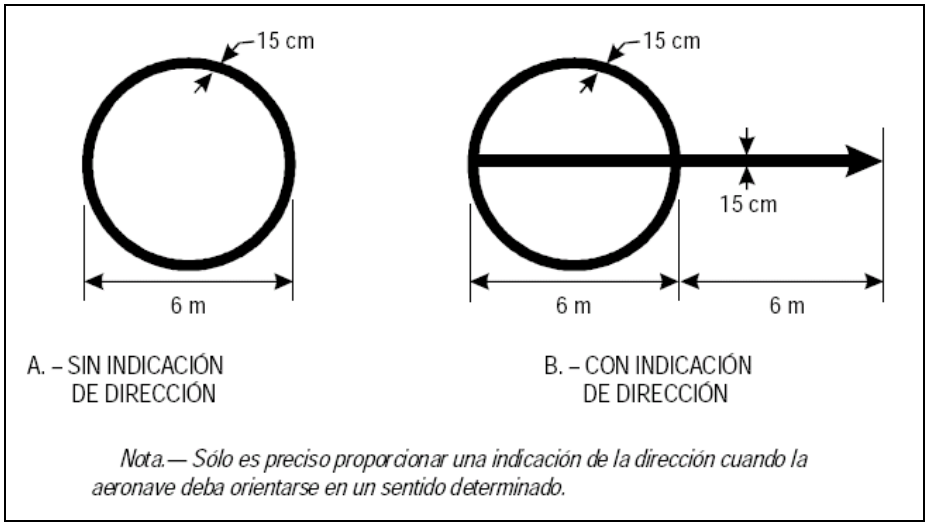


Figura 5-9. Señal de punto de verificación del VOR en el aeródromo

5.2.12.5 Cuando sea preferible que una aeronave se oriente en una dirección determinada, debe trazarse una línea que pase por el centro del círculo con el azimut deseado. Esta línea debe sobresalir 6 m del círculo, en la dirección del rumbo deseado, y terminar con una punta de flecha. La anchura de la línea debe ser de 15 cm [véase la Figura 5-9 (B)].

5.2.12.6 Las señales de punto de verificación del VOR en el aeropuerto deben ser preferiblemente de color blanco, pero deberían diferenciarse del color utilizado para las señales de calle de rodaje.

Nota.- Para aumentar el contraste, las señales pueden bordearse de negro.

5.2.13 Señales de puesto de estacionamiento de aeronaves

Nota. — En el Apéndice Nº 7 se detalla los criterios de "Señalización de Plataforma de Aeronaves en Aeródromos".

Aplicación

5.2.13.1 Deben proporcionarse señales de puesto de estacionamiento de aeronaves para los lugares de estacionamiento designados en una plataforma pavimentada.

Emplazamiento

5.2.13.2 Las señales de puesto de estacionamiento de aeronaves en una plataforma pavimentada deben estar emplazadas de modo que proporcionen los márgenes indicados en 3.13.6, cuando la rueda de proa siga la señal de puesto de estacionamiento.

Características

5.2.13.3 Las señales de puesto de estacionamiento de aeronaves deben incluir elementos tales como identificación del puesto, línea de entrada, barra de viraje, línea de viraje, barra de alineamiento, línea de parada y línea de salida, según lo requiera la configuración de estacionamiento y para complementar otras ayudas de estacionamiento.

5.2.13.4 Debe emplazarse una identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves (letra o número) después del comienzo de la línea de entrada y a corta distancia de ésta. La altura de la identificación debe ser adecuada para que fuera legible desde el puesto de pilotaje de la aeronave que utilice el puesto de estacionamiento.

5.2.13.5 Cuando en un puesto de estacionamiento de aeronaves haya dos juegos de señales coincidentes a fin de permitir un uso más flexible de la plataforma, y resulte difícil identificar cuál es la señal de puesto de estacionamiento que ha de seguirse o cuando la seguridad se viera menoscabada en el caso de seguirse la señal equivocada, debe añadirse a la identificación del puesto de estacionamiento la identificación de las aeronaves a las que se destina cada juego de señales.

Nota.- Ejemplo: 2A-B747, 2B-F28.

5.2.13.6 Las líneas de entrada, de viraje y de salida deben normalmente ser continuas en el sentido longitudinal y tener una anchura no menor de 15 cm. En los casos en que uno o más juegos de señales de puesto de estacionamiento estén superpuestos en una señal de puesto de estacionamiento, las previstas para las aeronaves con mayores exigencias deberían ser continuas y las destinadas a las otras aeronaves deberían ser discontinuas.

5.2.13.7 Las partes curvas de las líneas de entrada, de viraje y de salida deben tener radios apropiados para el tipo de aeronave con mayores exigencias de todas las aeronaves para las cuales estén destinadas las señales.

5.2.13.8 En los casos en que se desee que una aeronave circule en una dirección solamente, deben añadirse a las líneas de entrada y de salida flechas que señalen la dirección a seguir.

5.2.13.9 En todo punto en el que se desee indicar la iniciación de cualquier viraje previsto debe emplazarse una barra de viraje en ángulo recto con respecto a la línea de entrada, al través del asiento izquierdo del puesto de pilotaje. Esta barra debe tener una longitud y anchura no inferiores a 6 m y 15 cm respectivamente, e incluir una flecha para indicar la dirección del viraje.

Nota.- Las distancias que deben mantenerse entre la barra de viraje y la línea de entrada pueden variar según los diferentes tipos de aeronaves, teniendo en cuenta el campo visual del piloto.

5.2.13.10 Si se requiere más de una barra de viraje o línea de parada, deben codificarse.

5.2.13.11 Debe emplazarse una barra de alineamiento de modo que coincida con la proyección del eje de la aeronave en la posición de estacionamiento especificada y sea visible para el piloto durante la parte final de la maniobra de estacionamiento. Esta barra debe tener una anchura no inferior a 15 cm.

5.2.13.12 Debe emplazarse una línea de parada en ángulo recto con respecto a la barra de alineamiento, al través del asiento izquierdo del puesto de pilotaje en el punto de parada previsto. Esta barra debería tener una longitud y anchura no inferiores a 6 m y 15 cm respectivamente.

Nota.- Las distancias que deben mantenerse entre las líneas de parada y de entrada pueden variar según los diferentes tipos de aeronaves, teniendo en cuenta el campo visual del piloto.

5.2.14 Líneas de seguridad en las plataformas

Aplicación

5.2.14.1 Deben proporcionarse líneas de seguridad en las plataformas pavimentadas según lo requieran las configuraciones de estacionamiento y las instalaciones terrestres, que marquen los límites del área de estacionamiento para equipo terrestre, carreteras de servicio y camino de pasajeros, etc.

Emplazamiento

5.2.14.2 Las líneas de seguridad de plataformas se deben emplazar de modo que definan la zona destinada al uso por parte de los vehículos terrestres y otros equipos de servicio de las aeronaves, etc., a efectos de proporcionar una separación segura con respecto a la aeronave.

Características

5.2.14.3 Las líneas de seguridad de plataforma deben incluir elementos tales como líneas de margen de extremo de ala y líneas de límite de calles de servicio, según lo requieran las configuraciones de estacionamiento y las instalaciones terrestres.

5.2.14.4 Una línea de seguridad de plataforma será continua en un sentido longitudinal y debe tener 10 cm de anchura.

5.2.15 Señal de punto de espera en la vía de vehículos

Aplicación

5.2.15.1 Se debe proveer una señal de punto de espera en la vía de vehículos en todos los puntos de entrada de la vía de vehículos a la pista.

Emplazamiento

5.2.15.2 La señal de punto de espera en la vía de vehículos se emplazará a través de la vía en el punto de espera.

Características

5.2.15.3 La señal de punto de espera en la vía de vehículos se debe conformar a los reglamentos locales de tráfico según el manual de aeródromo.

5.2.16 Señal con instrucciones obligatorias

Aplicación

5.2.16.1 Cuando no sea posible instalar un letrero con instrucciones obligatorias de conformidad con 5.4.2.1, se debe disponer una señal con instrucciones obligatorias sobre la superficie del pavimento.

5.2.16.2 Cuando sea necesario desde el punto de vista de las operaciones, como en el caso de las calles de rodaje que superen los 60 m de anchura, o para ayudar a la prevención de incursiones en la pista, los letreros con instrucciones obligatorias deben complementarse con señales con instrucciones obligatorias.

Emplazamiento

5.2.16.3 La señal con instrucciones obligatorias en calles de rodaje cuya clave sea A, B, C o D se colocará transversalmente en la calle de rodaje centrada en el eje y en el lado de espera de la señal de punto de espera de la pista, como se muestra en la Figura 5-10 (A). La distancia entre el borde más próximo de esta señal y esta señal de punto de espera de la pista o la señal de eje de calle de rodaje no será inferior a 1 m.

5.2.16.4 La señal con instrucciones obligatorias en calles de rodaje cuya clave sea E o F se colocará a ambos lados de la señal de eje de calle de rodaje y en el lado de espera de la señal de punto de espera en la pista, como se muestra en la Figura 5-10 (B). La distancia entre el borde más próximo de esta señal y la señal de punto de espera de la pista o la señal de eje de calle de rodaje no será inferior a 1 m.

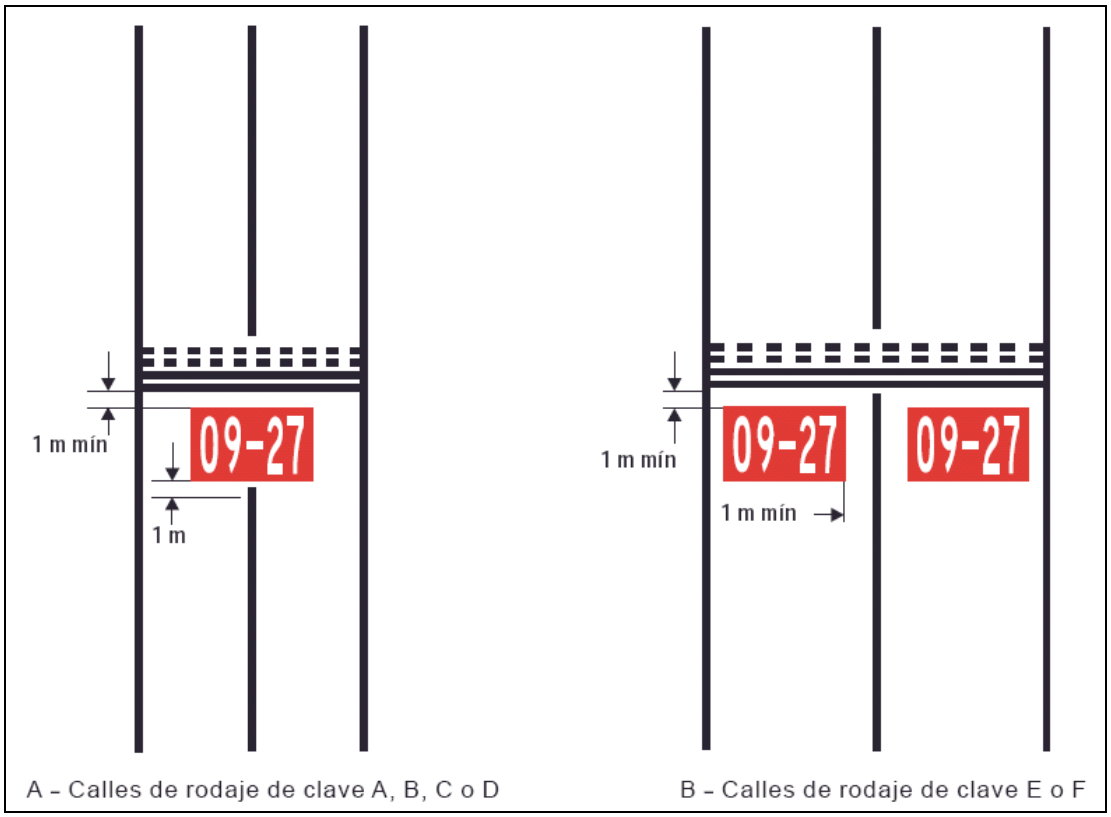


Figura 5-10. Señal con instrucciones obligatorias

5.2.16.5 Salvo cuando se requiera desde el punto de vista de las operaciones, las señales con instrucciones obligatorias no deben colocarse en las pistas.

Características

5.2.16.6 Las señales con instrucciones obligatorias deben consistir en una inscripción en blanco sobre fondo rojo. Con excepción de las señales de PROHIBIDA LA ENTRADA (NO ENTRY), la inscripción debe proporcionar información idéntica a la del letrero conexo con instrucciones obligatorias.

5.2.16.7 La señal de PROHIBIDA LA ENTRADA debe consistir en la inscripción NO ENTRY en blanco sobre fondo rojo.

5.2.16.8 Cuando el contraste entre la señal y la superficie del pavimento no sea suficiente, la señal con instrucciones obligatorias debe comprender un reborde apropiado, de preferencia blanco o negro.

5.2.16.9 La altura de los caracteres debe ser de 4 m en las inscripciones de código C, D, E o F, y de m en las de código A o B. Las inscripciones deben ajustarse a la forma y proporciones que se ilustran en el Apéndice 3.

5.2.16.10 El fondo debe ser rectangular y extenderse un mínimo de 0,5 m lateral y verticalmente más allá de los extremos de la inscripción.

5.2.17 Señal de información

Aplicación

5.2.17.1 Cuando la DGAC determine que no es práctico instalar un letrero de información en un lugar en el que normalmente se instalaría, se debe proporcionar una señal de información en la superficie del pavimento.

5.2.17.2 Cuando las operaciones lo exijan, debe complementarse los letreros de información con señales de información.

5.2.17.3 Debe instalarse una señal de información (emplazamiento/dirección) antes de las intersecciones complejas en las pistas de rodaje, y después de las mismas, así como en los emplazamientos en los cuales la experiencia operacional ha indicado que la adición de una señal de emplazamiento de calle de rodaje podría asistir a la tripulación de vuelo en la navegación en tierra. **Figura 5-10-1**

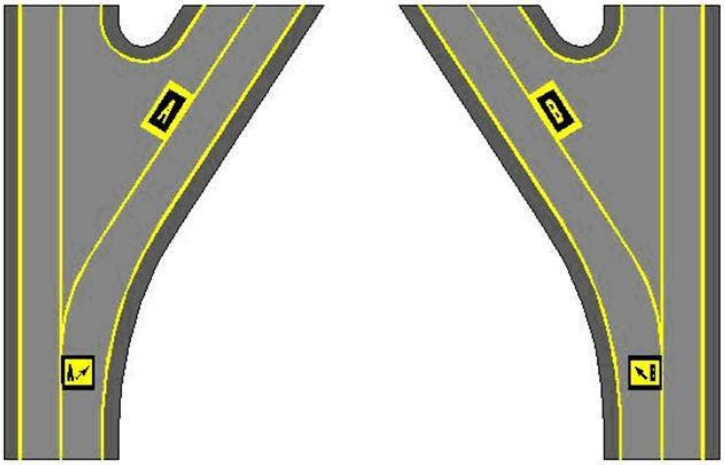


Figura 5-10-1 Señales de Información - emplazamiento

5.2.17.4 Debe instalarse una señal de información (emplazamiento) en la superficie del pavimento a intervalos regulares a lo largo de las calles de rodaje de gran longitud.

Emplazamiento

5.2.17.5 La señal de información debe disponerse transversalmente en la superficie de la calle de rodaje o plataforma donde fuese necesaria y emplazarse de manera que pueda leerse desde el puesto de pilotaje de una aeronave que se aproxime.

Características

5.2.17.6 La señal de información debe constar de:

a) una inscripción en amarillo con fondo negro, cuando remplaza o complementa un letrero de emplazamiento; y
b) una inscripción en negro con fondo amarillo, cuando remplaza o complementa un letrero de dirección o destino.

5.2.17.7 Cuando el contraste entre el fondo de la señal y la superficie del pavimento es insuficiente, la señal debe incluir:

a) un borde negro con inscripciones en negro;
b) un borde amarillo con inscripciones en amarillo.

5.2.17.8 La altura de los caracteres debe ser de 4 m. Las inscripciones deben ser de la forma y proporciones que se indican en el Apéndice 3.

5.3 Luces

5.3.1 Generalidades

Luces que pueden ser peligrosas para la seguridad de las aeronaves

5.3.1.1 Una luz no aeronáutica de superficie situada cerca de un aeródromo y que pudiera poner en peligro la seguridad de las aeronaves, se debe extinguir, apantallar o modificar de forma que se suprima la causa de ese peligro.

Emisiones láser que pueden ser peligrosas para la seguridad de las aeronaves

5.3.1.2 Para proteger la seguridad de las aeronaves de los efectos peligrosos de los emisores láser, deben establecerse alrededor de los aeródromos las siguientes zonas protegidas:

- zona de vuelo sin rayos láser (LFFZ)
- zona de vuelo crítica de rayos láser (LCFZ)
- zona de vuelo sensible de rayos láser (LSFZ).

Nota 1.- Las Figuras 5-11, 5.12 y 5-13 pueden emplearse para determinar los niveles de exposición y las distancias que permiten dar protección adecuada a las operaciones de vuelo.

Nota 2.- Las restricciones para la utilización de rayos láser en las tres zonas de vuelo protegidas, LFFZ, LCFZ y LSFZ, se refieren solamente a los rayos láser visibles. Quedan excluidos los emisores láser que utilizan las autoridades de forma compatible con la seguridad de vuelo. Se espera que en todos los espacios aéreos navegables, el nivel de irradiación de cualquier rayo láser, visible o invisible, sea menor o igual al máximo de exposición permisible (MPE) a menos que dicha emisión se haya notificado a las autoridades correspondientes y se haya obtenido un permiso.

Nota 3.- Las zonas de vuelo protegidas se establecen para moderar el riesgo de la operación con emisores láser en las proximidades de los aeródromos. El explotador del aeródromo deberá gestionar ante las autoridades locales, en lo posible, la extinción de las emisiones laser y reportar a la DGAC.

Nota 4.- En el Manual sobre emisores láser y seguridad de vuelo (Doc 9815), se incluyen orientaciones suplementarias sobre el modo de proteger las operaciones de vuelo de los efectos peligrosos de los emisores láser.

Nota 5.- Véase también el RAP 311 — Servicios de tránsito aéreo, Capítulo 2

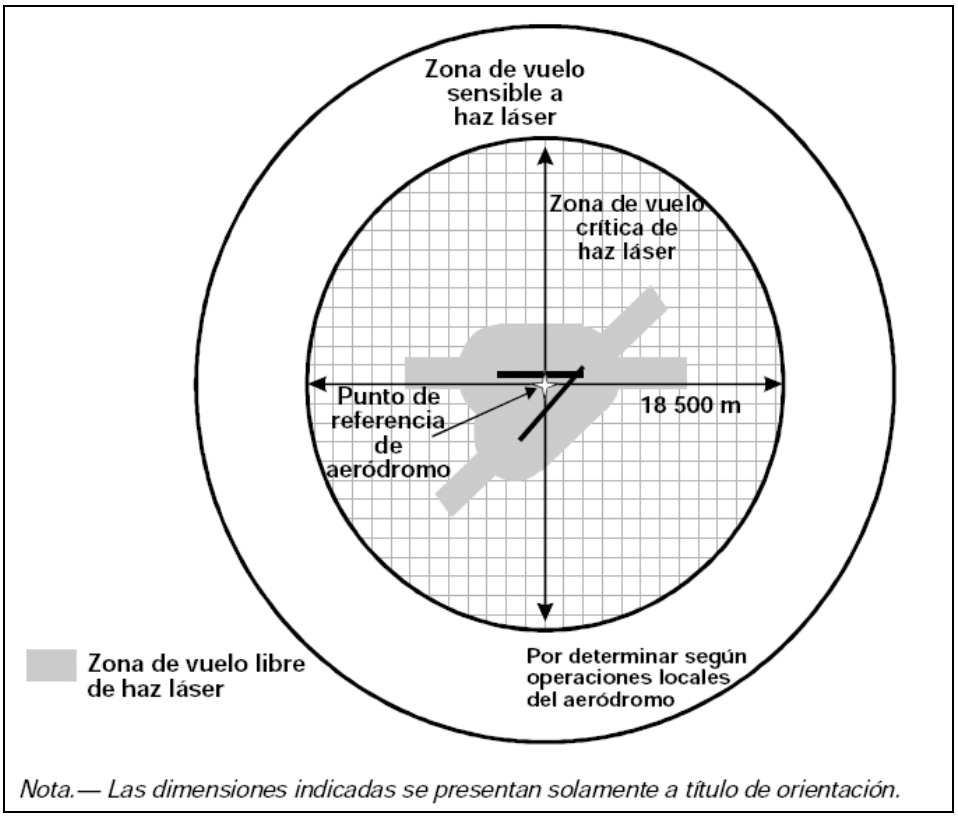


Figura 5-11. Zonas de vuelo protegidas

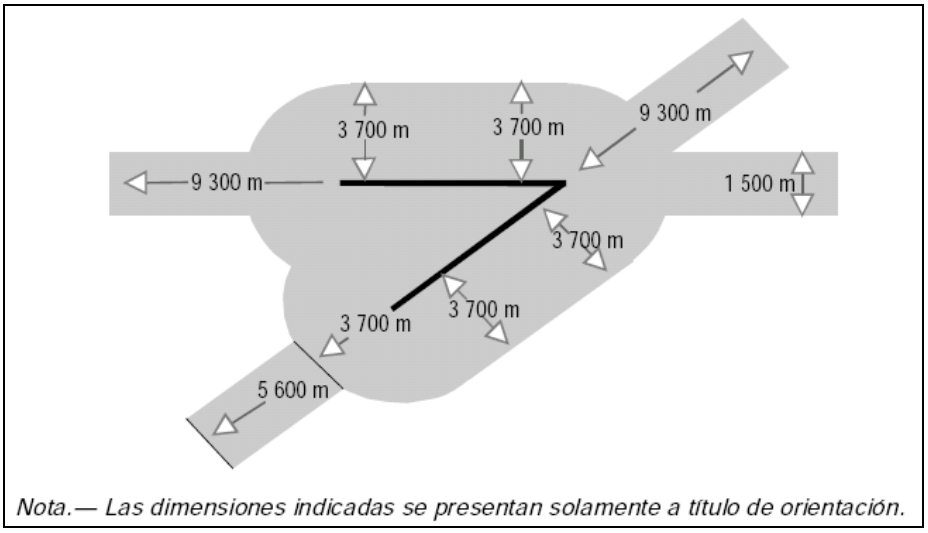


Figura 5-12. Zona de vuelo sin rayos láser en pistas múltiples

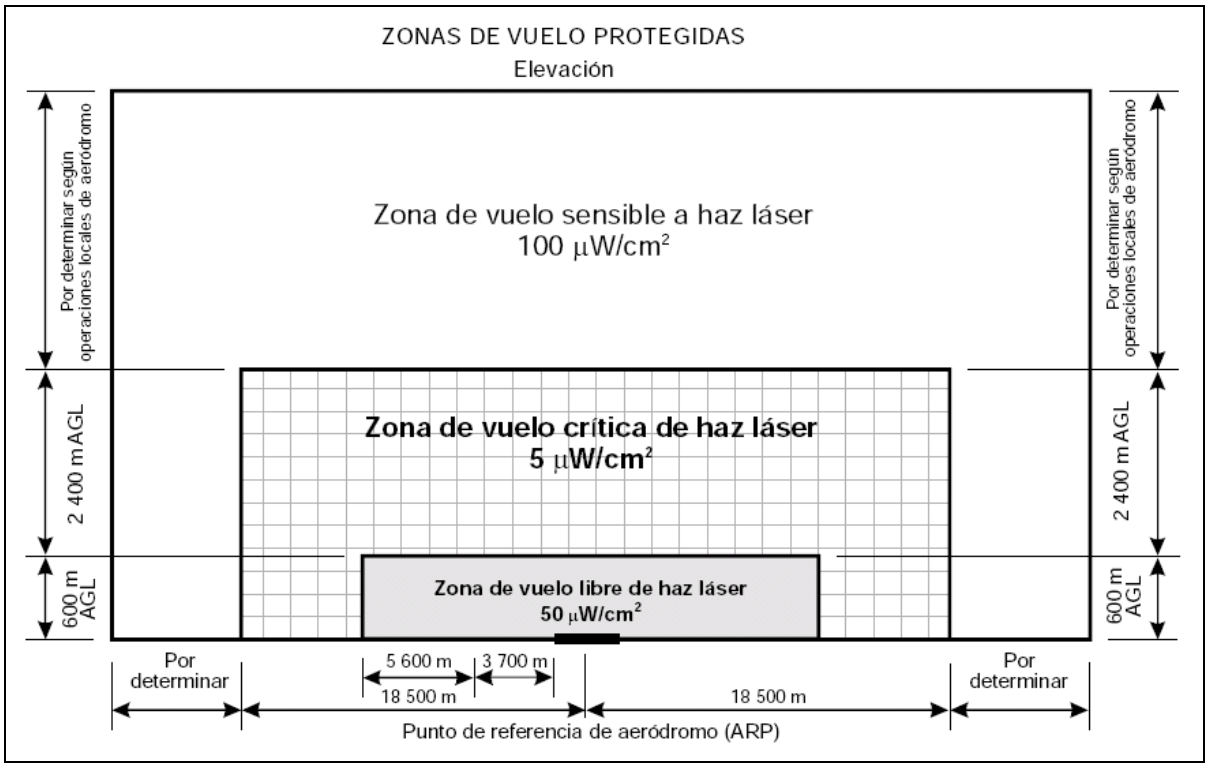


Figura 5-13. Zonas de vuelo protegidas indicando los niveles máximos de irradiación para rayos láser visibles

Luces que pueden causar confusión

5.3.1.3 Una luz no aeronáutica de superficie que, por su intensidad, forma o color, pueda producir confusión o impedir la clara interpretación de las luces aeronáuticas de superficie, debe extinguirse, apantallarse o modificarse de forma que se suprima esa posibilidad. En particular, deben considerarse todas aquellas luces no aeronáuticas de superficie visibles desde el aire que se encuentren dentro de las áreas que se enumeran a continuación:

a) Pista de vuelo por instrumentos - número de clave 4:
dentro de las áreas anteriores al umbral y posteriores al extremo de la pista, en una longitud de por lo menos 4 500 m desde el umbral y desde el extremo de la pista, y en una anchura de 750 m a cada lado de la prolongación del eje de pista.

b) Pista de vuelo por instrumentos - número de clave 2 ó 3:
igual que en a), pero la longitud debería ser por lo menos de 3 000 m.

c) Pista de vuelo por instrumentos - número de clave 1; y pista de vuelo visual:
dentro del área de aproximación.

Nota: El explotador del aeródromo deberá gestionar ante las autoridades locales, en lo posible, su extinción, apantallamiento o modificación y reportar a la DGAC.

Luces aeronáuticas de superficie que pueden ocasionar confusión a los marinos

Nota.- En el caso de las luces aeronáuticas de superficie próximas a aguas navegables, es preciso cerciorarse de que no son motivo de confusión para los marinos.

Dispositivos luminosos y estructuras de soporte

Nota.- En 9.9 se ofrece información con respecto al emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones.

Luces de aproximación elevadas

5.3.1.4 Las luces de aproximación elevadas y sus estructuras de soporte deben ser frangibles salvo que, en la parte del sistema de iluminación de aproximación más allá de 300 m del umbral:

a) cuando la altura de la estructura de soporte es de más de 12 m, el requisito de frangibilidad se aplicará a los 12 m superiores únicamente; y
b) cuando la estructura de soporte está rodeada de objetos no frangibles, únicamente la parte de la estructura que se extiende sobre los objetos circundantes será frangible.

5.3.1.5 Cuando un dispositivo luminoso de luces de aproximación o una estructura de soporte no sean suficientemente visibles por sí mismos, se deben marcar adecuadamente.

Luces elevadas

5.3.1.6 Las luces elevadas de pista, de zona de parada y de calle de rodaje deben ser frangibles. Su altura será lo suficientemente baja para respetar la distancia de guarda de las hélices y barquillas de los motores de las aeronaves de reacción.

Luces empotradas

5.3.1.7 Los dispositivos de las luces empotradas en la superficie de las pistas, zonas de parada, calles de rodaje y plataformas deben estar diseñados y dispuestos de manera que soporten el paso de las ruedas de una aeronave sin que se produzcan daños a la aeronave ni a las luces.

5.3.1.8 La temperatura producida por conducción o por radiación en el espacio entre una luz empotrada y el neumático de una aeronave no debe exceder de 160°C durante un período de 10 minutos de exposición.

Intensidad de las luces y su control

5.3.1.9 La intensidad de la iluminación de pista debe ser adecuada para las condiciones mínimas de visibilidad y luz ambiente en que se trate de utilizar la pista, y compatible con la de las luces de la sección más próxima del sistema de iluminación de aproximación, cuando exista este último.

Nota.- Si bien las luces del sistema de iluminación de aproximación pueden ser de mayor intensidad que las de iluminación de pista, es conveniente evitar cambios bruscos de intensidad, ya que esto podría dar al piloto la falsa impresión de que la visibilidad está cambiando durante la aproximación.

5.3.1.10 Donde se instale un sistema de iluminación de gran intensidad, éste debe contar con reguladores de intensidad adecuados que permitan ajustar la intensidad de las luces según las condiciones que prevalezcan. Se deben proveer medios de reglaje de intensidad separados, u otros métodos adecuados, a fin de garantizar que, cuando se instalen, los sistemas siguientes puedan funcionar con intensidades compatibles:

- sistema de iluminación de aproximación;
- luces de borde de pista;
- luces de umbral de pista;
- luces de extremo de pista;
- luces de eje de pista;
- luces de zona de toma de contacto; y
- luces de eje de calle de rodaje.

5.3.1.11 En el perímetro y en el interior de la elipse que define el haz principal, Apéndice 2, Figuras A2-1 a A2-10, el valor máximo de la intensidad de la luz no debe ser superior a tres veces el valor mínimo de la intensidad de la luz medido de conformidad con el Apéndice 2, notas comunes de las Figuras A2-1 a A2-11, Nota 2.

5.3.1.12 En el perímetro y en el interior del rectángulo que define el haz principal, Apéndice 2, Figuras A2-12 a A2-20, el valor máximo de la intensidad de la luz no debe ser superior a tres veces el valor mínimo de la intensidad de la luz medido de conformidad con el Apéndice 2, notas comunes de las Figuras A2-12 a A2-21, Nota 2.

5.3.2 Iluminación de emergencia

Aplicación

5.3.2.1 En un aeródromo provisto de iluminación de pista y sin fuente secundaria de energía eléctrica, debe disponerse de un número suficiente de luces de emergencia para instalarlas por lo menos en la pista primaria en caso de falla del sistema normal de iluminación.

Nota.- La iluminación de emergencia también puede ser útil para señalar obstáculos o delinear calles de rodaje y áreas de plataforma.

Emplazamiento

5.3.2.2 Cuando se instalen en una pista luces de emergencia, deben, como mínimo, adaptarse a la configuración requerida para una pista de vuelo visual.

Características

5.3.2.3 El color de las luces de emergencia debe ajustarse a los requisitos relativos a colores para la iluminación de pista, si bien donde no sea factible colocar luces de color en el umbral ni en el extremo de pista, todas las luces pueden ser de color blanco variable o lo más parecidas posible a este color.

5.3.3 Faros aeronáuticos

Aplicación

5.3.3.1 Los aeródromos previstos para ser utilizados de noche deben estar dotados de un faro de aeródromo o de un faro de identificación, cuando sea necesario para las operaciones.

5.3.3.2 El requisito operacional se debe determinar habida cuenta de las necesidades del tránsito aéreo que utilice el aeródromo, de la perceptibilidad del aeródromo con respecto a sus alrededores y de la instalación de otras ayudas visuales y no visuales útiles para localizar el aeródromo.

Faro de aeródromo

5.3.3.3 Los aeródromos previstos para ser utilizados de noche deben estar dotados de un faro de aeródromo, cuando se cumplan una o más de las condiciones siguientes:
a) las aeronaves vuelen predominantemente con la ayuda de medios visuales;
b) la visibilidad sea a menudo reducida; o
c) sea difícil localizar el aeródromo desde el aire debido a las luces circundantes o a la topografía.

Emplazamiento

5.3.3.4 El faro de aeródromo debe estar emplazado en el aeródromo o en su proximidad, en una zona de baja iluminación de fondo.

5.3.3.5 El faro debe estar emplazado de modo que en las direcciones importantes no quede oculto por ningún objeto ni deslumbre al piloto durante la aproximación para aterrizar.

Características

5.3.3.6 El faro de aeródromo debe dar ya sea destellos de color alternados con destellos blancos, o destellos blancos solamente. La frecuencia del total de destellos será de 20 a 30 por minuto. Cuando se usen destellos de color, deben ser verdes en los faros instalados en aeródromos terrestres y amarillos en los faros instalados en hidroaeródromos. Cuando se trate de un aeródromo mixto

(aeródromo terrestre e hidroaeródromo), los destellos de color deben tener las características colorimétricas correspondientes a la sección del aeródromo que se designe como instalación principal.

5.3.3.7 La luz del faro se debe ver en todos los ángulos de azimut. La distribución vertical de la luz se extenderá hacia arriba, desde una elevación de no más de 1° hasta una elevación que la DGAC determine que es suficiente para dar orientación en la máxima elevación en que se trate de utilizar el faro y la intensidad efectiva de los destellos no será inferior a 2 000 cd.

Nota.- En emplazamientos donde no pueda evitarse que haya un nivel elevado de iluminación de fondo, puede ser necesario aumentar en un factor de hasta 10 la intensidad efectiva de los destellos.

Faro de identificación

Aplicación

5.3.3.8 Un aeródromo destinado a ser utilizado de noche que no pueda identificarse fácilmente desde el aire por las luces existentes u otros medios estará provisto de un faro de identificación.

Emplazamiento

5.3.3.9 El faro de identificación estará emplazado en el aeródromo en una zona de baja iluminación de fondo.

5.3.3.10 El faro debe estar emplazado de modo que en las direcciones importantes no quede apantallado por ningún objeto ni deslumbre al piloto durante la aproximación para aterrizar.

Características

5.3.3.11 El faro de identificación de los aeródromos terrestres debe ser visible en cualquier ángulo de azimut. La distribución vertical de la luz se debe extender hacia arriba desde un ángulo no superior a 1° hasta un ángulo de elevación que la DGAC determine como suficiente para proporcionar guía hasta la elevación máxima a la que se prevé utilizar el faro, y la intensidad efectiva de los destellos no será inferior a 2 000 cd.

Nota.- En emplazamientos donde no pueda evitarse que haya un nivel elevado de iluminación de fondo, puede ser necesario aumentar en un factor de hasta 10 la intensidad efectiva de los destellos.

5.3.3.12 El faro de identificación debe emitir destellos verdes en aeródromos terrestres y destellos amarillos en hidroaeródromos.

5.3.3.13 Los caracteres de identificación se deben transmitir en el código Morse internacional.

5.3.3.14 La velocidad de emisión debe ser de seis a ocho palabras por minuto, y la duración correspondiente a los puntos Morse, de 0,15 a 0,20 s por cada punto.

5.3.4 Sistemas de iluminación de aproximación

5.3.4.1 Aplicación

A.- Pista de vuelo visual:

Cuando sea materialmente posible, debe instalarse un sistema sencillo de iluminación de aproximación tal como el que se especifica en 5.3.4.2 a 5.3.4.9, para servir a una pista de vuelo visual cuando el número de clave sea 3 ó 4 y destinada a ser utilizada de noche, salvo cuando la pista se utilice solamente en condiciones de buena visibilidad y se proporcione guía suficiente por medio de otras ayudas visuales.

Nota.- También puede instalarse un sistema sencillo de iluminación de aproximación para proporcionar guía visual durante el día.

B.- Pista para aproximaciones que no son de precisión:

Cuando sea materialmente posible, se debe instalar un sistema sencillo de iluminación de aproximación, tal como el que se especifica en 5.3.4.2 a 5.3.4.9, para servir a una pista para aproximaciones que no son de precisión, salvo cuando la pista se utilice solamente en condiciones de buena visibilidad y se proporcione guía suficiente por medio de otras ayudas visuales.

Nota.- Es conveniente que se considere la posibilidad de instalar un sistema de iluminación de aproximación de precisión, de Categoría I, o la adición de un indicador que lleve a la pista.

C.- Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I:

Cuando sea materialmente posible, en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I se debe instalar un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I, tal como el que se especifica en 5.3.4.10 a 5.3.4.21.

D.- Pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III:

En una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III, se debe instalar un sistema de iluminación de aproximación de precisión de las Categorías II y III, tal como se especifica en 5.3.4.22 a 5.3.4.39.

Sistema sencillo de iluminación de aproximación

Emplazamiento

5.3.4.2 El sistema sencillo de iluminación de aproximación debe consistir en una fila de luces, situadas en la prolongación del eje de la pista, que se extienda, siempre que sea posible, hasta una distancia no menor de 420 m desde el umbral, con una fila de luces que formen una barra transversal de 18 ó 30 m de longitud a una distancia de 300 m del umbral.

5.3.4.3 Las luces que formen la barra transversal deben estar, siempre que sea posible, en una línea recta horizontal, perpendicular a la fila de luces de la línea central y bisecada por ella. Las luces de la barra transversal estarán espaciadas de forma que produzcan un efecto lineal; excepto que cuando se utilice una barra transversal de 30 m podrán dejarse espacios vacíos a cada lado de la línea central. Estos espacios vacíos se mantendrán reducidos al mínimo necesario para satisfacer las necesidades locales y cada uno de ellos no excederá de 6 m.

Nota.- Normalmente se utilizan espaciados de 1 a 4 m en las luces de la barra transversal. Pueden quedar espacios vacíos a cada lado de la línea central para mejorar la guía direccional cuando se producen desviaciones laterales durante la aproximación, y para facilitar el movimiento de los vehículos de salvamento y extinción de incendios.

5.3.4.4 Las luces que forman la línea central se colocarán a intervalos longitudinales de 60 m, salvo cuando se estime conveniente mejorar la guía proporcionada, en cuyo caso podrán colocarse a intervalos de 30 m. La luz situada más próxima a la pista se instalará ya sea a 60 m o a 30 m del umbral según el intervalo longitudinal seleccionado para las luces de la línea central.
5.3.4.5 Si no es materialmente posible disponer de una línea central que se extienda hasta una distancia de 420 m desde el umbral, esta línea debe extenderse hasta 300 m, de modo que incluya la barra transversal. Si esto no es posible, las luces de la línea central deberían extenderse lo más lejos posible, y cada una de sus luces debería entonces consistir en una barreta de 3 m de longitud, por lo menos. Siempre que el sistema de aproximación tenga una barra transversal a 300 m del umbral, puede instalarse una barra transversal adicional a 150 m del umbral.

5.3.4.6 El sistema se encontrará situado tan cerca como sea posible del plano horizontal que pasa por el umbral, de manera que:

a) ningún objeto, salvo una antena azimutal ILS o MLS, sobresalga del plano de las luces de aproximación dentro de una distancia de 60 m a partir del eje del sistema; y
b) ninguna luz, salvo la luz emplazada en la parte central de una barra transversal o de una barreta de eje (no en sus extremos), quedará oculta para las aeronaves que realicen la aproximación.

Toda antena azimutal ILS o MLS que sobresalga del plano de las luces se considerará como obstáculo y se señalará e iluminará en consecuencia.

Características

5.3.4.7 Las luces del sistema sencillo de iluminación de aproximación deben ser luces fijas y su color será tal que garanticen que el sistema pueda distinguirse fácilmente de otras luces aeronáuticas de superficie, y de las luces no aeronáuticas en caso de haberlas. Cada una de las luces de la línea central deben consistir en:

a) una sola luz; o bien
b) una barreta de por lo menos 3 m de longitud.

Nota 1.- Cuando la barreta mencionada en b) esté compuesta de luces que se aproximen a luces puntiformes, se ha demostrado que resulta satisfactorio un espacio de 1,5 m entre luces adyacentes de la barreta.

Nota 2.- Puede ser aconsejable emplear barretas de 4 m de longitud, si se prevé que el sistema sencillo de iluminación de aproximación se va a ampliar para convertirlo en un sistema de iluminación de aproximación de precisión.

Nota 3.- En los lugares en los que la identificación del sistema sencillo de iluminación de aproximación sea difícil durante la noche debido a las luces circundantes, este problema quizá pueda resolverse instalando luces de destello en secuencia lineal en la parte externa del sistema.

5.3.4.8 Cuando estén instaladas en una pista de vuelo visual, las luces deben ser visibles desde todos los ángulos de azimut necesarios para el piloto durante el tramo básico y en la aproximación final. La intensidad de las luces debe ser adecuada en todas las condiciones de visibilidad y luz ambiente para los que se haya instalado el sistema.

5.3.4.9 Cuando estén instaladas en una pista para aproximaciones que no sean de precisión, las luces deberían ser visibles desde todos los ángulos de azimut necesarios para el piloto de una aeronave que en la aproximación final no se desvíe excesivamente de la trayectoria definida por la ayuda no visual. Las luces deberían proyectarse para proporcionar guía, tanto de día como de noche, en las condiciones más desfavorables de visibilidad y luz ambiente para las que se pretenda que el sistema continúe siendo utilizable.

Sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I

Emplazamiento

5.3.4.10 El sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I debe consistir en una fila de luces situadas en la prolongación del eje de pista, extendiéndose donde sea posible, hasta una distancia de 900 m a partir del umbral, con una fila de luces que formen una barra transversal de 30 m de longitud, a una distancia de 300 m del umbral de la pista.

Nota.- La instalación de un sistema de iluminación de aproximación de menos de 900 m de longitud puede provocar limitaciones operacionales en el uso de la pista.

5.3.4.11 Las luces que formen la barra transversal deben seguir, siempre que sea posible, una línea recta horizontal, perpendicular a la fila de luces de la línea central y bisecada por ella. Las luces de barra transversal deben estar espaciadas de forma que produzcan un efecto lineal, pero pueden dejarse espacios vacíos a cada lado de la línea central. Estos espacios vacíos se deben mantener reducidos al mínimo necesario para satisfacer las necesidades locales y cada uno de ellos no debe exceder de 6 m.

Nota.- Normalmente se utilizan espaciados de 1 a 4 m en las luces de la barra transversal. Pueden quedar espacios vacíos a cada lado de la línea central para mejorar la guía direccional, cuando se producen desviaciones laterales durante la aproximación y para facilitar el movimiento de los vehículos de salvamento y extinción de incendios.

5.3.4.12 Las luces que forman la línea central se deben situar a intervalos longitudinales de 30 m con la luz situada más próxima a la pista instalada a 30 m del umbral.

5.3.4.13 El sistema se debe encontrar situado tan cerca como sea posible del plano horizontal que pasa por el umbral, de manera que:

a) ningún objeto, salvo una antena azimutal ILS sobresalga del plano de las luces de aproximación dentro de una distancia de 60 m a partir del eje del sistema; y

b) ninguna luz, salvo la luz emplazada en la parte central de una barra transversal o de una barreta de línea central (no las luces de los extremos), debe quedar oculta para las aeronaves que realicen la aproximación.

Toda antena azimutal ILS o MLS que sobresalga del plano de las luces se debe considerar como obstáculo y se señalará e iluminará en consecuencia.

Características

5.3.4.14 Las luces de línea central y de barra transversal de un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I deben ser luces fijas de color blanco y variable. Cada una de las posiciones de luces de la línea central debe consistir en:

a) una sola luz en los 300 m internos de la línea central, dos luces en los 300 m intermedios de la línea central y tres luces en los 300 m externos de la línea central, para proporcionar información a distancia; o bien
b) una barreta.

5.3.4.15 Cuando pueda demostrarse el nivel de estado de funcionamiento de las luces de aproximación especificado como objetivo de mantenimiento en 10.5.10, cada posición de luz de línea central podría consistir en cualquiera de:

a) una sola luz; o
b) una barreta.

5.3.4.16 Las barretas deben tener por lo menos 4 m de longitud. Cuando las barretas estén formadas por luces que se aproximan a fuentes puntiformes, las luces deben estar espaciadas uniformemente a intervalos de no más de 1,5 m.

5.3.4.17 Si la línea central está formada por las barretas que se describen en 5.3.4.14 b) o 5.3.4.15 b), cada una de ellas debería suplementarse con una luz de destellos, excepto cuando se considere que tales luces son innecesarias, teniendo en cuenta las características del sistema y la naturaleza de las condiciones meteorológicas.

5.3.4.18 Cada una de las luces de destellos que se describen en 5.3.4.17 emitirá dos destellos por segundo, comenzando por la luz más alejada del sistema y continuando en sucesión en dirección del umbral hasta la última luz. El circuito eléctrico se concebirá de forma que estas luces puedan hacerse funcionar independientemente de las demás luces del sistema de iluminación de aproximación.

5.3.4.19 Si las luces de línea central son como las que se describen en 5.3.4.14 a) ó 5.3.4.15 a) además de la barra trasversal a 300 m del umbral se deben instalar barras transversales adicionales de luces situadas a 150 m, 450 m, 600 m y 750 m del umbral. Las luces que formen cada barra transversal seguirán, siempre que sea posible, una línea recta horizontal, perpendicular a la fila de luces de línea central y bisecada por ella. Las luces deben estar espaciadas de forma que produzcan un efecto lineal pero pueden dejarse espacios vacíos a cada lado de la línea central. Estos espacios vacíos se deben mantener reducidos al mínimo necesario para satisfacer las necesidades locales y cada uno de ellos no medirá más de 6 m.

5.3.4.20 Cuando las barras transversales adicionales descritas en 5.3.4.19 se incorporen al sistema, los extremos exteriores de las barras transversales deben estar dispuestos en dos rectas paralelas a la fila de luces de línea central o que converjan para cortar el eje de la pista, a 300 m del umbral.

5.3.4.21 Las luces se deben ajustar a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-1.

Sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categorías II y III

Emplazamiento

5.3.4.22 Cuando se instale, el sistema de iluminación de aproximación debe consistir en una fila de luces situadas en la prolongación del eje de la pista, extendiéndose, donde sea posible, hasta una distancia de 900 m a partir del umbral de la pista. Además, el sistema debe tener dos filas laterales de luces, que se extenderán hasta 270 m a partir del umbral, y dos barras transversales, una a 150 m y la otra a 300 m del umbral, como se indica en la Figura 5-14. Cuando pueda demostrarse el nivel de estado de funcionamiento de las luces de aproximación especificado como objetivo de mantenimiento en 10.4.7, el sistema puede tener dos filas laterales de luces que se extenderían hasta 240 m a partir del umbral, y dos barras transversales, una a 150 m y la otra a 300 m del umbral, como se indica en la Figura 5-15.

Nota.- La longitud de 900 m se basa en la necesidad de proporcionar guía para las operaciones que se efectúan en condiciones de Categorías I, II y III. Con una longitud menor puede ser posible hacer frente a las operaciones de Categorías II y III, pero pueden imponerse limitaciones a las de Categoría I.

5.3.4.23 Las luces que forman la línea central se deben colocar a intervalos longitudinales de 30 m con las luces más cercanas a la pista colocadas a 30 m del umbral.

5.3.4.24 Las luces que forman las filas laterales se deben colocar a cada lado de la línea central, con un espaciado longitudinal igual al que tienen las luces de línea central, y con la primera luz instalada a 30 m del umbral. Cuando pueda demostrarse el nivel de estado de funcionamiento de las luces de aproximación especificado como objetivo de mantenimiento en 10.4.7 las luces que forman las filas laterales pueden colocarse a cada lado de la línea central, con un espaciado longitudinal de 60 m, estando la primera luz colocada a 60 m del umbral. El espaciado lateral (o vía) entre las luces de las filas laterales más cercanas no será inferior a 18 m ni superior a 22,5 m y, con preferencia, debería ser de 18 m, pero en todo caso será igual al de las luces de la zona de toma de contacto.

5.3.4.25 La barra transversal instalada a 150 m del umbral debe llenar los espacios vacíos entre las luces de línea central y las de las filas laterales.

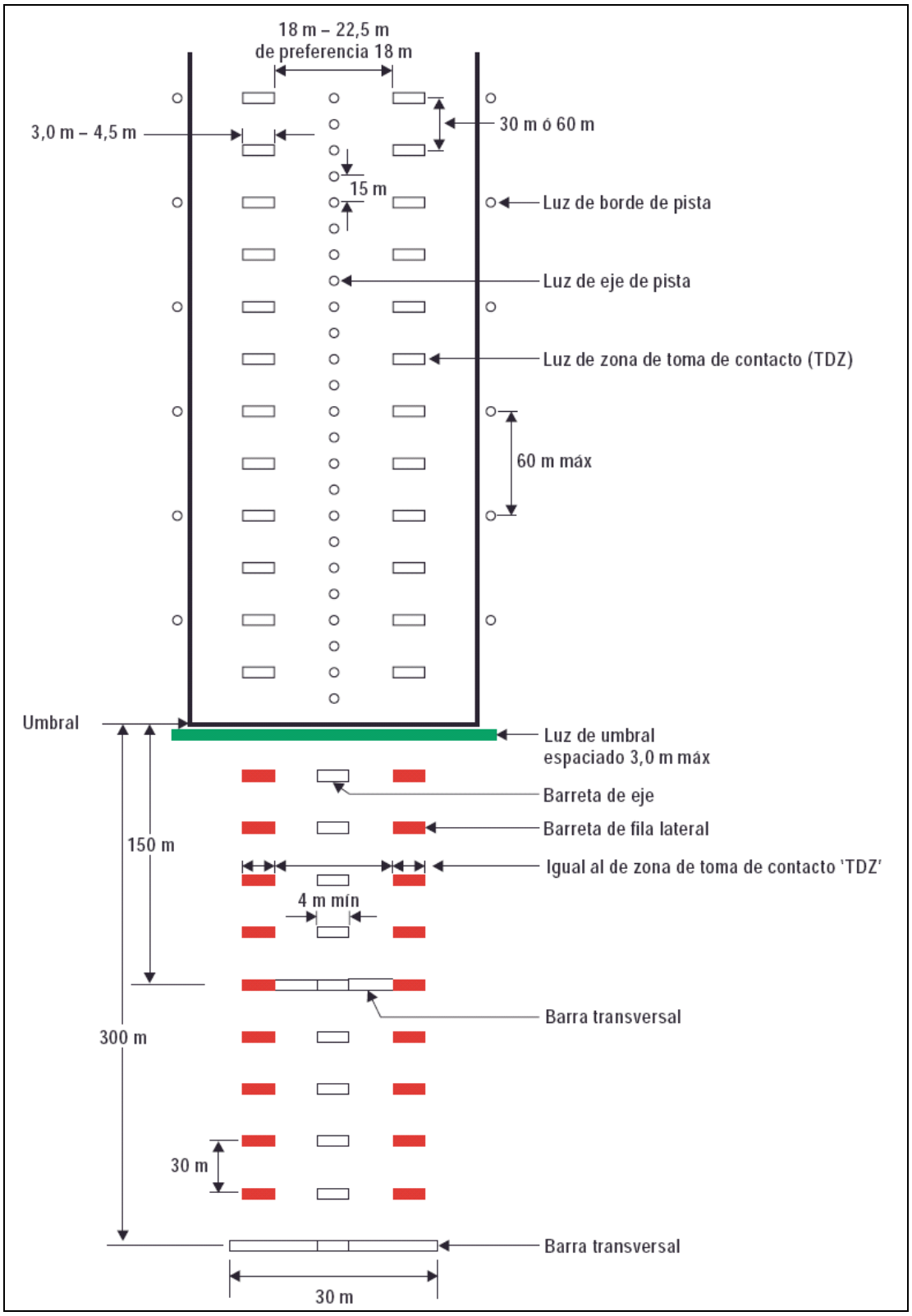


Figura 5-14. Iluminación de pista y de los 300 m internos de la aproximación, en las pistas para aproximaciones de precisión de Categorías II y III

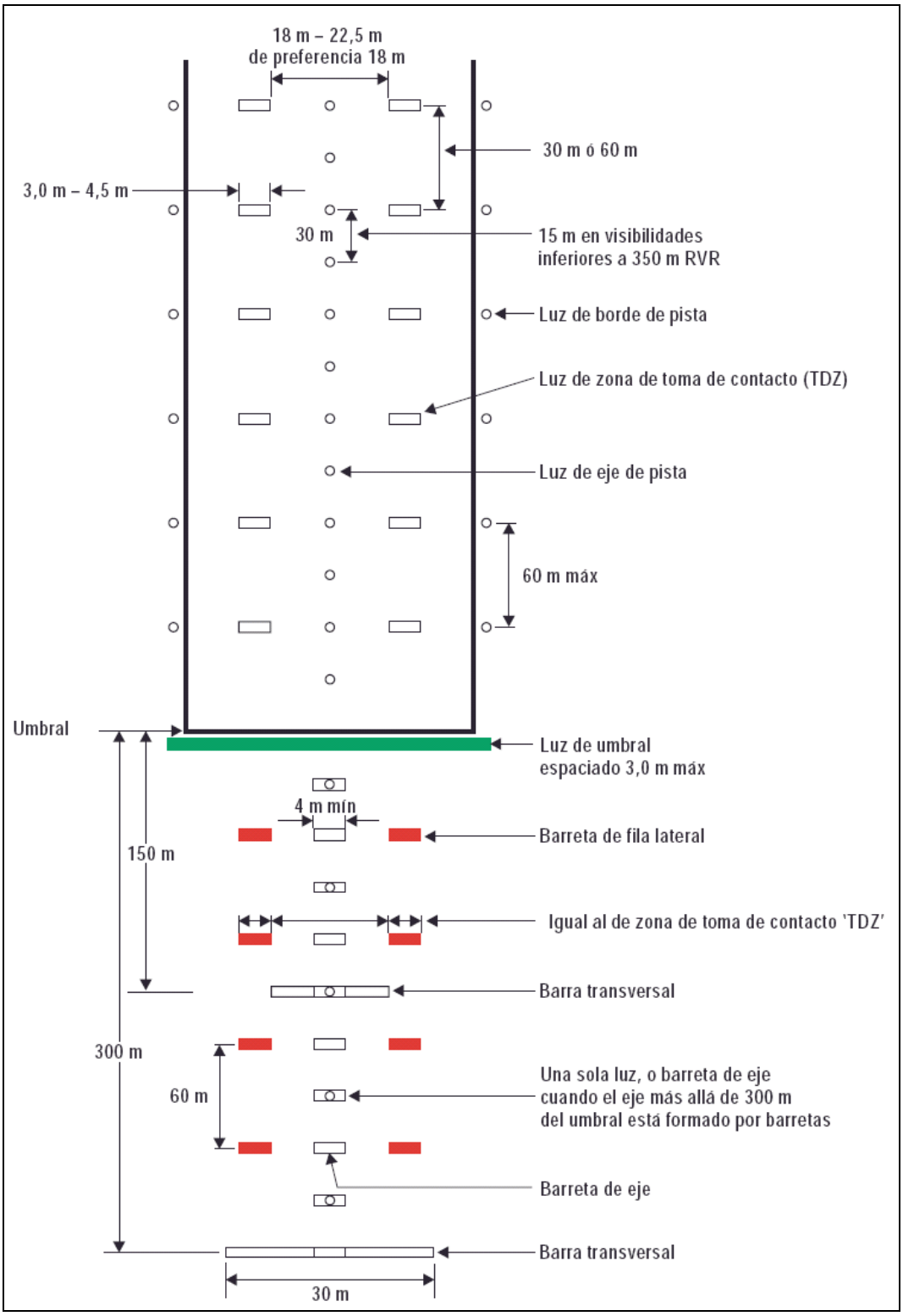


Figura 5-15. Iluminación de pista y de los 300 m internos de la aproximación, en las pistas para aproximaciones de precisión de Categorías II y III, cuando pueda demostrarse que se cumplen los niveles de funcionamiento de las luces especificados como objetivos de mantenimiento en el Capítulo 10

5.3.4.26 La barra transversal instalada a 300 m del umbral se debe extender a ambos lados de las luces de línea central hasta una distancia de 15 m de la línea central.

5.3.4.27 Si las luces de línea central situadas a más de 300 m del umbral consisten en luces tales como las que se describen en 5.3.4.31 b) o 5.3.4.32 b), se deben disponer barras transversales adicionales de luces a 450 m, 600 m y 750 m del umbral.

5.3.4.28 Cuando las barras transversales adicionales descritas en 5.3.4.27 se incorporen al sistema, los extremos exteriores de las barras transversales deben estar dispuestos en dos rectas paralelas a la fila de luces de línea central o que converjan para cortar el eje de la pista a 300 m del umbral.

5.3.4.29 El sistema se debe encontrar situado tan cerca como sea posible del plano horizontal que pasa por el umbral, de manera que:

a) ningún objeto, salvo una antena azimutal ILS o MLS, sobresalga del plano de las luces de aproximación dentro de una distancia de 60 m a partir del eje del sistema; y
b) ninguna luz, salvo la luz emplazada en la parte central de una barra transversal o de una barreta de línea central (no las luces de los extremos), debe quedar oculta para las aeronaves que realicen la aproximación.

Toda antena azimutal ILS o MLS que sobresalga del plano de las luces se debe considerar como obstáculo y se señalará e iluminará en consecuencia.

Características

5.3.4.30 En los primeros 300 m a partir del umbral, la línea central de un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categorías II y III debe consistir en barretas de color blanco variable, excepto cuando el umbral esté desplazado 300 m o más, en cuyo caso la línea central puede consistir en elementos de una sola luz de color blanco variable. Cuando pueda demostrarse el nivel de estado de funcionamiento de las luces de aproximación especificado como objetivo de mantenimiento en 10.5.7, la línea central de un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categorías II y III hasta los primeros 300 m a partir del umbral puede consistir en cualquiera de:

a) barretas, cuando la línea central 300 m más allá del umbral consta de barretas como las descritas en 5.3.4.32 a); o
b) luces individuales alternando con barretas, cuando la línea central 300 m más allá del umbral consta de luces solas como las descritas en 5.3.4.32 b), con la luz sola de más adentro emplazada a 30 m y la barreta de más adentro emplazada a 60 m del umbral; o
c) luces solas cuando el umbral esté desplazado 300 m o más;

todas ellas de color blanco variable.

5.3.4.31 Más allá de 300 m del umbral, cada posición de luz de la línea central debe consistir en:

a) una barreta como las utilizadas en los 300 m internos; o
b) dos luces en los 300 m intermedios de la línea central y tres luces en los 300 m externos de la línea central;

todas ellas de color blanco variable.

5.3.4.32 Cuando pueda demostrarse el nivel de estado de funcionamiento de las luces de aproximación especificado como objetivo de mantenimiento en 10.5.7, más allá de los 300 m a partir del umbral la posición de la luz de la línea central puede consistir en cualquiera de:

a) una barreta; o
b) una sola luz;

ambas de color blanco variable.

5.3.4.33 Las barretas deben tener 4 m de longitud como mínimo. Cuando las barretas estén compuestas de luces que se aproximen a fuentes luminosas puntiformes, las luces deben estar uniformemente espaciadas a intervalos no superiores a 1,5 m.

5.3.4.34 Si la línea central más allá de 300 m a partir del umbral consiste en barretas como las descritas en 5.3.4.31 a) o 5.3.4.32 a), cada barreta más allá de los 300 m debería suplementarse con una luz de destellos, excepto cuando se considere que tales luces son innecesarias, teniendo en cuenta las características del sistema y la naturaleza de las condiciones meteorológicas.

5.3.4.35 Cada una de las luces de destellos que se describen en 5.3.4.34, emitirá dos destellos por segundo, comenzando por la luz más alejada del sistema y continuando en sucesión en dirección del umbral hasta la última luz. El circuito eléctrico se concebirá de forma que estas luces puedan hacerse funcionar independientemente de las demás luces del sistema de iluminación de aproximación.

5.3.4.36 La fila debe consistir en barretas rojas. La longitud de las barretas de la fila lateral y el espaciado entre sus luces serán iguales a los de las barretas luminosas de la zona de toma de contacto.

5.3.4.37 Las luces que forman las barras transversales deben ser luces fijas de color blanco variable. Las luces se espaciarán uniformemente a intervalos de no más de 2,7 m.

5.3.4.38 La intensidad de las luces rojas debe ser compatible con la intensidad de las luces blancas.

5.3.4.39 Las luces se ajustarán a las especificaciones del Apéndice 2, Figuras A2-1 y A2-2.

5.3.5 Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación

Aplicación

5.3.5.1 Se debe instalar un sistema visual indicador de pendiente de aproximación para facilitar la aproximación a una pista, que cuente o no con otras ayudas para la aproximación, visuales o no visuales, cuando exista una o más de las condiciones siguientes:

a) la pista sea utilizada por turborreactores u otros aviones con exigencias semejantes en cuanto a guía para la aproximación;
b) el piloto de cualquier tipo de avión pueda tener dificultades para evaluar la aproximación por una de las razones siguientes:
    1) orientación visual insuficiente, por ejemplo, en una aproximación de día sobre agua o terreno desprovisto de puntos de referencia visuales o durante la noche, por falta de luces no aeronáuticas en el área de aproximación, o
    2) información visual equívoca, debida por ejemplo, a la configuración del terreno adyacente o a la pendiente de la pista;
c) la presencia de objetos en el área de aproximación pueda constituir un peligro grave si un avión desciende por debajo de la trayectoria normal de aproximación, especialmente si no se cuenta con una ayuda no visual u otras ayudas visuales que adviertan la existencia de tales objetos;
d) las características físicas del terreno en cada extremo de la pista constituyan un peligro grave en el caso en que un avión efectúe un aterrizaje demasiado corto o demasiado largo; y
e) las condiciones del terreno o las condiciones meteorológicas predominantes sean tales que el avión pueda estar sujeto a turbulencia anormal durante la aproximación.

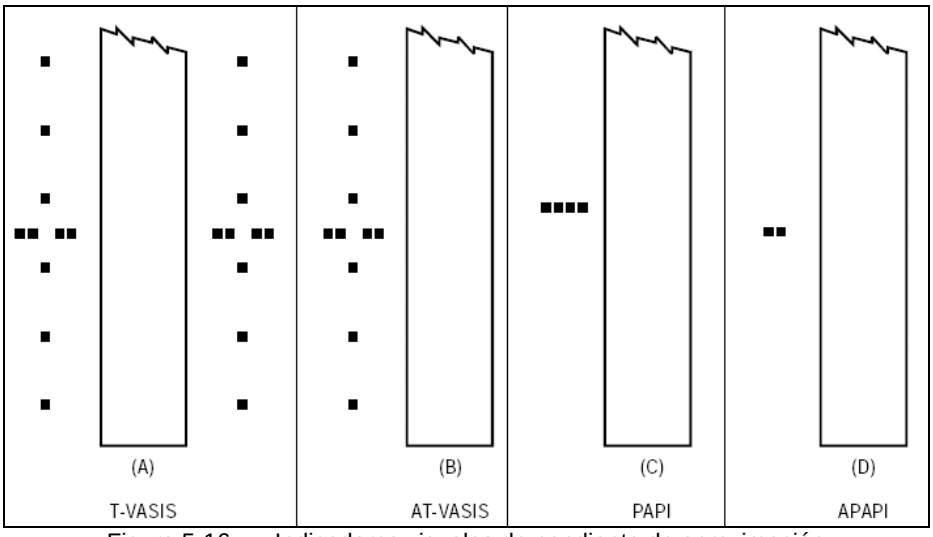


Figura 5-16. Indicadores visuales de pendiente de aproximación

5.3.5.2 Los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación normalizados consistirán en lo siguiente:

a) T-VASIS y AT-VASIS que se ajusten a las especificaciones contenidas en 5.3.5.7 a 5.3.5.23 inclusive;

b) PAPI y APAPI que se ajusten a las especificaciones contenidas en 5.3.5.24 a 5.3.5.41 inclusive; según se indica en la Figura 5-16.

5.3.5.3 Se deben instalar PAPI, T-VASIS o AT-VASIS si el número de clave es 3 ó 4 o cuando existe una o más de las condiciones especificadas en 5.3.5.1.

5.3.5.4 A partir del 1 de enero de 2020, debe discontinuarse el uso de T-VASIS y AT-VASIS como sistemas indicadores de pendiente en aproximación visual.

5.3.5.5 Se debe instalar PAPI o APAPI si el número de clave es 1 ò 2 o cuando existe una o más de las condiciones especificadas en 5.3.5.1

5.3.5.6 Cuando el umbral de la pista se desplace temporalmente y se cumplan una o más de las condiciones especificadas en 5.3.5.1, debe instalarse un PAPI, a menos que el número de clave sea 1 ó 2 y la pista sea utilizada por aviones que no se destinen a servicios aéreos internacionales, en cuyo caso podrá instalarse un APAPI.

T-VASIS y AT-VASIS

Descripción

5.3.5.7 El T-VASIS debe consistir en 20 elementos luminosos simétricamente dispuestos respecto al eje de la pista, en forma de dos barras de ala de cuatro elementos luminosos cada una, cortadas en su punto medio por filas longitudinales de seis luces, según se indica en la Figura 5-17.

5.3.5.8 El AT-VASIS debe consistir en 10 elementos luminosos dispuestos a un lado de la pista en forma de una sola barra de ala de cuatro luces cortada en su punto medio por una fila longitudinal de seis luces.

5.3.5.9 Los elementos luminosos se deben construir y disponer de tal manera que, durante la aproximación el piloto de un avión:

a) cuando vuele por encima de la pendiente de aproximación, vea de color blanco las luces de las barras de ala, y uno, dos o tres elementos luminosos de indicación “descienda”, siendo visibles más elementos luminosos de indicación “descienda” cuanto más alto se encuentre el piloto con respecto a la pendiente de aproximación;

b) cuando vuele en la pendiente de aproximación, vea de color blanco las luces de las barras de ala; y
c) cuando vuele por debajo de la pendiente de aproximación, vea de color blanco las luces de las barras de ala, y uno, dos o tres elementos luminosos de indica “ascienda”, siendo visibles más elementos luminosos “ascienda” cuanto más bajo se encuentre el piloto con respecto a la pendiente de aproximación y cuando se encuentre muy por debajo de la pendiente de aproximación vea de color rojo las luces de las barras de ala y los tres elementos luminosos de indicación “ascienda”.

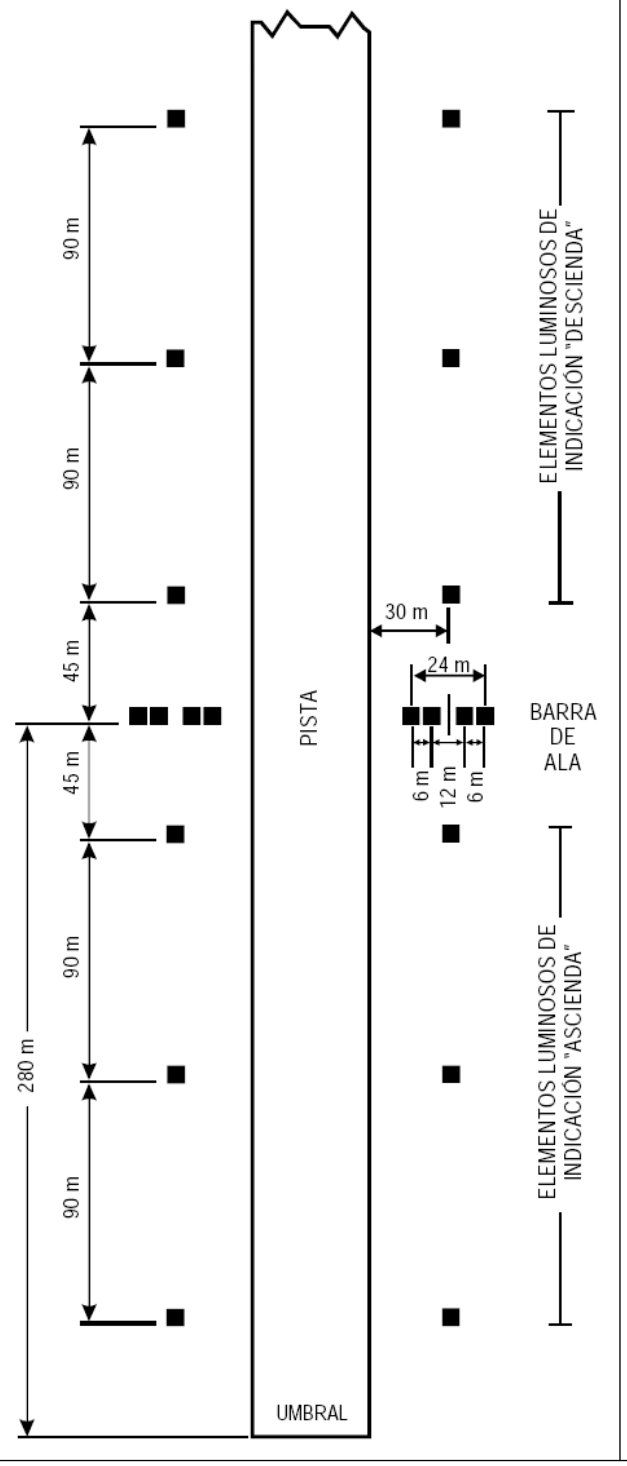
Cuando la aeronave se encuentre en la pendiente de aproximación o por encima de la misma, no debe haber luces visibles procedentes de los elementos luminosos de indicación “ascienda”; cuando se encuentre en la pendiente de aproximación o por debajo de la misma, no debe haber luces visibles procedentes de los elementos luminosos de indicación “descienda”.

Emplazamiento

5.3.5.10 Los elementos luminosos deben estar emplazados como se indica en la Figura 5-17, sujeto a las tolerancias de instalación allí señaladas.

Nota.- Para una pendiente de 3° y una altura nominal de visión de 15 m sobre el umbral (véanse 5.3.5.7 y 5.3.5.20), el emplazamiento del T-VASIS ha de asegurar que la altura de la visión del piloto sobre el umbral se encuentre entre 13 m y 17 m cuando sólo son visibles las luces de barra de ala. Si se requiere una mayor altura de la visión del piloto (para proporcionar un franqueo adecuado de las ruedas) las aproximaciones se podrán realizar con una o más luces de indicación “descienda” visibles. La altura de visión del piloto sobre el umbral debe ser entonces del siguiente orden:

Las luces de barra de ala y un elemento luminoso de indicación “descienda” son visibles	*de 17 m a 22 m*
Las luces de barra de ala y dos elementos luminosos de indicación “descienda” son visibles	*de 22 m a 28 m*
Las luces de barra de ala y tres elementos luminosos de indicación “descienda” son visibles	*de 28 m a 54 m*



TOLERANCIAS DE INSTALACIÓN

La DGAC puede:

a) hacer variar la altura nominal de visión sobre el umbral de la señal de pendiente correcta entre los límites de 12 m y 16 m, salvo en los casos en que se disponga de trayectoria de planeo ILS normalizada o de trayectoria de planeo mínima MLS, en que debería hacerse variar la altura sobre el umbral para evitar conflictos entre las indicaciones visuales de pendiente de aproximación y la porción utilizable de las indicaciones de trayectoria de planeo ILS o de trayectoria de planeo mínima MLS;

b) hacer variar la distancia longitudinal entre los elementos luminosos o la longitud total del sistema en un 10% como máximo;

c) hacer variar el desplazamiento lateral del sistema con respecto al borde de la pista en ±3 m como máximo;
Nota.- El sistema debe desplazarse simétricamente a ambos lados del eje de la pista.

d) donde el terreno tenga pendiente longitudinal, ajustar la distancia longitudinal del elemento luminoso para compensar su diferencia de nivel con respecto al umbral; y

e) donde el terreno tenga pendiente transversal, ajustar la distancia longitudinal de dos elementos luminosos o dos barras de ala para compensar la diferencia de nivel entre ellos, según sea necesario para satisfacer lo prescrito en 5.3.5.17.

La distancia entre la barra de ala y el umbral se basa en una pendiente de aproximación de 3° a una pista nivelada con una altura nominal de la vista del piloto sobre el umbral de 15 m. En la práctica, la distancia del umbral a la barra de ala viene determinada por:

a) la pendiente de aproximación elegida;

b) la pendiente longitudinal de la pista; y

c) la altura nominal elegida para la vista del piloto sobre el umbral.

Figura 5-17. Emplazamiento de los elementos luminosos del T-VASIS

Características de los elementos luminosos

5.3.5.11 Los sistemas deben ser adecuados, tanto para las operaciones diurnas como para las nocturnas.

5.3.5.12 La distribución luminosa del haz de cada elemento debe tener forma de abanico y será visible en un gran arco de azimut en la dirección de la aproximación. Los elementos luminosos de las barras de ala deben producir un haz de luz blanca desde un ángulo vertical de 1°54', hasta un ángulo vertical de 6°, y un haz de luz roja en un ángulo vertical de 0° a 1°54'. Los elementos que advierten que se está por encima de la trayectoria correcta (indicación "descienda"), deben producir un haz blanco desde un ángulo de 6° hasta aproximadamente la pendiente de aproximación, punto en el que se ocultarán bruscamente. Los elementos luminosos que advierten que se está por debajo de la trayectoria correcta (indicación "ascienda"), deben producir un haz blanco desde aproximadamente la pendiente de aproximación hasta un ángulo vertical de 1°54', y un haz rojo por debajo de este ángulo vertical de 1°54'. El ángulo de la parte superior del haz rojo en los elementos de barras de ala y en los elementos de indicación puede aumentarse para dar cumplimiento a lo que se prescribe en 5.3.5.21.

5.3.5.13 La distribución de la intensidad de la luz de los elementos luminosos de indicación "descienda", barra de ala y "ascienda" debe ser la indicada en el Apéndice 2, Figura A2-22.

5.3.5.14 La transición de colores, de rojo a blanco, en el plano vertical, debe ser tal que para un observador situado a una distancia no inferior a 300 m, ocurra dentro de un ángulo vertical no superior a 15'.

5.3.5.15 Cuando la intensidad sea máxima, la coordenada Y de la luz roja no debe exceder de 0,320.

5.3.5.16 Se debe disponer de un control adecuado de intensidad para que ésta pueda graduarse de acuerdo con las condiciones predominantes, evitando así el deslumbramiento del piloto durante la aproximación y el aterrizaje.

5.3.5.17 Los elementos luminosos que forman las barras de ala o los elementos luminosos que integran el par conjugado que indica "ascienda" o "descienda", se deben montar de manera que se presenten al piloto del avión que efectúa la aproximación como una línea sensiblemente horizontal. Los elementos luminosos se deben montar lo más bajo posible y serán frangibles.

5.3.5.18 Los elementos luminosos deben estar diseñados de manera que la condensación, el polvo, etc., que puedan depositarse en las superficies reflectoras u ópticas, obstruyan en el menor grado posible las señales luminosas y no afecten de modo alguno la elevación de los haces o el contraste entre las señales rojas y las blancas. La construcción de los elementos luminosos debe ser tal que se reduzca al mínimo la probabilidad de que la nieve o el hielo, cuando sea probable que se produzcan tales fenómenos, obturen total o parcialmente las ranuras.

Pendiente de aproximación y reglaje de elevación de los haces de los elementos luminosos

5.3.5.19 La pendiente de aproximación debe ser adecuada para el uso por los aviones que utilicen la aproximación.

5.3.5.20 Cuando una pista provista con T-VASIS está dotada de un ILS, el emplazamiento y elevaciones de los elementos luminosos deben ser tales que la pendiente de aproximación visual se ajuste tan estrechamente como sea posible a la trayectoria de planeo del ILS, según corresponda.

5.3.5.21 La elevación de los haces de los elementos luminosos de las barras de ala debe ser la misma a ambos lados de la pista. La elevación de la parte superior del haz del elemento luminoso de indicación "ascienda" más próximo a cada barra de ala, y la de la parte inferior del haz del elemento luminoso de indicación "descienda" más próximo a cada barra de ala, debe ser la misma y corresponderá a la pendiente de aproximación. El ángulo límite de la parte superior de los haces de los elementos luminosos sucesivos de indicación "ascienda", disminuirá 5' de arco en el ángulo de elevación de cada elemento sucesivo a partir de la barra de ala. El ángulo límite de la parte inferior de los haces de los elementos luminosos de indicación "descienda" aumentará en 7' de arco en cada elemento sucesivo a partir de la barra de ala (véase la Figura 5-18).

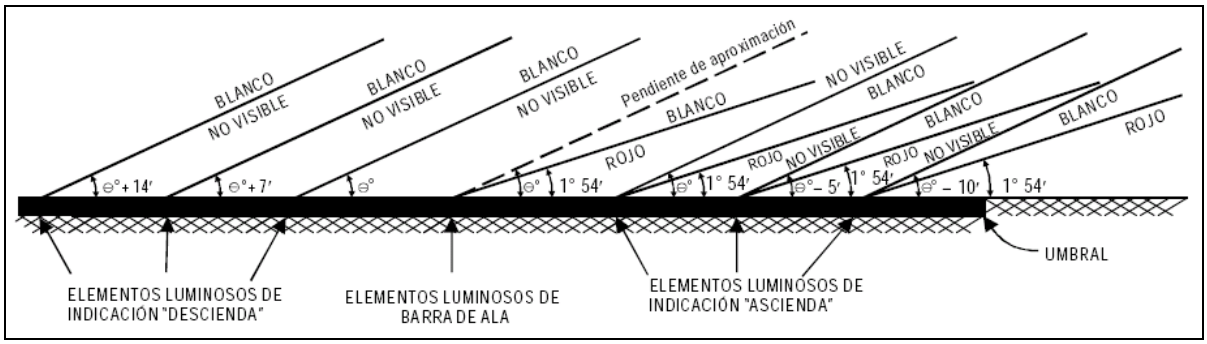


Figura 5-18. Haces luminosos y reglaje del ángulo de elevación del T-VASIS y del AT-VASIS

5.3.5.22 El reglaje del ángulo de elevación de la parte superior de los haces de luz roja de la barra de ala y de los elementos luminosos de indicación “ascienda” debe ser tal que durante una aproximación, el piloto de un avión para quien resulten visibles la barra de ala y tres elementos luminosos de indicación “ascienda” franqueará con un margen seguro todos los objetos que se hallen en el área de aproximación, si ninguna de dichas luces aparece de color rojo.

5.3.5.23 El ensanchamiento en azimut del haz luminoso debe estar convenientemente restringido si algún objeto, situado fuera de los límites de la superficie de protección contra obstáculos del sistema, pero dentro de los límites laterales de su haz luminoso, sobresaliera del plano de la superficie de protección contra obstáculos y un estudio aeronáutico indicara que dicho objeto podría influir adversamente en la seguridad de las operaciones. La amplitud de la restricción debe determinar que el objeto permanezca fuera de los confines del haz luminoso.

Nota.- Véase en 5.3.5.42 a 5.3.5.46 lo relativo a las correspondientes superficies de protección contra obstáculos.

PAPI y APAPI

Descripción

5.3.5.24 El sistema PAPI debe consistir en una barra de ala con cuatro elementos de lámparas múltiples (o sencillas por pares) de transición definida situados a intervalos iguales. El sistema se colocará al lado izquierdo de la pista, a menos que sea materialmente imposible.

Nota.- Si la pista es utilizada por aeronaves que necesitan guía visual de balanceo y no hay otros medios externos que proporcionen esta guía, entonces puede proporcionarse una segunda barra de ala en el lado opuesto de la pista.

5.3.5.25 El sistema APAPI debe consistir en una barra de ala con dos elementos de lámparas múltiples (o sencillas por pares) de transición definida. El sistema se colocará al lado izquierdo de la pista, a menos que sea materialmente imposible.

Nota.- Si la pista es utilizada por aeronaves que necesitan guía visual de balanceo la cual no se proporciona por otros medios externos, entonces puede proporcionarse una segunda barra de ala en el lado opuesto de la pista.

5.3.5.26 La barra de ala de un PAPI debe estar construida y dispuesta de manera que el piloto que realiza la aproximación:

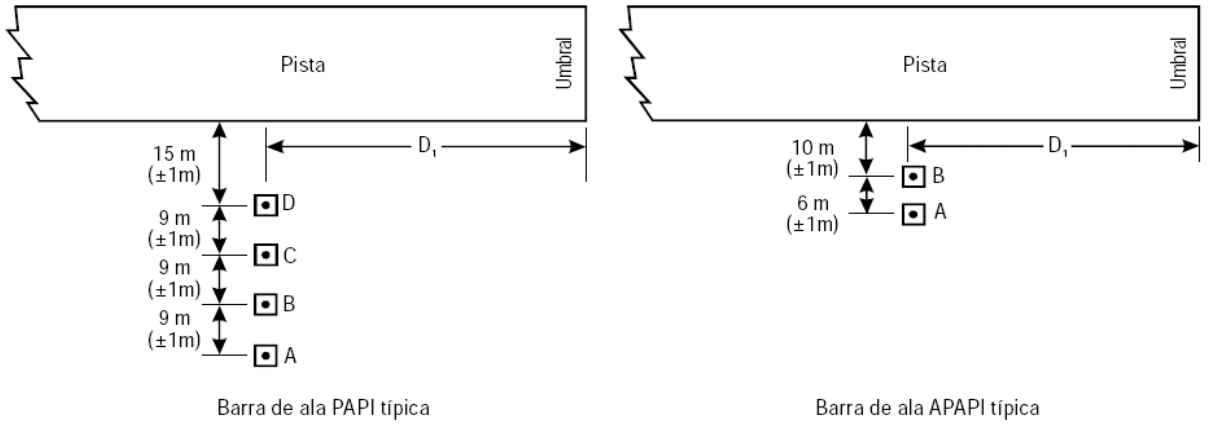
a) vea rojas las dos luces más cercanas a la pista y blancas las dos más alejadas, cuando se encuentre en la pendiente de aproximación o cerca de ella;
b) vea roja la luz más cercana a la pista y blancas las tres más alejadas, cuando se encuentre por encima de la pendiente de aproximación, y blancas todas las luces en posición todavía más elevada; y
c) vea rojas las tres luces más cercanas a la pista y blanca la más alejada, cuando se encuentre por debajo de la pendiente de aproximación, y rojas todas las luces en posición todavía más baja.

5.3.5.27 La barra de ala de un APAPI debe estar construida y dispuesta de manera que el piloto que realiza la aproximación:

a) vea roja la luz más cercana a la pista y blanca la más alejada, cuando se encuentre en la pendiente de aproximación o cerca de ella;
b) vea ambas luces blancas cuando se encuentre por encima de la pendiente de aproximación; y
c) vea ambas luces rojas cuando se encuentre por debajo de la pendiente de aproximación.

Emplazamiento

5.3.5.28 Los elementos luminosos deben estar emplazados como se indica en la configuración básica de la Figura 5-19, respetando las tolerancias de instalación allí señaladas. Los elementos que forman la barra de ala deben montarse de manera que aparezca al piloto del avión que efectúa la aproximación como una línea sensiblemente horizontal. Los elementos luminosos se deben montar lo más abajo posible y serán frangibles.



TOLERANCIAS DE INSTALACIÓN

a) Cuando se instale un PAPI o APAPI en una pista no equipada con ILS o MLS, la distancia D1 se calculará para asegurar que la altura más baja a la cual el piloto verá una indicación de trayectoria de aproximación correcta (Figura 5-20, ángulo B para el PAPI y ángulo A para el APAPI) proporciona el margen vertical entre las ruedas y el umbral especificado en la columna apropiada de la Tabla 5-2 para los aviones más críticos que utilizan regularmente la pista.
b) Cuando se instale un PAPI o APAPI en una pista equipada con ILS o MLS, la distancia D1 se calculará de modo que se logre la mayor compatibilidad posible entre las ayudas visuales y las no visuales, teniéndose en cuenta la variación de la distancia vertical entre los ojos del piloto y la antena de los aviones que utilizan regularmente la pista. La distancia será igual a la que media entre el umbral y el origen real de la trayectoria de planeo ILS o de la trayectoria de planeo mínima MLS, según corresponda, más un factor de corrección por la variación de la distancia vertical entre los ojos del piloto y la antena de los aviones en cuestión. El factor de corrección se obtiene multiplicando la distancia vertical media entre los ojos del piloto y la antena de dichos aviones por la cotangente del ángulo de aproximación. No obstante, la distancia será tal que en ningún caso el margen vertical entre las ruedas y el umbral sea inferior al especificado en la columna (3) de la Tabla 5-2.
Nota.- Véase la Sección 5.2.5 con respecto a especificaciones sobre la señal de punto de visada. En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4, figura orientación sobre la compatibilidad de las señales del PAPI con las del ILS, o con las del MLS.
c) Si se requiere un margen vertical sobre las ruedas mayor que el especificado en a), para aeronaves de tipo determinado, puede lograrse aumentando la distancia D1.
d) La distancia D1 se ajustará para compensar las diferencias de elevación entre el centro de los lentes de los elementos luminosos y el umbral.
e) Para asegurar que los elementos se monten tan bajo como sea posible y permitir cualquier pendiente transversal, pueden hacerse pequeños ajustes de altura de hasta 5 cm entre los elementos. Puede aceptarse un gradiente lateral no superior al 1,25%, a condición de que se aplique uniformemente entre los elementos.
f) Se utilizará una separación de 6 m (±1 m) entre los elementos del PAPI cuando el número de clave sea 1 ó 2. En tal caso, el elemento PAPI interior se emplazará a no menos de 10 m (±1 m) del borde de la pista.
Nota.- Al reducir la separación entre los elementos luminosos se disminuye el alcance útil del sistema.
g) La separación lateral entre elementos del APAPI puede incrementarse a 9 m (±1 m) si se requiere un mayor alcance o si se prevé la conversión posterior a un PAPI completo. En este último caso, el elemento APAPI interior se emplazará a 15 m (±1 m) del borde de la pista.

Figura 5-19. Emplazamientos del PAPI y del APAPI

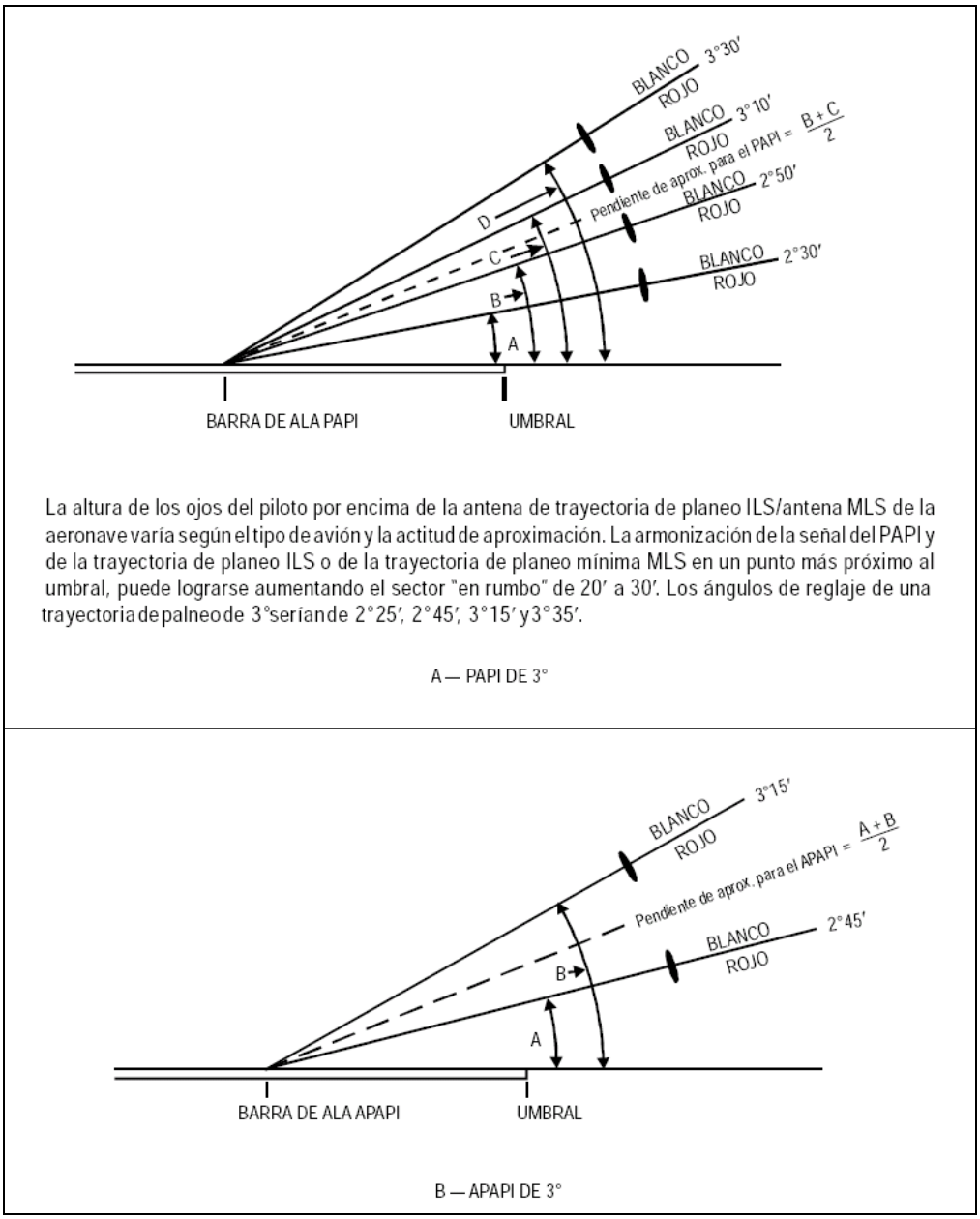


Figura 5-20. Haces luminosos y reglaje del ángulo de elevación del PAPI y del APAPI

Características de los elementos luminosos

5.3.5.29 El sistema debe ser adecuado tanto para las operaciones diurnas como para las nocturnas.

5.3.5.30 La transición de colores, de rojo a blanco, en el plano vertical, debe ser tal que para un observador situado a una distancia no inferior a 300 m, ocurra dentro de un ángulo vertical no superior a 3'.

5.3.5.31 Cuando la intensidad sea máxima, la coordenada Y de la luz roja no debe exceder de 0,320.

5.3.5.32 La distribución de la intensidad de la luz de los elementos luminosos debe ser la indicada en el Apéndice 2, Figura A2-23.

5.3.5.33 Se debe proporcionar un control adecuado de intensidad para que ésta pueda graduarse de acuerdo con las condiciones predominantes, evitando así el deslumbramiento del piloto durante la aproximación y el aterrizaje.

5.3.5.34 Cada elemento luminoso debe poder ajustarse en elevación, de manera que el límite inferior de la parte blanca del haz pueda fijarse en cualquier ángulo deseado de elevación, entre 1°30' y al menos 4°30' sobre la horizontal.

5.3.5.35 Los elementos luminosos se deben diseñar de manera que la condensación, la nieve, el polvo, etc., que puedan depositarse en las superficies reflectoras u ópticas, obstruyan en el menor grado posible las señales luminosas y no afecten en modo alguno el contraste entre las señales rojas y blancas ni la elevación del sector de transición.

Pendiente de aproximación y reglaje de elevación de los elementos luminosos

5.3.5.36 La pendiente de aproximación que se define en la Figura 5-20 debe ser adecuada para ser utilizada por los aviones que efectúen la aproximación.

5.3.5.37 Cuando una pista esté dotada de un ILS o MLS, el emplazamiento y el ángulo de elevación de los elementos luminosos harán que la pendiente de aproximación visual se ajuste tanto como sea posible a la trayectoria de planeo del ILS o MLS.

5.3.5.38 El reglaje del ángulo de elevación de los elementos luminosos de una barra de ala PAPI debe ser tal que un piloto que se encuentre en la aproximación y observe una señal de una luz blanca y tres rojas, franqueará con un margen seguro todos los objetos que se hallen en el área de aproximación. (Véase la Tabla 5-2)

5.3.5.39 El reglaje del ángulo de elevación de los elementos luminosos de una barra de ala APAPI debe ser tal que un piloto que se encuentre en la aproximación y observe la señal más baja de estar en la pendiente, es decir, una luz blanca y una luz roja, franqueará con un margen seguro todos los obstáculos situados en el área de aproximación (véase tabla 5-2).

5.3.5.40 El ensanchamiento en azimut del haz luminoso debe estar convenientemente restringido si algún objeto, situado fuera de los límites de la superficie de protección contra obstáculos del PAPI o del APAPI, pero dentro de los límites laterales de su haz luminoso, sobresaliera del plano de la superficie de protección contra obstáculos y un estudio aeronáutico indicara que dicho objeto podría influir adversamente en la seguridad de las operaciones. La amplitud de la restricción determinará que el objeto permanezca fuera de los confines del haz luminoso.

Nota.- En lo que respecta a la correspondiente superficie de protección contra obstáculos, véase 5.3.5.42 a 5.3.5.46.

5.3.5.41 Si se instalan dos barras de ala para proporcionar guía de balanceo, a cada lado de la pista, estos elementos correspondientes se ajustarán al mismo ángulo a fin de que las señales de ambos sistemas cambien simétricamente al mismo tiempo.

Superficie de protección contra obstáculos

Nota.- Las especificaciones siguientes se aplican al T-VASIS, al AT-VASIS, al PAPI y al APAPI.

5.3.5.42 Se debe establecer una superficie de protección contra obstáculos cuando se desee proporcionar un sistema visual indicador de pendiente de aproximación.

5.3.5.43 Las características de la superficie de protección contra obstáculos, es decir, su origen, divergencia, longitud y pendiente, deben corresponder a las especificadas en la columna pertinente de la Tabla 5-3 y de la Figura 5-21.

5.3.5.44 No se deben permitir objetos nuevos o ampliación de los existentes por encima de la superficie de protección contra obstáculos, salvo si, en opinión de la DGAC, los nuevos objetos o sus ampliaciones estuvieran apantallados por un objeto existente inamovible.

5.3.5.45 Se deben retirar los objetos existentes que sobresalgan de la superficie de protección contra obstáculos, salvo si, en opinión de la DGAC, los objetos están apantallados por un objeto existente inamovible o si tras un estudio aeronáutico se determina que tales objetos no influirían adversamente en la seguridad de las operaciones de los aviones.

5.3.5.46 Si un estudio aeronáutico indicara que un objeto existente que sobresale de la superficie de protección contra obstáculos podría influir adversamente en la seguridad de las operaciones de los aviones, se adoptarán una o varias de las medidas siguientes:

a) retirar el objeto
b) aumentar convenientemente la pendiente de aproximación del sistema;
c) disminuir el ensanchamiento en azimut del sistema de forma que el objeto esté fuera de los confines del haz;
d) desplazar el eje del sistema de la correspondiente superficie de protección contra obstáculos en un ángulo no superior a 5°; y
e) desplazar convenientemente el tramo en contra del viento del umbral de modo que el objeto ya no penetre la SPO.

Nota.- El desplazamiento del tramo en contra del viento del umbral reduce la distancia de aterrizaje operacional.

Tabla 5-2. Margen vertical entre las ruedas y el umbral para el PAPI y el APAPI

Altura de los ojos del piloto respecto a las ruedas en configuración de aproximación [a]	Margen vertical deseado de las ruedas (m) [b,c]	Margen vertical mínimo de las ruedas (m) [d]
(1)	(2)	(3)
Hasta 3 m (exclusive)	6	3[e]
Desde 3 m hasta 5 m (exclusive)	9	4
Desde 5 m hasta 8 m (exclusive)	9	5
Desde 8 m hasta 14 m (exclusive)	9	6

a. Al seleccionar el grupo de alturas entre los ojos del piloto y las ruedas se considerarán únicamente los aviones que utilicen el sistema con regularidad. El tipo más crítico de dichos aviones determinará el grupo de alturas entre los ojos del piloto y las ruedas.
b. Normalmente se proporcionarán los márgenes verticales deseados de las ruedas que figuran en la columna (2).
c. Los márgenes verticales de las ruedas de la columna (2) pueden reducirse a valores no inferiores a los indicados en la columna (3), siempre que un estudio aeronáutico indique que dicha reducción es aceptable.
d. Cuando se proporcione un margen vertical reducido de las ruedas sobre un umbral desplazado, se asegurará de que se dispone del correspondiente margen vertical deseado de las ruedas de la columna (2), si un avión con los valores máximos del grupo de alturas escogido entre los ojos del piloto y las ruedas sobrevuela el extremo de la pista.
e. Este margen vertical de las ruedas puede reducirse a 1,5 m en pistas utilizadas principalmente por aviones ligeros que no sean turborreactores.

Tabla 5-3. Dimensiones y pendientes de la superficie de protección contra obstáculos

	Tipo de pista/número de clave							
	Visual Núm. de clave				*Por instrumentos Núm. de clave*			
Dimensiones de la superficie	1	2	3	4	1	2	3	4
Longitud del borde interior	60 m	80 m[a]	150 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m
Distancia desde el sistema visual indicador de pendiente de aproximación[e]	D_1+30 m	D_1+60 m	D_1+60 m	D_1+60 m	D_1+60 m	D_1+60 m	D_1+60 m	D_1+60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%
Longitud total	7 500 m	7 500 m[b]	15 000 m	15 000 m	7 500 m	7 500 m[b]	15 000 m	15 000 m
Pendiente								
a) T-VASIS y AT-VASIS	–[c]	1,9°	1,9°	1,9°	–	1,9°	1,9°	1,9°
b) PAPI[d]	–	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°
c) APAPI[d]	A-0,9°	A-0,9°	–	–	A-0,9°	A-0,9°	–	–

a. En el caso del T-VASIS o del AT-VASIS, esta longitud se incrementará a 150 m.
b. En el caso del T-VASIS o del AT-VASIS, esta longitud se incrementará a 15 000 m.
c. No se ha especificado la pendiente para el caso de un sistema cuya utilización, en las pistas del tipo/número de clave indicado, sea poco probable.
d. Los ángulos serán los indicados en la Figura 5-20.
e. D_1 es la distancia entre el sistema visual indicador de pendiente de aproximación y el umbral, antes de efectuar cualquier desplazamiento para remediar la penetración del objeto en la OPS (véase la Fig. 5-19). El inicio de la OPS se fija al emplazamiento del sistema visual indicador de pendiente de aproximación, de modo que el desplazamiento del PAPI traiga aparejado un desplazamiento igual del inicio de la OPS. Véase 5.3.5.46 e).

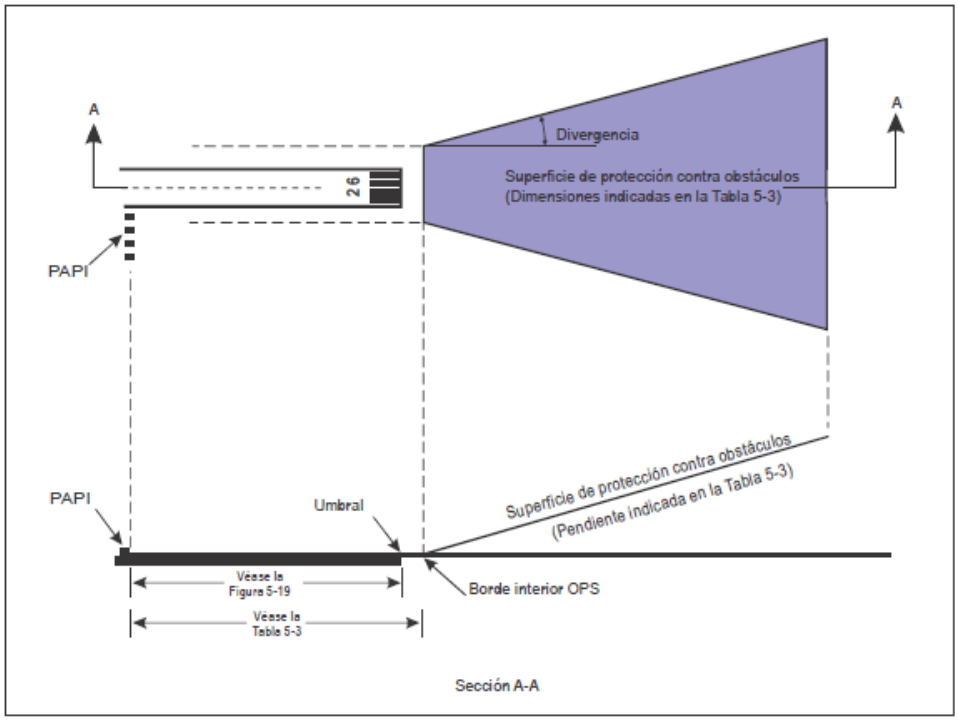


Figura 5-21. Superficie de protección contra obstáculos para los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación

5.3.6 Luces de guía para el vuelo en circuito

5.3.6.1 Deben instalarse luces de guía para el vuelo en circuito cuando los sistemas existentes de iluminación de aproximación y de pista no permitan a la aeronave que vuela en circuito identificar satisfactoriamente la pista o el área de aproximación en las condiciones en que se prevea que ha de utilizarse la pista para aproximaciones en circuito.

5.3.6.2 El emplazamiento y el número de luces de guía para el vuelo en circuito deben ser adecuados para que, según el caso, el piloto pueda:

a) llegar al tramo a favor del viento o alinear y ajustar su rumbo a la pista, a la distancia necesaria de ella, y distinguir el umbral al pasarlo; y
b) no perder de vista el umbral de la pista u otras referencias que le permitan juzgar el viraje para entrar en el tramo básico y en la aproximación final, teniendo en cuenta la guía proporcionada por otras ayudas visuales.

5.3.6.3 Las luces de guía para el vuelo en circuito deben comprender:

a) luces que indiquen la prolongación del eje de la pista o partes de cualquier sistema de iluminación de aproximación; o5.55
b) luces que indiquen la posición del umbral de la pista; o
c) luces que indiquen la dirección o emplazamiento de la pista;

o la combinación de estas luces que convenga para la pista en cuestión.

Características

5.3.6.4 Las luces de guía para el vuelo en circuito deben ser fijas o de destellos, de una intensidad y abertura de haz adecuadas para las condiciones de visibilidad y luz ambiente en que se prevea realizar las aproximaciones en circuito visual. Se deben utilizar lámparas blancas para las luces de destellos y lámparas blancas o de descarga para las luces fijas.

5.3.6.5 Las luces deben concebirse e instalarse de forma que no deslumbren ni confundan al piloto durante la aproximación para el aterrizaje, el despegue o el rodaje.

5.3.7 Sistema de luces de entrada a la pista

Aplicación

5.3.7.1 Debe instalarse un sistema de luces de entrada a la pista cuando se desee proporcionar guía visual a lo largo de una trayectoria de aproximación determinada, para evitar terrenos peligrosos o para fines de atenuación del ruido.

Emplazamiento

5.3.7.2 Los sistemas de luces de entrada a la pista deben estar integrados por grupos de luces dispuestos de manera que delimiten la trayectoria de aproximación deseada y para que cada grupo pueda verse desde el punto en que está situado el grupo precedente. La distancia entre los grupos adyacentes no debe exceder de 1 600 m aproximadamente.

Nota.- Los sistemas de luces de entrada a la pista pueden ser curvos, rectos o mixtos.

5.3.7.3 El sistema de luces de entrada a la pista debe extenderse desde un punto determinado por la autoridad competente hasta un punto en que se perciba el sistema de iluminación de aproximación, de haberlo, o la pista o el sistema de iluminación de pista.

Características

5.3.7.4 Cada grupo de luces del sistema de iluminación de entrada a la pista debe estar integrado por un mínimo de tres luces de destellos dispuestas en línea o agrupadas. Dicho sistema puede complementarse con luces fijas si éstas son útiles para identificarlo.

5.3.7.5 Debe utilizarse lámparas blancas para las luces de destellos y las luces fijas.

5.3.7.6 De ser posible, las luces de cada grupo deben emitir los destellos en una secuencia que se desplace hacia la pista.

5.3.8 Luces de identificación de umbral de pista

5.3.8.1 Deben instalarse luces de identificación de umbral de pista:

a) en el umbral de una pista para aproximaciones que no son de precisión, cuando sea necesario hacerlo más visible o cuando no puedan instalarse otras ayudas luminosas para la aproximación; y
b) cuando el umbral esté desplazado permanentemente del extremo de la pista o desplazado temporalmente de su posición normal y se necesite hacerlo más visible.

5.3.8.2 Las luces de identificación de umbral de pista se deben emplazar simétricamente respecto al eje de la pista, alineadas con el umbral y a 10 m, aproximadamente, al exterior de cada línea de luces de borde pista.

5.3.8.3 Las luces de identificación de umbral de pista deben ser luces de destellos de color blanco, con una frecuencia de destellos de 60 a 120 por minuto.

5.3.8.4 Las luces deben ser visibles solamente en la dirección de la aproximación a la pista.

5.3.9 Luces de borde de pista

Aplicación

5.3.9.1 Deben instalarse luces de borde de pista en una pista destinada a uso nocturno, o en una pista para aproximaciones de precisión destinada a uso diurno o nocturno.

5.3.9.2 Deben instalarse luces de borde de pista en una pista destinada a utilizarse para despegues diurnos con mínimos de utilización inferiores a un alcance visual en la pista del orden de 800 m.

Emplazamiento

5.3.9.3 Las luces de borde de pista deben emplazarse a todo lo largo de ésta, en dos filas paralelas y equidistantes del eje de la pista.

5.3.9.4 Las luces de borde de pista deben emplazarse a lo largo de los bordes del área destinada a servir de pista, o al exterior de dicha área a una distancia que no exceda de 3 m.

5.3.9.5 Cuando la anchura del área que pudiera declararse como pista sea superior a 60 m, la distancia entre las filas de luces debe determinarse teniendo en cuenta el carácter de las operaciones, las características de la distribución de la intensidad luminosa de las luces de borde de pista y otras ayudas visuales que sirvan a la pista.

5.3.9.6 Las luces deben estar espaciadas uniformemente en filas, a intervalos no mayores de 60 m en una pista de vuelo por instrumentos, y a intervalos no mayores de 100 m en una pista de vuelo visual. Las luces a uno y otro lado del eje de la pista deben estar dispuestas en líneas perpendiculares al mismo. En las intersecciones de las pistas, las luces pueden espaciarse irregularmente o bien omitirse, siempre que los pilotos sigan disponiendo de guía adecuada.

Características

5.3.9.7 Las luces de borde de pista deben ser fijas y de color blanco variable, excepto que:

a) en el caso de que el umbral esté desplazado, las luces entre el comienzo de la pista y el umbral desplazado deben ser de color rojo en la dirección de la aproximación; y
b) en el extremo de la pista, opuesto al sentido del despegue, las luces pueden ser de color amarillo en una distancia de 600 m o en el tercio de la pista, si esta longitud es menor.

5.3.9.8 Las luces de borde de pista deben ser visibles desde todos los ángulos de azimut que se necesiten para orientar al piloto que aterrice o despegue en cualquiera de los dos sentidos. Cuando las luces de borde de pista se utilicen como guía para el vuelo en circuito, deben ser visibles desde todos los ángulos de azimut (véase 5.3.6.1).

5.3.9.9 En todos los ángulos de azimut requeridos según 5.3.9.8, las luces de borde de pista deben ser visibles hasta 15° sobre la horizontal, con una intensidad adecuada para las condiciones de visibilidad y luz ambiente en las cuales se haya de utilizar la pista para despegues o aterrizajes. En todo caso, la intensidad será de 50 cd por lo menos, pero en los aeródromos en que no existan luces aeronáuticas, la intensidad de las luces puede reducirse hasta un mínimo de 25 cd, con el fin de evitar el deslumbramiento de los pilotos.

5.3.9.10 En las pistas para aproximaciones de precisión, las luces de borde de pista deben ajustarse a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-9 ó A2-10.

5.3.10 Luces de umbral de pista y de barra de ala

(Véase la Figura 5-22)

Aplicación de las luces de umbral de pista

5.3.10.1 Deben instalarse luces de umbral de pista en una pista equipada con luces de borde de pista, excepto en el caso de una pista de vuelo visual o una pista para aproximaciones que no son de precisión, cuando el umbral esté desplazado y se disponga de luces de barra de ala.

Emplazamiento de luces de umbral de pista

5.3.10.2 Cuando un umbral esté en el extremo de una pista, las luces de umbral deben estar emplazadas en una fila perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo de la pista como sea posible y en ningún caso a más de 3 m al exterior del mismo.

5.3.10.3 Cuando un umbral esté desplazado del extremo de una pista, las luces de umbral deben estar emplazadas en una fila perpendicular al eje de la pista, coincidiendo con el umbral desplazado.

5.3.10.4 Las luces de umbral deben comprender:

a) en una pista de vuelo visual o en una pista para aproximaciones que no son de precisión, seis luces por lo menos;
b) en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I, por lo menos el número de luces que se necesitarían si las luces estuviesen uniformemente espaciadas, a intervalos de 3 m, colocadas entre las filas de luces de borde de pista; y
c) en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III, luces uniformemente espaciadas entre las filas de luces de borde de pista, a intervalos no superiores a 3 m.

5.3.10.5 Las luces que se prescriben en 5.3.10.4 a) y b) deben estar:

a) igualmente espaciadas entre las filas de luces de borde de pista; o

b) dispuestas simétricamente respecto al eje de la pista, en dos grupos, con las luces uniformemente espaciadas en cada grupo con un espacio vacío entre los grupos igual a la vía de las luces o señales de zona de toma de contacto, cuando la pista disponga de las mismas o, en todo caso, no mayor que la mitad de la distancia entre las filas de luces de borde de pista.

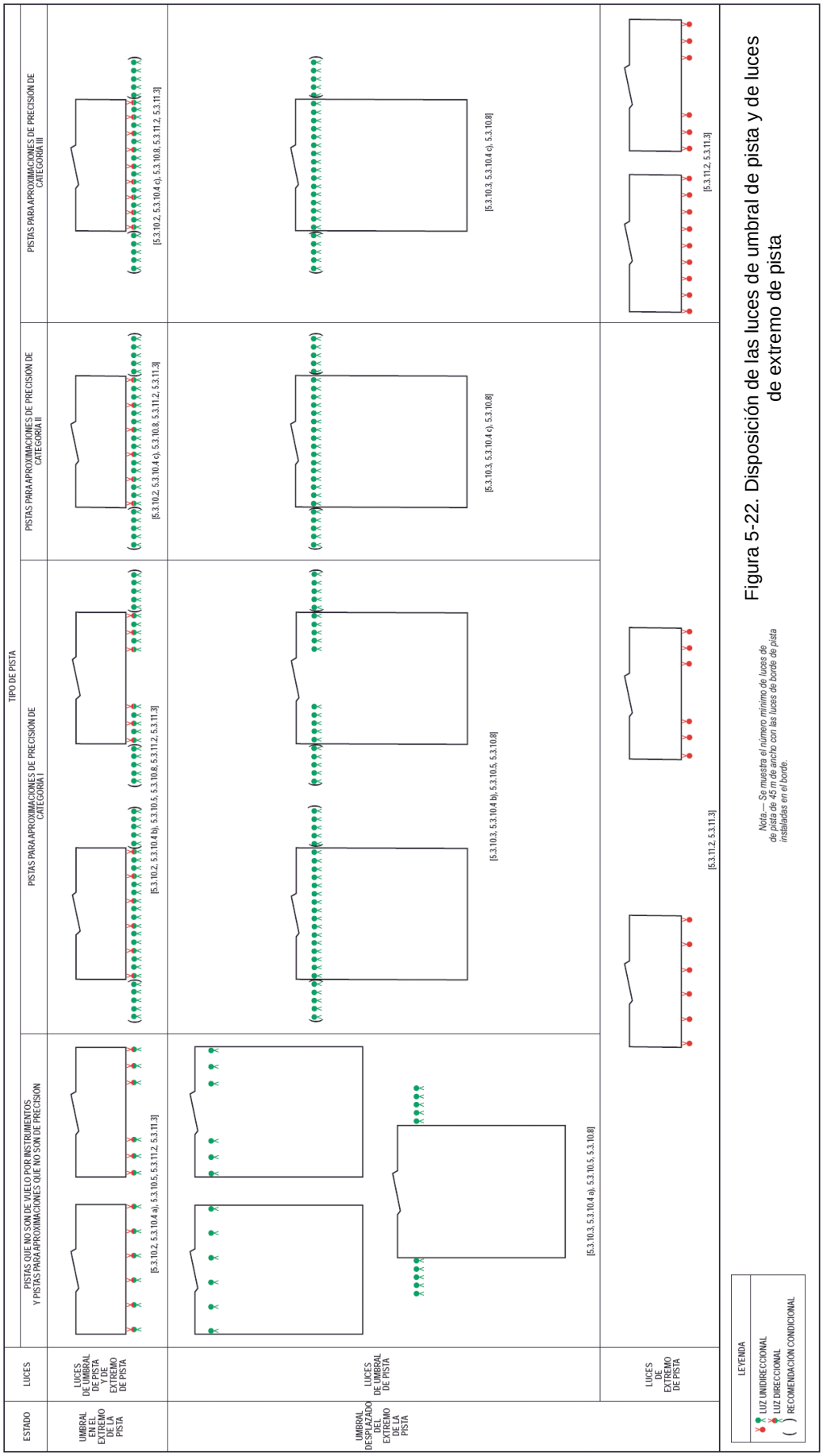


Figura 5-22. Disposición de las luces de umbral de pista y de luces de extremo de pista

Aplicación de las luces de barra de ala

5.3.10.6 Deben instalarse luces de barra de ala en las pistas para aproximaciones de precisión cuando se estime conveniente una indicación más visible del umbral.

5.3.10.7 Se deben instalar luces de barra de ala en una pista de vuelo visual o en una pista para aproximaciones que no sean de precisión, cuando el umbral esté desplazado y las luces de umbral de pista sean necesarias, pero no se hayan instalado.

5.3.10.8 Las luces de barra de ala deben estar dispuestas en el umbral, simétricamente respecto al eje de la pista, en dos grupos, o sea las barras de ala. Cada barra de ala estará formada por cinco luces como mínimo, que se extenderán por lo menos sobre 10 m hacia el exterior de la fila de luces de borde de pista perpendiculares a ésta. La luz situada en la parte más interior de cada barra de ala estará en la fila de luces del borde de pista.

Características de las luces de umbral de pista y de barra de ala

5.3.10.9 Las luces de umbral de pista y de barra de ala deben ser luces fijas unidireccionales, de color verde, visibles en la dirección de la aproximación a la pista, y su intensidad y abertura de haz deben ser las adecuadas para las condiciones de visibilidad y luz ambiente en las que se prevea ha de utilizarse la pista.

5.3.10.10 En las pistas para aproximaciones de precisión, las luces de umbral de pista se deben ajustar a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-3.

5.3.10.11 En las pistas para aproximaciones de precisión, las luces de barra de ala de umbral se deben ajustar a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-4.

5.3.11 Luces de extremo de pista

Aplicación

5.3.11.1 Deben instalarse luces de extremo de pista en una pista dotada de luces de borde de pista.

Emplazamiento

5.3.11.2 Las luces de extremo de pista se deben emplazar en una línea perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo como sea posible y en ningún caso a más de 3 m al exterior del mismo.

5.3.11.3 La iluminación de extremo de pista debe consistir en seis luces por lo menos. Las luces deben estar:

a) espaciadas uniformemente entre las filas de luces de borde de pista; o
b) dispuestas simétricamente respecto al eje de la pista en dos grupos, con las luces uniformemente espaciadas en cada grupo y con un espacio vacío entre los grupos no mayor que la mitad de la distancia entre las filas de luces de borde de pista.

En las pistas para aproximaciones de precisión de Categoría III, el espaciado entre las luces de extremo de pista, excepto entre las dos luces más interiores si se utiliza un espacio vacío, no debe exceder de 6 m.

Características

5.3.11.4 Las luces de extremo de pista deben ser luces fijas unidireccionales de color rojo, visibles en la dirección de la pista y su intensidad y abertura de haz deben ser las adecuadas para las condiciones de visibilidad y de luz ambiente en las que se prevea que ha de utilizarse.

5.3.11.5 En las pistas para aproximaciones de precisión, las luces de extremo de pista se deben ajustar a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-8.

5.3.12 Luces de eje de pista

Aplicación

5.3.12.1 Deben instalarse luces de eje de pista en todas las pistas para aproximaciones de precisión de Categoría II o III.

5.3.12.2 Deben instalarse luces de eje de pista en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I, particularmente cuando dicha pista es utilizada por aeronaves con una velocidad de aterrizaje elevada, o cuando la anchura de separación entre las líneas de luces de borde de pista sea superior a 50 m.

5.3.12.3 Deben instalarse luces de eje de pista en una pista destinada a ser utilizada para despegues con mínimos de utilización inferiores a un alcance visual en la pista del orden de 400 m.

5.3.12.4 Deben instalarse luces de eje de pista en una pista destinada a ser utilizada para despegues con mínimos de utilización correspondientes a un alcance visual en la pista del orden de 400 m o una distancia mayor cuando sea utilizada por aviones con velocidad de despegue muy elevada, especialmente cuando la anchura de separación entre las líneas de luces de borde de pista sea superior a 50 m.

Emplazamiento

5.3.12.5 Las luces de eje de pista se deben emplazar a lo largo del eje de la pista, pero, cuando ello no sea factible, podrán desplazarse uniformemente al mismo lado del eje de la pista a una distancia máxima de 60 cm. Las luces se emplazarán desde el umbral hasta el extremo, con un espaciado longitudinal aproximado de 15 m. Cuando pueda demostrarse el nivel de estado de funcionamiento de las luces de eje de pista especificado como objetivo de mantenimiento en 10.5.7 ó 10.5.11, según corresponda, y la pista esté prevista para ser utilizada en condiciones de alcance visual en la pista de 350 m o más, el espaciado longitudinal puede ser de aproximadamente 30 m.

5.3.12.6 La guía de eje para el despegue desde el comienzo de la pista hasta un umbral desplazado, debe proporcionarse por uno de los medios siguientes:

a) un sistema de iluminación de aproximación, cuando sus características y reglajes de intensidad proporcionen la guía necesaria durante el despegue; o
b) luces de eje de pista; o
c) barretas de 3 m de longitud, por lo menos, espaciadas a intervalos uniformes de 30 m, tal como se indica en la Figura 5-23, diseñadas de modo que sus características fotométricas y reglaje de intensidad proporcionen la guía requerida durante el despegue.

Cuando fuere necesario debe preverse la posibilidad de apagar las luces de eje de pista especificadas en b) o restablecer la intensidad del sistema de iluminación de aproximación o las barretas, cuando la pista se utilice para aterrizaje. En ningún caso debe aparecer solamente la iluminación de eje de pista con una única fuente desde el comienzo de la pista hasta el umbral desplazado, cuando la pista se utilice para aterrizajes.

5.3.12.7 Las luces de eje de pista deben ser luces fijas de color blanco variable desde el umbral hasta el punto situado a 900 m del extremo de pista; luces alternadas de colores rojo y blanco variable desde 900 m hasta 300 m del extremo de pista, y de color rojo desde 300 m hasta el extremo de pista, excepto que; en el caso de pistas de longitud inferior a 1 800 m, las luces alternadas de colores rojo y blanco variable se extenderán desde el punto medio de la pista utilizable para el aterrizaje hasta 300 m del extremo de la pista.

5.3.12.8 Las luces de eje de pista se deben ajustar a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-6 ó A2-7.

5.3.13 Luces de zona de toma de contacto en la pista

Aplicación

5.3.13.1 Deben instalarse luces de zona de toma de contacto (TDZ) en la zona de toma de contacto de una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III.

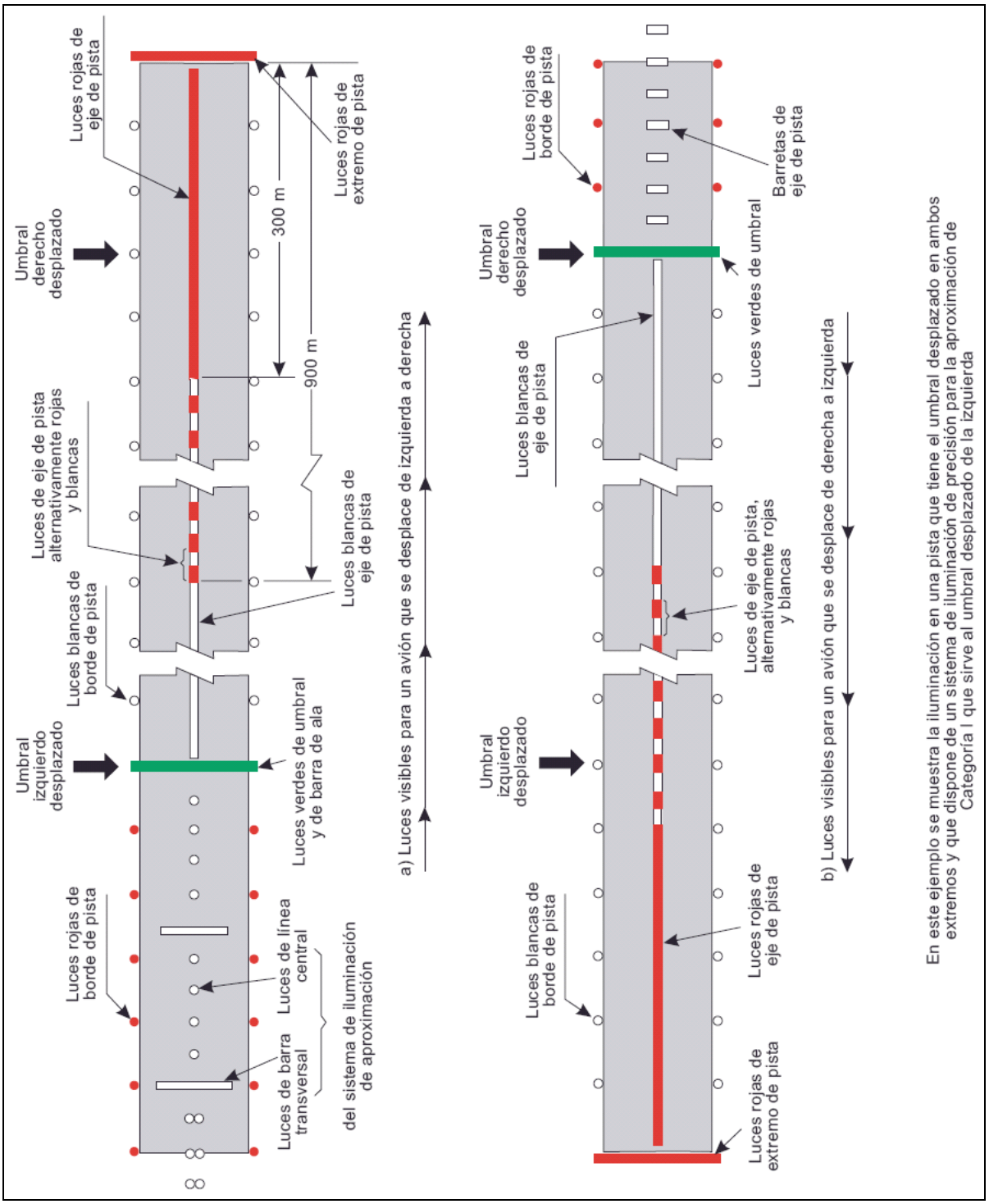


Figura 5-23. Ejemplo de iluminación de aproximación y de la pista en las pistas con umbrales desplazados

Emplazamiento

5.3.13.2 Las luces de zona de toma de contacto deben extenderse desde el umbral hasta una distancia longitudinal de 900 m, excepto en las pistas de longitud menor de 1 800 m, en cuyo caso debe acortarse el sistema, de manera que no sobrepase el punto medio de la pista. La instalación debe estar dispuesta en forma de pares de barretas simétricamente colocadas respecto al eje de la pista. Los elementos luminosos de un par de barretas más próximos al eje de pista deben tener un espaciado lateral igual al del espaciado lateral elegido para la señal de la zona de toma de contacto. El espaciado longitudinal entre los pares de barretas debe ser de 30 m o de 60 m.

Características

5.3.13.3 Una barreta debe estar formada por tres luces como mínimo, con un espaciado entre las mismas no mayor de 1,5 m.

5.3.13.4 Las barretas deben tener una longitud no menor de 3 m ni mayor de 4,5 m.

5.3.13.5 Las luces de zona de toma de contacto deben ser luces fijas unidireccionales de color blanco variable.

5.3.13.6 Las luces de zona de toma de contacto deben ajustarse a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-5.

5.3.14 Luces simples de toma de contacto en la pista

Aplicación

5.3.14.1 Salvo en los casos en que se proporcionen luces TDZ de conformidad con el párrafo 5.3.13, en un aeródromo en que el ángulo de aproximación es superior a 3,5 grados y/o la distancia de aterrizaje disponible combinada con otros factores aumenta el riesgo de un aterrizaje demasiado largo deben proporcionarse luces simples de toma de contacto en la pista.

Emplazamiento

5.3.14.2 Las luces simples de toma de contacto en la pista constarán de un par de luces y estarán situadas a ambos lados del eje de pista a 0,3 m del borde en contra del viento de la última señal de zona de toma de contacto. El espaciado lateral entre las luces internas de los dos pares de luces será igual al espaciado seleccionado para la señal de zona de toma de contacto. El espacio entre las luces del mismo par no excederá de 1,5 m o la mitad de la anchura de la señal de zona de toma de contacto, lo que sea mayor (véase la Figura 5-24).

5.3.14.3 Cuando se proporcionen en una pista sin señales TDZ, las luces simples de toma de contacto en la pista deben instalarse en un punto que proporcione la información TDZ equivalente.

Características

5.3.14.4 Las luces simples de toma de contacto en la pista deben ser luces fijas unidireccionales de color blanco variable, alineadas de modo que sean visibles para el piloto de un avión que aterriza en la dirección de aproximación a la pista.

5.3.14.5 Las luces simples de toma de contacto en la pista deben ser conformes a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-5.

Nota.- Como buena práctica operacional, las luces simples de toma de contacto en la pista se alimentan con un circuito separado del de otras luces de pista, a fin de poder usarlas cuando las demás luces estén apagadas

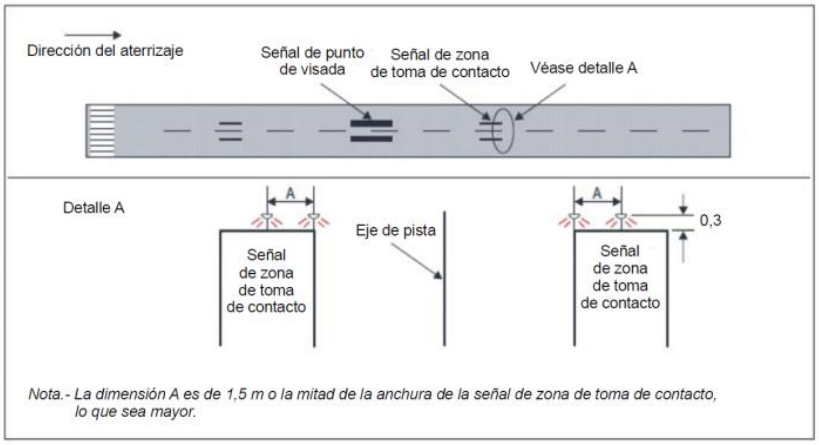


Figura 5-24. Luces simples de la zona de toma de contacto

5.3.15 Luces indicadoras de calle de salida rápida

Nota.— Las luces indicadoras de calle de salida rápida (RETIL) tienen la finalidad de proporcionar a los pilotos información sobre la distancia hasta la calle de salida rápida más cercana a fin de aumentar la conciencia situacional en condiciones de poca visibilidad y permitir que los pilotos deceleren para velocidades más eficientes de rodaje y de salida de la pista. Es esencial que los pilotos que lleguen a una pista con luces indicadoras de calle de salida rápida conozcan la finalidad de las luces.

Aplicación

5.3.15.1 Deben proporcionarse luces indicadoras de calle de salida rápida en las pistas destinadas a utilizarse en condiciones de alcance visual inferiores un valor de 350 m o cuando haya mucha densidad de tránsito.

5.3.15.2 No se deben encender las luces indicadoras de calle de salida rápida en caso de falla de una de las lámparas o de otra falla que evite la configuración completa de luces que se muestra en la Figura 5-25

5.3.15.3 Debe emplazarse un juego de luces indicadoras de calle de salida rápida en la pista, al mismo lado del eje de la pista asociada con una calle de salida rápida como se indica en la Figura 5-25. En cada juego, las luces deben estar espaciadas a intervalos de 2 m y la luz más cercana al eje de la pista estará a 2 m de separación del eje de la pista.

5.3.15.4 Cuando en una pista exista más de una calle de salida rápida, no se emplazará el juego de luces indicadoras de calle de salida rápida para cada salida de manera tal que se superpongan.

Características

5.3.15.5 Las luces indicadoras de calle de salida rápida deben ser fijas unidireccionales de color amarillo, alineadas de modo que sean visibles para el piloto de un avión que esté aterrizando en la dirección de aproximación a la pista.

5.3.15.6 Las luces indicadoras de calle de salida rápida deben ajustarse a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-6 o Figura A2-7, según corresponda

5.3.15.7 Las luces indicadoras de calle de salida rápida deben alimentarse con un circuito separado de otras luces de pista, a fin de poder usarlas cuando las demás luces estén apagadas.

5.3.16 Luces de zona de parada

Aplicación

5.3.16.1 Deben instalarse luces de zona de parada en todas las zonas de parada previstas para uso nocturno.

Emplazamiento

5.3.16.2 Deben emplazarse luces de zona de parada en toda la longitud de la zona de parada, dispuestas en dos filas paralelas equidistantes del eje y coincidentes con las filas de luces de borde de pista. Deben emplazarse también luces de zona de parada en el extremo de dicha zona en una fila perpendicular al eje de la misma, tan cerca del extremo como sea posible y en todo caso nunca más de 3 m al exterior del mismo.

Características

5.3.16.3 Las luces de zona de parada deben ser luces fijas unidireccionales de color rojo visibles en la dirección de la pista.

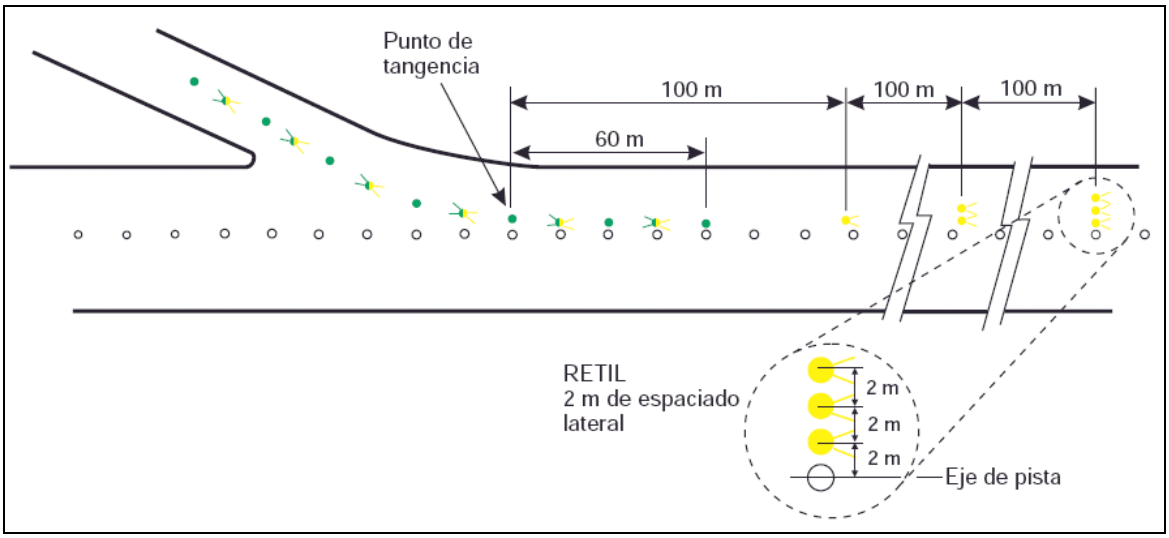


Figura 5-25. Luces indicadoras de calle de salida rápida (RETIL)

5.3.17 Luces de eje de calle de rodaje

Aplicación

5.3.17.1 Deben instalarse luces de eje de calle de rodaje en las calles de salida de pista, calles de rodaje, y plataformas destinadas a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferiores a 350 m, de manera que proporcionen una guía continua entre el eje de la pista y los puestos de estacionamiento de aeronaves, pero no será necesario proporcionar dichas luces cuando haya reducida densidad de tránsito y las luces de borde y las señales de eje de calle de rodaje proporcionen guía suficiente.

5.3.17.2 Deben instalarse luces de eje de calle de rodaje en las calles de rodaje destinadas a ser utilizadas de noche en condiciones de alcance visual en la pista iguales a 350 m o más, y especialmente en las intersecciones complicadas de calles de rodaje y en las calles de salida de pista, pero no es necesario proporcionar estas luces cuando haya reducida densidad de tránsito y las luces de borde y las señales de eje de calle de rodaje proporcionen guía suficiente.

5.3.17.3 Deben instalarse luces de eje de calle de rodaje en las calles de salida de pista, calles de rodaje y plataformas en todas las condiciones de visibilidad cuando se especifiquen como componente de un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie, de manera que proporcionen una guía continua entre el eje de pista y los puestos de estacionamiento de aeronaves.

5.3.17.4 Debe instalarse luces de eje de calle de rodaje en las pistas que formen parte de rutas normalizadas para el rodaje y estén destinadas al rodaje en condiciones de alcance visual en la pista con valores inferiores a 350 m, pero no será necesario proporcionar estas luces cuando haya reducida densidad de tránsito y las luces de borde y las señales de eje de calle de rodaje proporcionen guía suficiente.

5.3.17.5 Deben instalarse luces de eje de calle de rodaje en todas las condiciones de visibilidad en una pista que forma parte de una ruta de rodaje corriente cuando se especifiquen como componente de un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie.

Características

5.3.17.6 Salvo lo previsto en 5.3.17.8, las luces de eje de una calle de rodaje que no sea calle de salida y de una pista que forme parte de una ruta normalizada para el rodaje deben ser fijas de color verde y las dimensiones de los haces deben ser tales que sólo sean visibles desde aviones que estén en la calle de rodaje o en la proximidad de la misma.

5.3.17.7 Las luces de eje de calle de rodaje de una calle de salida deben ser fijas. Dichas luces deben ser alternativamente de color verde y amarillo desde su comienzo cerca del eje de la pista hasta el perímetro del área crítica/sensible ILS/MLS o hasta el borde inferior de la superficie de transición interna, de ambas líneas, la que se encuentre más lejos de la pista; y seguidamente todas las luces deben verse de color verde (Figura 5-26). La primera luz de eje de calle de salida será siempre verde y la luz más cercana al perímetro debe ser siempre de color amarillo.

Nota — Hay que limitar con cuidado la distribución luminosa de las luces verdes en las pistas o cerca de ellas, a fin de evitar su posible confusión con las luces de umbral.

Nota Véanse en 5.4.3 las especificaciones sobre letreros de pista libre.

5.3.17.8 Cuando sea necesario indicar la proximidad de una pista, las luces de eje de calle de rodaje deberían ser fijas, alternativamente de color verde y amarillo desde el perímetro del área crítica/sensible ILS/MLS o el borde inferior de la superficie de transición interna, de ambas líneas la que se encuentre más lejos de la pista, hasta la pista y continuar alternando verde y amarillo hasta:

a) su extremo cerca del eje de la pista; o
b) en caso de que las luces de eje de calle de rodaje crucen la pista, hasta el perímetro opuesto del área crítica/sensible ILS/MLS o el borde inferior de la superficie de transición interna, de ambas líneas la que se encuentre más lejos de la pista.

Nota 1.- Es necesario limitar la distribución de luces verdes en o cerca de una pista a fin de evitar la posibilidad de confusión con las luces de umbral.

Nota 2.- Las disposiciones de 5.3.17.8 pueden formar parte de medidas eficaces de prevención de incursiones en la pista

5.3.17.9 Las luces de eje de calle de rodaje deben ajustarse a las especificaciones del:

a) Apéndice 2, Figura A2-12, A2-13 ó A2-14, en el caso de calles de rodaje previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor del orden de 350 m; y

b) Apéndice 2, Figura A2-15 ó A2-16, en el caso de otras calles de rodaje.

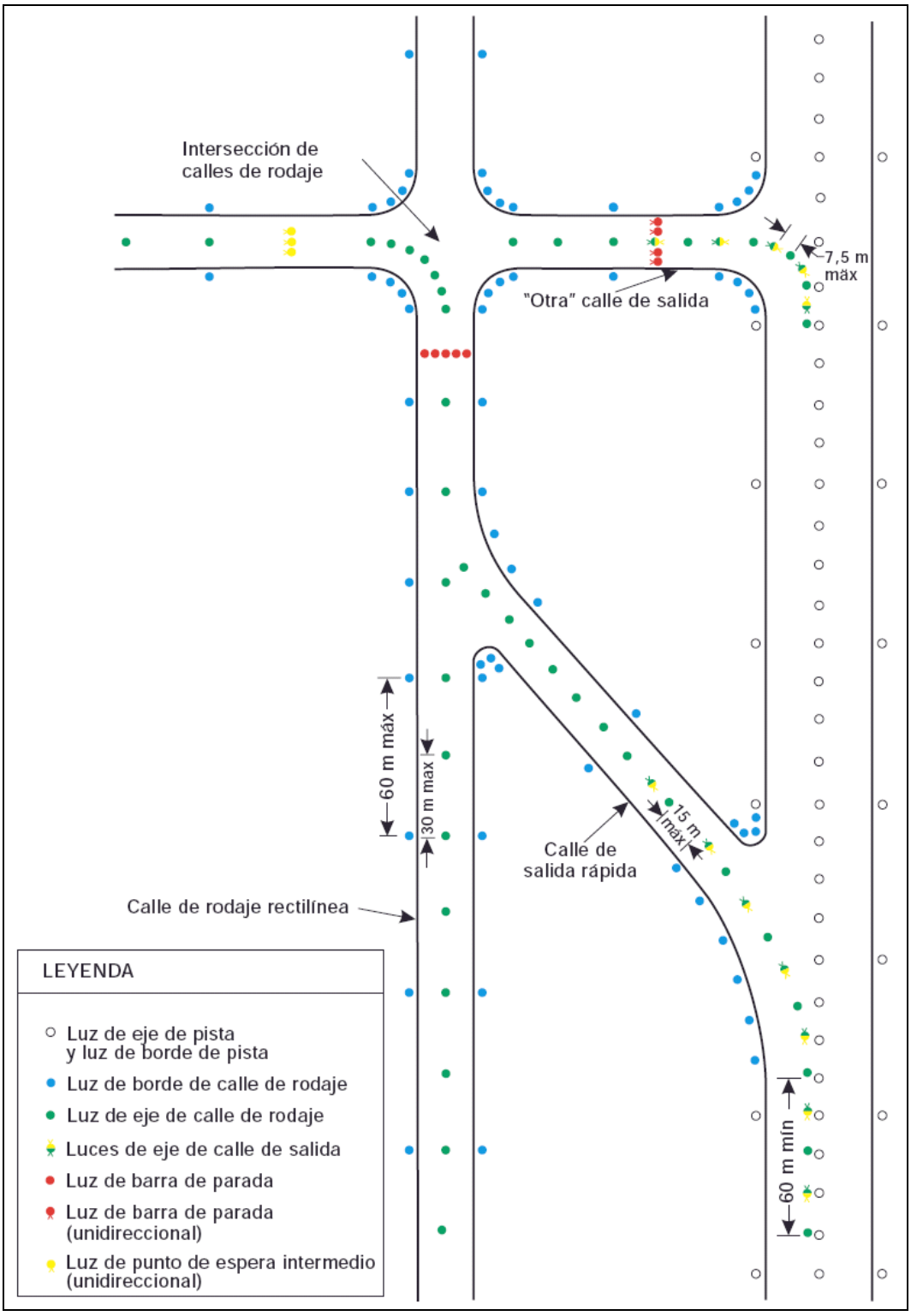


Figura 5-26. Iluminación de calles de rodaje

5.3.17.10 Cuando se requieran intensidades más elevadas desde un punto de vista operacional, las luces de eje de calle de rodaje en las calles de rodaje de salida rápida destinadas a ser utilizadas cuando el alcance visual en la pista sea inferior a 350 m se proporcionarán con arreglo a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-12. El número de niveles de reglaje de brillo de estas luces debe ser el mismo que el de las luces de eje de pista.

5.3.17.11 Cuando las luces de eje de calle de rodaje se especifican como componente de un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie y cuando, desde el punto de vista de las operaciones, se requieran intensidades más elevadas para mantener los movimientos en la superficie a una velocidad determinada en condiciones de muy mala visibilidad o de mucha brillantez diurna, las luces de eje de calle de rodaje se ajustarán a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-17, A2-18 o A2-19.

Nota. — Las luces de eje de intensidades más elevadas deben utilizarse solamente en caso de absoluta necesidad y después de un estudio específico.

Emplazamiento

5.3.17.12 Las luces de eje de calle de rodaje deben emplazarse normalmente sobre las señales de eje de calle de rodaje, pero, cuando no sea factible, podrán emplazarse a una distancia máxima de 30 cm.

Luces de eje de calle de rodaje en calles de rodaje

5.3.17.13 Las luces de eje de calle de rodaje en un tramo rectilíneo deben estar espaciadas a intervalos longitudinales que no excedan de 30 m, excepto que:

a) pueden utilizarse intervalos mayores, que no excedan de 60 m cuando, en razón de las condiciones meteorológicas predominantes, tales intervalos proporcionen guía adecuada;

b) debe preverse un espaciado inferior a 30 m en los tramos rectilíneos cortos; y

c) en una calle de rodaje que haya de utilizarse en condiciones de RVR inferior a un valor de 350 m, el espaciado longitudinal no debe exceder de 15 m.

5.3.17.14 Las luces de eje de calle de rodaje en una curva de calle de rodaje, deben estar emplazadas a continuación de las de la parte rectilínea de la calle de rodaje, a distancia constante del borde exterior de la curva. El espaciado entre las luces debe ser tal que proporcione una clara indicación de la curva.

5.3.17.15 En una calle de rodaje que haya de utilizarse en condiciones de RVR inferior a un valor de 350 m, el espaciado de las luces en las curvas no debe exceder de 15 m, y en curvas de menos de 400 m de radio, las luces deberían espaciarse a intervalos no mayores de 7,5 m. Este espaciado debe extenderse una distancia de 60 m antes y después de la curva.

Nota 1.- Los espaciados que se han considerado como adecuados en las curvas de una calle de rodaje destinada a ser utilizada en condiciones de RVR igual o superior a 350 m son:

Radio de la curva	*Espaciado de las luces*
hasta 400 m	*7,5 m*
de 401 m a 899 m	*15 m*
900 m o más	*30 m.*

Nota 2.- Véanse 3.9.6 y la Figura 3-2.

Luces de eje de calle de rodaje en calles de salida rápida

Emplazamiento

5.3.17.16 Las luces de eje de calle de rodaje instaladas en una calle de salida rápida deberían comenzar en un punto situado por lo menos a 60 m antes del comienzo de la curva del eje de la calle de rodaje, y prolongarse más allá del final de dicha curva hasta un punto, en el eje de la calle de rodaje, en que puede esperarse que un avión alcance su velocidad normal de rodaje. En la porción

paralela al eje de la pista, las luces deben estar siempre a 60 cm, por lo menos, de cualquier fila de luces de eje de pista, tal como se indica en la Figura 5-27.

5.3.17.17 Las luces deben espaciarse a intervalos longitudinales que no excedan de 15 m, si bien, cuando no se disponga de luces de eje de pista, puede usarse un intervalo mayor que no exceda de 30 m.

Luces de eje de calle de rodaje en otras calles de salida

5.3.17.18 Las luces de eje de calle de rodaje instaladas en calles de salida que no sean de salida rápida, deben comenzar en el punto en que las señales del eje de calle de rodaje inician la parte curva separándose del eje de la pista, y deberían seguir la señalización en curva del eje de la calle de rodaje, por lo menos hasta el punto en que las señales se salen de la pista. La primera luz debería estar a 60 cm, por lo menos, de cualquier fila de luces de eje de pista, tal como se indica en la Figura 5-27.

5.3.17.19 Las luces deben estar espaciadas a intervalos longitudinales que no excedan de 7,5 m.

Luces de eje de calle de rodaje en las pistas

Emplazamiento

5.3.17.20 Las luces de eje de calle de rodaje en las pistas que formen parte de rutas normalizadas para el rodaje y destinadas al rodaje en condiciones de alcance visual en la pista inferior a 350 m, deben estar espaciadas a intervalos longitudinales que no excedan de 15 m.

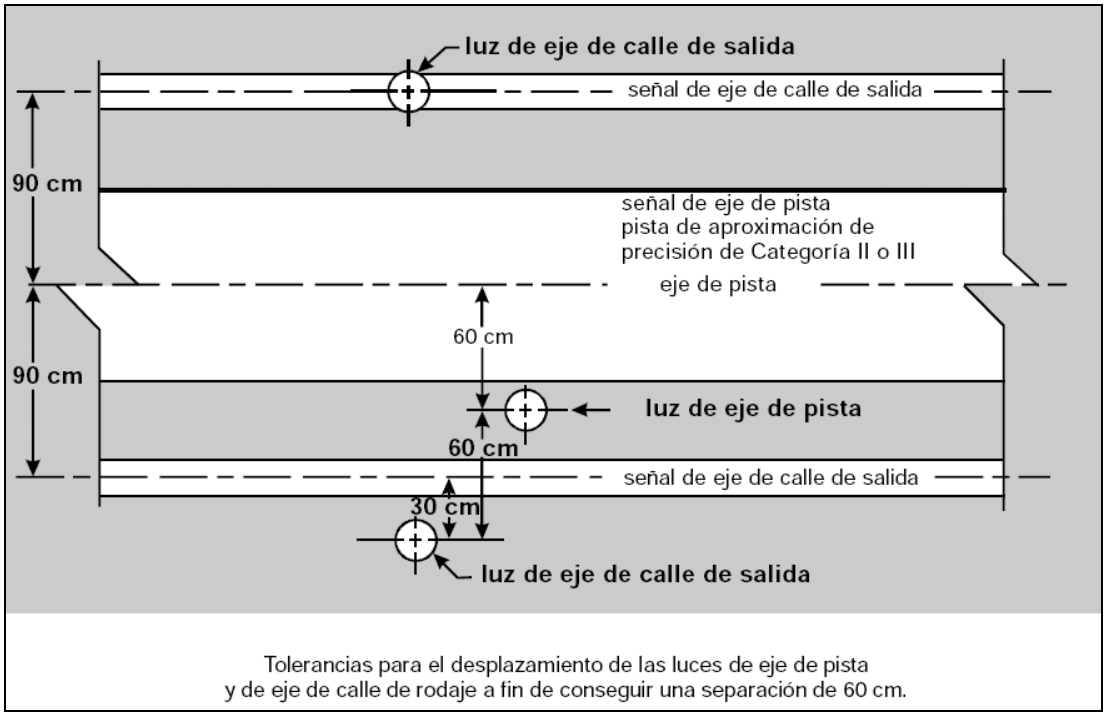


Figura 5-27. Desplazamiento de las luces de eje de pista y de eje de calle de rodaje

5.3.18 Luces de borde de calle de rodaje

Aplicación

5.3.18.1 Deben instalarse luces de borde de calle de rodaje en los bordes de una plataforma de viraje en la pista, apartaderos de espera, plataformas, etc., que hayan de usarse de noche, y en las calles de rodaje que no dispongan de luces de eje de calles de rodaje y que estén destinadas a usarse de noche. Pero no será necesario instalar luces de borde de calle de rodaje cuando, teniendo en cuenta el

carácter de las operaciones, puede obtenerse una guía adecuada mediante iluminación de superficie o por otros medios.

Nota.— Véase 5.5.5 por lo que respecta a las balizas de borde de calle de rodaje.

5.3.18.2 Se deben instalar luces de borde de calle de rodaje en las pistas que formen parte de rutas normalizadas para el rodaje y estén destinadas al rodaje durante la noche, cuando la pista no cuente con luces de eje de calle de rodaje.

Nota.— Véanse en 8.2.3 las disposiciones relativas a la interconexión de bloqueo de los sistemas de luces de las pistas y calles de rodaje.

Emplazamiento

5.3.18.3 En las partes rectilíneas de una calle de rodaje y en una pista que forme parte de una ruta normalizada para el rodaje, las luces de borde de las calles de rodaje deben disponerse con un espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 60 m. En las curvas, las luces deben estar espaciadas a intervalos inferiores a 60 m a fin de que proporcionen una clara indicación de la curva.

5.3.18.4 En los apartaderos de espera, plataformas, etc., las luces de borde de calle de rodaje deben disponerse con un espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 60 m.

5.3.18.5 Las luces de borde de calle de rodaje en una plataforma de viraje en la pista deben disponerse con un espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 30 m.

5.3.18.6 Las luces deben estar instaladas tan cerca como sea posible de los bordes de la calle de rodaje, plataforma de viraje en la pista, apartadero de espera, plataforma o pista, etc., o al exterior de dichos bordes a una distancia no superior a 3 m.

Características

5.3.18.7 Las luces de borde de calle de rodaje deben ser luces fijas de color azul. Estas luces deben ser visibles por lo menos hasta 75° por encima de la horizontal, y desde todos los ángulos de azimut necesarios para proporcionar guía a los pilotos que circulen en cualquiera de los dos sentidos. En una intersección, salida de pista o curva, las luces deben estar apantalladas en la mayor medida posible, de forma que no sean visibles desde los ángulos de azimut en los que puedan confundirse con otras luces.

5.3.18.8 La intensidad de las luces de borde de calle de rodaje debe ser como mínimo de 2 cd de 0° a 6° en sentido vertical y de 0,2 cd en cualquier ángulo vertical comprendido entre los 6° y los 75°.

5.3.19 Luces de plataforma de viraje en la pista

Aplicación

5.3.19.1 Deben instalarse luces de plataforma de viraje para proporcionar una guía continua en las plataformas que se destinan a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista menores de 350 m, para permitir a una aeronave completar un viraje de 180° y alinearse con el eje de la pista.

5.3.19.2 Deben instalarse luces de plataforma de viraje en la pista en plataformas de viraje en la pista que se prevé utilizar durante la noche.

Emplazamiento

5.3.19.3 Las luces de plataforma de viraje en la pista deben instalarse normalmente en la señalización de la, plataforma de viraje en la pista, excepto que pueden tener un desplazamiento de no más de 30 cm en los casos en que no se pueden ubicar en la señalización.

5.3.19.4 Las luces de plataforma de viraje en la pista en una sección recta de la plataforma de viraje en la pista deben estar ubicadas a intervalos longitudinales de no más de15 m.

5.3.19.5 Las luces de plataforma de viraje en la pista en una sección curva de la plataforma de viraje en la pista no deben estar separadas más de 7,5 m.

Características

5.3.19.6 Las luces de plataforma de viraje en la pista deben ser luces fijas unidireccionales de color verde y con las dimensiones del haz de forma que la luz se vea solamente desde los aviones en la plataforma de viraje en la pista o en aproximación a la misma.

5.3.19.7 Las luces de plataforma de viraje en la pista se ajustarán a las especificaciones del Apéndice 2, Figuras A2-13, A2-14 ó A2-15, según corresponda.

5.3.20 Barras de parada

Aplicación

Nota 1.— Las barras de parada deben ser controladas manual o automáticamente por los servicios de tránsito aéreo.

Nota 2.— Las incursiones en la pista pueden tener lugar en todas las condiciones de visibilidad o meteorológicas. El suministro de barras de parada en los puntos de espera en la pista y su utilización en horas nocturnas y en condiciones de visibilidad superior a un alcance visual en la pista de 550 m forma parte de medidas eficaces de prevención de incursiones en la pista.

5.3.20.1 Debe instalarse una barra de parada en cada punto de espera de la pista asociado a una pista destinada a ser utilizada en condiciones de alcance visual en la pista inferiores a un valor de 550 m, salvo si:

a) se dispone de ayudas y procedimientos apropiados para suministrar asistencia a fin de evitar que inadvertidamente haya tránsito en la pista; o

b) se dispone de procedimientos operacionales para que, en aquellos casos en que las condiciones de alcance visual en la pista sean inferiores a un valor de 550 m, se limite el número:

   1) de aeronaves en el área de maniobras a una por vez; y
   2) de vehículos en el área de maniobras al mínimo esencial.

5.3.20.2 En los casos en que haya más de una barra de parada asociada a una intersección de calle de rodaje/pista, sólo una estará activa en un momento determinado.

5.3.20.3 Debe disponerse de una barra de parada en un punto de espera intermedio cuando se desee completar las señales mediante luces y proporcionar control de tránsito por medios visuales.

Emplazamiento

5.3.20.4 Las barras de parada deben estar colocadas transversalmente en la calle de rodaje, en el punto en que se desee que el tránsito se detenga. En los casos en que se suministren las luces adicionales especificadas en 5.3.20.7, dichas luces se deben emplazar a no menos de 3 m del borde de la calle de rodaje.

Características

5.3.20.5 Las barras de parada deben consistir en luces de color rojo que deben ser visibles en los sentidos previstos de las aproximaciones hacia la intersección o punto de espera de la pista, espaciadas a intervalos uniformes de no más de 3 m, y colocadas transversalmente en la calle de rodaje.

Nota.- Cuando sea necesario aumentar la visibilidad de una barra de parada, se instalarán uniformemente luces adicionales

5.3.20.6 Debe añadirse un par de luces elevadas en cada extremo de la barra de parada donde las luces de la barra de parada en el pavimento puedan quedar oscurecidas, desde la perspectiva del piloto, por ejemplo a causa de la nieve o la lluvia, o donde pueda requerirse a un piloto que detenga la

aeronave en una posición tan próxima a las luces que éstas no se vean al quedar bloqueadas por la estructura de la aeronave.

5.3.20.7 Las barras de parada instaladas en un punto de espera de la pista deben ser unidireccionales y tendrán color rojo en la dirección de aproximación a la pista.

5.3.20.8 En los casos en que se suministren las luces adicionales especificadas en 5.3.20.7, dichas luces tendrán las mismas características que las otras luces de la barra de parada, pero deben ser visibles hasta la posición de la barra de parada para las aeronaves que se aproximan.

5.3.20.9 La intensidad de luz roja y las aperturas de haz de las luces de barra de parada deben estar de acuerdo con las especificaciones del Apéndice 2, Figuras A2-12 a A2-16, según corresponda.

5.3.20.10 Cuando las barras de parada se especifican como componente de un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie y cuando, desde el punto de vista de las operaciones, se requieran intensidades más elevadas para mantener los movimientos en la superficie a una velocidad determinada en condiciones de muy mala visibilidad o de mucha brillantez diurna, la intensidad de luz roja y las aperturas de haz de las luces de barra de parada deben ajustarse a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-17, A2-18 o A2-19.

Nota.— Las barras de parada de intensidades más elevadas deberían utilizarse solamente en caso de absoluta necesidad y después de un estudio específico.

5.3.20.11 Cuando se requiera una lámpara de haz ancho, la intensidad de luz roja y las aperturas de haz de la luz de barra de parada deben ajustarse a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-17 o A2-19.

5.3.20.12 El circuito eléctrico debe estar concebido de modo que:

a) las barras de parada emplazadas transversalmente en calles de rodaje de entrada sean de conmutación selectiva;
b) las barras de parada emplazadas transversalmente en calles de rodaje, previstas únicamente para salidas, sean de conmutación selectiva o por grupos;
c) cuando se ilumine una barra de parada, las luces de eje de calle de rodaje instaladas más allá de la barra de parada se apagarán hasta una distancia por lo menos de 90 m; y
d) las barras de parada deben estar interconectadas (interconexión de bloqueo) con las luces de eje de calle de rodaje, de tal forma que si se iluminan las luces de eje de calle de rodaje se apaguen las de la barra de parada y viceversa.

5.3.21 Luces de punto de espera intermedio

Nota.— Véanse en 5.2.11 las especificaciones sobre la señal de punto de espera intermedio

Aplicación

5.3.21.1 Salvo si se ha instalado una barra de parada, se deben instalar luces de punto de espera intermedio en los puntos de espera intermedios destinados a ser utilizados en condiciones de alcance visual en la pista inferiores a un valor de 350 m.

5.3.21.2 Debe disponerse de luces de punto de espera intermedio en un punto de espera intermedio cuando no haya necesidad de señales de “parada-circule” como las proporcionadas por la barra de parada.

Emplazamiento

5.3.21.3 Las luces de punto de espera intermedio deben estar a lo largo de las señales de punto de espera intermedio a una distancia de 0,3 m antes de la señal.

Características

5.3.21.4 Las luces de punto de espera intermedio deben consistir en tres luces fijas unidireccionales de color amarillo, visibles en el sentido de la aproximación hacia el punto de espera intermedio, con una distribución luminosa similar a las luces de eje de calle de rodaje, si las hubiere. Las luces deben estar dispuestas simétricamente a ambos lados del eje de calle de rodaje y en ángulo recto respecto al mismo, con una separación de 1,5 m entre luces.

5.3.22 Luces de salida de la instalación de deshielo/antihielo

Aplicación

5.3.22.1 Debe instalarse luces de salida de la instalación de deshielo/antihielo en el límite de salida de una instalación de deshielo/antihielo distante contigua a una calle de rodaje.

Emplazamiento

5.3.22.2 Las luces de salida de la instalación de deshielo/ antihielo deben estar ubicadas 0,3 m dentro de la señal de punto de espera intermedio en el límite de salida de una instalación de deshielo/antihielo distante

Características

5.3.22.3 Las luces de salida de la instalación de deshielo/antihielo consistirán en luces fijas unidireccionales en el pavimento espaciadas a intervalos de 6 m, de color amarillo hacia la dirección de la aproximación al límite de salida, con una distribución de luz similar a la de las luces de eje de calle de rodaje (véase la Figura 5-28).

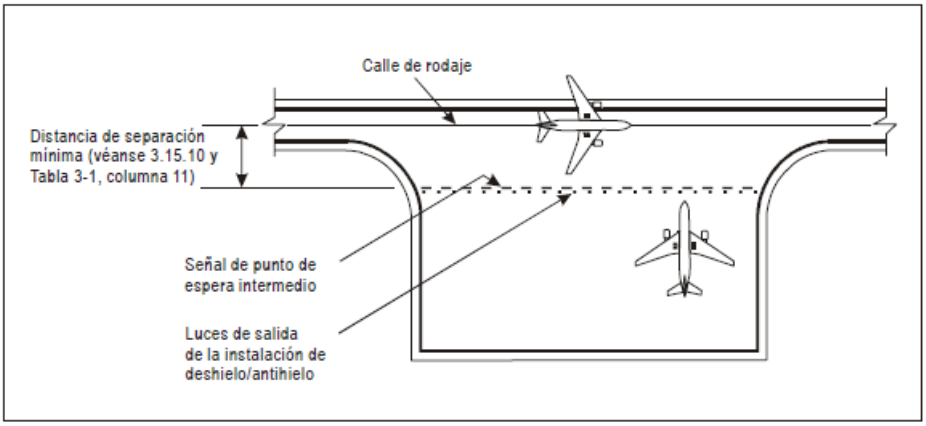


Figura 5-28. Típica instalación de deshielo/antihielo distante

5.3.23 Luces de protección de pista

Nota.— Las incursiones en la pista pueden tener lugar en todas las condiciones de visibilidad o meteorológicas. El uso de luces de protección de pista en puntos de espera de la pista puede formar parte de medidas eficaces de prevención de incursiones en la pista. Las luces de protección de pista advierten a los pilotos, y a los conductores de vehículos, cuando están circulando en calles de rodaje, que están a punto de ingresar a una pista. Hay dos configuraciones normalizadas de luces de protección de pista y se ilustran en la Figura 5-29.

Aplicación

5.3.23.1 Se debe proporcionar luces de protección de pista, configuración A, en cada intersección de calle de rodaje/pista asociada con una pista que se prevé utilizar:

a) en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 550 m donde no esté instalada una barra de parada; y

b) en condiciones de alcance visual en la pista con valores comprendidos entre 550 m y 1 200 m cuando la densidad del tránsito sea intensa.

Nota 1. — Las luces de protección de pista de configuración B pueden complementar la configuración A cuando se considere necesario.

5.3.23.2 Como parte de las medidas de prevención de incursión en la pista, debe proporcionarse luces de protección de pista, configuración A o B, en cada intersección de calle de rodaje/pista donde se hayan identificado lugares críticos de incursiones en la pista, y usarse en todas las condiciones meteorológicas diurnas y nocturnas.

5.3.23.3 Las luces de protección de pista de configuración B no debe instalarse en emplazamiento común con una barra de parada.

5.3.23.4 Cuando exista más de un punto de espera de la pista en una intersección de calle de rodaje/pista, solamente se iluminará el conjunto de luces de protección de pista que esté asociado al punto de espera operacional de la pista.

Emplazamiento

5.3.23.5 Las luces de protección de pista, configuración A, se debe instalar a cada lado de la calle de rodaje en el lado de espera de la señal de punto de espera de la pista.

5.3.23.6 Las luces de protección de pista, configuración B, se debe instalar a través de la calle de rodaje en el lado de espera de la señal de punto de espera de la pista.

Características

5.3.23.7 Las luces de protección de pista, configuración A, debe consistir en dos pares de luces de color amarillo.

5.3.23.8 Para aumentar el contraste entre el encendido y apagado de las luces de protección de pista, configuración A, previstas para usarse de día, debe ponerse una visera encima de cada lámpara, de un tamaño suficiente para evitar que la luz solar entre al lente, sin obstruir su funcionamiento.

Nota.— Alternativamente, en lugar de la visera puede usarse otro dispositivo o diseño, p. ej., lentes diseñados especialmente.

5.3.23.9 Las luces de protección de pista, configuración B, debe consistir en luces de color amarillo espaciadas a intervalos de 3 m, colocadas a través de la calle de rodaje.

5.3.23.10 El haz luminoso será unidireccional y de color amarillo en el sentido de aproximación hacia el punto de espera de la pista.

5.3.23.11 La intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración A debe corresponder a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-24.

5.3.23.12 Cuando se utilice las luces de protección de pista de día, la intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración A debe corresponder a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-25.

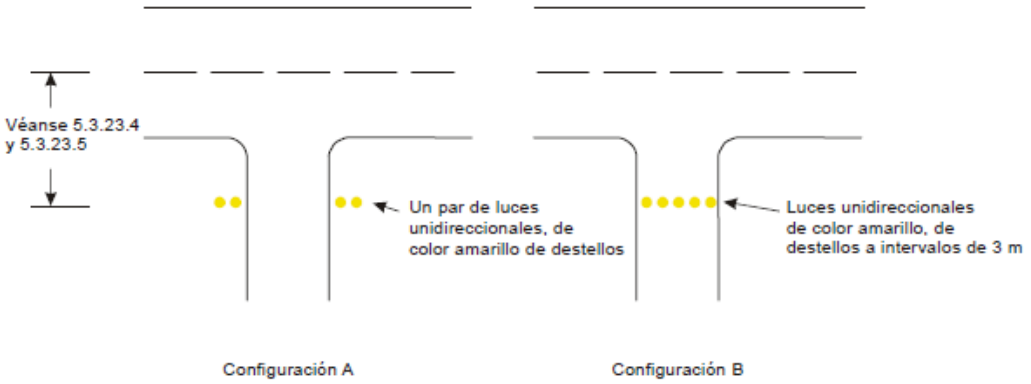


Figura 5-29. Luces de protección de pista

5.3.23.13 Cuando las luces de protección de pista estén especificadas como componentes de un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie en que se requieran intensidades luminosas más elevadas, la intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración A deben corresponder a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-25.

Nota.— Es posible que se requieran intensidades más elevadas para mantener el movimiento en tierra a una cierta velocidad en condiciones de visibilidad escasa.

5.3.23.14 La intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración B deben corresponder a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-12.
5.3.23.15 Si se prevé que las luces de protección de pista se usen de día, la intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración B deben corresponder a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-20.

5.3.23.16 Cuando las luces de protección de pista estén especificadas como componentes de un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie en que se requieran intensidades luminosas más elevadas, la intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración B deben corresponder a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-20.

5.3.23.17 Las luces de cada elemento de la configuración A se encenderán y apagarán alternativamente.

5.3.23.18 Para la configuración B, las luces adyacentes se encenderán y apagarán alternativamente y las luces alternas se encenderán y apagarán simultáneamente.

5.3.23.19 Las luces se encenderán y apagarán entre 30 y 60 veces por minuto y los períodos de apagado y encendido serán iguales y opuestos en cada luz.

Nota.— La frecuencia óptima de destellos depende de los tiempos de encendido y apagado de las lámparas que se usen. Se ha observado que las luces de protección de pista de configuración A instaladas en circuitos de 6,6 amperios se ven mejor cuando funcionan a 45-50 destellos por minuto cada lámpara. Se ha observado que las luces de protección de pista de configuración B instaladas en circuitos de 6,6 amperios se ven mejor cuando funcionan a 30-32 destellos por minuto cada lámpara.

5.3.24 Iluminación de plataforma con proyectores

Aplicación

5.3.24.1 Debe suministrarse iluminación con proyectores en las plataformas, y en los puestos designados para estacionamiento aislado de aeronaves, destinados a utilizarse por la noche.

Emplazamiento

5.3.24.2 Los proyectores para iluminación de plataforma deben emplazarse de modo que suministren una iluminación adecuada en todas las áreas de servicio de plataforma, con un mínimo de deslumbramiento para los pilotos de aeronaves en vuelo y en tierra, controladores de aeródromo y de plataforma, y personal en la plataforma. La disposición y la dirección de proyectores deben ser tales que un puesto de estacionamiento de aeronave reciba luz de dos o más direcciones para reducir las sombras al mínimo.

5.3.24.3 La distribución espectral de los proyectores para iluminación de plataforma debe ser tal que los colores utilizados para el señalamiento de aeronaves relacionados con los servicios de rutina y para las señales de superficie y de obstáculos puedan identificarse correctamente.

5.3.24.4 La iluminación media debe ser por lo menos la siguiente:

a) Puesto de estacionamiento de aeronave:
   i) iluminación horizontal - 20 lux con una relación de uniformidad (media a mínima) no superior a 4:1; e
   ii) iluminación vertical - 20 lux a una altura de 2 m sobre la plataforma, en las direcciones pertinentes.

b) Otras áreas de la plataforma:
   i) iluminación horizontal - 50% de la iluminación media en los puestos de estacionamiento de aeronave, con una relación de uniformidad (media a mínima) no superior a 4:1.

5.3.25 Sistema de guía visual para el atraque

Aplicación

5.3.25.1 Se debe proporcionar un sistema de guía visual para el atraque cuando se tenga la intención de indicar, por medio de una ayuda visual, la posición exacta de una aeronave en un puesto de estacionamiento y cuando no sea posible el empleo de otros medios tales como señaleros.

Nota.— Los factores que han de considerarse al evaluar la necesidad de un sistema visual de guía de atraque son especialmente: el número y tipos de aeronaves que utilizan el puesto de estacionamiento, las condiciones meteorológicas, el espacio disponible en la plataforma y la precisión necesaria para maniobrar hacia el puesto de estacionamiento en función de las instalaciones de servicios de aeronave, de las pasarelas telescópicas de pasajeros, etc. Véase en el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4, Ayudas visuales, el texto de orientación sobre la selección de sistemas adecuados

5.3.25.2 El sistema debe proporcionar guía de azimut y guía de parada.

5.3.25.3 La unidad de guía de azimut y el indicador de posición de parada deben ser adecuados en cualesquiera condiciones meteorológicas, de visibilidad, de iluminación de fondo y de pavimento, previstas para el sistema, tanto de día como de noche, pero sin que deslumbren al piloto.

Nota.— Debe procurarse tanto en el diseño del sistema como en su instalación sobre el terreno que los reflejos de la luz solar o de otras luces de las inmediaciones no disminuyan la claridad y perceptibilidad de las indicaciones visuales proporcionadas por el sistema.

5.3.25.4 La unidad de guía de azimut y el indicador de posición de parada deben ser tales que:

a) el piloto disponga de una clara indicación de mal funcionamiento de cualesquiera de los dos o de ambos; y
b) puedan desconectarse.

5.3.25.5 La unidad de guía de azimut y el indicador de posición de parada deben estar ubicados de manera que haya continuidad de guía entre las señales del puesto de estacionamiento, las luces de guía para la maniobra en el puesto de estacionamiento, si existen, y el sistema visual de guía de atraque.

5.3.25.6 La precisión del sistema debe ser adecuada al tipo de pasarela telescópica y a las instalaciones fijas de servicios de aeronave con las que el sistema se utilice.

5.3.25.7 El sistema debe poder ser utilizado por todos los tipos de aeronaves para los que esté previsto el puesto de estacionamiento, de preferencia sin necesidad de operación selectiva según el tipo de aeronave.

5.3.25.8 Si se requiere operación selectiva para que el sistema pueda ser utilizado por determinado tipo de aeronave, el sistema debe indicar al operador del mismo y al piloto qué tipo de aeronave se ha seleccionado, para que ambos estén seguros de que la selección es correcta.

Unidad de guía de azimut

Emplazamiento

5.3.25.9 La unidad de guía de azimut debe estar emplazada en la prolongación de la línea central del puesto de estacionamiento, o cerca de ella, frente a la aeronave, de manera que sus señales sean visibles desde el puesto de pilotaje durante toda la maniobra de atraque, y alineada para ser utilizada, por lo menos, por el piloto que ocupe el asiento izquierdo.

5.3.25.10 La unidad de guía de azimut debe estar alineada para que la utilice tanto el piloto que ocupa el asiento izquierdo como por el que ocupa el asiento derecho.

Características

5.3.25.11 La unidad de guía de azimut debe proporcionar guía izquierda/derecha, inequívoca, que permita al piloto adquirir y mantener la línea de guía de entrada sin hacer maniobras excesivas.

5.3.25.12 Cuando la guía de azimut esté indicada por medio de un cambio de color, se debe usar el verde para informar de que se sigue la línea central y el rojo para informar de las desviaciones con respecto a la línea central.

Indicador de posición de parada

Emplazamiento

5.3.25.13 El indicador de posición de parada debe estar colocado junto a la unidad de guía de azimut, o suficientemente cerca de ella, para que el piloto, sin tener que volver la cabeza, pueda ver las señales de azimut y de parada.

5.3.25.14 El indicador de posición de parada podrá utilizarlo por lo menos el piloto que ocupe el asiento izquierdo.

5.3.25.15 El indicador de posición de parada debe poder utilizarlo tanto el piloto que ocupe el asiento izquierdo como el que ocupe el asiento derecho.

Características

5.3.25.16 En la información de posición de parada que proporcione el indicador para determinado tipo de aeronave se deben tener en cuenta todas las variaciones previsibles en la altura de la vista del piloto o del ángulo de visión.

5.3.25.17 El indicador de posición de parada debe señalar, la posición de parada para la aeronave a la que se proporcione guía e informará asimismo de su régimen de acercamiento para permitir al piloto decelerar progresivamente la aeronave hasta detenerla completamente en la posición de parada prevista.

5.3.25.18 El indicador de posición de parada debe proporcionar información sobre el régimen de acercamiento por lo menos a lo largo de una distancia de 10 m.

5.3.25.19 Cuando la guía de parada se indique por cambio de color, se debe usar el verde para indicar que la aeronave puede continuar y rojo para indicar que ha llegado al punto de parada, pero cuando quede poca distancia para llegar al punto de parada podrá utilizarse un tercer color a fin de indicar que el punto de parada está próximo.

5.3.26 Sistema avanzado de guía visual para el atraque

Aplicación

Nota 1.- Los sistemas avanzados de guía visual para el atraque (A-VDGS) comprenden aquellos que, además de información básica y pasiva sobre azimut y posición de parada, proporcionan a los pilotos información activa de guía (habitualmente a base de sensores), como tipo de aeronave, distancia por recorrer y velocidad de acercamiento. Generalmente, la información de guía para el atraque debe aparecer en una sola unidad de presentación.

Nota 2.- Los A-VDGS pueden proporcionar información de guía para el atraque en tres etapas: la captación de la aeronave por el sistema, la alineación de azimut de la aeronave y la información sobre la posición de parada.

5.3.26.1 Debe contarse con A-VDGS cuando operacionalmente sea conveniente confirmar el tipo correcto de aeronave al cual se proporciona guía y/o el eje del puesto de estacionamiento, cuando haya más de uno.

5.3.26.2 El A-VDGS debe servir para todos los tipos de aeronave para los cuales esté destinado el puesto de estacionamiento de aeronaves.

5.3.26.3 El A-VDGS se debe usar únicamente en las condiciones para las que esté especificado su rendimiento operacional.

Nota 1.- Sería necesario especificar el uso de A-VDGS en condiciones tales como las meteorológicas, de visibilidad y de iluminación de fondo, tanto diurnas como nocturnas.

Nota 2.- Tanto en el diseño del sistema como en su instalación en el terreno, debe procurarse que el deslumbramiento, los reflejos de luz solar u otras luces cercanas no disminuyan la claridad y perceptibilidad de las indicaciones visuales proporcionadas por el sistema.

5.3.26.4 La información de guía para el atraque proporcionada por el A-VDGS no debe ser incompatible con la que proporciona un sistema de guía convencional en el puesto de estacionamiento de aeronaves, si se cuenta con ambos tipos y los dos están en uso operacional. Se proporcionará un medio para indicar que el A-VDGS no está en operación o está fuera de servicio.

Emplazamiento

5.3.26.5 El A-VDGS se debe emplazar de modo que la persona responsable del atraque de la aeronave y las que ayudan durante toda la maniobra reciban guía sin obstrucciones y de manera inequívoca.

Nota.- Generalmente el piloto al mando es responsable del atraque de la aeronave. No obstante, en algunos casos, la responsabilidad recae en otra persona que puede ser el conductor del vehículo de remolque de la aeronave.

Características

5.3.26.6 El A-VDGS debe proporcionar, como mínimo y en la etapa pertinente de la maniobra de atraque, la información de guía siguiente:

a) indicación de parada de emergencia;

b) tipo y modelo de aeronave a la cual se proporciona guía;

c) indicación del desplazamiento lateral de la aeronave con respecto al eje del puesto de estacionamiento;

d) dirección de la corrección de azimut necesaria para corregir un desplazamiento con respecto al eje del puesto de estacionamiento;

e) indicación de la distancia a la posición de parada;

f) indicación de que la aeronave ha llegado a la posición de parada correcta; y

g) advertencia si la aeronave sobrepasa la posición de parada apropiada.

5.3.26.7 El A-VDGS puede proporcionar información de guía para el atraque para todas las velocidades de rodaje de la aeronave durante la maniobra.

Nota.- En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4, se indican las velocidades máximas de la aeronave relativas a la distancia hasta la posición de parada.

5.3.26.8 El tiempo desde la determinación del desplazamiento lateral hasta su presentación debe ser tal que, en condiciones de operación normales, la desviación de la aeronave no sea de más de un metro respecto al eje del puesto de estacionamiento.

5.3.26.9 La precisión de la información sobre el desplazamiento de la aeronave con respecto al eje del puesto de estacionamiento y la distancia hasta la posición de parada, cuando se presente, debe ajustarse a los valores de la Tabla 5-4.

Información de guía	Desviación máxima en la posición de parada (zona de parada)	Desviación máxima a 9 m de la posición de parada	Desviación máxima a 15 m de la posición de parada	Desviación máxima a 25 m de la posición de parada
Azimut	±250 mm	±340 mm	±400 mm	±500 mm
Distancia	±500 mm	±1 000 mm	±1 300 mm	No se especifica

Tabla 5-4. Precisión recomendada para el desplazamiento de A-VDGS

5.3.26.10 Los símbolos y gráficos que se utilicen para ilustrar la información de guía deben ser intuitivamente representativos del tipo de información proporcionada.

Nota.— El empleo de colores necesita ser apropiado y ajustarse a la convención sobre señales, es decir, rojo, amarillo y verde para representar peligro, precaución y condiciones normales o correctas, respectivamente. También necesita considerarse el efecto del contraste de colores.

5.3.26.11 La información sobre el desplazamiento lateral de la aeronave con respecto al eje del puesto de estacionamiento se debe proporcionar como mínimo 25 m antes de la posición de parada

Nota.- La indicación de la distancia de la aeronave a la posición de parada podrá codificarse con colores y presentarse a una velocidad y distancia proporcionales a la velocidad de acercamiento y distancia reales de la aeronave que se aproxima al punto de parada.

5.3.26.12 La distancia y la velocidad de acercamiento se debe proporcionar continuamente a partir de 15 m antes de la posición de parada, como mínimo.

5.3.26.13 Cuando la distancia de acercamiento se presente en números, debe proporcionarse en metros enteros hasta la posición de parada y con un decimal como mínimo, tres metros antes de esa posición.

5.3.26.14 En toda la maniobra de atraque se debe proporcionar los medios adecuados para que el A-VDGS indique si es necesario detener inmediatamente la aeronave. En ese caso, que incluye falla del A-VDGS, no se proporcionará ninguna otra información.

5.3.26.15 El personal responsable de la seguridad operacional del puesto de estacionamiento debe contar con los medios para iniciar la interrupción inmediata del procedimiento de atraque.

5.3.26.16 Cuando se requiera interrumpir de manera inmediata la maniobra de atraque, debe presentarse la indicación “ALTO” en caracteres rojos.

5.3.27 Luces de guía para maniobras en los puestos de estacionamiento de aeronaves

Aplicación

5.3.27.1 Deben suministrarse luces de guía para maniobras en los puestos de estacionamiento de aeronaves, para facilitar el emplazamiento preciso de las aeronaves en un puesto de estacionamiento en una plataforma pavimentada que esté destinada a usarse en malas condiciones de visibilidad, a no ser que se suministre guía adecuada por otros medios.

Emplazamiento

5.3.27.2 Las luces de guía para maniobras en los puestos de estacionamiento de aeronaves deben estar instaladas en el mismo lugar que las señales del puesto de estacionamiento.

Características

5.3.27.3 Las luces de guía para el estacionamiento en los puestos de estacionamiento de aeronaves que no sean las que indican una posición de parada, deben ser luces fijas de color amarillo, visibles en todos los sectores dentro de los cuales está previsto que suministren guía.

5.3.27.4 Las luces empleadas para indicar las líneas de entrada, de viraje y de salida deben estar separadas por intervalos no superiores a 7,5 m en las curvas y a 15 m en los tramos rectos.

5.3.27.5 Las luces que indiquen la posición de parada deben ser luces fijas unidireccionales, de color rojo.

5.3.27.6 La intensidad de las luces debe ser adecuada para las condiciones de visibilidad y luz ambiente en que se prevea utilizar el puesto de estacionamiento de aeronaves.

5.3.27.7 El circuito de las luces debe ser tal que puedan encenderse las mismas para indicar que un puesto de estacionamiento de aeronaves está en uso y apagarse para indicar que no lo estará.

5.3.28 Luces de punto de espera en la vía de vehículos

Aplicación

5.3.28.1 Se deben proporcionar luces de punto de espera en la vía de vehículos en todo punto de espera en la vía asociado con una pista que se prevea utilizar en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m.

5.3.28.2 Deben proporcionarse luces de punto de espera en la vía de vehículos en todos los puntos de espera en la vía asociados con una pista que se prevea utilizar en condiciones de alcance visual en la pista con valores comprendidos entre 350 m y 550 m.

Emplazamiento

5.3.28.3 Las luces de punto de espera en la vía de vehículos deben instalarse al lado de la señal de punto de espera, a 1,5 m (± 0,5 m) de uno de los bordes de la vía de vehículos, es decir, a la izquierda o a la derecha según corresponda de acuerdo con los reglamentos locales de tráfico.

Nota: Véanse en 9.9 las limitaciones de masa y de altura y los requisitos de frangibilidad de las ayudas para la navegación instaladas en las franjas de pista.

Características

5.3.28.4 Las luces de punto de espera en la vía de vehículos deben constar de:

a) un semáforo controlable rojo (pare) y verde (siga); o
b) una luz roja de destellos.

Nota.— Las luces que se especifican en a) deben ser controladas por los servicios de tránsito aéreo.

5.3.28.5 El haz luminoso del punto de espera en la vía de vehículos debe ser unidireccional y estar alineado de modo que la luz pueda ser vista por el conductor de un vehículo que esté acercándose al punto de espera.

5.3.28.6 La intensidad del haz luminoso debe ser la adecuada a las condiciones de visibilidad y luz ambiente en las cuales se prevé utilizar el punto de espera, pero no deberá deslumbrar al conductor.

5.3.28.7 La frecuencia de los destellos de la luz roja de destellos debe ser de 30 a 60 destellos por minuto.

5.3.29 Barra de prohibición de acceso

Nota - Las incursiones en la pista pueden tener lugar en todas las condiciones de visibilidad o meteorológicas. El uso de barras de prohibición de acceso en las intersecciones de calles de rodaje/pistas y la utilización de las mismas durante la noche y en todas las condiciones de visibilidad puede formar parte de medidas eficaces de prevención de incursiones en la pista.

Aplicación

5.3.29.1 Debe instalarse una barra de prohibición de acceso colocada transversalmente en una calle de rodaje destinada a ser utilizada como calle de rodaje de salida únicamente para evitar que inadvertidamente el tránsito ingrese en esa calle de rodaje.

Emplazamiento

5.3.29.2 Debe instalarse una barra de prohibición de acceso colocada transversalmente al final de una calle de rodaje destinada a ser utilizada como calle de rodaje de salida únicamente, cuando se desee, para evitar que el tránsito ingrese en sentido contrario en la calle de rodaje.

Características

5.3.29.3 Las barras de prohibición de acceso deberían colocarse junto con un letrero y/o una señal de prohibición de acceso.

5.3.29.4 Una barra de prohibición de acceso debe consistir en luces unidireccionales espaciadas a intervalos uniformes de no más de 3 m, de color rojo en la dirección o direcciones previstas de aproximación a la pista.

Nota.- Cuando sea necesario aumentar la visibilidad, se instalarán luces adicionales de manera uniforme.

5.3.29.5 Debe añadirse un par de luces elevadas en cada extremo de la barra de prohibición de acceso donde las luces de la barra de prohibición de acceso en el pavimento puedan quedar oscurecidas, desde la perspectiva del piloto, por ejemplo a causa de la nieve o la lluvia, o donde pueda requerirse a un piloto que detenga la aeronave en una posición tan próxima a las luces que éstas no se vean al quedar bloqueadas por la estructura de la aeronave.

5.3.29.6 La intensidad de la luz roja y las aperturas de haz de las luces de barra de prohibición de acceso deben cumplir las especificaciones del Apéndice 2, Figuras A2-12 a A2-16, según corresponda.

5.3.29.7 Cuando se especifiquen barras de prohibición de acceso como componente de un sistema avanzado de guía y control de movimientos en la superficie y cuando, desde un punto de vista

operacional, se requieran intensidades más elevadas para mantener los movimientos en la superficie a una velocidad determinada en condiciones de muy mala visibilidad o de mucha brillantez diurna, la intensidad de la luz roja y las aperturas de haz de las luces de barra de prohibición de acceso deben cumplir las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-17, A2-18 o A2-19.

Nota.- Las barras de prohibición de acceso de alta intensidad se utilizan, comúnmente, sólo en caso de absoluta necesidad y después de un estudio específico.

5.3.29.8 Cuando se requiera una lámpara de haz ancho, la intensidad de luz roja y las aperturas de haz de las luces de barra de prohibición de acceso deben cumplir las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-17 o A2-19.

5.3.29.9 Desde la calle de rodaje, no serán visibles las luces de eje de calle de rodaje instaladas más allá de la barra de prohibición de acceso, mirando en dirección a la pista.

5.3.30 Luces de situación de la pista

Nota de introducción.— Las luces de situación de la pista (RWSL) es un tipo de sistema autónomo de advertencia de incursión en la pista (ARIWS). Los dos componentes visuales básicos del RWSL son las luces de entrada a la pista (REL) y las luces de espera de despegue (THL). Es posible instalar sólo uno de los dos, pero los dos componentes están diseñados para complementarse entre sí.

Emplazamiento

5.3.30.1 Cuando se proporcionen, las REL tendrán un desplazamiento de 0,6 m respecto del eje de calle de rodaje en el lado opuesto a las luces de dicho eje, y empezarán 0,6 m antes del punto de espera de la pista extendiéndose hasta el borde de la misma. Se colocará una sola luz adicional en la pista a 0,6 m del eje de la misma y se alineará con las dos últimas REL de la calle de rodaje.

Nota.- Cuando haya dos o más puntos de espera de la pista, el punto de espera de la pista al que se hace referencia en el que está más cerca de la pista.

5.3.30.2 Las REL constarán de por lo menos cinco unidades de luces y se espaciarán entre sí a intervalos de por lo menos 3,8 m y de máximo 15,2 m longitudinalmente, dependiendo de la longitud correspondiente de la calle de rodaje, a excepción de una luz única instalada cerca del eje de pista.

5.3.30.3 Cuando se proporcionen, las THL estarán desplazadas 1,8 m a cada lado de las luces del eje de pista y se extenderán, por pares, empezando en un punto localizado a 115 m del inicio de la pista y, a partir de ahí, cada 30 m a lo largo de por lo menos una distancia de 450 m.

Nota.- De la misma manera pueden instalarse THL adicionales en el punto de inicio del rodaje para el despegue.

Características

5.3.30.4 Cuando se proporcionen, las REL constarán de una sola línea de luces fijas en el pavimento que se iluminarán de rojo en la dirección de la aeronave que se aproxima a la pista.

5.3.30.5 Las REL se iluminarán, como una serie en cada intersección de calle de rodaje/pista, donde estén instaladas, en menos de dos segundos después de que el sistema determine que se requiere una advertencia.

5.3.30.6 La intensidad y la abertura del haz de las REL se ajustarán a las especificaciones del Apéndice 2, Figuras A2-12 y A2-14.

Nota.- Puede ser necesario considerar una abertura del haz menor para algunas luces REL en intersecciones pista/calle de rodaje que forman ángulos agudos, a fin de asegurar que las REL no sean visibles para aeronaves en la pista.

5.3.30.7 Cuando se proporcionen, las THL constarán de dos líneas de luces fijas en el pavimento que se iluminarán de rojo en la dirección de la aeronave que despega.

5.3.30.8 Las THL se iluminarán, como una serie en la pista, en menos de dos segundos después de que el sistema determine que se requiere una advertencia.

5.3.30.9 La intensidad y la abertura del haz de las THL se ajustarán a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-26.

5.3.30.10*.- Las REL y THL deberían automatizarse al grado de que el único control de cada sistema sea la desactivación de uno o ambos sistemas.*

5.4 Letreros

5.4.1 Generalidades

5.4.1.1 Se deben proporcionar letreros para indicar una instrucción obligatoria, una información sobre un emplazamiento o destino particular en el área de movimiento o para suministrar otra información a fin de satisfacer los requisitos de 9.8.1.

5.4.1.2 Se debe proporcionar un letrero de mensaje variable cuando:

a) la instrucción o información que se presenta en el letrero es pertinente solamente durante un período determinado; o
b) es necesario presentar en el letrero información predeterminada variable, para cumplir con los requisitos de 9.8.1.

Características

5.4.1.3 Los letreros deben ser frangibles. Los que estén situados cerca de una pista o de una calle de rodaje deben ser lo suficientemente bajos como para conservar la distancia de guarda respecto a las hélices y las barquillas de los reactores. La altura del letrero instalado no sobrepasará la dimensión que figura en la columna apropiada de la Tabla 5-5.

5.4.1.4 Los letreros deben ser rectangulares, tal como se indica en las Figuras 5-30 y 5-31, con el lado más largo en posición horizontal.

Tabla 5.5 Distancia relativa al emplazamiento de los letreros de guía para el rodaje, incluidos los letreros de salida de pista.

Altura de letrero (mm)				Distancia perpendicular desde el borde definido del pavimento de la calle de rodaje hasta el borde más cercano del letrero	Distancia perpendicular desde el borde definido del pavimento de la pista hasta el borde más cercano del letrero
Número de clave	Indicación	Placa frontal (mín)	Instalado (máx)		
1 ó 2	200	300	700	5-11 m	3-10 m
1 ó 2	300	450	900	5-11 m	3-10 m
3 ó 4	300	450	900	11-21 m	8-15 m
3 ó 4	400	600	1 100	11-21 m	8-15 m

5.4.1.5 Los únicos letreros de color rojo en el área de movimiento deben ser los letreros con instrucciones obligatorias.

5.4.1.6 Las inscripciones de los letreros deben ser conformes a las disposiciones del Apéndice 4.

5.4.1.7 Los letreros deben estar iluminados de conformidad con las disposiciones del Apéndice 4, cuando se prevea utilizarlos en los siguientes casos:
a) en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 800 m; o

b) durante la noche, en pistas de vuelo por instrumentos; o
c) durante la noche, en pistas de vuelo visual cuyo número de clave sea 3 ó 4.

5.4.1.8 Los letreros deben ser retro reflectantes o deben estar iluminados de conformidad con las disposiciones del Apéndice 4, cuando se prevea utilizarlos durante la noche en pistas de vuelo visual cuyo número de clave sea 1 ó 2.

5.4.1.9 Los letreros de mensaje variable deben presentar la placa frontal sin ningún mensaje cuando no estén en uso.

5.4.1.10 Los letreros de mensaje variable deben ser seguros en caso de falla, es decir que en caso de falla no deben proporcionar información que pueda inducir a un piloto o conductor de vehículo a efectuar una maniobra peligrosa.

5.4.1.11 El intervalo de tiempo para cambiar de un mensaje a otro en un letrero de mensaje variable debe ser lo más breve posible y no exceder de 5 segundos.

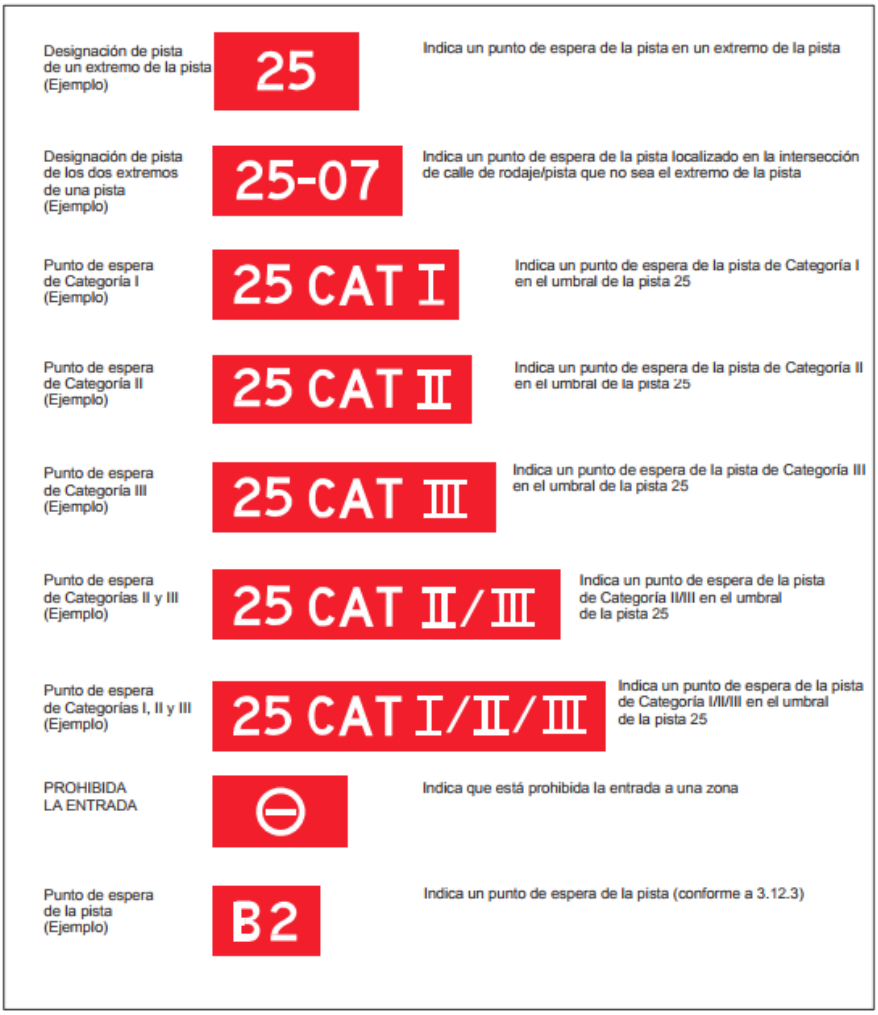


Figura 5-30. Letreros con instrucciones obligatorias

5.4.2 Letreros con instrucciones obligatorias

Nota.- Véase en la Figura 5-30 la representación gráfica de los letreros con instrucciones obligatorias y en la Figura 5-32 ejemplos de la ubicación de letreros en las intersecciones de calle de rodaje/pista.

Aplicación

5.4.2.1 Se deben proporcionar letreros con instrucciones obligatorias para identificar el lugar más allá del cual una aeronave en rodaje o un vehículo no debe proseguir a menos que lo autorice la torre de control de aeródromo.

5.4.2.2 Entre los letreros con instrucciones obligatorias deben estar comprendidos los letreros de designación de pista, los letreros de punto de espera de Categorías I, II o III, los letreros de punto de espera de la pista, los letreros de punto de espera en la vía de vehículos, y los letreros de PROHIBIDA LA ENTRADA.

Nota.— Véanse en 5.4.7 las especificaciones sobre los letreros de punto de espera en la vía de vehículos.

5.4.2.3 Las señales de punto de espera de la pista, configuración A, se deben complementar con un letrero de designación de pista en la intersección de calle de rodaje/pista o en la intersección de pista/pista.

5.4.2.4 Las señales de punto de espera de la pista, configuración B, se deben complementar con un letrero de punto de espera de Categorías I, II o III.

5.4.2.5 Las señales de punto de espera de la pista de configuración A en un punto de espera de la pista establecido de conformidad con 3.12.3 se deben complementar con un letrero de punto de espera de la pista.

Nota. — Véanse en 5.2.10 especificaciones sobre las señales de punto de espera de la pista.

5.4.2.6 Los letreros de designación de pista en una intersección de calle de rodaje/pista deben complementarse con un letrero de emplazamiento que se colocar en la parte exterior (la más alejada de la calle de rodaje), según corresponda.

Nota. — Véanse en 5.4.3 las características de los letreros de emplazamiento.

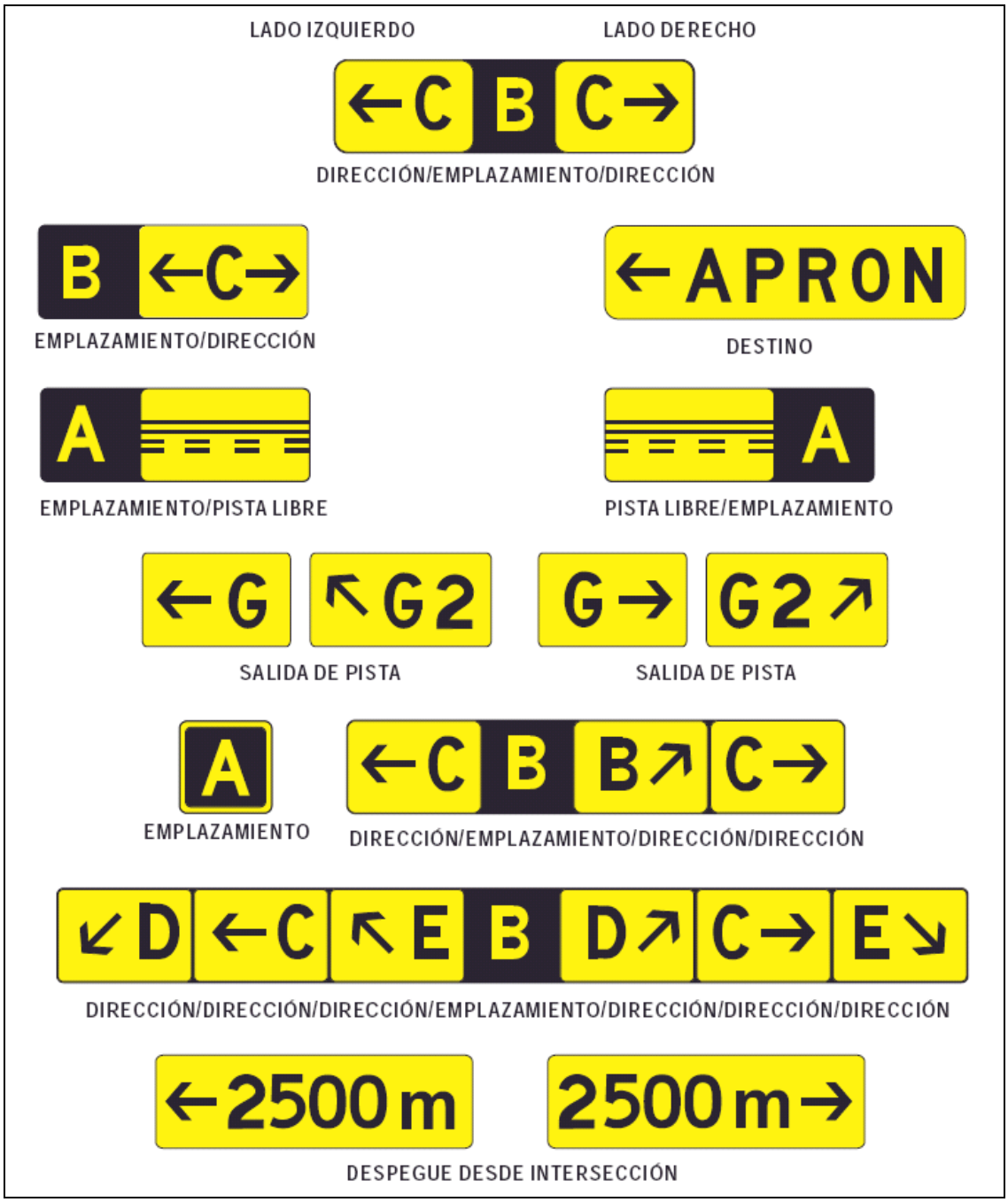
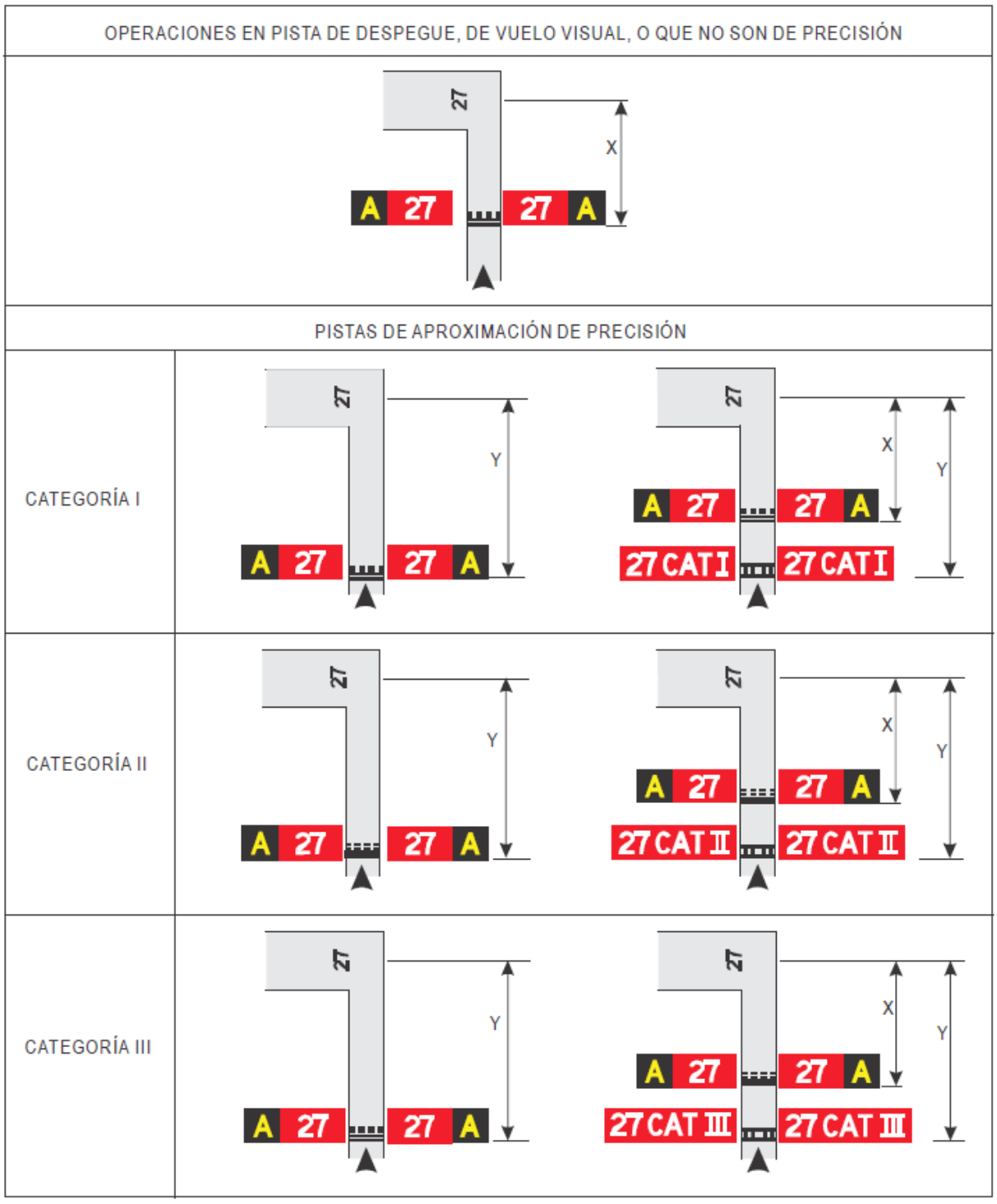


Figura 5-31. Letreros de información



Nota. — La distancia X se obtiene de la Tabla 3-2. La distancia Y se establece desde el borde del área crítica/sensible del ILS/MLS.

Figura 5-32. Ejemplos de la ubicación de los letreros en las intersecciones de calle de rodaje/pista

5.4.2.7 Se debe proporcionar un letrero de PROHIBIDA LA ENTRADA cuando no esté autorizada la entrada a la zona en cuestión.

Emplazamiento

5.4.2.8 Se debe colocar un letrero de designación de pista en las intersecciones de calle de rodaje/pista o en las intersecciones de pista/pista, a cada lado de la señal de punto de espera de la pista, de forma que se vea de frente al aproximarse a la pista.

5.4.2.9 Se debe instalar un letrero de punto de espera de Categorías I, II o III a cada lado de la señal de punto de espera de la pista, de modo que se vea de frente al aproximarse al área crítica.

5.4.2.10 Se debe colocar un letrero de PROHIBIDA LA ENTRADA al comienzo de la zona a la cual no esté autorizada la entrada, a cada lado de la calle de rodaje vista desde la perspectiva del piloto.

5.4.2.11 Se debe colocar un letrero de punto de espera de la pista, a cada lado del punto de espera de la pista establecida de conformidad con 3.12.3, de modo que se vea de frente al aproximarse a la superficie limitadora de obstáculos o al área crítica/sensible ILS/MLS, según corresponda.

Características

5.4.2.12 Los letreros con instrucciones obligatorias deben consistir en una inscripción en blanco sobre fondo rojo.

5.4.2.13 Cuando, a causa del medio ambiente o de otros factores, se requiera aumentar la visibilidad de la inscripción de un letrero con instrucciones obligatorias, el borde exterior de la inscripción en blanco debe complementarse con un contorno negro de una anchura de 10 mm para los números de clave de pista 1 y 2, y de 20 mm para los números de clave de pista 3 y 4.

5.4.2.14 La inscripción de un letrero de designación de pista debe consistir en las designaciones y direcciones correspondientes de la pista intersecada, correctamente orientadas con respecto a la posición desde la que se ve el letrero; pero si el letrero de designación de pista está instalado en las proximidades de un extremo de pista puede indicarse únicamente la designación de pista del extremo en cuestión.

5.4.2.15 La inscripción de los letreros de punto de espera de Categorías I, II o III, Categoría II/III conjunta o Categoría I/II/III conjunta debe consistir en el designador de pista seguido de CAT I, CAT II, CAT III, CAT II/III, o CAT I/II/III según corresponda.

5.4.2.16 La inscripción del letrero de PROHIBIDA LA ENTRADA debe corresponder a lo indicado en la figura 5-30.

5.4.2.17 La inscripción de los letreros de punto de espera de la pista instalados en un punto de espera de la pista de conformidad con 3.12.3 debe consistir en la designación de la calle de rodaje y un número.

5.4.2.18 Donde estén instalados, se usarán las inscripciones o símbolos de la Figura 5-30.

5.4.3 Letreros de información

Nota.— Véase en la Figura 5-31 la representación gráfica de los letreros de información

Aplicación

5.4.3.1 Se debe proporcionar un letrero de información cuando sea necesario desde el punto de vista de las operaciones identificar por medio de un letrero un emplazamiento específico o proporcionar información de encaminamiento (dirección o destino).

5.4.3.2 Los letreros de información deben comprender lo siguiente: letreros de dirección, letreros de emplazamiento, letreros de destino, letreros de salida de pista, letreros de pista libre y letreros de despegue desde intersección.

5.4.3.3 Se debe proporcionar un letrero de salida de pista cuando sea necesario desde el punto de vista de las operaciones identificar una salida de pista.

5.4.3.4 Se debe proporcionar un letrero de pista libre cuando la calle de rodaje de salida no cuente con luces de eje de calle de rodaje y sea necesario indicar al piloto que abandona una pista cuál es la ubicación del perímetro del área crítica/sensible ILS/MLS o la ubicación del borde inferior de la superficie de transición interna, de estos dos elementos el que esté más alejado del eje de pista.

Nota.— Véanse en 5.3.17 las especificaciones sobre la clave de colores de las luces de eje de calle de rodaje.

5.4.3.5 Debe proporcionarse un letrero de despegue desde intersección cuando sea necesario, desde el punto de vista de las operaciones, indicar el recorrido de despegue disponible (TORA) restante para los despegues desde intersección.

5.4.3.6 Cuando sean necesarios, deben proporcionarse letreros de destino para indicar la dirección hacia un destino particular en el aeródromo, tales como área de carga, aviación general, etc.

5.4.3.7 Se deben proporcionar letreros combinados que indiquen el emplazamiento y la dirección, cuando dichos letreros se utilicen para suministrar información de encaminamiento antes de una intersección de calle de rodaje.

5.4.3.8 Se deben proporcionar letreros de dirección cuando sea necesario desde el punto de vista de las operaciones identificar la designación y la dirección de las calles de rodaje en una intersección.

5.4.3.9 Debe proporcionarse un letrero de emplazamiento en un punto de espera intermedio.

5.4.3.10 Se debe proporcionar un letrero de emplazamiento junto con todo letrero de designación de pista, excepto en una intersección pista/pista.

5.4.3.11 Se debe proporcionar un letrero de emplazamiento junto con todo letrero de dirección, pero podrá omitirse cuando haya estudios aeronáuticos que indiquen que es innecesario.

5.4.3.12 Cuando sea necesario, debe proporcionarse un letrero de emplazamiento para identificar las calles de rodaje que salen de una plataforma o las calles de rodaje que se encuentran más allá de una intersección.

5.4.3.13 Cuando una calle de rodaje termina en una intersección en forma de “T” y es necesario indicarlo, debe utilizarse una barrera, un letrero de dirección u otra ayuda visual adecuada

Emplazamiento

5.4.3.14 A reserva de lo especificado en 5.4.3.16 y 5.4.3.24, los letreros de información se deben colocar siempre que sea posible en el lado izquierdo de la calle de rodaje, de conformidad con la Tabla 5-5.

5.4.3.15 En la intersección de calle de rodaje, los letreros de información se colocarán antes de la intersección y en línea con la señal de punto de espera intermedio. Cuando no haya señal de punto de espera intermedio, los letreros se instalarán como mínimo a 60 m del eje de la calle de rodaje intersecada cuando el número de clave sea 3 ó 4, y a 40 m como mínimo cuando el número de clave sea 1 ó 2.

Nota.— Los letreros de emplazamiento instalados más allá de la intersección de la calle de rodaje pueden colocarse en cualquiera de los lados de la calle de rodaje.

5.4.3.16 Los letreros de salida de pista se deben colocar en el mismo lado de la pista que la salida (es decir, a la izquierda o a la derecha), y se deben ubicar de conformidad con la Tabla 5-5.

5.4.3.17 Los letreros de salida de pista se deben colocar antes del lugar de salida de pista, a una distancia de 60 m como mínimo del punto tangencial con la salida cuando el número de clave sea 3 ó 4 y a 30 m como mínimo cuando el número de clave sea 1 ó 2.

5.4.3.18 Se deben colocar letreros de pista libre por lo menos en uno de los lados de la calle de rodaje. La distancia entre el letrero y el eje de la pista no será inferior al mayor de los valores siguientes:

a) la distancia entre el eje de la pista y el perímetro del área crítica/sensible ILS/MLS; o
b) la distancia entre el eje de la pista y el borde inferior de la superficie de transición interna.

5.4.3.19 Cuando se proporcionen letreros de emplazamiento de calle de rodaje junto con letreros de pista libre, los primeros deben colocarse junto al letrero de pista libre en el lado más alejado con respecto a la calle de rodaje.

5.4.3.20 El letrero de despegue desde intersección se colocar en el lado izquierdo de la calle de rodaje de entrada a la pista. La distancia desde el letrero hasta el eje de la pista no debe ser inferior a 60 m cuando el número de clave sea 3 ó 4 y no será inferior a 45 m cuando el número de clave sea 1 ó 2.

5.4.3.21 Los letreros de emplazamiento de calle de rodaje que se instalen junto con letreros de designación de pista deben colocarse junto a los letreros de designación de pista en el lado más alejado con respecto a la calle de rodaje.

5.4.3.22 Normalmente, los letreros de destino no deben colocarse junto con letreros de emplazamiento o dirección.

5.4.3.23 Los letreros de información que no sean los de emplazamiento no se deben colocar junto a letreros con instrucciones obligatorias.

5.4.3.24 Los letreros de dirección, las barreras u otras ayudas visuales apropiadas que se utilicen para identificar una intersección en forma de “T” deben colocarse en el lado de la intersección que está frente a la calle de rodaje.

Características

5.4.3.25 Los letreros de información que no sean de emplazamiento deben consistir en inscripciones en negro sobre fondo amarillo.

5.4.3.26 Los letreros de emplazamiento deben consistir en inscripciones en amarillo sobre fondo negro y cuando se trata de un solo letrero, tendrá un borde en amarillo.

5.4.3.27 Las inscripciones de los letreros de salida de pista deben consistir en el designador de la calle de rodaje de salida y una flecha que indique la dirección que se ha de seguir.

5.4.3.28 Las inscripciones de los letreros de pista libre deben representar la señal de punto de espera de la pista, configuración A, como se ilustra en la Figura 5-31.

5.4.3.29 Las inscripciones de los letreros de despegue desde intersección deben contener un mensaje numérico que indique el recorrido de despegue disponible restante en metros, más una flecha con la colocación y orientación pertinentes, que indique la dirección de despegue, como se ilustra en la Figura 5-31.

5.4.3.30 Las inscripciones de los letreros de destino deben contener un mensaje con letras, letras y números o números que identifiquen el destino, más una flecha que indique la dirección que se ha de seguir, como se ilustra en la Figura 5-31.

5.4.3.31 Las inscripciones de los letreros de dirección deben contener un mensaje con letras o letras y números que identifiquen las calles de rodaje, más una flecha o flechas con la orientación pertinente, como se ilustra en la Figura 5-31.

5.4.3.32 La inscripción de todo letrero de emplazamiento debe contener la designación de la calle de rodaje, pista u otra superficie pavimentada en la que se encuentre o esté entrando la aeronave, y no tendrá flechas.

5.4.3.33 Cuando sea necesario identificar cada uno de una serie de puntos de espera intermedios en una misma calle de rodaje, el letrero de emplazamiento debe incluir la designación de la calle de rodaje y un número.

5.4.3.34 Cuando se utilicen letreros de emplazamiento con letreros de dirección:

a) todos los letreros de dirección que indiquen virajes hacia la izquierda deben colocarse al lado izquierdo de los letreros de emplazamiento y todos los letreros de dirección que indiquen virajes hacia la derecha deben colocarse al lado derecho de los letreros de emplazamiento, salvo que cuando se trata de una intersección con calle de rodaje, el letrero de emplazamiento puede, como alternativa, colocarse al lado izquierdo;

b) los letreros de dirección deben colocarse de manera que la dirección de las flechas varíe con respecto a la vertical según la desviación que siga la calle de rodaje pertinente;
c) se debe colocar un letrero de dirección apropiado junto al letrero de emplazamiento, cuando la calle de rodaje en cuestión cambie significativamente de dirección después de la intersección; y
d) en los letreros de dirección adyacentes debe trazarse una línea vertical negra entre ellos, como se ilustra en la Figura 5-31.

5.4.3.35 Las calles de rodaje deben identificarse con un designador que sólo se use una vez en un aeródromo y que consista en una única letra, dos varias letras, o bien una o varias letras seguidas de un número.

5.4.3.36 Cuando se designen calles de rodaje, debe evitarse, siempre que sea posible, el uso de palabras tales como interior y exterior.

5.4.3.37 Cuando se designen calles de rodaje, no se utilizarán las letras I, O ni X evitar confusión con los números 1, 0 y con la señal de zona cerrada.

5.4.3.38 El uso de números solamente en el área de maniobras debe reservarse para la designación de pistas.

5.4.3.39 Los designadores del puesto de estacionamiento en la plataforma no deberían ser iguales a los designadores de las calles de rodaje

5.4.4 Letreros de punto de verificación del VOR en el aeródromo

Aplicación

5.4.4.1 Cuando se establezca un punto de verificación del VOR en el aeródromo, deberá indicarse mediante la señal y el letrero correspondientes.

Nota.— Véase en 5.2.12 la señal de punto de verificación del VOR en el aeródromo.

Emplazamiento

5.4.4.2 El letrero de punto de verificación del VOR en el aeródromo debe colocarse lo más cerca posible del punto de verificación, de forma que las inscripciones de verificación resulten visibles desde el puesto de pilotaje de una aeronave que se encuentre debidamente situada sobre la señal de punto de verificación del VOR en el aeródromo.



Figura 5-33. Letreros de punto de verificación del VOR en el aeródromo

Características

5.4.4.3 Los letreros de punto de verificación del VOR en el aeródromo deben consistir en una inscripción en negro sobre fondo amarillo.

5.4.4.4 Las inscripciones de los letreros de punto de verificación del VOR deben corresponder a una de las alternativas que se indican en la Figura 5-33 en la que:

VOR es una abreviatura que identifica el lugar como punto de verificación del VOR;
116,3 es un ejemplo de la radiofrecuencia del VOR en cuestión;
147° es un ejemplo de la marcación del VOR, redondeada al grado más cercano, e indica la marcación que debe obtenerse en el punto de verificación del VOR; y
4,3 NM es un ejemplo de la distancia en millas marinas hasta un DME de emplazamiento común con el VOR en cuestión.

5.4.5 Letrero de identificación de aeródromo

5.4.5.1 Cuando un aeródromo no cuente con otros medios suficientes de identificación visual deberá estar provisto de un letrero de identificación de aeródromo.

5.4.5.2 El letrero de identificación de aeródromo debe colocarse de modo que, en la medida de lo posible, pueda leerse desde todos los ángulos sobre la horizontal.

Características

5.4.5.3 El letrero de identificación de aeródromo consistirá en el nombre del mismo.

5.4.5.4 El color que se escoja para el letrero debe ser suficientemente perceptible sobre el fondo en que se presenta.

5.4.5.5 Los caracteres no deben tener menos de 3 m de altura.

5.4.6 Letrero de identificación de los puestos de estacionamiento de aeronaves

Aplicación

5.4.6.1 Siempre que sea posible la señal de identificación de puesto de estacionamiento deberá estar complementada con un letrero de identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves.

Emplazamiento

5.4.6.2 El letrero de identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves deberá colocarse de tal manera que sea claramente visible desde el puesto de pilotaje de la aeronave antes de entrar en dicho puesto.

Características

5.4.6.3 El letrero de identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves deberá consistir en inscripciones negras sobre fondo amarillo.

5.4.7 Letrero de punto de espera en la vía de vehículos

5.4.7.1 Deben proporcionarse letreros de punto de espera en la vía de vehículos en todos los puntos de entrada de la vía a una pista.

Emplazamiento

5.4.7.2 Los letreros de punto de espera en la vía de vehículos se emplazarán a 1,5 m del borde de la vía (izquierdo o derecho según corresponda de acuerdo con los reglamentos locales de tráfico), en el lugar de punto de espera.

Características

5.4.7.3 El letrero de punto de espera en la vía de vehículos deberá consistir en inscripciones en blanco sobre fondo rojo.

5.4.7.4 Las inscripciones que figuren en los letreros de punto de espera en la vía de vehículos deben estar redactadas en el idioma nacional, se conformarán a los reglamentos de tráfico locales e indicarán los siguientes datos:

a) un requisito de detenerse; y
b) cuando corresponda:
   1) un requisito de obtener autorización ATC; y
   2) un designador de emplazamiento.

5.4.7.5 Los letreros de punto de espera en la vía de vehículos previstos para uso nocturno deben ser retrorreflectantes o deben estar iluminados.

5.5 Balizas

5.5.1 Generalidades

Las balizas deben ser frangibles. Las que estén situadas cerca de una pista o calle de rodaje deben ser lo suficientemente bajas como para conservar la distancia de guarda respecto a las hélices y las barquillas de los reactores.

5.5.2 Balizas de borde de pistas sin pavimentar

Aplicación

5.5.2.1 Cuando los límites de una pista sin pavimentar no estén claramente indicados por el contraste de su superficie con el terreno adyacente, deberán instalarse balizas.

Emplazamiento

5.5.2.2 Cuando existan luces de pista de balizas deben montarse en los dispositivos luminosos. Cuando no haya luces, deben disponerse balizas planas, de forma rectangular o cónica, de modo que delimiten claramente la pista.

Características

5.5.2.3 Las balizas planas rectangulares deben tener las dimensiones mínimas de 1 m por 3 m y deben colocarse de modo que su lado más largo sea paralelo al eje de la pista. Las balizas cónicas deben tener una altura que no exceda de 50 cm.

5.5.3 Balizas de borde de zona de parada

Aplicación

5.5.3.1 Deberán instalarse balizas de borde de la zona de parada cuando la superficie de esta zona no se destaque claramente del terreno adyacente.

Características

5.5.3.2 Las balizas de borde de zona de parada se deben diferenciar suficientemente de todas las señales de borde de pista que se utilicen, para asegurar que no puedan confundirse.

Nota.— Las balizas formadas por pequeños tableros verticales cuyo reverso, visto desde la pista, esté enmascarado, han resultado aceptables en la práctica.

5.5.4 Balizas de borde para pistas cubiertas de nieve

Aplicación

5.5.4.1 Debe emplearse balizas de borde para pistas cubiertas de nieve para indicar la parte utilizable de las pistas cubiertas de nieve, cuando los límites de las mismas no se indiquen de otra forma.

Nota.— Para indicar los límites pueden utilizarse las luces de pista.

Emplazamiento

5.5.4.2 Debe colocarse balizas de borde para pistas cubiertas de nieve a lo largo de los bordes de la pista, a intervalos no superiores a 100 m, simétricamente respecto al eje de la pista y suficientemente alejadas del mismo para conservar una distancia de guarda apropiada con relación a los extremos de las alas y de los sistemas motopropulsores. Debe instalarse un número suficiente de balizas en el umbral y en el extremo opuesto de la pista, perpendicularmente a su eje.

Características

5.5.4.3 Las balizas de borde para pistas cubiertas de nieve debe ser objetos bien visibles, tales como árboles coníferos de 1,5 m de alto aproximadamente, o balizas ligeras.

5.5.5 Balizas de borde de calle de rodaje

Aplicación

5.5.5.1 Deben proporcionarse balizas de borde de calle de rodaje en aquellas cuyo número de clave sea 1 ó 2 y en aquellas que no estén provistas de luces, de eje o de borde, de calle de rodaje o de balizas de eje de calle de rodaje.

Emplazamiento

5.5.5.2 Las balizas de borde de calle de rodaje deben instalarse por lo menos en los emplazamientos en los que, de utilizarse, se instalarían luces de borde de calle de rodaje.

5.5.5.3 Cuando se disponga las balizas de borde de calle de rodaje deben ser de color azul retrorreflectante.

5.5.5.4 La superficie señalizada debe ser vista por el piloto como un rectángulo y su área mínima visible debería ser de 150 cm^2.

5.5.5.5 Las balizas de borde de calle de rodaje deben ser frangibles. Su altura debe ser tan escasa que puedan franquearla las hélices y las góndolas de los motores de aeronaves a reacción.

5.5.6 Balizas de eje de calle de rodaje

Aplicación

5.5.6.1 Deben proporcionarse balizas de eje de calle de rodaje en aquellas cuyo número de clave sea 1 ó 2 y en aquellas que no estén provistas de luces de eje o de borde o de balizas de borde de calle de rodaje.

5.5.6.2 Deben proporcionarse balizas de eje de calle de rodaje en aquellas cuyo número de clave sea 3 ó 4 y en aquellas que no estén provistas de luces de eje de calle de rodaje, siempre que sea necesario mejorar la guía proporcionada por las señales de eje de calle de rodaje.

Emplazamiento

5.5.6.3 Las balizas de eje de calle de rodaje deben instalarse, como mínimo, en el mismo lugar en que se hubieran colocado las luces de eje de calle de rodaje.

5.5.6.4 Las balizas de eje de calle de rodaje deben emplazarse normalmente en las señales de eje de calle de rodaje y, si ello no fuera posible, pueden desplazarse a una distancia que no exceda de 30 cm.

Características

5.5.6.5 Las balizas de eje de calle de rodaje deben ser retrorreflectantes de color verde.

5.5.6.6 La superficie señalizada debe ser vista por el piloto como un rectángulo y su área mínima visible debe ser de 20 cm_2.

5.5.6.7 Las balizas de eje de calle de rodaje estarán diseñadas y montadas de manera que puedan resistir el paso de las ruedas de un avión sin que éste ni las balizas sufran daños.

5.5.7 Balizas de borde de calle de rodaje sin pavimentar

Aplicación

5.5.7.1 Cuando una calle de rodaje sin pavimentar no esté claramente indicada por el contraste de su superficie con el terreno adyacente, deben instalarse balizas.

Emplazamiento

5.5.7.2 Cuando existan luces de calle de rodaje, las balizas deben montarse en los dispositivos luminosos. Cuando no haya luces de calle de rodaje, deben disponerse balizas cónicas, de modo que delimiten claramente la calle de rodaje.

5.5.8 Balizas delimitadoras

Aplicación

5.5.8.1 Se deben instalar balizas delimitadoras en los aeródromos que no tengan pista en el área de aterrizaje.

Emplazamiento

5.5.8.2 Se deben instalar balizas delimitadoras a lo largo de los límites del área de aterrizaje con un espaciado no mayor de 200 m si se usan balizas del tipo indicado en la Figura 5-34, o con un espaciado de 90 m aproximadamente, si se usan balizas cónicas con una baliza en cada ángulo.

Características

5.5.8.3 Las balizas delimitadoras deben ser de forma similar a la indicada en la Figura 5-34 o de forma cónica cuyas dimensiones mínimas sean de 50 cm de alto y 75 cm de diámetro en la base. Las balizas deben ser de un color que contraste con el fondo contra el cual se hayan de ver. Debe usarse un solo color, el anaranjado o el rojo, o dos colores que contrasten, anaranjado y blanco, o bien rojo y blanco, siempre que tales colores no se confundan con el fondo.

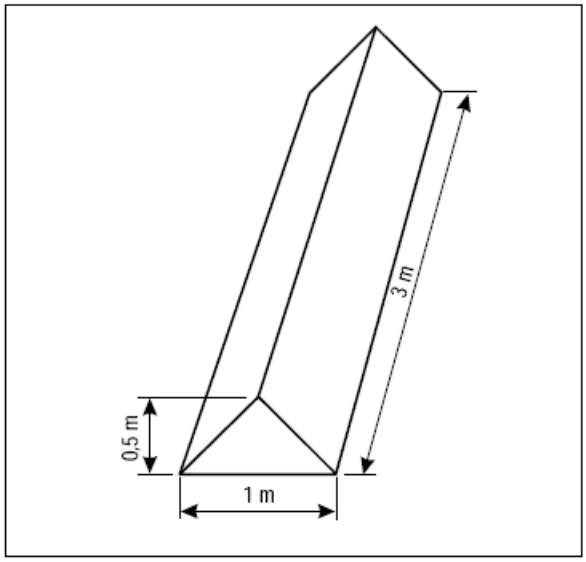


Figura 5-34. Balizas delimitadoras

CAPÍTULO 6. AYUDAS VISUALES INDICADORAS DE OBSTÁCULOS

6.1 Objetos que hay que señalar o iluminar

6.1.1 Objetos dentro de los límites laterales de las superficies limitadoras de obstáculos

6.1.1.1 Los vehículos y otros objetos móviles, a exclusión de las aeronaves, que se encuentren en el área de movimiento de un aeródromo se consideran como obstáculos y se deben señalar en consecuencia e iluminar si los vehículos y el aeródromo se utilizan de noche o en condiciones de mala visibilidad; sin embargo, podrá eximirse de ello al equipo de servicio de las aeronaves y a los vehículos que se utilicen solamente en las plataformas.

6.1.1.2 Se deben señalar las luces aeronáuticas elevadas que estén dentro del área de movimiento, de modo que sean bien visibles durante el día. No se deben instalar luces de obstáculos en luces elevadas de superficie o letreros en el área de movimiento.

6.1.1.3 Se deben señalar todos los obstáculos situados dentro de la distancia especificada en la Tabla 3-1, columna 11 ó 12, con respecto al eje de una calle de rodaje, de una calle de acceso a una plataforma o de una calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves y se deben iluminar si la calle de rodaje o alguna de esas calles de acceso se utiliza de noche.

6.1.1.4 Debe señalarse todo obstáculo fijo que sobresalga de una superficie de ascenso en el despegue, dentro de la distancia comprendida entre 3 000 m y el borde interior de la superficie de ascenso en el despegue y debe iluminarse si la pista se utiliza de noche, salvo que:

a) el señalamiento y la iluminación pueden omitirse cuando el obstáculo esté apantallado por otro obstáculo fijo;

b) puede omitirse el señalamiento cuando el obstáculo esté iluminado de día por luces de obstáculos de mediana intensidad de Tipo A, y su altura por encima del nivel de la superficie adyacente no exceda de 150 m;

c) puede omitirse el señalamiento cuando el obstáculo esté iluminado de día por luces de alta intensidad; y

d) puede omitirse la iluminación si el obstáculo es un faro y un estudio aeronáutico demuestra que la luz que emite es suficiente.

6.1.1.5 Debe señalarse todo objeto fijo, que no sea un obstáculo, situado en la proximidad de una superficie de ascenso en el despegue y debe iluminarse si la pista se utiliza de noche, si se considera que el señalamiento y la iluminación son necesarios para evitar riesgos de colisión, salvo que el señalamiento puede omitirse cuando:

a) el objeto esté iluminado de día por luces de obstáculos de mediana intensidad de Tipo A, y su altura por encima del nivel de la superficie adyacente no exceda de 150 m; o

b) el objeto esté iluminado de día por luces de obstáculos de alta intensidad.

6.1.1.6 Se debe señalará todo obstáculo fijo que sobresalga de una superficie de aproximación o de transición, dentro de la distancia comprendida entre 3 000 m y el borde interior de la superficie de aproximación, y se debe iluminará si la pista se utiliza de noche, salvo que:

a) el señalamiento y la iluminación pueden omitirse cuando el obstáculo esté apantallado por otro obstáculo fijo;

b) puede omitirse el señalamiento cuando el obstáculo esté iluminado de día por luces de obstáculos de mediana intensidad de Tipo A, y su altura por encima del nivel de la superficie adyacente no exceda de 150 m;

c) puede omitirse el señalamiento cuando el obstáculo esté iluminado de día por luces de alta intensidad; y

d) puede omitirse la iluminación si el obstáculo es un faro y un estudio aeronáutico demuestra que la luz que emite es suficiente.

6.1.1.7 Debe señalarse todo obstáculo fijo que sobresalga de una superficie horizontal y debe iluminarse, si el aeródromo se utiliza de noche, salvo que:

a) el señalamiento y la iluminación pueden omitirse cuando:

1) el obstáculo esté apantallado por otro obstáculo fijo; o

2) se trate de un circuito muy obstaculizado por objetos inamovibles o por prominencias del terreno, y se hayan establecido procedimientos para garantizar márgenes verticales seguros por debajo de las trayectorias de vuelo prescritas; o

3) un estudio aeronáutico demuestre que el obstáculo no tiene importancia para las operaciones;

b) puede omitirse el señalamiento cuando el obstáculo esté iluminado de día por luces de obstáculos de mediana intensidad de Tipo A, y su altura por encima del nivel de la superficie adyacente no exceda de 150 m;

c) puede omitirse el señalamiento cuando el obstáculo esté iluminado de día por luces de alta intensidad; y

d) puede omitirse la iluminación si el obstáculo es un faro y un estudio aeronáutico demuestra que la luz que emite es suficiente.

6.1.1.8 Se debe señalará cada uno de los obstáculos fijos que sobresalgan por encima de la superficie de protección contra obstáculos y se debe iluminar si la pista se utiliza de noche.

6.1.1.9 Otros objetos que estén dentro de las superficies limitadoras de obstáculos deben señalarse y/o iluminarse si un estudio aeronáutico indica que el objeto podría constituir un peligro para las aeronaves (esto incluye los objetos adyacentes a rutas de vuelo visual, por ejemplo, una vía navegable o una carretera).

6.1.1.10 Las líneas eléctricas elevadas, los cables suspendidos, etc., que atraviesen un río, una vía navegable, un valle o una carretera deben señalarse y sus torres de sostén señalarse e iluminarse si un estudio aeronáutico indica que las líneas eléctricas o los cables pueden constituir un peligro para las aeronaves.

6.1.2 Objetos fuera de los límites laterales de las superficies limitadoras de obstáculos.

6.1.2.1 Deben señalarse e iluminarse los obstáculos mencionados en 4.3.2, salvo que puede omitirse el señalamiento cuando el obstáculo esté iluminado de día por luces de obstáculos de alta intensidad

6.1.2.2 Otros objetos que estén fuera de las superficies limitadoras de obstáculos deben señalarse y/o iluminarse si un estudio aeronáutico indica que el objeto puede constituir un peligro para las aeronaves (esto incluye los objetos adyacentes a rutas visuales, por ejemplo, una vía navegable o una carretera).

6.1.2.3 Las líneas eléctricas elevadas, los cables suspendidos, etc., que atraviesen un río, una vía navegable un valle o una carretera deben señalarse y sus torres de sostén señalarse e iluminarse si un estudio aeronáutico indica que las líneas eléctricas o los cables pueden constituir un peligro para las aeronaves.

6.2 Señalamiento y/o iluminación de objetos

6.2.1 Generalidades

6.2.1.1 La presencia de objetos que deban iluminarse, como se señala en 6.1, se indicará por medio de luces de obstáculos de baja, mediana o alta intensidad, o con una combinación de luces de estas intensidades.

6.2.1.2 Las luces de obstáculos de baja intensidad, de Tipos A, B, C, D y E, las luces de obstáculos de mediana intensidad de tipos A, B, C, y las luces de obstáculos de alta intensidad de tipos A y B, serán conformes a las especificaciones de la Tabla 6-1 y del Apéndice 1.

6.2.1.3 El número y la disposición de las luces de obstáculos de baja, mediana o alta intensidad en cada nivel que deba señalarse, será tal que el objeto quede indicado en todos los ángulos del azimut. Si una luz queda oculta en cualquier dirección por otra parte del objeto o por un objeto adyacente, se colocarán luces adicionales sobre ese objeto adyacente o la parte del objeto que oculta la luz, a fin de conservar el perfil general del objeto que haya de iluminarse. Puede omitirse la luz oculta si no contribuye a la visualización de ese objeto.

6.2.2 Objetos móviles

Señalamiento

6.2.2.1 Todos los objetos móviles considerados obstáculos se deben señalar, bien sea con colores o con banderas.

Señalamiento con colores

6.2.2.2 Cuando se usen colores para señalar objetos móviles debe usarse un solo color bien visible, preferentemente rojo o verde amarillento para los vehículos de emergencia y amarillo para los vehículos de servicio**.**

Señalamiento con banderas

6.2.2.3 Las banderas utilizadas para señalar objetos móviles se deben colocar alrededor de los mismos o en su parte superior, o alrededor de su borde más alto. Las banderas no deberán aumentar el riesgo que presenten los objetos que se señalen.

6.2.2.4 Las banderas que se usen para señalar objetos móviles deben ser de 0,9 m de lado, por lo menos, y deben consistir en un cuadriculado cuyos cuadros no tengan menos de 0,3 m de lado. Los colores de los cuadros deben contrastar entre ellos y con el fondo sobre el que hayan de verse. Deben emplearse los colores anaranjado y blanco, o bien rojo y blanco, excepto cuando dichos colores se confundan con el fondo.

Iluminación

6.2.2.5 Se deben disponer luces de obstáculos de baja intensidad de Tipo C en los vehículos y otros objetos móviles, salvo las aeronaves.

6.2.2.6 Las luces de obstáculos de baja intensidad, Tipo C, dispuestas en vehículos de emergencia o seguridad deben ser luces de destellos de color azul, y aquellas dispuestas en otros vehículos deben ser de destellos de color amarillo.

6.2.2.7 Se deben disponer luces de obstáculos de baja intensidad de Tipo D en los vehículos que han de seguir las aeronaves.

Tabla 6-1. Características de las luces de obstáculos

1	2	3	4	5	6	7
			Intensidad máxima (cd) a una luminancia de fondo dada (b)			
Tipo de luz	Color	Tipo de señal/ (régimen de intermitencia)	Día (Más de 500 cd/m^2)	Crepúsculo (50-500 cd/m^2)	Noche (Menos 50 cd/m^2)	Tabla de distribución de la luz
Baja intensidad Tipo A (obstáculo fijo)	Rojo	Fija	N/A	N/A	10	Tabla 6-2
Baja intensidad Tipo B (obstáculo fijo)	Rojo	Fija	N/A	N/A	32	Tabla 6-2
Baja intensidad Tipo C (obstáculo móvil)	Amarillo/azul (a)	Destellos (60-90 fpm)	N/A	40	40	Tabla 6-2
Baja intensidad Tipo D (vehículo guía)	Amarillo	Destellos (60-90 fpm)	N/A	200	200	Tabla 6-2
Baja intensidad Tipo E	Rojo	Destellos (c)	N/A	N/A	32	Tabla 6-2 (Tipo B)
Mediana intensidad Tipo A	Blanco	Destellos (20-60 fpm)	20 000	20 000	2 000	Tabla 6-3
Mediana intensidad Tipo B	Rojo	Destellos (20-60 fpm)	N/A	N/A	2 000	Tabla 6-3
Mediana intensidad Tipo C	Rojo	Fija	N/A	N/A	2 000	Tabla 6-3
Alta intensidad Tipo A	Blanco	Destellos (40-60 fpm)	200 000	20 000	2 000	Tabla 6-3
Alta intensidad Tipo B	Blanco	Destellos (40-60 fpm)	100 000	20 000	2 000	Tabla 6-3

a) Véase 6.2.2.6.
b) Para las luces de destellos, la intensidad efectiva se determina de conformidad con el *Manual de diseño de aeródromos*, Parte 4.
c) Para aplicación en turbinas eólicas, los destellos se emitirán a intervalos iguales a los de la luz de la barquilla.

Tabla 6-2. Distribución de la luz para luces de obstáculos de baja intensidad

	Intensidad mínima (a)	Intensidad máxima (a)	Apertura del haz vertical (f)	
			Apertura mínima del haz	Intensidad
Tipo A	10 cd (b)	N/A	10°	5 cd
Tipo B	32 cd (b)	N/A	10°	16 cd
Tipo C	40 cd (b)	400 cd	12° (d)	20 cd
Tipo D	200 cd (c)	400 cd	N/A (e)	N/A

Nota. — Esta tabla no incluye aperturas del haz horizontal recomendadas. 6.2.1.3 requiere una cobertura de 360º alrededor de un obstáculo. Por consiguiente, el número de luces necesarias para cumplir este requisito dependerá de la apertura del haz horizontal de cada luz así como de la forma del obstáculo. De este modo, con aperturas de haz más estrechas, se necesitarán más luces.

a) 360º horizontal. Para luces de destello, la intensidad se lee como intensidad efectiva, determinada de conformidad con el *Manual de diseño de aeródromos* (Doc 9157), Parte 4.
b) Entre 2 y 10º vertical. Para los ángulos de elevación vertical se toma como referencia la horizontal cuando la luz está a igual nivel.
c) Entre 2 y 20º vertical. Para los ángulos de elevación vertical se toma como referencia la horizontal cuando la luz está a igual nivel.
d) La intensidad máxima debería estar situada a aproximadamente 2,5º vertical.
e) La intensidad máxima debería estar situada a aproximadamente 17º vertical.
f) La apertura de haz está definida como el ángulo entre el plano horizontal y las direcciones para las cuales la intensidad excede la mencionada en la columna de "intensidad".

Tabla 6-3. Distribución de la luz para luces de obstáculos de mediana y alta intensidad de acuerdo con las intensidades de referencia de la Tabla 6-1

Intensidad de referencia	Requisitos mínimos					Recomendaciones				
	Ángulo de elevación vertical b)			Apertura del haz vertical c)		Ángulo de elevación vertical b)			Apertura del haz vertical c)	
	0°		-1°			0°	-1°	-10°		
	Intensidad media mínima a)	Intensidad mínima a)	Intensidad mínima a)	Apertura mínima del haz	Intensidad a)	Intensidad máxima a)	Intensidad máxima a)	Intensidad máxima a)	Apertura máxima del haz	Intensidad a)
200 000	200 000	150 000	75 000	3°	75 000	250 000	112 500	7 500	7°	75 000
100 000	100 000	75 000	37 500	3°	37 500	125 000	56 250	3 750	7°	37 500
20 000	20 000	15 000	7 500	3°	7 500	25 000	11 250	750	N/A	N/A
2 000	2 000	1 500	750	3°	750	2 500	1 125	75	N/A	N/A

Nota. — Esta tabla no incluye aperturas del haz horizontal recomendadas. 6.2.1.3 requiere una cobertura de 360º alrededor de un obstáculo. Por consiguiente, el número de luces necesarias para cumplir este requisito dependerá de la apertura del haz horizontal de cada luz así como de la forma del obstáculo. De este modo, con aperturas de haz más estrechas, se necesitarán más luces.

a) 360º horizontal. Todas las intensidades están expresadas en candelas. Para luces de destello, la intensidad se lee como intensidad efectiva, determinada de conformidad con el *Manual de diseño de aeródromos* (Doc 9157), Parte 4.
b) Para los ángulos de elevación vertical se toma como referencia la horizontal cuando la luz está a igual nivel.
c) La apertura del haz está definida como el ángulo entre el plano horizontal y las direcciones para las cuales la intensidad excede la mencionada en la columna de "intensidad".

Nota. — En caso de una configuración específica justificada por un estudio aeronáutico puede ser necesaria una apertura de haz mayor.

6.2.2.8 Las luces de obstáculos de baja intensidad colocadas sobre objetos de movilidad limitada, tales como las pasarelas telescópicas, deben ser luces fijas de color rojo y, como mínimo, deben ser conformes a las especificaciones para las luces de obstáculos de baja intensidad, tipo A, de la Tabla 6-1. La intensidad de las luces debe ser suficiente para asegurar que los obstáculos sean notorios considerando la intensidad de las luces adyacentes y el nivel general de iluminación contra el que se observarán.

6.2.3 Objetos fijos

Nota.- Los objetos fijos de turbinas eólicas se tratan por separado en 6.2.4 y los objetos fijos de líneas eléctricas elevadas, cables suspendidos, etc. y sus torres de sostén se tratan por separado en 6.2.5.

Señalamiento

6.2.3.1 Siempre que sea posible se deben usar colores para señalar todos los objetos fijos que deben señalarse, y si ello no es posible se deben poner banderas o balizas en tales obstáculos o por encima de ellos, pero no será necesario señalar los objetos que por su forma, tamaño o color sean suficientemente visibles.

Señalamiento con colores

6.2.3.2 Todo objeto debe indicarse por un cuadriculado en colores si su superficie no tiene prácticamente interrupción y su proyección en un plano vertical cualquiera es igual a 4,5 m o más en ambas dimensiones. El cuadriculado debe estar formado por rectángulos cuyos lados midan 1,5 m como mínimo y 3 m como máximo, siendo del color más oscuro los situados en los ángulos. Los colores deben contrastar entre ellos y con el fondo sobre el cual hayan de verse. Deben emplearse los colores anaranjado y blanco, o bien rojo y blanco, excepto cuando dichos colores se confundan con el fondo. (Véase la Figura 6-1)

6.2.3.3 Todo objeto debe señalarse con bandas de color alternas que contrasten:

a) si su superficie no tiene prácticamente interrupción y una de sus dimensiones, horizontal o vertical, es mayor de 1,5 m, siendo la otra dimensión, horizontal o vertical, inferior a 4,5 m; o

b) si tiene configuración de armazón o estructura, con una de sus dimensiones, horizontal o vertical, superior a 1,5 m.

Las bandas deben ser perpendiculares a la dimensión mayor y tener un ancho igual a 1/7 de la dimensión mayor o 30 m, tomando el menor de estos valores. Los colores de las bandas deben contrastar con el fondo sobre el cual se hayan de ver. Deben emplearse los colores anaranjado y blanco, excepto cuando dichos colores no se destaquen contra el fondo. Las bandas de los extremos del objeto deben ser del color más oscuro. (Véanse las Figuras 6-1 y 6-2).

Nota – En la Tabla 6-4 se indica la fórmula para determinar las anchuras de las bandas y obtener un número impar de bandas, de forma que tanto la banda superior como la inferior sean del color más oscuro.

6.2.3.4 Todo objeto debe colorearse con un solo color bien visible si su proyección en cualquier plano vertical tiene ambas dimensiones inferiores a 1,5 m. Debe emplearse el color anaranjado o el rojo, excepto cuando dichos colores se confundan con el fondo.

Nota.- Con algunos fondos puede que resulte necesario emplear un color que no sea anaranjado ni rojo, para obtener suficiente contraste.

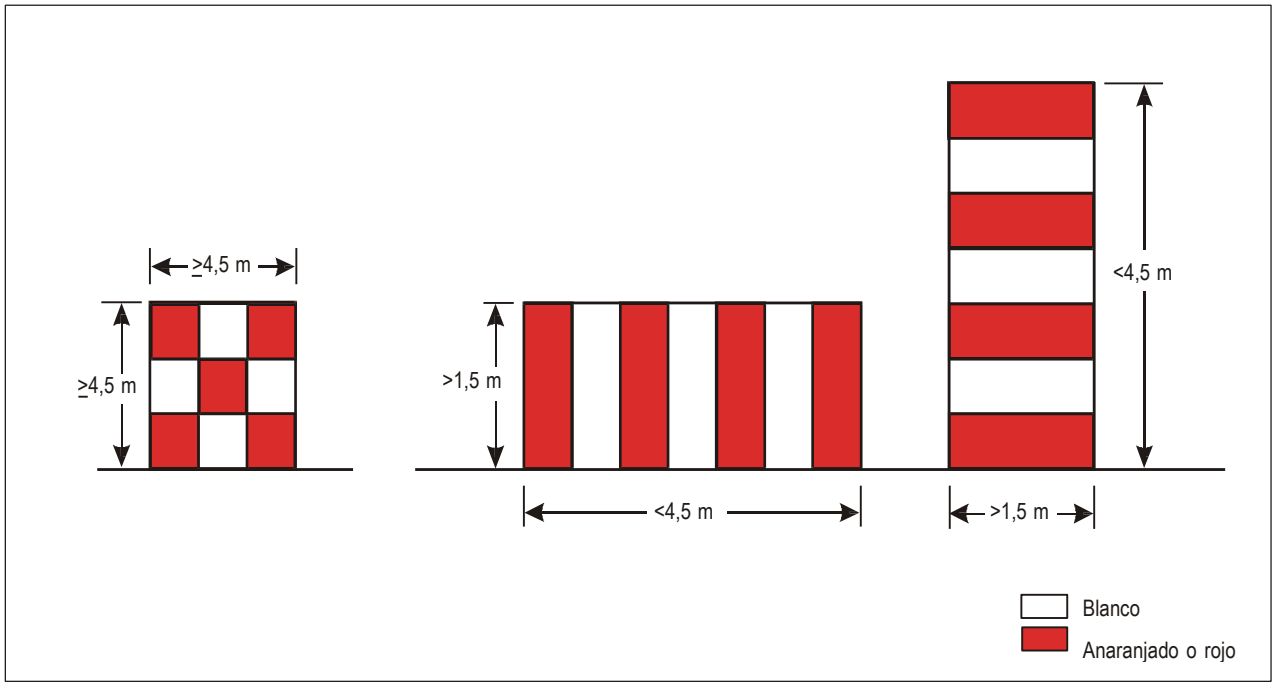


Figura 6-1. Configuraciones básicas del señalamiento de obstáculos

Tabla 6-4. Anchuras de las bandas de señalamiento

La dimensión mayor		Anchura de la banda
Más de	Sin exceder de	
1,5 m	210 m	1/7 de la dimensión mayor
210 m	270 m	1/9 ” ” ”
270 m	330 m	1/11 ” ” ”
330 m	390 m	1/13 ” ” ”
390 m	450 m	1/15 ” ” ”
450 m	510 m	1/17 ” ” ”
510 m	570 m	1/19 ” ” ”
570 m	630 m	1/21 ” ” ”

Señalamiento con banderas

6.2.3.5 Las banderas utilizadas para señalar objetos fijos se deben colocar alrededor de los mismos o en su parte superior, o alrededor de su borde más alto. Cuando se usen banderas para señalar objetos extensos o estrechamente agrupados entre sí, se deben colocar por lo menos cada 15 m. Las banderas no deben aumentar el riesgo que presenten los objetos que se señalen.

6.2.3.6 Las banderas que se usen para señalar objetos fijos deben ser de 0,6 m de cada lado, por lo menos.

6.2.3.7 Las banderas que se usen para señalar objetos fijos deben ser de color anaranjado o formadas por dos secciones triangulares, de color anaranjado una y blanco la otra, o una roja y la otra blanca; pero si estos colores se confunden con el fondo, deben usarse otros que sean bien visibles.

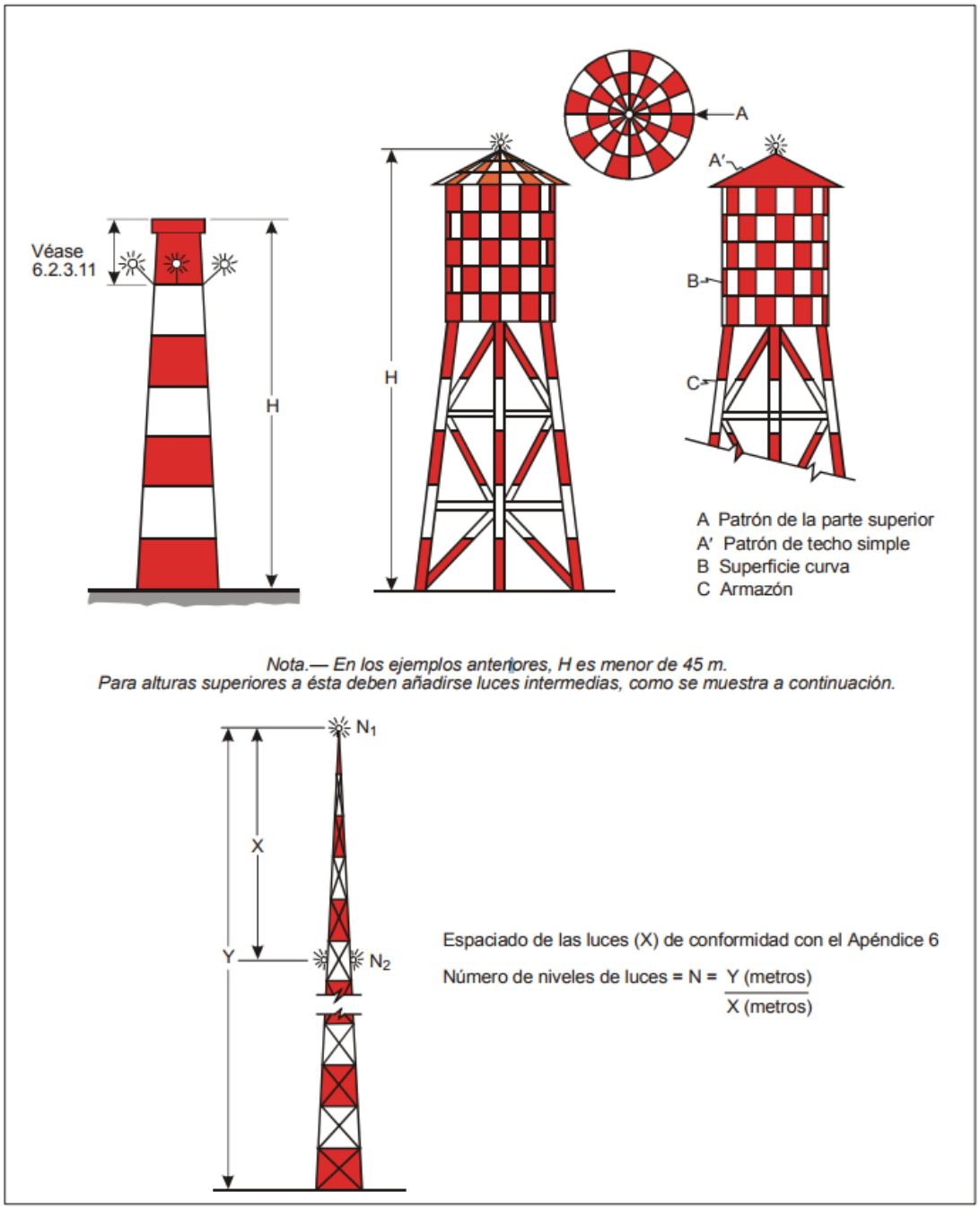


Figura 6-2. Ejemplos de señalamiento e iluminación de estructuras elevadas

Señalamiento con balizas

6.2.3.8 Las balizas que se pongan sobre los objetos o adyacentes a éstos se deben situar en posiciones bien visibles, de modo que definan la forma general del objeto y serán identificables, en tiempo despejado, desde una distancia de 1 000 m por lo menos, tratándose de objetos que se vean desde el aire, y desde una distancia de 300 m tratándose de objetos que se vean desde tierra, en todas las direcciones en que sea probable que las aeronaves se aproximen al objeto. La forma de las balizas será tan característica como sea necesario, a fin de que no se confundan con las empleadas para indicar otro tipo de información, y no deben aumentar el peligro que presenten los objetos que señalen.

6.2.3.9 Las balizas deben ser de un solo color. Cuando se instalen balizas de color lanco y rojo o blanco y anaranjado, las balizas deben alternarse. El color seleccionado debe contrastar con el fondo contra el cual haya de verse.

Iluminación

6.2.3.10 En caso de que se ilumine un objeto, se deben disponer una o más luces de obstáculos de baja, mediana o alta intensidad lo más cerca posible del extremo superior del objeto.

6.2.3.11 En el caso de chimeneas u otras estructuras que desempeñen funciones similares, las luces de la parte superior deben colocarse a suficiente distancia de la cúspide, con miras a minimizar la contaminación debida a los humos, etc. (véase la Figura 6-2)

6.2.3.12 En el caso de torres o antenas señalizadas en el día por luces de obstáculos de alta intensidad con una instalación como, una varilla o antena, superior a 12 m, en la que no es factible colocar una luz de obstáculos de alta intensidad en la parte superior de la instalación, esta luz se debe disponer en el punto más alto en que sea factible y, si es posible, se debe instalar una luz de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, en la parte superior.

6.2.3.13 En el caso de un objeto de gran extensión o de objetos estrechamente agrupados que han de iluminarse y que:

a. que sobresalgan por encima de una superficie limitadora de obstáculos (SLO) Horizontal o estén fuera de una SLO, las luces superiores se dispondrán de modo que por lo menos indiquen los puntos o bordes más altos del objeto más elevado con respecto a la superficie limitadora de obstáculos o que sobresalga del suelo y para que definan la forma y extensión generales de los objetos; y

b. que sobresalgan por encima de una SLO inclinada, las luces superiores se dispondrán de modo que por lo menos indiquen los puntos o bordes más altos del objeto más elevado con respecto a la SLO y para que definan la forma y extensión generales de los objetos. Si el objeto presenta dos o más bordes a la misma altura, se señalará el que se encuentre más cerca del área de aterrizaje.

6.2.3.14 Cuando la superficie limitadora de obstáculos en cuestión sea inclinada y el punto más alto del objeto que sobresalga de esta superficie no sea el punto más eleva do de dicho objeto, deben disponerse luces de obstáculos adicionales en el punto más elevado del objeto.

6.2.3.15 Cuando se dispongan luces para que definan la forma general de un objeto de gran extensión o un grupo de objetos estrechamente agrupados, y

a) se utilicen luces de baja intensidad, éstas se espaciarán a intervalos longitudinales que no excedan de 45 m.
b) se utilicen luces de mediana intensidad, éstas se espaciarán a intervalos longitudinales que no excedan de 900 m

6.2.3.16 Los destellos de las luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo A, y de mediana intensidad, Tipos A y B, instaladas en un objeto, deben ser simultáneos.
6.2.3.17 Los ángulos de reglaje de instalación de las luces de obstáculos de alta intensidad, Tipos A, deben ajustarse a lo indicado en la Tabla 6-2.

Nota.- El empleo de las luces de obstáculos de alta intensidad está previsto tanto para uso diurno como nocturno. Es necesario tener cuidado para que estas luces no produzcan deslumbramiento.

6.2.3.18 Cuando, en opinión de la DGAC, la utilización nocturna de luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo A, o luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, puedan encandilar a los pilotos en las inmediaciones de un aeródromo (dentro de un radio de aproximadamente 10 000 m) o plantear consideraciones ambientales significativas, debe proporcionarse un sistema doble de iluminación de obstáculos. Este sistema debe estar compuesto de luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo A, o luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, según corresponda, para uso diurno y crepuscular, y luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo B o C, para uso nocturno.

Iluminación de objetos de una altura inferior a 45 m sobre el nivel del terreno

6.2.3.19 Deben utilizarse luces de obstáculos de baja intensidad, de Tipo A o B, cuando el objeto es menos extenso y su altura por encima del terreno circundante es menos de 45 m.

6.2.3.20 Cuando el uso de luces de obstáculos de baja intensidad, de Tipo A o B, no resulte adecuado o se requiera una advertencia especial anticipada, deben utilizarse luces de obstáculos de mediana o de gran intensidad.

6.2.3.21 Las luces de obstáculos de baja intensidad de Tipo B deben utilizarse solas o bien en combinación con luces de obstáculos de mediana intensidad de Tipo B, de conformidad con 6.2.3.22.

6.2.3.22 Deben utilizarse luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, B o C, si el objeto es extenso. Las luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipos A y C, deberían utilizarse solas, en tanto que las luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo B, deberían utilizarse solas o en combinación con luces de obstáculos de baja intensidad, Tipo B.

Nota.- Un grupo de edificios se considerará como un objeto extenso.

Iluminación de objetos con una altura de 45 m a una altura inferior a los 150 m sobre el nivel del terreno

6.2.3.23 Deben utilizarse luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, B o C. Las luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipos A y C, deben utilizarse solas, en tanto que las luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo B, deberían utilizarse solas o en combinación con luces de obstáculos de baja intensidad, Tipo B.

6.2.3.24 Cuando la presencia de un objeto se indique mediante luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, y la parte superior del mismo se encuentre a más de 105 m sobre el nivel del terreno circundante o sobre la elevación a que se encuentran los extremos superiores de los edificios cercanos (cuando el objeto que haya de señalarse esté rodeado de edificios), se colocarán luces adicionales a niveles intermedios. Estas luces adicionales intermedias se espaciarán tan uniformemente como sea posible entre las luces superiores y el nivel del terreno, o entre las luces superiores y el nivel de la parte superior de los edificios cercanos, según corresponda, con una separación que no exceda de 105 m.

6.2.3.25 Cuando la presencia de un objeto se indique mediante luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo B, y la parte superior del mismo se encuentre a más de 45 m sobre el nivel del terreno circundante o sobre la elevación a que se encuentran los extremos superiores de los edificios cercanos (cuando el objeto que haya de señalarse esté rodeado de edificios), se colocarán luces adicionales a niveles intermedios. Estas luces adicionales intermedias serán alternadamente luces de baja intensidad, Tipo B, y de mediana intensidad, Tipo B, y se espaciarán tan uniformemente como sea posible entre las luces superiores y el nivel del terreno, o entre las luces superiores y el nivel de la parte superior de los edificios cercanos, según corresponda, con una separación que no exceda de 52 m.

6.2.3.26 Cuando la presencia de un objeto se indique mediante luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo C, y la parte superior del mismo se encuentre a más de 45 m sobre el nivel del terreno circundante o sobre la elevación a que se encuentran los extremos superiores de los edificios cercanos (cuando el objeto que haya de señalarse esté rodeado de edificios), se colocarán luces adicionales a niveles intermedios. Estas luces adicionales intermedias se espaciarán tan uniformemente como sea posible entre las luces superiores y el nivel del terreno, o entre las luces superiores y el nivel de la parte superior de los edificios cercanos, según corresponda, con una separación que no exceda de 52 m.

6.2.3.27 Cuando se utilicen luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo A, se espaciarán a intervalos uniformes, que no excedan de 105 m entre el nivel del terreno y la luz o luces superiores que se especifican en 6.2.3.10, salvo cuando el objeto que haya de señalarse esté rodeado de edificios; en este caso puede utilizarse la elevación de la parte superior de los edificios como equivalente del nivel del terreno para determinar el número de niveles de luces.

Iluminación de objetos con una altura de 150 m o más sobre el nivel del terreno

6.2.3.28 Deben utilizarse luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo A, para indicar la presencia de un objeto si su altura sobre el nivel del terreno circundante excede de 150 m y estudios aeronáuticos indican que dichas luces son esenciales para reconocer el objeto durante el día.

6.2.3.29 Cuando se utilicen luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo A, se espaciarán a intervalos uniformes, que no excedan de 105 m entre el nivel del terreno y la luz o luces superiores que se especifican en 6.2.3.10, salvo cuando el objeto que haya de señalarse esté rodeado de edificios; en este caso puede utilizarse la elevación de la parte superior de los edificios como equivalente del nivel del terreno para determinar el número de niveles de luces.

6.2.3.30 Cuando, en opinión de la autoridad competente, la utilización nocturna de luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo A, pueda encandilar a los pilotos en las inmediaciones de un aeródromo (dentro de un radio de aproximadamente 10 000 m) o plantear consideraciones ambientales significativas, las luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo C, deben utilizarse solas, en tanto que las luces de obstáculos de mediana intensidad Tipo B, deben utilizarse solas o en combinación con luces de obstáculos de baja intensidad, Tipo B.

6.2.3.31 Cuando la presencia de un objeto se indique mediante luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, se colocarán luces adicionales a niveles intermedios. Estas luces adicionales intermedias se espaciarán tan uniformemente como sea posible entre las luces superiores y el nivel del terreno, o entre las luces superiores y el nivel de la parte superior de los edificios cercanos, según corresponda, con una separación que no exceda de 105 m.

6.2.3.32 Cuando la presencia de un objeto se indique mediante luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo B, se colocarán luces adicionales a niveles intermedios. Estas luces adicionales intermedias se instalarán alternadas, luces de obstáculos de baja intensidad Tipo B, y se espaciarán tan uniformemente como sea posible entre las luces superiores y el nivel del terreno, o entre las luces superiores y el nivel de la parte superior de los edificios cercanos, según corresponda, con una separación que no exceda de 52m.

6.2.3.33 Cuando la presencia de un objeto se indique mediante luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo C, se colocarán luces adicionales a niveles intermedios. Estas luces adicionales intermedias se espaciarán uniformemente como sea posible ente las luces superiores y el nivel del terreno, o entre las luces superiores y el nivel de la parte superior de los edificios cercanos, según corresponda, con una separación que no exceda de 52 m.

6.2.4 Turbinas eólicas

6.2.4.1 Las turbinas eólicas se señalizarán y/o iluminarán cuando se determine que constituyen un obstáculo.

Nota 1.- Pueden proporcionarse luces o señales donde, en opinión del Estado, dichas luces o señales se consideren necesarias.

Nota.- Véanse 4.3.1 y 4.3.2.

Señalamiento

6.2.4.2 Los álabes del rotor, la barquilla y los 2/3 superiores del mástil de soporte de las turbinas eólicas deberían pintarse de color blanco, excepto cuando se indique de otro modo en un estudio aeronáutico**.**

Iluminación

6.2.4.3 Cuando la iluminación se considere necesaria, en los parques eólicos, es decir, grupos de dos o más turbinas eólicas, los parques eólicos deben considerarse como objeto extenso y deben instalarse luces:

a) ~~a~~ para definir el perímetro del parque eólico;

b) respetando, de acuerdo con 6.2.3.15, la distancia máxima entre las luces a lo largo del perímetro, excepto cuando una evaluación específica demuestre que se requiere una distancia superior;

c) de manera que, cuando se utilicen luces de destellos, emitan destellos simultáneamente en todo el parque eólico;

d) de manera que, dentro del parque eólico, toda turbina de elevación significativamente mayor también se señalice dondequiera que esté emplazada; y.

e) en los lugares prescritos en a), b) y d), respetando los criterios siguientes:

i) para turbinas eólicas de menos de 150 m de altura total (la altura de la barquilla más la altura vertical del álabe), deberían proporcionarse luces de mediana intensidad en la barquilla;

ii) para turbinas eólicas de 150 m a 315 m de altura total, además de la luz de mediana intensidad instalada en la barquilla, debería proporcionarse una segunda luz que sirva de alternativa en caso de falla de la luz en funcionamiento. Las luces deben instalarse asegurándose de que la potencia luminosa de cada luz quede obstruida por la otra; y

iii) además, para turbinas eólicas de 150 m a 315 m de altura total, debería proporcionarse un nivel intermedio, a la mitad de la altura de la barquilla, de por lo menos 3 luces de baja intensidad de Tipo E, según se especifica en 6.2.1.3. Si un estudio aeronáutico demuestra que las luces de baja intensidad de tipo E no son apropiadas, pueden utilizarse luces de baja intensidad de tipo A o B.

Nota.- En el párrafo 6.2.4.3 e) no se tienen en cuenta turbinas eólicas de más de 315 m de altura total. Para dichas turbinas, es posible que se requieran señales y luces adicionales de acuerdo con lo que se determine mediante un estudio aeronáutico.

6.2.4.4 Las luces de obstáculos deben instalarse en la barquilla de manera que las aeronaves que se aproximen desde cualquier dirección tengan una vista sin obstrucciones.

6.2.4.5 Cuando se juzgue conveniente iluminar una sola turbina eólica o una hilera corta de turbinas eólicas, la instalación de las luces debería hacerse según 6.2.4.3 e) o de acuerdo con lo que se determine mediante un estudio aeronáutico.

6.2.5 Líneas eléctricas elevadas, cables suspendidos, etc. y torres de sostén

Señalamiento

6.2.5.1 Las líneas eléctricas, los cables, etc., que hayan de señalarse deben estar dotados de balizas; la torre de sostén debe ser de color.

Señalamiento con colores

6.2.5.2 Las torres de sostén de las líneas eléctricas elevadas, cables suspendidos, etc., que requieren señalamiento, deben señalarse de conformidad con 6.2.3.1 a 6.2.3.4, salvo que el señalamiento de las torres de sostén puede omitirse cuando estén iluminadas de día por luces de obstáculos de alta intensidad**.**

Señalamiento con balizas

6.2.5.3 Las balizas que se pongan sobre los objetos o adyacentes a éstos se situarán en posiciones bien visibles, de modo que definan la forma general del objeto y serán identificables, en tiempo despejado, desde una distancia de 1000 m por lo menos, tratándose de objetos que se vean desde el aire, y desde una distancia de 300 m tratándose de objetos que se vean desde tierra, en todas las direcciones en que sea probable que las aeronaves se aproximen al objeto. La forma de las balizas será tan característica como sea necesario, a fin de que no se confundan con las empleadas para indicar otro tipo de información, y no deberán aumentar el peligro que presenten los objetos que señalen.

6.2.5.4 Las balizas que se coloquen en las líneas eléctricas elevadas, cables, etc., deben ser esféricas y de diámetro no inferior a 60 cm.

6.2.5.5 La separación entre dos balizas consecutivas o entre una baliza y una torre de sostén debe acomodarse al diámetro de la baliza y en ningún caso debe exceder de:

a) 30 m para balizas de 60 cm de diámetro, aumentando progresivamente con el diámetro de la baliza hasta:

b) 35 m para balizas de 80 cm de diámetro, aumentando progresivamente hasta un máximo de:

c) 40 m para balizas de por lo menos 130 cm de diámetro.

Cuando se trate de líneas eléctricas, cables múltiples, etc., las balizas deben colocarse a un nivel no inferior al del cable más elevado en el punto señalado.

6.2.5.6 Las balizas deben ser de un solo color. Cuando se instalen balizas de color blanco y rojo o blanco y anaranjado, las balizas deberían alternarse. El color seleccionado debe contrastar con el fondo contra el cual haya de verse.

6.2.5.7 Cuando se haya determinado que es preciso señalizar una línea eléctrica elevada, cable suspendido, etc., y no sea factible instalar las señales en la misma línea o cable, en las torres de sostén deben colocarse luces de obstáculos de alta intensidad de Tipo B.

Iluminación

6.2.5.8 Deben utilizarse luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo B, para indicar la presencia de una torre que soporta líneas eléctricas elevadas, cables, etc., cuando:

a) un estudio aeronáutico indique que esas luces son esenciales para el reconocimiento de la presencia de líneas eléctricas o cables, etc.; o

b) no se haya considerado conveniente instalar balizas en los alambres, cables, etc.

6.2.5.9 Cuando se utilicen luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo B, se instalarán a tres niveles, a saber:

– en la parte superior de las torres;
– a la altura del punto más bajo de la catenaria de las líneas eléctricas o cables de las torres; y
– a un nivel aproximadamente equidistante entre los dos niveles anteriores

Nota.- En algunos casos, esto puede obligar a emplazar las luces fuera de las torres.

6.2.5.10 Los destellos de las luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo B, que indican la presencia de una torre que sostiene líneas eléctricas elevadas, cables suspendidos, etc., deben ser sucesivos; destellando en primer lugar la luz intermedia, después la luz superior y por último la luz inferior. El intervalo entre destellos de las luces debe ser aproximadamente el indicado en las siguientes relaciones*:*

Intervalo entre los destellos de las luces	**Relación con respecto a la duración del ciclo**
intermedia y superior	*1/13*
superior e inferior	*2/13*
inferior e intermedia	*10/13.*

Nota.- El empleo de las luces de obstáculos de alta intensidad está previsto tanto para uso diurno como nocturno. Es necesario tener cuidado para que estas luces no produzcan deslumbramiento.

6.2.5.11 Cuando, en opinión de la DGAC, la utilización nocturna de luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo B, pueda encandilar a los pilotos en las inmediaciones de un aeródromo (dentro de un radio de aproximadamente 10 000 m) o plantear consideraciones ambientales significativas, debe proporcionarse un sistema doble de iluminación de obstáculos. Este sistema debe estar compuesto de luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo B, para uso diurno y crepuscular, y luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo B, para uso nocturno. Cuando se utilicen luces de mediana intensidad, deben estar instaladas al mismo nivel que las luces de obstáculos de alta intensidad de Tipo B.

6.2.5.12 Los ángulos de reglaje de instalación de las luces de obstáculos de alta intensidad, Tipo B, deben ajustarse a lo indicado en la Tabla 6-5.

Tabla 6-5. Instalación de ángulos de reglaje para las luces de obstáculos de alta intensidad

Altura del elemento luminoso sobre el terreno (AGL)		Ángulo de reglaje de la luz sobre la horizontal
Mayor que	Sin exceder de	
151 m		0°
122 m	151 m	1°
92 m	122 m	2°
	92 m	3°

CAPITULO 7. AYUDAS VISUALES INDICADORAS DE ZONAS DE USO RESTRINGIDO

7.1 Pistas y calles de rodaje cerradas en su totalidad o en parte

Aplicación

7.1.1 Se debe disponer una señal de zona cerrada en una pista o calle de rodaje, o en una parte de la pista o de la calle de rodaje, que esté cerrada permanentemente para todas las aeronaves.

7.1.2 Debe disponerse una señal de zona cerrada en una pista o calle de rodaje, o en una parte de la pista o de la calle de rodaje, que esté temporalmente cerrada, si bien esa señal puede omitirse cuando el cierre sea de corta duración y los servicios de tránsito aéreo den una advertencia suficiente.

Emplazamiento

7.1.3 Se debe disponer una señal de zona cerrada en cada extremo de la pista o parte de la pista declarada cerrada y se dispondrán señales complementarias de tal modo que el intervalo máximo entre dos señales sucesivas no exceda de 300 m. En una calle de rodaje se dispondrá una señal de zona cerrada por lo menos en cada extremo de la calle de rodaje o parte de la calle de rodaje que esté cerrada.

Características

7.1.4 La señal de zona cerrada debe tener la forma y las proporciones especificadas en la ilustración a) de la Figura 7-1 si está en la pista, y la forma y las proporciones especificadas en la ilustración b) de la Figura 7-1 si está en la calle de rodaje. La señal será blanca en la pista y amarilla en la calle de rodaje.

Nota.— Cuando una zona esté cerrada temporalmente pueden utilizarse barreras frangibles, o señales en las que se utilicen materiales que no sean simplemente pintura para indicar el área cerrada, o bien pueden utilizarse para indicar dicha área otros medios adecuados.

7.1.5 Cuando una pista o una calle de rodaje esté cerrada permanentemente en su totalidad o en parte, se deben borrar todas las señales normales de pista y de calle de rodaje.

7.1.6 No se hará funcionar la iluminación de la pista o calle de rodaje que esté cerrada en su totalidad o en parte, a menos que sea necesario para fines de mantenimiento.

7.1.7 Cuando una pista o una calle de rodaje o parte de una pista o de calle de rodaje cerrada esté cortada por una pista o por una calle de rodaje utilizable que se utilice de noche, además de las señales de zona cerrada se deben disponer luces de área fuera de servicio a través de la entrada del área cerrada, a intervalos que no excedan de 3 m (véase 7.4.4).

7.2 Superficies no resistentes

Aplicación

7.2.1 Cuando los márgenes de las calles de rodaje, de las plataformas de viraje en la pista, de los apartaderos de espera, de las plataformas y otras superficies no resistentes no puedan distinguirse fácilmente de las superficies aptas para soportar carga y cuyo uso por las aeronaves podría causar daños a las mismas, se debe indicar el límite entre la superficie y las superficies aptas para soportar carga mediante una señal de faja lateral de calle de rodaje.

Nota. — Las especificaciones sobre señal de faja lateral de pista figuran en 5.2.7.

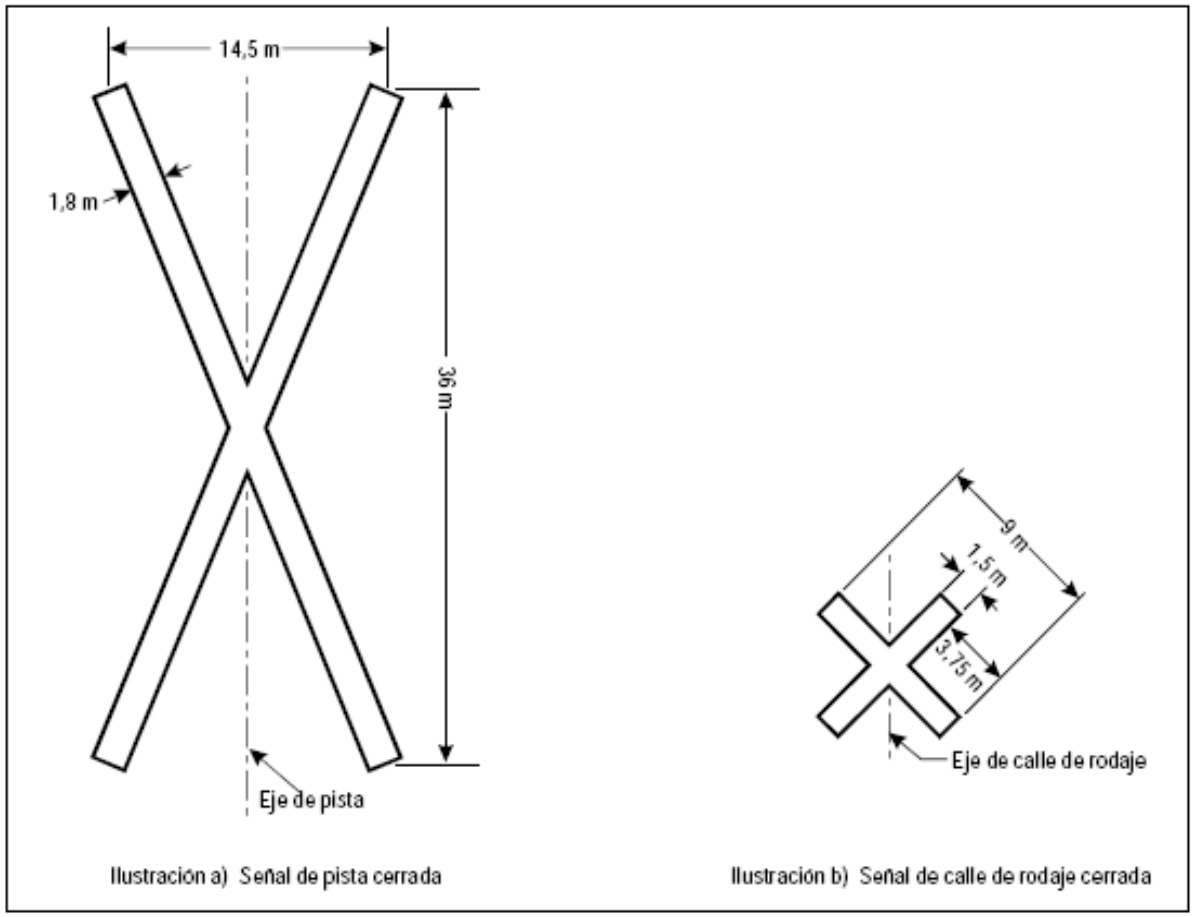


Figura 7-1. Señales de pista y de calle de rodaje cerradas

Emplazamiento

7.2.2 Debe colocarse una señal de faja lateral de calle de rodaje a lo largo del límite del pavimento apto para soportar carga, de manera que el borde exterior de la señal coincida aproximadamente con el límite del pavimento apto para soportar carga.

Características

7.2.3 Una señal de faja lateral de calle de rodaje debe consistir en un par de líneas de trazo continuo, de 15 cm de ancho, con una separación de 15 cm entre sí y del mismo color que las señales de eje de calle de rodaje.

7.3 Área anterior al umbral

Aplicación

7.3.1 Cuando la superficie anterior al umbral esté pavimentada y exceda de 60 m de longitud y no sea apropiada para que la utilicen normalmente las aeronaves, toda la longitud que preceda al umbral debe señalarse con trazos en ángulo.

Emplazamiento

7.3.2 La señal de trazo en ángulo debe estar dispuesta como se indica en la Figura 7-2 y el vértice debe estar dirigido hacia la pista.

Características

7.3.3 El color de una señal de trazo en ángulo debe ser de color amarillo bien visible y que contraste con el color usado para las señales de pista; debería ser preferiblemente amarillo y la anchura de su trazo debe ser de 0,9 m por lo menos.

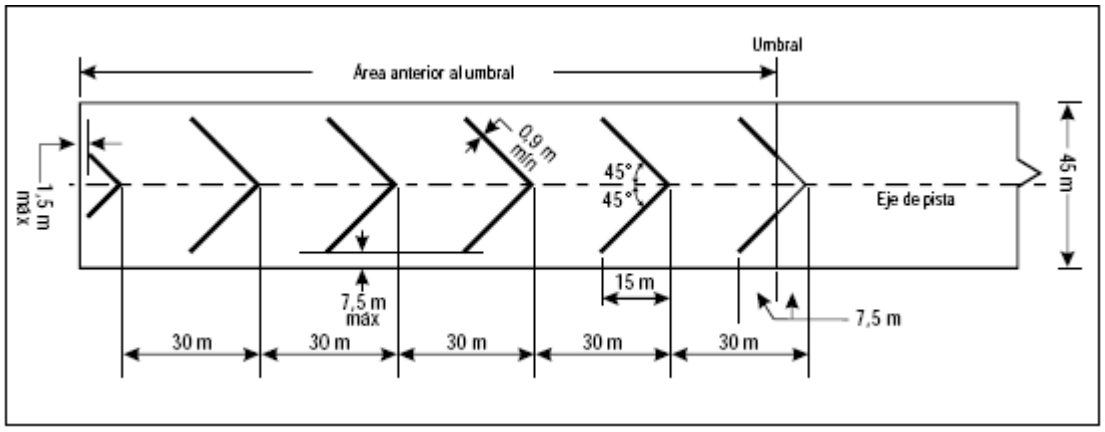


Figura 7-2. Señal anterior al umbral

7.4 Áreas fuera de servicio

Aplicación

7.4.1 Se deben colocar balizas de área fuera de servicio en cualquier parte de una calle de rodaje, plataforma o apartadero de espera que permita a las aeronaves sortear esas partes con seguridad. En las áreas de movimiento utilizadas durante la noche, se deben emplear luces de área fuera de servicio.

Nota. — Las balizas y luces de área fuera de servicio se utilizan para advertir a los pilotos acerca de la existencia de un hoyo en el pavimento de una calle de rodaje o de una plataforma, o para delimitar una parte del pavimento, p. ej., en una plataforma que esté en reparación. Su uso no es apropiado cuando una parte de la pista esté fuera de servicio ni cuando en una calle de rodaje una parte importante de la anchura resulte inutilizable. Normalmente, la pista o calle de rodaje se cierra en tales casos.

Emplazamiento

7.4.2 Las balizas y luces de área fuera de servicio se deben colocar a intervalos suficientemente reducidos para que quede delimitada el área fuera de servicio.

Características de las balizas de área fuera de servicio

7.4.3 Las balizas de área fuera de servicio deben consistir en objetos netamente visibles tales como banderas, conos o tableros, colocados verticalmente.

Características de las luces de área fuera de servicio

7.4.4 Una luz de área fuera de servicio debe ser una luz fija de color rojo. La luz debe tener una intensidad suficiente para que resulte bien visible teniendo en cuenta la intensidad de las luces adyacentes y el nivel general de la iluminación del fondo sobre el que normalmente hayan de verse. En ningún caso deben tener una intensidad menor de 10 cd de luz roja.

Características de los conos de área fuera de servicio

7.4.5 Los conos que se emplean para señalar las áreas fuera de servicio deben medir como mínimo 0,5 m de altura y ser de color rojo, anaranjado o amarillo o de cualquiera de dichos colores en combinación con el blanco.

Características de las banderas de área fuera de servicio

7.4.6 Las banderas de área fuera de servicio deben ser cuadradas, de 0,5 m de lado por lo menos y de color rojo, anaranjado o amarillo o de cualquiera de dichos colores en combinación con el blanco.

Características de los tableros de área fuera de servicio

7.4.7 Los tableros de área fuera de servicio deben tener como mínimo 0,5 m de altura y 0,9 m de ancho con fajas verticales alternadas rojas y blancas o anaranjadas y blancas.

———————

CAPITULO 8. SISTEMAS ELÉCTRICOS

8.1 Sistemas de suministro de energía eléctrica para instalaciones de navegación aérea

8.1.1 Para el funcionamiento seguro de las instalaciones de navegación aérea en los aeródromos se debe disponer de fuentes primarias de energía.

8.1.2 El diseño y suministro de sistemas de energía eléctrica para ayudas de radionavegación visuales y no visuales en aeródromos debe tener características tales que la falla del equipo no deje al piloto sin orientación visual y no visual ni le dé información errónea.

8.1.3 Los dispositivos de conexión de alimentación de energía eléctrica a las instalaciones para las cuales se necesite una fuente secundaria de energía eléctrica, deben disponerse de forma que, en caso de falla de la fuente primaria de energía eléctrica, las instalaciones se conmuten automáticamente a la fuente secundaria de energía eléctrica.

8.1.4 El intervalo de tiempo que transcurra entre la falla de la fuente primaria de energía eléctrica y el restablecimiento completo de los servicios exigidos en 8.1.10, debe ser el más corto posible, excepto que en el caso de las ayudas visuales correspondientes a las pistas para aproximaciones que no son de precisión, pistas para aproximaciones de precisión y pistas de despegue, deben aplicarse los requisitos de la Tabla 8-1 sobre tiempo máximo de conmutación.

Nota. — En el Capítulo 1 figura una definición de tiempo de conmutación.

8.1.5 Para definir el tiempo de conmutación, no será necesario sustituir una fuente secundaria de energía eléctrica existente antes del 1 de enero de 2010. Sin embargo, en el caso de las fuentes secundarias de energía eléctrica instaladas después del 4 de noviembre de 1999, las conexiones de alimentación de energía eléctrica con las instalaciones que requieran una fuente secundaria se dispondrán de modo que las instalaciones estén en condiciones de cumplir con los requisitos de la Tabla 8-1 con respecto a los tiempos máximos de conmutación definidos en el Capítulo 1.

Ayudas visuales

Aplicación

8.1.6 Para las pistas para aproximaciones de precisión se debe proveer una fuente secundaria de energía eléctrica capaz de satisfacer los requisitos de la Tabla 8-1 para la categoría apropiada de este tipo de pista. Las conexiones de la fuente de energía eléctrica de las instalaciones que requieren una fuente secundaria de energía estarán dispuestas de modo que dichas instalaciones queden automáticamente conectadas a la fuente secundaria de energía en caso de falla de la fuente primaria de energía.

8.1.7 Para las pistas destinadas a despegue en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 800 m, se debe proveer una fuente secundaria de energía capaz de satisfacer los requisitos pertinentes de la Tabla 8-1.

8.1.8 En un aeródromo en el que la pista primaria sea una pista para aproximaciones que no son de precisión, debe proveerse una fuente secundaria de energía eléctrica capaz de satisfacer los requisitos de la Tabla 8-1, si bien tal fuente auxiliar para ayudas visuales no necesita suministrarse más que para una pista para aproximaciones que no son de precisión.

8.1.9 En los aeródromos en que la pista primaria sea una pista de vuelo visual, debe proveerse una fuente secundaria de energía eléctrica capaz de satisfacer los requisitos de 8.1.4, aunque no es indispensable instalar esa fuente secundaria de energía eléctrica cuando se provea un sistema de iluminación de emergencia, de conformidad con las especificaciones de 5.3.2, y pueda ponerse en funcionamiento en 15 minutos.

8.1.10 Debe proveerse una fuente secundaria de energía eléctrica capaz de suministrar energía eléctrica en caso de que fallara la fuente principal a las siguientes instalaciones de aeródromo:

a) la lámpara de señales y alumbrado mínimo necesario para que el personal de los servicios de control de tránsito aéreo pueda desempeñar su cometido;

Nota. — El requisito de alumbrado mínimo puede satisfacerse por otros medios que no sean la electricidad.

b) todas las luces de obstáculos que, en opinión de la autoridad competente, sean indispensables para garantizar la seguridad de las operaciones de las aeronaves;

c) la iluminación de aproximación, de pista y de calle de rodaje, tal como se especifica en 8.1.6 a 8.1.9;

d) el equipo meteorológico;

e) la iluminación indispensable para fines de seguridad, si se provee de acuerdo con 9.11;

f) equipo e instalaciones esenciales de las agencias del aeródromo que atienden a casos de emergencia;

g) iluminación con proyectores de los puestos aislados que hayan sido designados para estacionamiento de aeronaves, si se proporcionan de conformidad con 5.3.24.1; y

h) iluminación de las áreas de la plataforma sobre las que podrían caminar los pasajeros.

8.1.11 Los requisitos relativos a una fuente secundaria de energía eléctrica deben satisfacerse por cualquiera de los medios siguientes:

a) red independiente del servicio público o sea una fuente que alimente a los servicios del aeródromo desde una subestación distinta de la subestación normal, mediante un circuito con un itinerario diferente del de la fuente normal de suministro de energía, y tal que la posibilidad de una falla simultánea de la fuente normal y de la red independiente de servicio público sea extremadamente remota; o

b) una o varias fuentes de energía eléctrica de reserva, constituidas por grupos electrógenos, baterías, etc., de las que pueda obtenerse energía eléctrica.

8.2 Diseño de sistemas

8.2.1 Para las pistas de aproximaciones de precisión y para las pistas de despegue destinadas a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor del orden de 550 m, los sistemas eléctricos de los sistemas de suministro de energía, de las luces y de control de las luces que figuran en la Tabla 8-1 deben estar diseñados de forma que en caso de falla del equipo no se proporcione al piloto guía visual inadecuada ni información engañosa.

8.2.2 Cuando la fuente secundaria de energía de un aeródromo utilice sus propias líneas de transporte de energía, éstas deben ser física y eléctricamente independientes con el fin de lograr el nivel de disponibilidad y autonomía necesarias.

8.2.3 Cuando una pista que forma parte de una ruta de rodaje normalizada disponga a la vez de luces de pista y de luces de calle de rodaje, los sistemas de iluminación deben estar interconectados para evitar que ambos tipos de luces puedan funcionar simultáneamente.

8.3 Dispositivo monitor

8.3.1 Para indicar que el sistema de iluminación está en funcionamiento debe emplearse un dispositivo monitor de dicho sistema.

Tabla 8-1. Requisitos de la fuente secundaria de energía eléctrica
(Véase 8.1.4)

Pista	*Ayudas luminosas que requieren energía*	*Tiempo máximo de conmutación*
De vuelo visual	Indicadores visuales de pendiente de aproximación[a]	Véanse 8.1.4 y 8.1.9
	Borde de pista[b]	
	Umbral de pista[b]	
	Extremo de pista[b]	
	Obstáculo[a]	
Para aproximaciones que no sean de precisión	Sistema de iluminación de aproximación Indicadores	15 segundos
	visuales de pendiente de aproximación[a,d]	15 segundos
	Borde de pista[d]	15 segundos
	Umbral de pista[d]	15 segundos
	Extremo de pista	15 segundos
	Obstáculo[a]	15 segundos
Para aproximaciones de precisión, Categoría I	Sistema de iluminación de aproximación	15 segundos
	Borde de pista[d]	15 segundos
	Indicadores visuales de pendiente de aproximación,[a,d]	15 segundos
	Umbral de pista[d]	15 segundos
	Extremo de pista	15 segundos
	Calle de rodaje esencial[a]	15 segundos
	Obstáculo[a]	15 segundos
Para aproximaciones de precisión, Categoría II/III	300 m interiores del sistema de iluminación de aproximación	1 segundo
	Otras partes del sistema de iluminación de aproximación	15 segundos
	Obstáculo[a]	15 segundos
	Borde de pista	15 segundos
	Umbral de pista	1 segundo
	Extremo de pista	1 segundo
	Eje de pista	1 segundo
	Zona de toma de contacto	1 segundo
	Todas las barras de parada	1 segundo
	Calle de rodaje esencial	15 segundos
Pista para despegue en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 800 m	Borde de pista	15 segundos[c]
	Extremo de pista	1 segundo
	Eje de pista	1 segundo
	Todas las barras de parada	1 segundo
	Calle de rodaje esencial[a]	15 segundos
	Obstáculo[a]	15 segundos

a. Se les suministra energía eléctrica secundaria cuando su funcionamiento es esencial para la seguridad de las operaciones de vuelo.
b. Véase el Capítulo 5, 5.3.2, en lo que respecta al empleo de la iluminación de emergencia.
c. Un segundo cuando no se proporcionan luces de eje de pista.
d. Un segundo cuando las aproximaciones se efectúen por encima de terreno peligroso o escarpado.

8.3.2 Cuando se utilizan sistemas de iluminación para controlar las aeronaves, dichos sistemas deben estar controlados automáticamente, de modo que indiquen toda falla de índole tal que pudiera afectar a las funciones de control. Esta información se retransmitirá inmediatamente a la dependencia del servicio de tránsito aéreo.

8.3.3 Cuando ocurra un cambio de funcionamiento de las luces, se debe proporcionar una indicación en menos de dos segundos para la barra de parada en el punto de espera de la pista y en menos de cinco segundos para todos los demás tipos de ayudas visuales.

8.3.4 En el caso de pistas destinadas a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor del orden de 550 m, los sistemas de iluminación que figuran en la Tabla 8-1 deben estar controlados automáticamente de modo que indiquen si cualquiera de sus elementos funciona por debajo del mínimo especificado en 10.4.7 a 10.4.11, según corresponda. Esta información debe retransmitirse automáticamente al equipo de mantenimiento.

8.3.5 En el caso de pistas destinadas a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor del orden de 550 m, los sistemas de iluminación que figuran en la Tabla 8-1 deben estar controlados automáticamente de modo que indiquen si cualquiera de sus elementos funciona por debajo del mínimo especificado por la DGAC para continuar las operaciones. Esta información debe retransmitirse automáticamente a la dependencia del servicio de tránsito aéreo y aparecer en un lugar prominente.

———————

CAPÍTULO 9. SERVICIOS, EQUIPO E INSTALACIONES DE AERÓDROMO

9.1 Planificación para casos de emergencia en los aeródromos

Generalidades

9.1.1 El explotador de aeródromo debe establecer un plan de emergencia que guarde relación con las operaciones de aeronaves y demás actividades desplegadas en el aeródromo aprobado por la DGAC.

9.1.2 El plan de emergencia del aeródromo debe prever la coordinación de las medidas que deben adoptarse frente a una emergencia que se presente en el aeródromo o en sus inmediaciones. Tales como:

a) Emergencias que afecten a las aeronaves, casos de sabotaje incluyendo amenazas de bombas, actos de apoderamiento ilícito de aeronaves, incidentes debidos a mercancías peligrosas, incendios, catástrofes naturales y emergencias de salud pública, y

b) Emergencias de salud pública, tal como aumento del riesgo de propagación internacional de una enfermedad transmisible grave por medio de viajeros o carga que utilicen transporte aéreo y brotes graves de enfermedades transmisibles que puedan afectar a una gran parte del personal del aeródromo.

9.1.3 El explotador del aeródromo en el plan de emergencias, debe coordinar la intervención o participación de todas las entidades existentes que pudieran ayudar a hacer frente a una emergencia. Entre dichas entidades se citan las siguientes:

a) En el aeródromo: la dependencia de control de tránsito aéreo, los servicios de salvamento y extinción de incendios, la administración del aeródromo, los servicios médicos y de ambulancia, los explotadores aéreos, los servicios de seguridad, los servicios especializados aeroportuarios, Migraciones, Aduanas, Policía Nacional del Perú y las Fuerzas Armadas, si corresponden.

b) Fuera del aeródromo: el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, la Policía Nacional del Perú, las autoridades de salud pública (incluidos los servicios médicos, de ambulancia, de hospital y de salud pública), las Fuerzas Armadas y las patrullas portuarias o guardacostas.

c) Los servicios de salud pública incluyen la planificación para reducir al mínimo las repercusiones negativas que pueden tener para la comunidad los sucesos relacionados con la salud y para atender los problemas de salud de la población.

9.1.4 El plan debe prever, la cooperación y coordinación con el Comité Nacional de Coordinación de Búsqueda y Salvamento.

9.1.5 El plan de emergencia en los aeródromos debe incluir como mínimo lo siguiente:

a) Tipo de emergencia previstas;
b) Entidades que intervienen en el Plan;
c) Responsabilidades que deben asumir y papel que deben desempeñar cada una de las Entidades, el centro de operaciones de emergencia y el puesto de mando, en cada tipo de emergencia;
d) Información sobre los nombres y números de teléfono de las oficinas o personas con las que se debe entrar en contacto en caso de una emergencia determinada; y
e) Un mapa cuadriculado del aeródromo y otro de sus inmediaciones.

9.1.6 El plan de emergencias se debe ajustar a los principios relativos a factores humanos a fin de asegurar que todas las entidades existentes intervengan de la mejor manera posible en las operaciones de emergencia.

Nota 1.— Los textos de orientación sobre factores humanos se encuentran en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc 9683).

Nota 2.— Los principios y procedimientos generales sobre instrucción del personal del aeródromo, incluidos los programas de instrucción y las verificaciones de competencia, se especifican en los PANS-Aeródromos (Doc 9981).

Centro de operaciones de emergencia (COE) y puesto de mando móvil (PMM)

9.1.7 El explotador de aeródromo debe establecer un Centro de Operaciones de Emergencia fijo (COE) y un puesto de mando móvil, que deben estar disponibles para ser utilizados durante una emergencia.

9.1.8 El centro de operaciones de emergencia debe formar parte de las instalaciones y servicios de aeródromo y debe ser responsable de la coordinación y dirección general de la respuesta frente a una emergencia.

9.1.9 El puesto de mando móvil (PPM) debe permitir ser transportado rápidamente a un lugar adecuado respecto a una emergencia, cuando sea necesario y asumir las funciones de mando, control y comunicaciones en los casos de emergencias y funge como puesto de observación y apoyo al COE, determinando los recursos necesarios para la atención del evento.

9.1.10 El explotador del aeródromo debe designar a una persona para que asuma la dirección del centro de operaciones de emergencia y a otra persona para el puesto de mando móvil. El PMM debe contar con equipos de comunicaciones que permita un enlace con el COE.

Sistema de comunicaciones

9.1.11 Deben instalarse sistemas de comunicación adecuados que enlacen el centro de operaciones de emergencia y el puesto de mando móvil y entre sí, así como con las Entidades que intervengan, de conformidad con las facilidades que se brinde en el aeródromo y la localidad.

Ensayo del plan de emergencia

9.1.12 El plan debe comprender procedimientos para verificar periódicamente si es adecuado y para analizar los resultados de la verificación a fin de mejorar su eficacia.

Nota.— En el plan estarán comprendidas todas las Entidades que intervienen con su correspondiente equipo.

9.1.13 El plan se debe verificar mediante:

a) Prácticas completas de emergencia de aeródromo a intervalos que no excedan de dos años y prácticas de emergencia parciales en el año intermedio para garantizar que se hayan corregido las deficiencias detectadas durante la práctica de emergencia completa; o
b) Una serie de pruebas modulares que comienza el primer año y concluye en una práctica completa de emergencia de aeródromo a intervalos que no excedan de tres años;
c) Se examinará subsiguientemente o después de que ocurriera una emergencia, para corregir las deficiencias observadas durante tales prácticas o en tal caso de una emergencia. El plan debe ser congruente con los requisitos de la RAP 139.

Nota: El objetivo de una práctica completa es asegurarse de que el plan es adecuado para hacer frente a diversas clases de emergencias. El objetivo de una práctica parcial es asegurarse de que reaccionan adecuadamente cada una de las agencias que intervienen y cada una de las partes del plan, p. ej., el sistema de comunicaciones. El objeto de las pruebas modulares es poder concentrar los esfuerzos en componentes específicos de los planes de emergencia establecidos.

Emergencias en entornos difíciles

9.1.14 El plan debe incluir la pronta disponibilidad de los servicios especiales de salvamento correspondientes, y la coordinación con los mismos, a fin de poder responder a emergencias cuando un aeródromo esté situado cerca de zonas con agua o pantanosas, y en los que una proporción significativa de las operaciones de aproximación o salida tienen lugar sobre esas zonas.

9.1.15 En los aeródromos situados cerca de zonas con agua o pantanosas, o en terrenos difíciles, el plan de emergencias del aeródromo debería incluir el establecimiento, el ensayo y la verificación, a intervalos regulares, de un tiempo de respuesta predeterminado para los servicios especiales de salvamento.

9.1.16 Deben evaluarse las áreas de aproximación y de salida situadas dentro de los 1000 m del umbral de pista para determinar las posibilidades de intervención.

9.2 Salvamento y extinción de incendios

Aplicación

9.2.1 En todo aeródromo se debe proporcionar servicios y equipo de salvamento y de extinción de incendios para hacer frente a los accidentes o incidentes de aviación que ocurran en el aeródromo o en sus cercanías. Su instalación debe permitir cumplir con los tiempos de respuesta previstos.

9.2.2 Cuando un aeródromo esté situado cerca de zonas con agua/pantanosas, en terrenos difíciles, y en los que una proporción significativa de las operaciones de aproximación o salida tenga lugar sobre estas zonas, el explotador del aeródromo debe coordinar o disponer de servicio y equipos de salvamento y extinción de incendios especiales, adecuados para los peligros y riesgos correspondientes.

a) El equipamiento mínimo debe constar de lo siguiente:

i. Equipo de comunicaciones, que puede incluir también el equipo de señales visuales, como mínimo dos;

ii. GPS ayudas para la navegación, debiéndose estar familiarizado con su uso;

iii. Botiquín médico de primeros auxilios;

iv. Equipo salvavidas, incluyendo chalecos salvavidas cuando se trate de percances que ocurran en el agua, tiendas de campaña, mantas impermeables y agua potable;

v. Equipo de iluminación (linternas y/o reflectores, bengalas, etc.);

vi. Cuerdas, ganchos para las lanchas, megáfonos y herramientas, por ejemplo, alicates para cortar alambres y

vii. Cuchillos para cortar los cinturones de seguridad (uno para cada integrante de la brigada de salvamento).

Nota 1.— No es necesario que se disponga de equipo especial para la extinción de incendios en extensiones de agua; ello no impide que se proporcione ese equipo donde resultara de uso práctico, p. ej., si en dichas áreas hubiese arrecifes o islas.

Nota 2.— El objetivo consiste en planificar y hacer uso del equipo salvavidas de flotación requerido en la forma más rápida posible, en números proporcionales a las aeronaves de mayor envergadura que utilizan normalmente el aeródromo.

Nivel de protección que ha de proporcionarse

9.2.3 El nivel de protección que ha de proporcionarse en un aeródromo a efectos de salvamento y extinción de incendios debe ser apropiado a la categoría del aeródromo, que se establecerá utilizando los principios establecidos en 9.2.5 y 9.2.6, excepto que si el número de movimientos de aviones de la categoría más elevada que normalmente utilizan el aeródromo es menos de 700 durante los tres meses consecutivos de mayor actividad, el nivel de protección que se proporcionará será un nivel que no se encuentre más de una categoría por debajo de la categoría fijada.

Nota.— Todo despegue o aterrizaje constituye un movimiento.

9.2.4 El nivel de protección que ha de proporcionarse en un aeródromo para efectos de salvamento y extinción de incendios debe ser igual a la categoría de aeródromo determinada utilizando los principios prescritos en 9.2.5 y 9.2.6.

9.2.5 La categoría del aeródromo se debe determinar con arreglo a la Tabla 9-1 y se basará en el avión de mayor longitud que normalmente utilizará el aeródromo y en la anchura de su fuselaje.

Nota: Para determinar la categoría de los aviones que utilizan el aeródromo, evalúese en primer lugar su longitud total y luego la anchura de su fuselaje.

Categoría del aeródromo (1)	*Longitud total del avión (2)*	*Anchura máxima (3)*
1	*de 0 m a 9 m exclusive*	*2 m*
2	*de 9 m a 12 m exclusive*	*2 m*
3	*de 12 m a 18 m exclusive*	*3 m*
4	*de 18 m a 24 m exclusive*	*4 m*
5	*de 24 m a 28 m exclusive*	*4 m*
6	*de 28 m a 39 m exclusive*	*5 m*
7	*de 39 m a 49 m exclusive*	*5 m*
8	*de 49 m a 61 m exclusive*	*7 m*
9	*de 61 m a 76 m exclusive*	*7 m*
10	*de 76 m a 90 m exclusive*	*8 m*

Tabla 9-1. Categoría del aeródromo a efectos del salvamento y extinción de incendios

9.2.6 Si, después de seleccionar la categoría correspondiente a la longitud total del avión, la anchura del fuselaje es mayor que la anchura máxima establecida en la Tabla 9-1, columna (3), para dicha categoría, la categoría para ese avión debe ser del nivel siguiente más elevado.

Nota 1.— Véase en el Manual de servicios de aeropuertos (Doc 9137), Parte 1, la orientación sobre la clasificación de aeródromos, incluyendo aquellos para operaciones de aviones exclusivamente de carga, para fines de salvamento y extinción de incendios.

Nota 2.— Los principios y procedimientos sobre instrucción, incluidos los programas de instrucción y las verificaciones de competencia, se especifican en los PANS-Aeródromos (Doc 9981). En el Adjunto A, Sección 18, y en el Manual de servicios de aeropuertos (Doc 9137), Parte 1, se proporciona orientación adicional sobre capacitación de personal, equipo de salvamento para lugares difíciles y otras instalaciones y servicios de salvamento y extinción de incendios.

9.2.7 Durante los períodos en que se prevea una disminución de actividades, el nivel de protección disponible no debe ser inferior al que se precise para la categoría más elevada de avión que se prevea utilizará el aeródromo durante esos períodos, independientemente del número de movimientos.

Agentes extintores

9.2.8 De ordinario, en el aeródromo se debe suministrar agentes extintores principales y complementarios.

9.2.9 El agente extintor principal deberá ser:

a) Una espuma de eficacia mínima de nivel A; o

b) Una espuma de eficacia mínima de nivel B; o

c) Una espuma de eficacia mínima de nivel C; o

d) Una combinación de estos agentes;

Aunque el agente extintor principal para aeródromos de las categorías 1 a 3 debería ser, de preferencia, una espuma de eficacia de nivel B o C.

9.2.10 El agente extintor complementario debe ser un producto químico seco en polvo adecuado para extinguir incendios de hidrocarburos, compatible para su empleo con el concentrado de espuma que lleven los vehículos del servicio de salvamento y extinción de incendios. El explotador del aeródromo debe asegurarse que se acredite dicha compatibilidad.

9.2.11 Las cantidades de agua para la producción de espuma y los agentes complementarios que han de llevar los vehículos de salvamento y extinción de incendios deben estar de acuerdo con la categoría del aeródromo determinada en 9.2.3, 9.2.4 y 9.2.5, 9.2.6 y en la Tabla 9-2.

a) En aeródromos de las Categorías 1 y 2 puede sustituirse hasta el 100% del agua por agentes complementarios.

b) A los efectos de sustitución de los agentes. 1 kg de agentes complementarios se considerará como equivalente a 1,0 L de agua para la producción de una espuma de eficacia de nivel A.

Nota 1. — Las cantidades de agua especificadas para la producción de espuma se basan en un régimen de aplicación de 8,2 L/min/m^2 para una espuma de eficacia de nivel A, 5,5 L/min/m^2 para una espuma de eficacia de nivel B y 3,75 L/min/m^2 para una espuma de eficacia de nivel C.

Nota 2. — Cuando se utiliza otro agente complementario, debería verificarse el régimen de sustitución.

	Espuma de eficacia de nivel "A"		Espuma de eficacia de nivel "B"		Espuma de eficacia de nivel "C"		Agentes complementarios	
Categoría del Aeródromo	Agua (L)	Régimen de descarga de solución de espuma espuma/minuto (L)	Agua (L)	Régimen de descarga de solución de espuma espuma/minuto (L)	Agua (L)	Régimen de descarga de solución de espuma espuma/minuto (L)	Productos químicos secos en polvo (Kg)	Régimen de descarga (Kg/seg)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	~~7~~(9)
1	350	350	230	230	160	160	45	2.25
2	1,000	800	670	550	460	360	90	2.25
3	1,800	1,300	1,200	900	820	630	135	2.25
4	3,600	2,600	2,400	1,800	1700	1100	135	2.25
5	8,100	4,500	5,400	3,000	3900	2200	180	2.25
6	11,800	6,000	7,900	4,000	5800	2900	225	2.25
7	18,200	7,900	12,100	5,300	8800	3800	225	2.25
8	27,300	10,800	18,200	7,200	12800	5100	450	4.5
9	36,400	13,500	24,300	9,000	17100	6300	450	4.5
10	48,200	16,600	32,300	11,200	22800	7900	450	4.5

Tabla 9-2. Cantidades mínimas utilizables de agentes extintores

Nota. — Las cantidades de agua que se indican en las columnas 2, 4 y 6 se basan en la longitud total media de los aviones de una categoría determinada.

9.2.12 En los aeródromos donde se prevean operaciones de aviones más grandes que el tamaño promedio de una categoría determinada, la cantidad de agua debe volver a calcularse y el volumen de agua para producir espuma y el régimen de descarga de la solución de espuma deberá aumentarse en consecuencia.

9.2.13 En los aeródromos donde se tengan previstas operaciones de aviones de dimensión mayor que la promedio en una categoría determinada, se deben volver a calcular las cantidades de agua y por consiguiente, se debe aumentar la cantidad de agua para la producción de espuma y los regímenes de descarga de la solución de espuma.

9.2.14 La cantidad de concentrado de espuma que ha de transportarse por separado en los vehículos para producir la espuma debe ser proporcional a la cantidad de agua transportada y al concentrado de espuma elegido.

9.2.15 La cantidad de concentrado de espuma que ha de transportarse en un vehículo debe bastar para aplicar, como mínimo, dos cargas de solución de espuma.

9.2.16 Debe preverse suministros de agua suplementarios para el reaprovisionamiento rápido de los vehículos de salvamento y extinción de incendios en el lugar donde ocurra un accidente de aeronave.

9.2.17 Cuando en un aeródromo se use una combinación de espumas de diferentes niveles de eficacia, la cantidad total de agua que debe suministrarse para la producción de espuma debe calcularse para cada tipo de espuma y la distribución de estas cantidades debe documentarse para cada vehículo y aplicarse al requisito global de salvamento y extinción de incendios.

9.2.18 El régimen de descarga de la solución de espuma no debe ser inferior a los regímenes indicados en la Tabla 9-2.

9.2.19 Los agentes complementarios cumplirán las especificaciones pertinentes de la Organización Internacional de Normalización (ISO, Publicación 7202 Powder) o su equivalente en la norma técnica peruana NTP 350.034:2003 Agentes Extintores. Cargas. Polvos Químicos Secos (vigente), aprobada por la Dirección de Normalización del Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

9.2.20 El régimen de descarga de los agentes complementarios no debe ser inferior a los valores que figuran en la Tabla 9-2.

9.2.21 Los productos químicos secos en polvo podrán sustituirse por otro agente complementario que tenga una capacidad equivalente o superior para extinguir todos los tipos de incendio en que esté previsto utilizar agentes complementarios.

a) El explotador de aeródromo debe asegurarse que los concentrados de espuma y agentes complementarios, se encuentren dentro del periodo de vigencia o vida útil determinado por el fabricante.
b) Asimismo, se deberá asegurar en bases a pruebas o ensayos anuales, la producción de espumas desde las unidades contra incendio, incluyendo los análisis de laboratorio de los lotes de concentrado de espuma en stock, a fin de asegurar su calidad.

9.2.22 A los efectos de reabastecer los vehículos, debe mantenerse en el aeródromo una reserva de concentrado de espuma equivalente al 200% de las cantidades indicadas en la Tabla 9-2.

Nota.— El concentrado de espuma en los vehículos del servicio de extinción de incendios que exceda de la cantidad indicada en la Tabla 9-2 puede contribuir a la reserva.

9.2.23 A los efectos de reabastecer los vehículos, debe mantenerse en el aeródromo una reserva de agente complementario equivalente al 100% de la cantidad indicada en la Tabla 9-2. Debe incluirse gas propulsor suficiente para utilizar este agente complementario de reserva.

9.2.24 Los aeródromos de categoría 1 y 2 que hayan remplazado hasta el 100% de agua por agentes complementarios deben mantener una reserva de 200% de agentes complementarios.

9.2.25 Cuando se prevea un retardo importante en el reabastecimiento de suministros, las cantidades de reserva indicadas en 9.2.22, 9.2.23 y 9.2.24 deben aumentarse según lo determine una evaluación de riesgos.

Equipo de salvamento

9.2.26 Los vehículos de salvamento y extinción de incendios deben estar dotados del equipo de salvamento que exija el nivel de las operaciones de las aeronaves, considerando como mínimo lo establecido en la Tabla 9.3.

Tabla 9.3 - Lista relacionada con el equipo de salvamento que tienen que llevar los vehículos SEI

Alcance del Equipo	Elementos del Equipo	Categoría del Aeródromo			
		1-2	3-5	6-7	8-10
Herramientas de entrada forzada	Barreta (con espolón, tipo multipropósito)	1	1	1	2
	Palanca de pie de cabra de 95 cm	1	1	1	2
	Palanca de pie de cabra de 1.65 cm	1	1	1	2
	Hacha de salvamento grande del tipo que no quede encajada	1	1	1	2
	Hacha de salvamento pequeña del tipo que no quede	1	2	2	4

	encajada o de aeronave				
	Cortadora de pernos de 61 cm	1	1	2	2
	Martillo de 1.8 kg (Mazo)	1	1	2	2
	Cortafrío de 2.5 cm	1	1	2	2
Variedad de equipos de salvamento /corte adecuados, con inclusión de máquinas herramientas de salvamento	Equipo portátil de salvamento Hidráulico/Eléctrico (o mixto)	1	1	1	2
	Sierra mecánica de salvamento con hojas de repuesto de un diámetro mínimo de 406 mm	1	1	1	2
	Sierra oscilante/ movimiento alternativo	1	1	1	2
Variedad de equipos para la distribución del agente de extintor	Mangueras de 30 m de largo	6	10	16	22
	Boquillas para espuma	1	1	2	3
	Boquillas para agua	1	2	4	6
	Acoples-Adaptadores (Coupling adaptors)	1	1	2	3
	Extintores portátiles				
	CO^2	1	1	2	3
	PQS	1	1	2	3
Aparato de respiración de auto contenido - *suficiente para mantener operaciones internas prolongadas* Nota. - Uno por cada bombero en servicio	Equipo de respiración con máscara y cilindro de aire				
	Cilindro de aire de repuesto				
	Máscara de repuesto				
Mascara Completa Antigás	Mascara completa antigás con filtros	Uno por bombero en servicio			
Escaleras	Escalera extensible, de salvamento, apta para la aeronave critica.	-	1	2	3
	Escaleras de uso general – apto para salvamento	1	1	1	2
Indumentaria de protección	Cascos, chaquetas, pantalones (con tirantes), botas y guantes contra incendios, como mínimo.	Un por bombero en servicio más un porcentaje de la existencia como stock de reserva			
Elementos adicionales de protección personal	Gafas de protección	1	1	2	3
	Capuchas protectoras de fuego	Una por bombero en servicio			
	Guantes quirúrgicos (caja)	1	1	1	1
	Mantas ignifuga	1	1	2	2
Cuerdas de salvamento	Cuerda salvavidas de salvamento de 45 m	1	1	2	2
	Cuerda salvavidas de uso general de 30 m	1	1	2	2
	Cuerda salvavidas de bolsillo de 6 m (línea de vida)	Una por bombero en servicio			
Equipo de comunicaciones	Transceptores portátiles (intrínsecamente seguro)	1	2	2	3
	Transceptor móvil (vehículos)	Uno por cada vehículo en servicio			
Equipos portátiles de iluminación	Linterna de mano (intrínsecamente seguro)	1	2	4	4
	Iluminación portátil – puntual o de exploración (de enfoque regulable e intrínsecamente seguro)	1	1	2	3
Herramientas manuales generales	Palas de reacondicionamiento	1	1	2	2
Cajas de herramientas de salvamento y contenido		1	1	2	3
	Martillo sacaclavos de 0.6 kg				
	Corta cables de 1.6 cm				
	Conjunto de llaves				
	Sierra de arco de alta resistencia completa con hojas de repuesto				
	Palanca de píe de cabra de 30 cm				
	Juego de destornilladores de cabeza ranurada y estrella (Phillips)				
	Alicates aislados De combinación de 20 cm De corte lateral de 20 cm De fulcro desplazable – pico de loro de 25 cm				
	Herramientas para cortar cinturones de seguridad/arneses				
	Llaves ajustables de 30 cm				
	Llaves de ajuste combinadas de 10mm – 21 mm				
Equipo de Primeros auxilios	Botiquín de Primeros Auxilios	1	1	2	3
	Desfibrilador Externo Automático	1	1	2	3
	Equipo de Oxígeno de resucitación	1	1	2	3
Equipo misceláneo	Calzos y cuñas de varios tamaños				
	Lona – ligera	1	1	2	3
	Cámara térmica de imágenes	-	-	1	2

Tiempo de respuesta

9.2.27 El objetivo operacional del servicio de salvamento y extinción de incendios debe ser lograr un tiempo de respuesta que no exceda de tres minutos hasta el extremo de cada pista operacional, en condiciones óptimas de visibilidad y superficie.

9.2.28 El tiempo de respuesta hasta cualquier otra parte del área de movimiento, en condiciones óptimas de visibilidad y superficie, no deberá exceder de tres minutos. El explotador del aeródromo deberá de efectuar pruebas inopinadas del tiempo de respuesta en coordinación con los servicios de tránsito aéreo, por lo menos de 03 veces al año.

9.2.29 Se considera que el tiempo de respuesta es el período entre la llamada inicial al servicio de salvamento y extinción de incendios y la aplicación de espuma por los primeros vehículos que intervengan, a un ritmo como mínimo de un 50% del régimen de descarga especificado en la Tabla 9-2.

9.2.30 Se entiende por condiciones óptimas de visibilidad y superficie, las horas diurnas, con buena visibilidad y sin precipitaciones, en rutas de respuesta normal, libres de contaminación en la superficie; p. ej., agua.

9.2.31 Para lograr el objetivo operacional lo mejor posible en condiciones de visibilidad que no sean óptimas, especialmente en las operaciones con poca visibilidad, debe proporcionarse guía, equipo y procedimientos adecuados a los servicios de salvamento y extinción de incendios.

9.2.32 Todos los vehículos que sean necesarios para aplicar las cantidades de agentes extintores estipuladas en la Tabla 9-2, a excepción de los primeros vehículos que intervengan, asegurarán la aplicación continua de agentes y llegarán no más de cuatro minutos después de la llamada inicial.

9.2.33 El explotador del aeródromo debe contar con un Programa de Mantenimiento para planificar el mantenimiento preventivo de los vehículos de salvamento y extinción de incendios, que incluya el sistema automotriz, sistema contra incendios, equipos de potencia, equipos de protección respiratoria; a fin de garantizar la operatividad de los vehículos contra incendio, la eficacia de los equipos y la observancia del tiempo de respuesta especificado.

a) El programa debe incluir:

i) Control del vencimiento de agentes extintores, mantenimiento de extintores portátiles, condición de mangueras y escaleras del servicio SEI.

ii) Registros de horas de uso en entrenamientos, simulacros y emergencias reales.

b) El programa de mantenimiento de los vehículos y equipos del SEI debe estar actualizado y disponible en la estación del servicio SEI en medio físico o digital y ser presentado cuando lo soliciten los inspectores de la DGAC.

Caminos de acceso de emergencia

9.2.34 En un aeródromo donde las condiciones topográficas permitan su construcción, deberán proveerse caminos de acceso de emergencia para reducir al mínimo el tiempo de respuesta. Debe dedicarse especial atención a la provisión de fácil acceso a las áreas de aproximación hasta una distancia de 1000 m del umbral o al menos, dentro de los límites del aeródromo. De haber alguna valla, deberá tenerse en cuenta la necesidad de contar con accesos convenientes a las zonas situadas más allá de la misma.

Nota. — Los caminos de servicio del aeródromo pueden servir como caminos de acceso de emergencia cuando estén ubicados y construidos adecuadamente.

9.2.35 Los caminos de acceso de emergencia deben poder soportar el peso de los vehículos más pesados que han de transitarlos, y ser utilizables en todas las condiciones meteorológicas. Los caminos dentro de una distancia de 90 m de una pista deben tener un revestimiento para evitar la erosión de la superficie y evitando el aporte de materiales sueltos a la pista.

9.2.36 Cuando la superficie del camino de acceso no se distinga fácilmente del terreno circundante, o en zonas donde se dificulte la localización de los caminos, se deben colocar balizas con material reflectivo adherido en su borde, a intervalos de unos 10 m.

Estaciones de servicios contra incendios

9.2.37 Todos los vehículos de salvamento y extinción de incendios deben alojarse en una estación de servicios contra incendios. Cuando no sea posible lograr el tiempo de respuesta con una sola estación de servicios contra incendios, deben construirse estaciones satélite, a fin de cumplir con el tiempo de respuesta establecido.

9.2.38 La estación de servicios contra incendios debe estar situada de modo que los vehículos de salvamento y extinción de incendios tengan acceso directo, expedito y con un mínimo de curvas, al área de la pista.

a) La vía de salida de la estación del servicio de salvamento y extinción de incendios debe estar pavimentada, delimitada, libre de obstáculos y no debe ser bloqueado por aeronaves, vehículos en movimiento y/o estacionados.

b) Debe contar con un hidrante y un pozo de agua con la capacidad necesaria para abastecer los vehículos contra incendio del servicio de salvamento y extinción de incendios.

c) Debe contar con señalización de zonas de seguridad y vías de escape; adicionalmente con equipos y/o sistemas para extinción de incendios.

Sistemas de comunicación y alerta

9.2.39 Debe proporcionarse un sistema de comunicación independiente que enlace la estación de servicios contra incendios con la torre de control, con cualquier otra estación del aeródromo y entre los vehículos de salvamento y extinción de incendios. Los vehículos del servicio SEI deben contar con equipos de radiofrecuencia aeronáutica para la escucha o mediante la autorización del control de tránsito aéreo, establecer contacto directo con una aeronave en situación de emergencia.

9.2.40. En la estación de servicios contra incendios debe instalarse un sistema de alerta sonora y luminosa para el personal de salvamento y extinción de incendios, que pueda ser accionado desde la propia estación, desde cualquier otra estación de servicios contra incendios del aeródromo y desde la torre de control de manera independiente.

Número de vehículos de salvamento y extinción de incendios

9.2.41 El número mínimo de vehículos de salvamento y extinción de incendios proporcionados en un aeródromo deberá ajustarse a la siguiente tabla:

Categoría del aeródromo	Vehículos de salvamento y extinción de incendios
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	2
7	2
8	3
9	3
10	3

a) En los aeródromos incluidos en 9.2.2 de esta regulación y donde los vehículos convencionales de salvamento y extinción de incendios no pueden proporcionar una respuesta eficaz, el explotador de aeródromo debe incluir en el Plan de Emergencias procedimientos y equipos especiales, para hacer frente a los accidentes que ocurran en esos parajes.

b) Los vehículos, equipos extintores, agentes extintores almacenados y herramientas deben protegerse en todo momento de las acciones del medio ambiente sin descuidar su accesibilidad.

Personal

9.2.42 Todo el personal de salvamento y extinción de incendios debe estar debidamente entrenado para desempeñar sus obligaciones de manera eficiente y participará en ejercicios reales de extinción de incendios que correspondan a los tipos de aeronaves y al tipo de equipo de salvamento y extinción de incendios que se utilicen en el aeródromo, incluso incendios alimentados por combustible a presión. Estas prácticas con fuego real deben realizarse como parte de la capacitación inicial o recurrente del curso de salvamento y extinción de incendio de aeronaves. Asimismo, el explotador del aeródromo deberá notificar a la DGAC con una anticipación de por lo menos 30 días, del inicio de una capacitación inicial o recurrente del referido curso.

9.2.43 El explotador del aeródromo deberá establecer un Programa de Instrucción y Entrenamiento para el personal SEI que abarque la capacitación teórica y práctica en materia de salvamento y extinción en incendios de aeronaves y la operación de vehículos y equipos de emergencia, con alcance a todo el personal SEI, incluyendo los operadores de las unidades contra incendio. El explotador del aeródromo deberá precisar los requisitos para los Instructores de los cursos SEI.

a) El contenido de dicho programa, tanto para la instrucción inicial como recurrente, abarcará instrucción relativa a la actuación humana y la coordinación de equipos. Adicionalmente deberá considerar por lo menos lo siguiente:

   i. Familiarización con el aeropuerto,
   ii. Familiarización con las aeronaves,
   iii. Seguridad del personal de salvamento y extinción de incendios,
   iv. Sistemas de comunicaciones de emergencia del aeródromo, incluidas las alarmas relativas a incendios de aeronaves;
   v. Utilización de mangueras, boquillas, torretas y otros aparatos requeridos para cumplir con el servicio SEI;
   vi. Aplicación de los tipos de agentes extintores requeridos,
   vii. Asistencia para la evacuación de emergencia de aeronaves,
   viii. Operaciones de extinción de incendios,
   ix. Adaptación y utilización de equipos estructurales de salvamento y extinción de incendios para salvamento y extinción de incendios en aeronaves,
   x. Mercancías peligrosas,
   xi. Familiarización con las obligaciones que incumben al personal de extinción de incendios con arreglo al plan de Emergencia del aeródromo y
   xii. Vestimenta y equipo respiratorio de protección.

b) El explotador del aeródromo deberá contar con un Manual de Procedimientos SEI, el cual establecerá los procedimientos e instrucciones que seguirán los bomberos del Servicio SEI ante las situaciones de emergencia que puedan ocurrir durante la operación del aeródromo.

c) El explotador del aeródromo deberá contar con legajos correspondiente a cada uno de los integrantes del servicio SEI, conteniendo la documentación que evidencie el cumplimiento de los requisitos formativos, así como de las acreditaciones que lo habilitan para cumplir labores como bombero de aeródromo (experiencia previa, ver 9.2.48.b). Dichos legajos pueden ser electrónicos, digitalizados o físicos. Deberán ser mostrados por el explotador del aeródromo cuando lo soliciten los inspectores de la DGAC.

9.2.44 Durante las operaciones de vuelo debe designarse en la estación SEI, suficiente personal capacitado y competente para que pueda desplazarse inmediatamente, con los vehículos de salvamento y extinción de incendios y manejar el equipo a su capacidad máxima. Este personal debe desplegarse desde las unidades contra incendio de tal modo que pueda intervenir en un tiempo de respuesta mínimo y lograr la aplicación continua de los agentes extintores, acorde al régimen de descarga establecido.

9.2.45 El explotador del aeródromo, al determinar el número mínimo de personal necesario para las operaciones de salvamento y extinción de incendios, debe realizar un análisis de los recursos necesarios para la tarea y documentarse en el Manual del Aeródromo el nivel de dotación de personal.

9.2.46 El explotador de aeródromo debe proveer a cada integrante del servicio de salvamento y extinción de incendios del equipo de protección contra el fuego, el mismo que debe ser apropiado para las operaciones de salvamento y extinción de incendios en aeronaves.

a) Este requisito es aplicable tanto a la vestimenta y accesorios de protección contra el fuego de uso personal, así como de los equipos de protección respiratoria, a fin de que los bomberos puedan desempeñar sus obligaciones, de manera efectiva.

b) Siempre que se utilicen equipos de protección respiratoria, el operador de aeródromo debe hacer los arreglos necesarios para la recarga de los cilindros con aire puro y disponer de existencia de cilindros de recambio, para que el equipo este siempre disponible.

9.2.47 Adicionalmente el explotador de aeródromo debe proveer a cada integrante del servicio de salvamento y extinción de incendios, ropa de faena ó uniforme de trabajo apropiado para sus deberes y el clima del lugar, adicionando casco de seguridad, zapatos de seguridad y protectores auditivos.

9.2.48 El explotador del aeródromo, al seleccionar al personal del servicio SEI que ocupe una plaza de bombero o conductor de vehículos de emergencia, debe observar que cumpla como mínimo, con los siguientes requisitos:

a) Requisitos de Formación:
   - Nivel de educación secundario.
   - Acreditar formación en materia de lucha contra incendios.
   - Acreditar capacitación en Mercancías Peligrosas, como mínimo curso PRIMAP.
   - Acreditar capacitación de Soporte Básico de Vida y Reanimación Cardio Pulmonar (RCP).

b) Requisito de experiencia previa:
   Para la determinación de la experiencia previa del personal del servicio SEI, el explotador de aeródromo deberá considerar la letra de clave de la aeronave crítica del aeródromo, acorde al siguiente cuadro:

Letra de Clave de Aeronave Crítica	Miembros del CGBVP con el grado de Seccionario CBP como mínimo	Miembro de las Fuerzas Armadas en situación de retiro (*)
E	03 años	Desde su pase a retiro
D	02 años	
C	01 año	
B	Desde Seccionario	
A	Desde Seccionario (**)	

(*) Que acredite haber sido capacitado en la especialidad de lucha contra incendios en su Entidad y documentar experiencia en dichas labores durante su permanencia en dicha Entidad.

(**) En localidades donde no exista una Compañía de Bomberos, para aeródromos donde únicamente operen aeronaves de categoría A, el personal puede ser brigadista con conocimientos de lucha contra incendio en aeronaves.

c) Requisitos psicofísicos:
   - Aprobar una evaluación física y médica (exigida por el explotador de aeródromo).

d) Requisitos adicionales para los candidatos a operador de vehículos de emergencia:
   Para que el bombero de aeródromo pueda realizar funciones de operador de los vehículos de emergencia, adicionalmente a los requisitos anteriores debe:
   - Ser poseedor de una licencia de conducir de Clase A cuya categoría deberá estar acorde al tonelaje de la unidad contra incendio (Reglamento Nacional del Sistema de Emisión de Licencias de Conducir), como mínimo Clase A y Categoría II-a.
   - Preferentemente tener dos (02) años de experiencia en esa categoría.
   - Haber recibido instrucción teórica y práctica sobre operación de vehículos para combate de incendios en aeronaves.

e) Antes de que el personal del servicio SEI ejerza funciones en el aeródromo, debe haber recibido:
   - Instrucción teórica y práctica en operaciones de salvamento y extinción de incendios de aeronaves, conforme lo establece el Plan de Instrucción.

9.2.49 El personal del servicio de salvamento y extinción de incendios debe estar bajo el control administrativo del explotador de aeródromo, que debe también encargarse de velar por que el servicio proporcionado esté organizado, equipado y dotado de personal convenientemente adiestrado para cumplir su objetivo principal de salvar vidas en caso de accidente o incidente de aeronave.

NOTA: En los aeródromos públicos no se podrá subcontratar los servicios del personal del servicio de salvamento y extinción de incendios por ser parte de la actividad principal del aeródromo

9.3 Traslado de aeronaves inutilizadas

9.3.1. El explotador de aeródromo debe establecer un plan para el traslado de las aeronaves que queden inutilizadas en el área de movimiento o en sus proximidades y designar un coordinador para poner en práctica el plan cuando sea necesario, de acuerdo con el Apéndice A de la RAP 139.

9.3.2. El plan de traslado de aeronaves inutilizadas debe basarse en las características de las aeronaves que normalmente puede esperarse que operen en el aeródromo e incluir, entre otras cosas:

a) Una lista del equipo y personal de que podría disponerse para tales propósitos en el aeródromo o en sus proximidades; y

b) Arreglos para la pronta recepción de equipo disponible en otros aeródromos para la recuperación de aeronaves.

9.4 Reducción del peligro de choque con aves y otros animales

Nota. — La presencia de fauna (aves y otros animales) en los aeródromos o en sus cercanías constituye una amenaza grave para la seguridad operacional de las aeronaves.

9.4.1 El peligro de choque con aves y otros animales en un aeródromo o en sus cercanías se debe evaluar mediante:

a) La notificación de los reportes de incidentes con fauna por los explotadores de aeródromo, acorde a lo dispuesto en el Apéndice 10 de la presente regulación.

b) La recopilación de información de los explotadores de aeronaves, del personal de los aeródromos y otras fuentes sobre la presencia de fauna en el aeródromo o en sus cercanías que constituya un peligro potencial para las operaciones aeronáuticas; y

c) El explotador de aeródromo deberá realizar una evaluación continua del peligro que representa la fauna efectuada por personal competente.

Nota. — Véase el Anexo 15 de la OACI, Capítulo 5.

9.4.2 El explotador de aeródromo debe notificar a la DGAC sobre todo choque con fauna que ocurra durante la operación del aeródromo, dentro de los 03 días útiles de ocurrido.

9.4.3 El explotador de aeródromo debe tomar medidas para disminuir el riesgo para las operaciones de aeronaves adoptando medidas que reduzcan al mínimo la posibilidad de colisiones entre aves y otros animales y aeronaves.

Nota.- En los PANS-Aeródromos (Doc 9981), Parte II, Capítulos 1 y 6, se especifican procedimientos para controlar el peligro que representa la fauna silvestre en los aeródromos y sus alrededores, incluida la creación de un programa de gestión del peligro que representa la fauna silvestre (WHMP), una evaluación de los riesgos que entraña la fauna silvestre, la gestión de la utilización de los terrenos y la capacitación. En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9137), Parte 3 figura orientación adicional al respecto

9.4.4 En áreas ubicadas fuera del aeródromo, las autoridades competentes (Municipalidades, Gobiernos Regionales, Autoridades Ambientales, Fiscalías, etc.) deben tomar medidas para eliminar o impedir que se instalen en los aeródromos o en sus cercanías, vertederos de basura, o cualquier otra fuente que pueda atraer aves y otros animales.

a. Se debe dar cumplimiento al Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Art. 111 - Implementación de infraestructura de disposición final de residuos sólidos cercana a aeródromos

b. Cuando no sea posible eliminar los sitios existentes, la autoridad competente deberá evaluar el riesgo que representa dicha infraestructura para las operaciones de aeronaves derivado de estos sitios y de reducirlo al máximo razonablemente posible.

9.4.5 Las autoridades competentes deben tener debidamente en cuenta las inquietudes de seguridad operacional de la aviación relacionadas con urbanizaciones próximas al aeródromo que puedan atraer aves y otros animales.

9.4.6 Los explotadores de aeródromo deben implementar un Sistema de Gestión para el Control del Peligro de la Fauna Silvestre, a cuyo efecto conformarán el Comité de Aeródromo para el Control de la Fauna Silvestre y crearan un Plan para el Control de la Fauna Silvestre del Aeródromo, que será actualizado en base a Estudios de Fauna elaborados por el explotador del aeródromo, que estarán interrelacionados con las actividades del aeródromo.

9.4.7 El personal aeroportuario involucrado en el Programa para el Control de Fauna Silvestre del Aeródromo, recibirá en los cursos básicos de formación y capacitación; así como de actualización, lo relacionado al Sistema de Gestión para el Control del Peligro de Fauna Silvestre, la normativa aplicable, la identificación de especies de mayor riesgo para las operaciones y los métodos aplicados para minimizar el riesgo que representa la fauna para la aeronavegación.

9.4.8 El explotador del aeródromo tomará medidas para disminuir el riesgo para las operaciones de aeronaves adoptando métodos aplicados al control de fauna en el aeródromo, que minimicen la posibilidad de colisiones entre fauna silvestre y aeronaves.

9.4.9 El explotador del aeródromo deberá disponer la realización de un estudio de la fauna silvestre que se interrelacione con las actividades aeroportuarias, que proporcione las bases para el desarrollo, implementación y perfeccionamiento del "Plan para el Control de la Fauna Silvestre del Aeródromo" a fin de tener información adecuada para la gestión de los peligros potenciales que esta genera. Dicho estudio deberá ser presentado a la DGAC para su aceptación. A solicitud de la DGAC, el explotador de aeródromo presentará estudios de fauna adicionales.

9.4.10 Los estudios deberán de contemplar datos (por lo menos estacionales) de un año y contener como mínimo, lo siguiente:

a) Determinación del nivel de riesgo de las especies respecto a las operaciones aéreas, considerando entre otros criterios: abundancia poblacional, tamaño corporal, comportamiento social, ubicación espacial en el aeródromo, altura de vuelo, evidencia de impactos y registros históricos de impactos en otros aeródromos, etc.
b) Determinación de la composición (residente y migratoria) de la comunidad de fauna silvestre.
c) Estimación cuantitativa de la abundancia de las poblaciones, principalmente de las especies que presentan niveles de riesgo potencial alto.
d) Determinación de los patrones de actividad diaria y estacional de especies de riesgo alto.
e) Identificación de los atractivos para la fauna identificados en zona de influencia del aeródromo. Ubicación de las zonas en un plano.
f) Identificación de hábitats en el aeródromo, incluyendo:
   - Recursos disponibles para la fauna: alimento (presencia de insectos, roedores, etc.), agua, vegetación (frutos, semillas).
   - Estructuras para el aposentamiento (perchas), anidación, entre otros.
   - Ubicación de las zonas en un plano.
g) Análisis de las estadísticas de incidentes (hallazgos e impactos) con fauna en el aeródromo, tomando en consideración el número de operaciones de aeronaves, considerando de ser posible, un periodo histórico de 10 años.
h) Determinación de medidas de control para gestionar el riesgo que representa la fauna para las operaciones aéreas al interior del aeródromo.
i) Determinación de las gestiones necesarias ante las entidades públicas y/o privadas, respecto a la erradicación o control de los atractivos para la fauna ubicados en la zona de influencia del aeródromo.

Nota. — Los explotadores de aeródromo deberán tener debidamente en cuenta las inquietudes de seguridad operacional de la aviación relacionadas con urbanizaciones próximas al aeródromo que puedan atraer aves y otros animales.

9.5 Servicio de dirección en la plataforma

9.5.1. Cuando el volumen del tránsito y las condiciones de operación lo justifiquen, la dependencia ATS del aeródromo, alguna otra autoridad de operación del aeródromo o en cooperación mutua entre ambas, deben proporcionar un servicio de dirección en la plataforma apropiado, para:

a) Reglamentar el movimiento y evitar colisiones entre aeronaves y entre aeronaves y obstáculos;

b) Reglamentar la entrada de aeronaves y coordinar con la torre de control del aeródromo su salida de la plataforma; y

c) Asegurar el movimiento rápido y seguro de los vehículos y la reglamentación adecuada de otras actividades.

9.5.2. Cuando la torre de control de aeródromo no participe en el servicio de dirección en la plataforma, debe establecerse procedimientos para facilitar el paso ordenado de las aeronaves entre la dependencia de dirección en la plataforma y la torre de control de aeródromo.

Nota.— Los principios y procedimientos sobre seguridad operacional en la plataforma se especifican en los PANS Aeródromos (Doc 9981). El Manual de servicios de aeropuertos (Doc. 9137), Parte 8 y el Manual de sistemas de guía y control del movimiento en la superficie (SMGCS) (Doc. 9476) dan orientación sobre el servicio de dirección en la plataforma.

9.5.3. Se proporcionará el servicio de dirección en la plataforma mediante instalaciones de comunicaciones radiotelefónicas.

9.5.4. Cuando estén en vigor los procedimientos relativos a condiciones de mala visibilidad, se debe restringir al mínimo esencial el número de personas y vehículos que circulen en la plataforma.

9.5.5. Los vehículos de emergencia que circulen en respuesta a una situación de emergencia deben tener prioridad sobre el resto del tráfico de movimiento en la superficie.

9.5.6. Los vehículos que circulen en la plataforma:

a) Cederán el paso a los vehículos de emergencia, a las aeronaves en rodaje, a las que estén a punto de iniciar el rodaje, y a las que sean empujadas o remolcadas; y

b) Cederán el paso a otros vehículos de conformidad con los reglamentos locales.

9.5.7. El explotador de aeródromo debe vigilar el puesto de estacionamiento de aeronaves para asegurarse de que se proporcionan los márgenes de separación recomendados a las aeronaves que lo utilicen.

Nota.— Los procedimientos sobre instrucción del personal operacional y sobre seguridad operacional y operaciones en la plataforma se especifican en los PANS-Aeródromos (Doc 9981), Parte II, Capítulos 1 y 7.

9.6 Servicio de las aeronaves en tierra

9.6.1. Al hacer el servicio de las aeronaves en tierra se debe disponer de suficiente equipo extintor de incendios, por lo menos para la intervención inicial en caso de que se incendie el combustible, y de personal entrenado para ello; y para atender a un derramamiento importante de combustible o a un incendio, el explotador de aeródromo debe contar con un procedimiento para requerir la presencia inmediata de los servicios de salvamento y extinción de incendios.

9.6.2. Cuando el reabastecimiento de combustible se haga mientras haya pasajeros embarcando, a bordo, o desembarcando, el equipo terrestre se debe ubicar de manera que permita:

a) Utilizar un número suficiente de salidas para que la evacuación se efectúe con rapidez; y

b) Disponer de una ruta de escape a partir de cada una de las salidas que han de usarse en caso de emergencia.

9.7 Operaciones de los vehículos de aeródromo

Nota 1.— Los procedimientos para el establecimiento de un régimen de licencias de conductores en la parte aeronáutica (ADP) y requisitos de seguridad operacional de vehículos/equipos, lo que incluye instrucción detallada del personal, se especifican en los PANS-Aeródromos (Doc 9981), Parte II, Capítulo 9.

Nota 2.— El Adjunto A, Sección 19, proporciona orientación sobre las operaciones de los vehículos de aeródromo y en el Manual de sistemas de guía y control del movimiento en la superficie (SMGCS) (Doc 9476), figura orientación sobre reglas de tráfico y reglamentos aplicables a los vehículos.

Nota 3.— Se tiene la intención de que los caminos situados en el área de movimiento sean para uso exclusivo del personal de aeródromo y de otras personas autorizadas y de que, para el acceso a los edificios públicos del personal que no esté autorizado, no sea necesario utilizar dichos caminos.

9.7.1. Los vehículos deben circular:

a) En el área de maniobras sólo con autorización expresa de la torre de control de aeródromo; y

b) En la plataforma bajo los criterios establecidos en el Reglamento de Plataforma, elaborado por el explotador de aeródromo.

9.7.2. El conductor de un vehículo que circule en el área de movimiento debe cumplir todas las instrucciones obligatorias dadas mediante señales y letreros, salvo que sea autorizado de otro modo:

a) Por la torre de control de aeródromo cuando el vehículo se encuentre en el área de maniobras; o

b) Por el explotador de aeródromo cuando el vehículo se encuentre en la plataforma.

9.7.3. El conductor de un vehículo que circule en el área de movimiento debe cumplir todas las instrucciones obligatorias dadas mediante luces.

9.7.4. El conductor de un vehículo en el área de movimiento debe estar debidamente adiestrado para las tareas que debe efectuar y cumplirá las instrucciones:

a) De la torre de control de aeródromo cuando se encuentre en el área de maniobras; y

b) Del explotador de aeródromo cuando se encuentre en la plataforma.

9.7.5. El conductor de un vehículo dotado de equipo de radio debe establecer radiocomunicación satisfactoria en los dos sentidos con la torre de control de aeródromo antes de entrar en el área de maniobras, y en comunicación con el explotador de aeródromo antes de entrar en la plataforma. El conductor debe mantener continuamente la escucha en la frecuencia asignada mientras se encuentre en el área de movimiento.

9.8 Sistemas de guía y control del movimiento en la superficie

Aplicación

9.8.1. Se debe proporcionar en el aeródromo un sistema de guía y control del movimiento en la superficie.

Nota: Véase el Apéndice 12 de la presente Regulación.

Características

9.8.2. En el diseño de los sistemas de guía y control del movimiento en la superficie deben tenerse en cuenta:

a) El volumen de tránsito aéreo;

b) Las condiciones de visibilidad en que se prevé efectuar las operaciones;

c) La necesidad de orientación del piloto;

d) La complejidad del trazado del aeródromo; y

e) La circulación de vehículos.

9.8.3. La parte correspondiente a ayudas visuales del sistema de guía y control del movimiento en la superficie, es decir, señales, luces y letreros, debe diseñarse de conformidad con las disposiciones pertinentes de 5.2, 5.3 y 5.4, respectivamente.

9.8.4. El sistema de guía y control del movimiento en la superficie debe diseñarse de forma que ayude a evitar la entrada inadvertida de aeronaves y vehículos en una pista en servicio.

9.8.5. El sistema debe diseñarse de forma que ayude a evitar las colisiones de aeronaves entre sí, y de aeronaves con vehículos u objetos fijos, en cualquier parte del área de movimiento.

Nota.— En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4, figura orientación sobre el control de las barras de parada mediante bucles de inducción y sobre sistemas visuales de guía y control del rodaje.

9.8.6. Cuando el sistema de guía y control del movimiento en la superficie conste de barras de parada y luces de eje de calle de rodaje de conmutación selectiva, se deben cumplir los requisitos siguientes:

a) Cuando la trayectoria a seguir en la calle de rodaje se indique encendiendo las luces de eje de calle de rodaje, éstas se apagarán o podrán apagarse al encenderse la barra de parada;

b) Los circuitos de control estarán dispuestos de manera tal que, cuando se ilumine una barra de parada ubicada delante de una aeronave, se apague la sección correspondiente de las luces de eje de calle de rodaje situadas después de la barra de parada; y

c) Las luces de eje de calle de rodaje se enciendan delante de la aeronave cuando se apague la barra de parada, si la hubiera.

Nota 1. — Véanse en las Secciones 5.3.17 y 5.3.20 las especificaciones sobre luces de eje de calle de rodaje y barras de parada, respectivamente.

Nota 2.— En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4, figuran orientaciones sobre la instalación de las barras de parada y de las luces de eje de calle de rodaje para SMGCS.

9.8.7. Cuando la DGAC lo considere necesario, el explotador del aeródromo debe proporcionar un radar de movimiento en la superficie en el área de maniobras de los aeródromos destinados a ser utilizados en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m.

9.8.8. Cuando la DGAC lo considere necesario, el explotador del aeródromo debe proporcionar un radar de movimiento en la superficie en el área de maniobras de los aeródromos que no sean los indicados en 9.8.7, cuando el volumen de tránsito y las condiciones de las operaciones sean tales que no pueda mantenerse la regularidad de la circulación del tránsito por otros procedimientos e instalaciones.

9.9 Emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones

9.9.1. Con excepción de los que por sus funciones requieran estar situados en ese lugar para fines de navegación aérea o de seguridad operacional de las aeronaves, no deben emplazarse equipos o instalaciones:

a) En una franja de pista, un área de seguridad de extremo de pista, una franja de calle de rodaje o dentro de las distancias especificadas en la Tabla 3-1, columna 11, si constituyera un peligro para las aeronaves; o

b) En una zona libre de obstáculos si constituyera un peligro para las aeronaves en vuelo.

9.9.2. Todo equipo o instalación requerido para fines de navegación aérea o de seguridad operacional de las aeronaves que deba estar emplazado:

a) En la parte de la franja de pista a:

   1) 75 m o menos del eje de pista donde el número de clave es 3 ó 4; o

   2) 45 m o menos del eje de pista donde el número de clave es 1 ó 2; o

b) En el área de seguridad de extremo de pista, la franja de calle de rodaje o dentro de las distancias indicadas en la Tabla 3-1; o

c) En una zona libre de obstáculos y que constituya un peligro para las aeronaves en vuelo; debe ser frangible y se montará lo más bajo posible.

9.9.3 Cualquier equipo o instalación requerido para fines de navegación aérea o de seguridad operacional de las aeronaves que deba estar emplazado en la parte no nivelada de una franja de pista debe considerarse como un obstáculo, ser frangible y montarse lo más bajo posible.

9.9.4 Con excepción de los que por sus funciones requieran estar situados en ese lugar para fines de navegación aérea o de seguridad operacional de las aeronaves, no deben emplazarse equipos o instalaciones a 240 m o menos del extremo de la franja ni a:

a) 60 m o menos de la prolongación del eje cuando el número de clave sea 3 ó 4; o

b) 45 m o menos de la prolongación del eje cuando el número de clave sea 1 ó 2;

De una pista de aproximaciones de precisión de Categorías I, II o III.

9.9.5 Cualquier equipo o instalación requerido para fines de navegación aérea o de seguridad operacional de las aeronaves que deba estar emplazado en una franja, o cerca de ella, de una pista de aproximaciones de precisión de Categoría I, II o III y que:

a) Este colocado a 240 m o menos del extremo de la franja y a:

b) Penetre la superficie de aproximación interna, la superficie de transición interna o la superficie de aterrizaje interrumpido; debe ser frangible y debe montarse lo más bajo posible.

9.9.6 Cualquier equipo o instalación requerido para fines de navegación aérea o de seguridad operacional de las aeronaves que constituya un obstáculo de importancia para las operaciones de acuerdo con 4.2.4, 4.2.11, 4.2.20 ó 4.2.27, debe ser frangible y montarse lo más bajo posible.

9.10 Vallas

Aplicación

9.10.1 Debe proveerse una valla u otra barrera adecuada en un aeródromo para evitar la entrada en el área de movimiento de animales que por su tamaño lleguen a constituir un peligro para las aeronaves.

9.10.2 Debe proveerse una valla u otra barrera adecuada en un aeródromo para evitar el acceso inadvertido o premeditado de personas no autorizadas en una zona del aeródromo vedada al público.

Nota 1 — Esto incluye la instalación de dispositivos adecuados en las cloacas, conductos, túneles, etc., cuando sea necesario para evitar el acceso.

Nota 2 — Puede que sean necesarias medidas especiales para restringir el acceso de personas sin autorización a las pistas o calles de rodaje que pasen por encima de caminos públicos.

9.10.3 Debe proveerse medios de protección adecuados para impedir el acceso inadvertido o premeditado de personas no autorizadas a las instalaciones y servicios terrestres indispensables para la seguridad de la aviación civil ubicados fuera del aeródromo.

Emplazamiento

9.10.4 La valla o barrera debe colocarse de forma que separe las zonas abiertas al público del área de movimiento y otras instalaciones o zonas del aeródromo vitales para la operación segura de las aeronaves.

9.10.5 Cuando se considere necesario aumentar la seguridad, deben despejarse las zonas a ambos lados de las vallas o barreras, para facilitar la labor de las patrullas y hacer que sea más difícil el acceso no autorizado. Debe estudiarse si convendría establecer un camino circundante dentro del cercado de vallas del aeródromo, para uso del personal de mantenimiento y de las patrullas de seguridad.

9.11 Iluminación para fines de seguridad

9.11.1 Cuando se considere conveniente por razones de seguridad, deben iluminarse en los aeródromos a un nivel mínimo indispensable las vallas u otras barreras erigidas para la protección de la aviación civil internacional y sus instalaciones. Debe estudiarse si convendría instalar luces, de modo que quede iluminado el terreno a ambos lados de las vallas o barreras, especialmente en los puntos de acceso.

9.12 Sistema autónomo de advertencia de incursión en la pista

Nota 1.- La inclusión de una especificación detallada para ARIWS en esta sección no tiene por objeto implicar que debe proporcionarse un ARIWS en los aeródromos.

Nota 2.- La implantación de un ARIWS es una cuestión compleja que debe ser examinada cuidadosamente por los explotadores de aeródromos, los servicios de tránsito aéreo y la DGAC, en coordinación con los explotadores de aeronaves. La inclusión de especificaciones detalladas sobre el ARIWS en esta sección no implica que sea necesario instalar un ARIWS en un aeródromo.

Características

9.12.1 Cuando se instala un ARIWS en un aeródromo:

a) Éste permitirá la detección autónoma de una incursión potencial o de la ocupación de una pista en servicio y enviará una advertencia directa a la tripulación de vuelo o al operador de un vehículo.

b) Funcionará y estará controlado de manera independiente de todo otro sistema visual del aeródromo.

c) Sus componentes de ayudas visuales, p. ej., luces, se diseñarán de conformidad con las especificaciones pertinentes que figuran en 5.3; y

d) Su falla parcial o total no interferirá con las operaciones normales del aeródromo. Para ello, deberá preverse que debe permitirse que la dependencia ATC desactive parcial o totalmente el sistema.

Nota 1.- El ARIWS puede instalarse junto con señales mejoradas de eje de la calle de rodaje, barras de parada o luces de protección de pista.

Nota 2.- Se tiene previsto que el sistema o sistemas opere(n) en todas las condiciones meteorológicas, incluso en condiciones de poca visibilidad.

Nota 3.- El ARIWS puede compartir componentes comunes de detección de un SMGCS o A-SMGCS, pero opera independientemente de esos sistemas.

9.12.2 Cuando se instale un ARIWS en un aeródromo, se proporcionará información sobre sus características y situación a los servicios de información aeronáutica pertinentes para que se promulguen en la AIP, con la descripción del sistema de guía y control del movimiento en la superficie y señales como se especifica en el Anexo 15 de la OACI.

Nota.— En los PANS-AIM (Doc. 10066 de la OACI) figuran especificaciones detalladas acerca la AIP.

———————

CAPÍTULO 10. MANTENIMIENTO DE AERÓDROMOS

10.1 Generalidades

10.1.1 En cada aeródromo debe establecerse un programa de mantenimiento, incluyendo, un programa de mantenimiento preventivo, para asegurarse de que las instalaciones se conserven en condiciones tales que no afecten desfavorablemente a la Seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea.

Nota 1. — Por mantenimiento preventivo se entiende la labor programada de mantenimiento llevada a cabo para evitar fallas de las instalaciones o una reducción de la eficiencia de los mismos.

Nota 2. — Se entiende por "instalaciones" pavimentos, ayudas visuales, vallas, sistemas eléctricos, de drenaje y edificios.

10.1.2 La concepción y aplicación del programa de mantenimiento deben ajustarse a los principios relativos a factores humanos.

10.1.3 El programa de mantenimiento debe ser incluido en el Manual de Aeródromo, o Manual de Operaciones del aeródromo, según corresponda.

10.2 Pavimentos

Nota 1.- Cuando el pavimento sea utilizado por aeronaves grandes o aeronaves con presión de neumáticos correspondiente a las categorías superiores mencionadas en 2.6.6. c), debería ponerse especial atención en la integridad de los accesorios de iluminación y de las uniones del pavimento.

Nota 2. — En el Apéndice Nº 9 "Notificación de superficies pavimentadas con presencia de agua y características de rozamiento de pistas pavimentadas" se detalla los parámetros que deben cumplir.

Nota 3. — En el Apéndice Nº 17 "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL ÁERODROMO" se detalla el contenido del citado programa, el mismo que es de cumplimiento por los explotadores de aeródromo conforme 10.1.1.

10.2.1 El explotador del aeródromo deberá inspeccionar regularmente las superficies de todas las áreas de movimiento, incluidos los pavimentos (pistas, calles de rodaje, y plataformas) y áreas adyacentes se inspeccionarán y su condición, como parte del programa de mantenimiento preventivo y correctivo del aeródromo, a fin de evitar y eliminar cualquier objeto extraño (FOD) que pudiera causar daños a las aeronaves o perjudicar el funcionamiento de los sistemas de a bordo debiendo el explotador del aeródromo contar con un plan de manejo de FOD.

Nota 1. — Véase 2.9.3 acerca de inspecciones del área de movimiento.

10.2.2 El explotador del aeródromo debe mantener la superficie de una pista de forma que se evite la formación de irregularidades perjudiciales.

10.2.3 Una pista pavimentada se debe mantener en condiciones que proporcionen a su superficie características de rozamiento iguales o superiores al nivel mínimo de rozamiento especificado por la DGAC.

10.2.4 Con fines de mantenimiento, el explotador del aeródromo debe medir periódicamente y documentar las características de rozamiento de la superficie de la pista con un dispositivo de medición continua del rozamiento dotado de un humectador automático. La frecuencia de estas mediciones deberá ser suficiente para determinar la tendencia de las características de rozamiento de la superficie de la pista**.**

Nota.— El objetivo de 10.2.3, 10.2.4 y 10.2.7 es garantizar que las características de rozamiento de la superficie de toda la pista conserven un nivel mínimo de rozamiento igual o superior al especificado por la DGAC. (†)

Nota - El objetivo de 10.2.3 a 10.2.7 y 10.2.8 es garantizar que las características de rozamiento de la superficie de toda la pista conserven un nivel mínimo de rozamiento igual o superior al especificado en la tabla N° 3 del Apéndice N° 9.(®)

(†).- De aplicación hasta el 03 de noviembre de 2021.
(®).- De aplicación a partir del 04 de noviembre de 2021.

10.2.5 El explotador del aeródromo realizará mediciones del rozamiento de las superficies de las pistas con fines de mantenimiento, usando un dispositivo con humectador automático de medición continúa del rozamiento, la eficacia del dispositivo se ajustará a la norma establecida en la tabla N° 3 del Apéndice N° 9. (®)

(®).- De aplicación a partir del 04 de noviembre de 2021.

10.2.6 El personal del explotador del aeródromo que mide el rozamiento de las superficies de las pistas, de acuerdo con lo requerido en 10.2.5, debe ser capacitado para desempeñar sus funciones. (®)

(®).- De aplicación a partir del 04 de noviembre de 2021.

10.2.7 El explotador del aeródromo, debe adoptar medidas correctivas de mantenimiento para impedir que las características de rozamiento de la superficie de una pista, en su totalidad o parte de ella, lleguen a ser inferiores al nivel mínimo de rozamiento especificado por la DGAC.

Nota.— Para fines de mantenimiento debe notificarse cualquier parte de la pista que tenga valores por debajo del valor mínimo especificado en la Tabla 3 del Apéndice 9 de la presente regulación.

10.2.8 El explotador del aeródromo, debe evaluar visualmente la superficie de las pistas, en condiciones de máxima precipitación de lluvia natural o simulada para determinar si se produce encharcamiento o si el drenaje es malo y, cuando se requiera, se tomarán medidas correctivas de mantenimiento. (®)

(®).- De aplicación a partir del 04 de noviembre de 2021.

10.2.9 Cuando se destine una calle de rodaje para el uso de aviones de turbina, la superficie de los márgenes debe mantenerse siempre exenta de piedras sueltas, vegetación u otros objetos que puedan ser absorbidos por los motores.

10.3 Eliminación de contaminantes

10.3.1 El explotador del aeródromo debe eliminar de la superficie de las pistas pavimentadas en servicio, tan rápida y completamente la nieve, nieve fundente, hielo, agua estancada, barro, polvo, arena, aceite, depósito de caucho y otras materias extrañas, a fin de minimizar su acumulación.

10.3.2 El explotador del aeródromo debe mantener las calles de rodaje limpias de agua estancada, barro, polvo, etc., en la medida necesaria para permitir que las aeronaves puedan circular por ellas para dirigirse a una pista en servicio o salir de la misma.

10.3.3 Las plataformas deben mantenerse limpias de agua estancada, barro, polvo, etc., en la medida en que sea necesario para permitir que las aeronaves maniobren con seguridad o, cuando sea apropiado, sean remolcadas o empujadas.

10.3.4 Cuando no pueda llevarse a cabo simultáneamente la limpieza de nieve, nieve fundente, hielo, etc., de las diversas partes del área de movimiento, el Explotador del Aeródromo establecerá, en consulta con las partes involucradas, el orden de prioridades, después de las pistas en servicio, las mismas que deben documentarse en el plan de retiro para la nieve.

10.3.5 El explotador de aeródromo debe utilizar productos químicos para eliminar o prevenir la formación de hielo y escarcha en la superficie de los pavimentos del aeródromo, cuando las condiciones indiquen que su uso podría ser eficaz. Asimismo, debe tener precaución en la aplicación de los productos químicos para no crear una condición más resbaladiza.

10.3.6 No debe utilizarse productos químicos que tengan efectos perjudiciales sobre la estructura de los pavimentos, aeronaves, o efectos tóxicos sobre el medio ambiente.

10.4 Recubrimiento del pavimento de las pistas

Nota.- Las especificaciones que se indican a continuación están previstas para proyectos de recubrimiento del pavimento de las pistas, cuando éstas hayan de entrar temporalmente en servicio antes de concluir el proceso de recubrimiento. Esto puede requerir una rampa provisional entre la nueva superficie de la pista y la antigua. En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 3, figura un texto de orientación sobre el recubrimiento de pavimentos y sobre la evaluación de sus condiciones de servicio.

10.4.1 La pendiente longitudinal de la rampa provisional, medida por referencia a la actual superficie de la pista o al recubrimiento anterior, debe ser de:

a) 0,5% a 1% para los recubrimientos de hasta 5 cm de espesor inclusive; y

b) no más de 0,5% para los recubrimientos de más de 5 cm de espesor.

10.4.2 El recubrimiento debe efectuarse empezando en un extremo de la pista y continuando hacia el otro extremo, de forma que, según la utilización normal de la pista, en la mayoría de las operaciones las aeronaves se encuentren con una rampa descendente.

10.4.3 En cada jornada de trabajo debe recubrirse toda la anchura de la pista.

10.4.4 Antes de poner nuevamente en servicio temporal la pista cuyo pavimento se recubre, el eje se debe marcar con arreglo a las especificaciones de la Sección 5.2.3. Por otra parte, el emplazamiento de todo umbral temporal se debe marcar con una franja transversal de 3,6 m de anchura.

10.4.5 El recubrimiento debe construirse y mantenerse para que posea un nivel mínimo de rozamiento superior al que se especifica en 10.2.3.

10.5 Ayudas visuales

Nota 1 — Estas especificaciones están dirigidas a definir los objetivos para los niveles de mantenimiento. Las mismas no están dirigidas a determinar si el sistema de iluminación está operacionalmente fuera de servicio.

Nota 2. — En el Apéndice Nº 17 "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL ÁERODROMO" se detalla el contenido del citado programa, el mismo que es de cumplimiento por los explotadores de aeródromo conforme 10.1.1.

10.5.1 Se debe considerar que una luz está fuera de servicio cuando la intensidad media de su haz principal sea inferior al 50% del valor especificado en la figura correspondiente del Apéndice 2. Para las luces en que la intensidad media de diseño del haz principal sea superior al valor indicado en el Apéndice 2, ese 50% se debe referir a dicho valor de diseño.

10.5.2 Se debe emplear un sistema de mantenimiento preventivo de las ayudas visuales a fin de asegurar la fiabilidad de la iluminación y de la señalización.

10.5.3 El sistema de mantenimiento preventivo empleado para las pistas de aproximación de precisión de Categoría II o III debe comprender, como mínimo, las siguientes verificaciones:

a) Inspección visual y medición de la intensidad, apertura de haz y orientación de las luces comprendidas en los sistemas de luces de aproximación y de pista;

b) Control y medición de las características eléctricas de cada circuito incluido en los sistemas de luces de aproximación y de pista; y

c) Control del funcionamiento correcto de los reglajes de intensidad luminosa empleados por el control de tránsito aéreo.

10.5.4 La medición sobre el terreno de la intensidad, apertura de haz y orientación de las luces comprendidas en los sistemas de luces de aproximación y de pista para las pistas de aproximación de precisión de Categoría II o III debe efectuarse midiendo todas las luces, de ser posible, a fin de asegurar el cumplimiento de las especificaciones correspondientes del Apéndice 2.

10.5.5 La medición de la intensidad, apertura de haz y orientación de las luces comprendidas en los sistemas de luces de aproximación y de pista para las pistas de aproximación de precisión de Categoría II o III debe efectuarse con una unidad móvil de medición de suficiente exactitud como para analizar las características de cada luz en particular.

10.5.6 La frecuencia de medición de las luces para pistas de aproximación de precisión de Categoría II o III debe basarse en la densidad del tránsito, el nivel de contaminación local y la fiabilidad del equipo de luces instalado, y en la continua evaluación de los resultados de la medición sobre el terreno pero, de todos modos, no debe ser inferior a dos veces por año para las luces empotradas en el pavimento y no menos de una vez por año en el caso de otras luces.

10.5.7 El sistema de mantenimiento preventivo empleado en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III debe tener como objetivo que, durante cualquier período de operaciones de estas categorías, estén en servicio todas las luces de aproximación y de pista y que, en todo caso, funcione como mínimo:

a) El 95% de las luces en cada uno de los elementos importantes que siguen:

1) Sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría II o III, los 450 m internos;

2) Luces de eje de pista;

3) Luces de umbral de pista; y

4) Luces de borde de pista;

b) El 90% de las luces en la zona de toma de contacto;

c) El 85% de las luces del sistema de iluminación de aproximación situadas más allá de 450 m del umbral; y
d) El 75% de las luces de extremo de pista.

Con el fin de asegurar la continuidad de la guía, el porcentaje permitido de luces fuera de servicio no debe ser tal que altere el diagrama básico del sistema de iluminación. Adicionalmente, no se debe permitir que haya una luz fuera de servicio adyacente a otra luz fuera de servicio, excepto en una barra transversal donde puede permitirse que haya dos luces adyacentes fuera de servicio.

Nota. — Con respecto a las luces de barretas, barras transversales y de extremo de pista, se considerarán adyacentes si están emplazadas consecutivamente y:
— lateralmente: en la misma barreta o barra transversal; o
— longitudinalmente: en la misma fila de luces de borde o barretas.

10.5.8 El sistema de mantenimiento preventivo, empleado para barras de parada en puntos de espera de la pista, utilizados en relación con una pista destinada a operaciones en condiciones de alcance visual en la pista inferior a 350 m, debe tener el objetivo siguiente:

a) Que nunca estén fuera de servicio más de dos luces; y

b) Que no queden fuera de servicio dos luces adyacentes a no ser que el espaciado entre luces sea mucho menor que el especificado.

10.5.9 El sistema de mantenimiento preventivo utilizado para las calles de rodaje, destinadas a ser empleadas en condiciones en las que el alcance visual en la pista sea inferior a unos 350 m, debe tener como objetivo que no se encuentren fuera de servicio dos luces adyacentes de eje de calle de rodaje.

10.5.10 El sistema de mantenimiento preventivo utilizado para una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I, debe tener como objetivo que durante cualquier período de operaciones de Categoría I, todas las luces de aproximación y de pista estén en servicio y que, en todo caso,

estén servibles por lo menos el 85% de las luces en cada uno de los siguientes elementos:

a) Sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I;

b) Luces de umbral de pista;

c) Luces de borde de pista; y

d) Luces de extremo de pista.

Con el fin de asegurar la continuidad de la guía, no se debe permitir que haya una luz fuera de servicio adyacente a otra luz fuera de servicio, salvo si el espaciado entre las luces es mucho menor que el especificado.

Nota. — En las barretas y en las barras transversales la guía no se pierde por haber luces adyacentes fuera de servicio.

10.5.11 El sistema de mantenimiento preventivo empleado en una pista destinada a despegue en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 550 m debe tener como objetivo que, durante cualquier período de operaciones, estén en buenas condiciones de funcionamiento todas las luces de pista y que, en todo caso:

a) Por lo menos el 95% de las luces de eje de pista (de haberlas) y de las luces de borde de pista estén en buenas condiciones de funcionamiento; y

b) Por lo menos el 75% de las luces de extremo de pista estén en buenas condiciones de funcionamiento.

Con el fin de asegurar la continuidad de la guía, no se debe permitir que haya una luz fuera de servicio adyacente a otra luz fuera de servicio.

10.5.12 El sistema de mantenimiento preventivo empleado en una pista destinada a despegue en condiciones de alcance visual en la pista de 550 m o más debe tener como objetivo que, durante cualquier período de operaciones, estén en buenas condiciones de funcionamiento todas las luces de pista y que, en todo caso, esté en buenas condiciones de funcionamiento por lo menos el 85% de las luces de borde de pista y de las luces de extremo de pista. Con el fin de asegurar la continuidad de la guía, no se debe permitir que haya una luz fuera de servicio adyacente a otra luz fuera de servicio.

10.5.13 Cuando se efectúen procedimientos en condiciones de mala visibilidad, la autoridad competente debe imponer restricciones en las actividades de construcción o mantenimiento llevadas a cabo en lugares próximos a los sistemas eléctricos del aeródromo.

———————

APÉNDICE 1. COLORES DE LAS LUCES AERONÁUTICAS DE SUPERFICIE, Y DE LAS SEÑALES, LETREROS Y TABLEROS

1. Generalidades

Nota de introducción.- Las especificaciones siguientes definen los límites de cromaticidad de los colores de las luces aeronáuticas de superficie y de las señales, letreros y tableros. Estas especificaciones están de acuerdo con las disposiciones de 1983 de la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE, excepto el color anaranjado de la Figura A1-2.

No es posible fijar especificaciones referentes a colores que excluyan toda posibilidad de confusión. Para obtener cierto grado de identificación del color, es importante que la intensidad luminosa recibida por el ojo sea bastante superior al umbral de percepción, de manera que el color no se modifique demasiado por las atenuaciones atmosféricas de carácter selectivo y para que la visión del color por el observador sea adecuada. Existe también el riesgo de confundir los colores cuando el nivel de intensidad luminosa recibida por el ojo sea bastante alto, como el que puede producir una fuente luminosa de gran intensidad observada de muy cerca. La experiencia indica que se pueden distinguir satisfactoriamente los colores si se presta debida atención a estos factores.

Las cromaticidades se expresan de acuerdo con un observador colorimétrico patrón y con el sistema de coordenadas adoptado por la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE), en su octava sesión celebrada en 1931 en Cambridge, Inglaterra.*

Las cromaticidades para la iluminación de estado sólido (p.ej., LED) se basan en los límites establecidos en la norma S 004/E-2001 de la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE), a excepción del límite azul del blanco.

2. Colores de las luces aeronáuticas de superficie

2.1. Cromaticidades para luces con fuentes luminosas de tipo filamento

2.1.1 Las cromaticidades de las luces aeronáuticas de superficie con fuentes luminosas de tipo filamento estarán comprendidas dentro de los límites siguientes:

Ecuaciones de la CIE (véase la Figura A1-1 a):

a) Rojo
   Límite púrpura y = 0,980 - x
   Límite amarillo y = 0,335, salvo para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación;
   Límite amarillo y = 0,320, para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.

   Nota.- Véanse 5.3.5.15 y 5.3.5.31

b) Amarillo
   Límite rojo y = 0,382
   Límite blanco y = 0,790 - 0,667x
   Límite verde y = x - 0,120

c) Verde
   Límite amarillo x = 0,360 - 0,080y
   Límite blanco x = 0,650y
   Límite azul y = 0,390 - 0,171x

d) Azul
   Límite verde y = 0,805x + 0,065
   Límite blanco y = 0,400 - x
   Límite púrpura x = 0,600y + 0,133

e) Blanco
   Límite amarillo x = 0,500
   Límite azul x = 0,285
   Límite verde y = 0,440
   e y = 0,150 + 0,640x
   Límite púrpura y = 0,050 + 0,750x
   e y = 0,382

f) Blanco variable

Límite amarillo	x = 0,255 + 0,750y
y	y = 0,790 – 0,667x
Límite azul	x = 0,285
Límite verde	y = 0,440
e	y = 0,150 + 0,640x
Límite púrpura	y = 0,050 + 0,750x
e	y = 0,382

2.1.2 En el caso de que no se exija amortiguar la intensidad luminosa, o cuando los observadores cuya visión de los colores sea defectuosa deban poder determinar el color de la luz, las señales verdes deben estar dentro de los límites siguientes:

Límite amarillo	y = 0,726 - 0,726x
Límite blanco	x = 0,650y
Límite azul	y = 0,390 - 0,171x

Nota.- Cuando la señal de cromaticidad debe verse desde una distancia considerable, la práctica ha sido utilizar colores dentro de los límites de 2.1.2.

2.1.3 Cuando un mayor grado de certidumbre de reconocimiento, *del blanco,* sea más importante que el máximo alcance visual, las señales verdes deben estar dentro de los límites siguientes:

Límite amarillo	y = 0,726 - 0,726x
Límite blanco	x = 0,625y - 0,041
Límite azul	y = 0,390 - 0,171x

2.2 Distinción entre luces con fuentes luminosas de filamento

2.2.1 Si es necesario que el color amarillo se distinga del blanco, estos colores deben disponerse de forma que se vean muy de cerca uno de otro, en el tiempo o en el espacio, p. ej., por destellos sucesivos del mismo faro.

2.2.2 Si es necesario distinguir el amarillo del verde o del blanco, como p. ej., en las luces de eje de calle de salida, las coordenadas “y” de la luz amarilla no deben exceder de un valor de 0,40.

Nota.- Los límites del blanco se han basado en la suposición de que dichos colores se utilizan en condiciones tales que las características (temperatura de color) de la fuente luminosa son prácticamente constantes.

2.2.3 El color blanco variable solamente se destina al uso en luces cuya intensidad debe variarse, p. ej., para evitar el deslumbramiento. Si debe distinguirse entre este color y el amarillo, las luces deben concebirse y utilizarse de forma que:

a) la coordenada x del amarillo sea por lo menos 0,050 mayor que la coordenada x del blanco; y
b) la disposición de las luces sea tal que las amarillas se vean simultáneamente con las blancas y muy cerca de éstas.

2.3 Cromaticidades para luces con fuente luminosa de estado sólido

2.3.1 Las cromaticidades de las luces aeronáuticas de superficie con fuentes luminosas de estado sólido, p.ej., LED, estarán dentro de los límites siguientes:

Ecuaciones de la CIE (véase la Figura A1-1b):

a) Rojo
Límite púrpura y = 0,980 – x
Límite amarillo y = 0,335, salvo para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación;
Límite amarillo y = 0,320, para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.

Nota.- Véanse 5.3.5.15 y 5.3.5.31

b) Amarillo
Límite rojo y = 0,387
Límite blanco y = 0,980 – x
Límite verde y = 0,727x + 0,054

c) Verde (véase también 2.3.2 y 2.3.3)
Límite amarillo x = 0,310
Límite blanco x = 0,625y – 0,041
Límite azul y = 0,400

d) Azul
Límite verde y = 1,141x + 0,037
Límite blanco x = 0,400 – y
Límite púrpura x = 0,134 + 0,590y

e) Blanco
Límite amarillo x = 0,440
Límite azul x = 0,320
Límite verde y = 0,150 + 0,643x
Límite púrpura y = 0,050 + 0,757x

f) Blanco variable
Los límites del blanco variable para fuentes luminosas de estado sólido son los de e) *Blanco.*

2.3.2 Cuando los observadores cuya visión de los colores sea defectuosa deban poder determinar el color de la luz, las señales verdes deberían estar dentro de los límites siguientes:

Límite amarillo y = 0,726 – 0,726x
Límite blanco x = 0,625y – 0,041
Límite azul y = 0,400

2.3.3 A fin de evitar una amplia variación de matices de verde, si se seleccionan los colores que están dentro de los límites especificados a continuación, no deberían utilizarse los colores dentro de los límites de 2.3.2.

Límite amarillo x= 0,310
Límite blanco x = 0,625y – 0,041
Límite azul y = 0,726 – 0,726x

2.4 Medición de color para las fuentes luminosas de tipo filamento y de tipo de estado sólido

2.4.1 El color de las luces aeronáuticas de superficie se verificará considerándolo dentro de los límites especificados en la Figura A1-1a o A1-1b, según corresponda, mediante la medición en cinco puntos dentro del área delimitada por la curva de isocandela más al interior (véanse los diagramas de isocandela del Apéndice 2), en funcionamiento a la corriente o tensión nominal. En el caso de curvas de isocandela elípticas o circulares, la medición de color se efectuará en el centro y en los límites horizontal y vertical.

En el caso de curvas de isocandela rectangulares, la medición de color se efectuará en el centro y en los límites diagonales (esquinas). Además, se verificará el color de la luz en la curva de isocandela más al exterior para garantizar que no haya un desplazamiento cromático que pueda hacer que el piloto confunda la señal.

Nota 1.- Para la curva de isocandela más al exterior, debería efectuarse y registrarse una medición de las coordenadas de color para someterla al examen y criterios de aceptabilidad del Estado.

Nota 2.- Es posible que algunos elementos luminosos se utilicen de modo que puedan ser percibidos y utilizados por los pilotos desde direcciones más allá de aquella de la curva de isocandela más al exterior (p. ej., luces de barra de parada en puntos de espera de la pista significativamente anchos). En tales casos, el Estado debería evaluar la aplicación real y, si es necesario, exigir una verificación del desplazamiento cromático en ángulos más allá de la curva más exterior.

2.4.2 En el caso de los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación y otros elementos luminosos con un sector de transición de color, el color se medirá en puntos de conformidad con 2.4.1, excepto en cuanto a que las áreas de color se considerarán separadamente y ningún punto estará dentro de 0,5° del sector de transición.

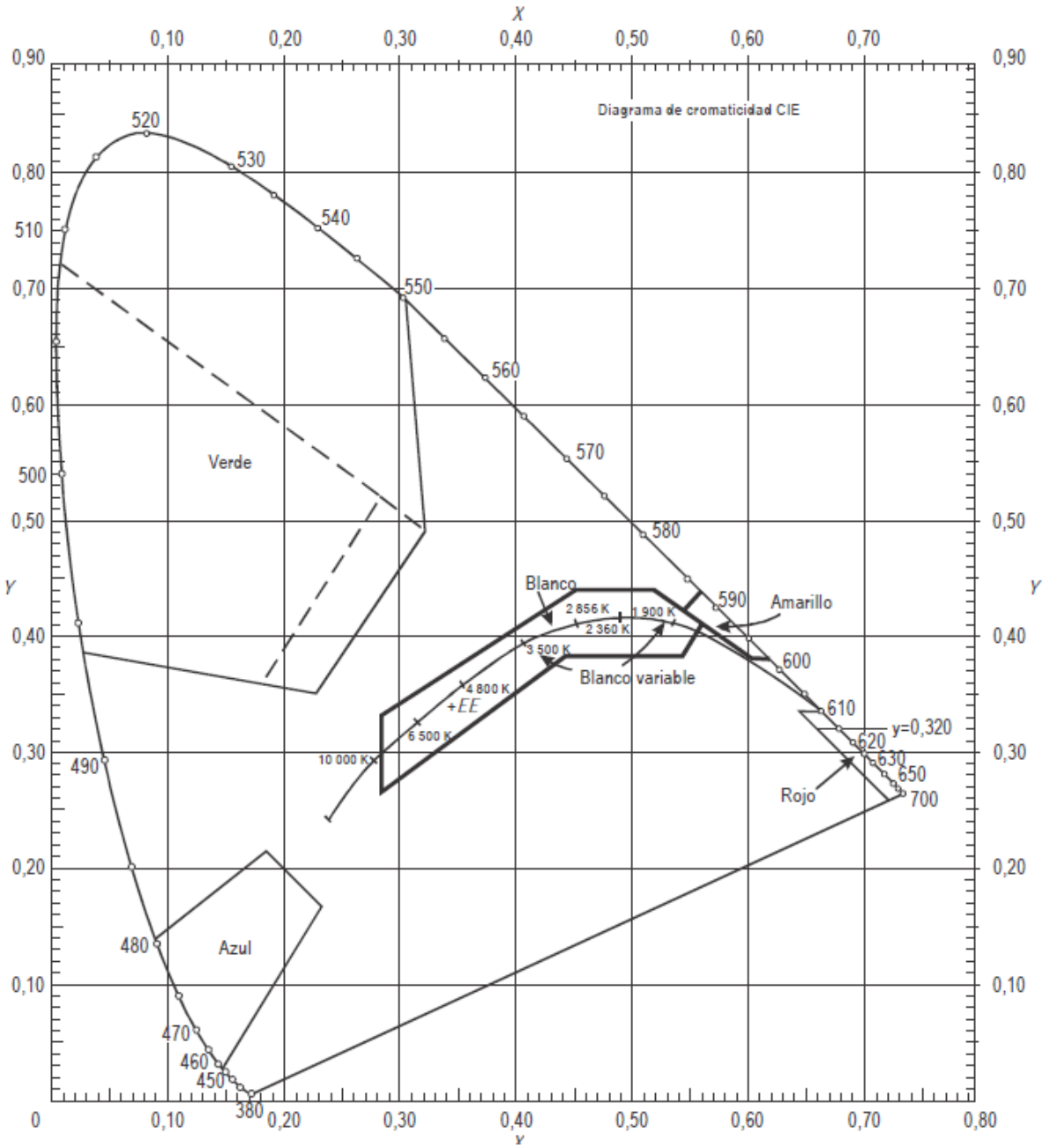


Figura A1-1a. Colores de luces aeronáuticas de superficie (lámparas de tipo filamento)

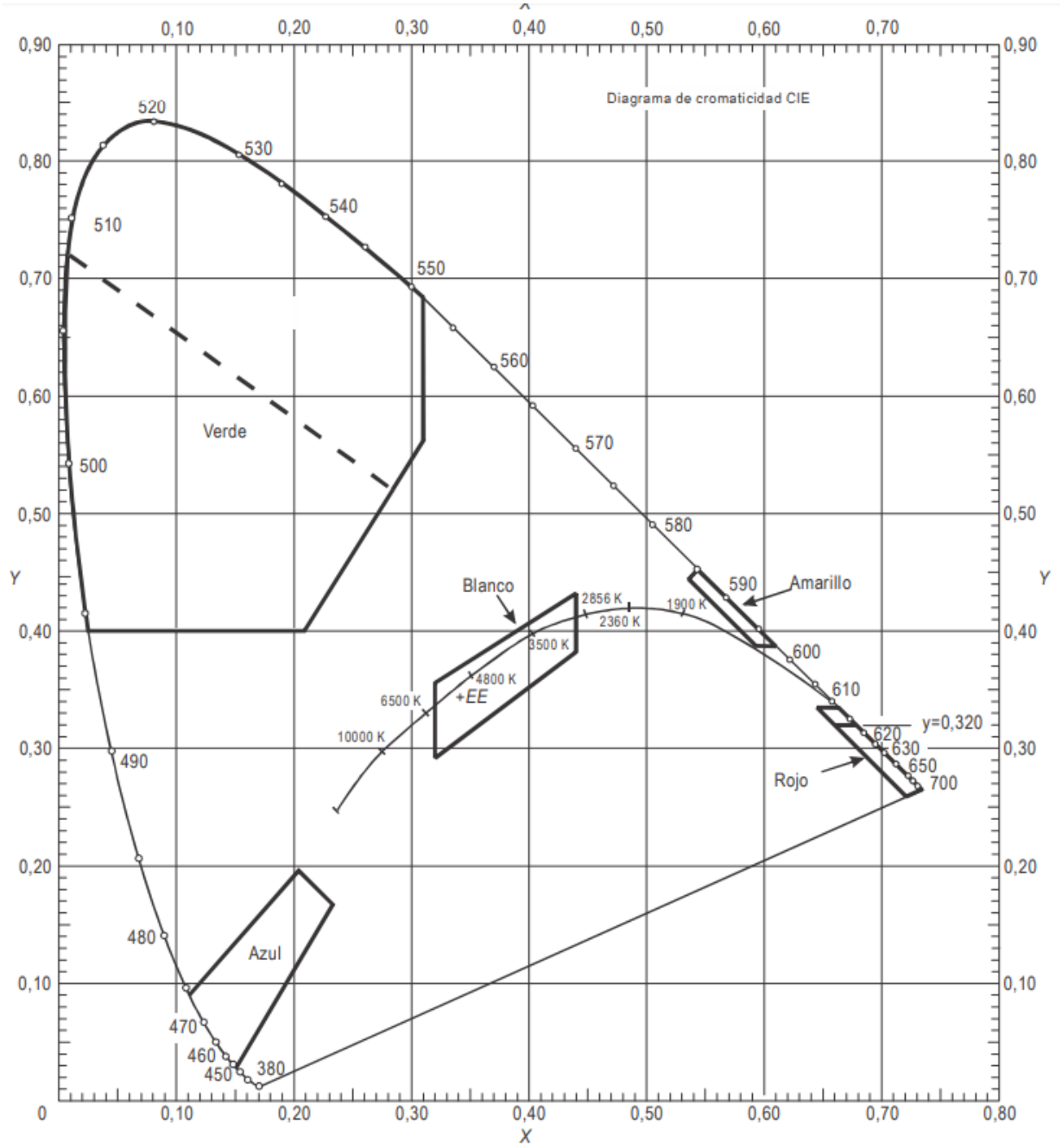


Figura A1-1b. Colores de luces aeronáuticas de superficie (Iluminación de estado sólido)

3. Colores de las señales, letreros y tableros

Nota 1.- Las especificaciones de los colores de superficie que figuran a continuación se aplican únicamente a las superficies pintadas recientemente. Generalmente, los colores empleados para las señales, letreros y tableros varían con el tiempo y, en consecuencia, es necesario renovarlos.

Nota 2.- El documento de la CIE que lleva por título "Recommendations for Surface Colours for Visual Signalling" (Recomendaciones para colores de superficie para la señalización visual) - Publicación Núm. 39-2 (TC-106) 1983, contiene orientación sobre los colores de superficie.

Nota 3.- Las especificaciones recomendadas en 3.4 respecto a paneles transiluminados son de carácter provisional y se basan en las especificaciones CIE para letreros transiluminados. Se tiene la intención de examinar y actualizar estas especificaciones en la forma y en el momento en que la CIE prepare las correspondientes a los paneles transiluminados.

3.1 Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores ordinarios, colores de los materiales retrorreflectantes y colores de los letreros y tableros transiluminados (iluminación interna) se deben determinar en las condiciones tipo siguientes:

a) ángulo de iluminación: 45°;
b) direcciones de la visual: perpendicular a la superficie; y
c) iluminante: patrón D65 de la CIE.

3.2 Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores ordinarios para las señales y los letreros y tableros iluminados exteriormente deben estar dentro de los límites siguientes cuando se determinen en las condiciones tipo.

Ecuaciones de la CIE (véase la Figura A1-2):

a) Rojo
   Límite púrpura y = 0,345 - 0,051x
   Límite blanco y = 0,910 - x
   Límite anaranjado y = 0,314 + 0,047x
   Factor de luminancia ß = 0,07 (mín)

b) Anaranjado
   Límite rojo y = 0,285 + 0,100x
   Límite blanco y = 0,940 - x
   Límite amarillo y = 0,250 + 0,220x
   Factor de luminancia ß = 0,20 (mín)

c) Amarillo
   Límite anaranjado y = 0,108 + 0,707x
   Límite blanco y = 0,910 - x
   Límite verde y = 1,35x - 0,093
   Factor de luminancia ß = 0,45 (mín)

d) Blanco
   Límite púrpura y = 0,010 + x
   Límite azul y = 0,610 - x
   Límite verde y = 0,030 + x
   Límite amarillo y = 0,710 - x
   Factor de luminancia ß = 0,75 (mín)

e) Negro
   Límite púrpura y = x - 0,030
   Límite azul y = 0,570 - x
   Límite verde y = 0,050 + x
   Límite amarillo y = 0,740 - x
   Factor de luminancia ß = 0,03 (máx)

f) Verde amarillento
   Límite verde y = 1,317x + 0,4
   Límite blanco y = 0,910 - x
   Límite amarillo y = 0,867x + 0,4

g) Verde
   Límite amarillo: x = 0,313
   Límite blanco: y = 0,243 + 0,670x
   Límite azul: y = 0,493-0,524x
   Factor de luminancia: ß = 0,10 (mín)

Nota.- La pequeña separación que existe entre el rojo de superficie y el anaranjado de superficie no es suficiente para asegurar la distinción de estos colores cuando se ven separadamente.

3.3 Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores de los materiales retrorreflectantes para las señales de superficie, deben estar dentro de los límites enumerados a continuación, cuando se determinen en las condiciones tipo.

Ecuaciones de la CIE (véase la Figura A1-3):

a) Rojo

Límite púrpura	y = 0,345 - 0,051x
Límite blanco	y = 0,910 - x
Límite anaranjado	y = 0,314 + 0,047x
Factor de luminancia	ß = 0,03 (mín)

b) Anaranjado

Límite rojo	y = 0,265 + 0,205x
Límite blanco	y = 0,910 - x
Límite amarillo	y = 0,207 + 0,390x
Factor de luminancia	ß = 0,14 (mín)

c) Amarillo

Límite anaranjado	y = 0,160 + 0,540x
Límite blanco	y = 0,910 - x
Límite verde	y = 1,35x - 0,093
Factor de luminancia	ß = 0,16 (mín)

d) Blanco

Límite púrpura	y = x
Límite azul	y = 0,610 - x
Límite verde	y = 0,040 + x
Límite amarillo	y = 0,710 - x
Factor de luminancia	ß = 0,27 (mín)

e) Azul

Límite verde	y = 0,118 + 0,675x
Límite blanco	y = 0,370 - x
Límite púrpura	y = 1,65x - 0,187
Factor de luminancia	ß = 0,01 (mín)

f) Verde

Límite amarillo	y = 0,711 - 1,22x
Límite blanco	y = 0,243 + 0,670x
Límite azul	y = 0,405 - 0,243x
Factor de luminancia	ß = 0,03 (mín)

3.4 Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores de los letreros y tableros transiluminados (iluminación interna) o luminiscentes deben estar dentro de los límites enumerados a continuación, cuando se determinen en las condiciones tipo.

Ecuaciones de la CIE (véase la Figura A1-4):

a) Rojo

Límite púrpura	y = 0,345 - 0,051x
Límite blanco	y = 0,910 - x
Límite anaranjado	y = 0,314 + 0,047x
Factor de luminancia (condiciones diurnas)	ß = 0,07 (mín)
Luminancia relativa al blanco (condiciones nocturnas)	5% (mín) 20% (máx)

b) Amarillo

Límite anaranjado	y = 0,108 + 0,707x
Límite blanco	y = 0,910 - x
Límite verde	y = 1,35x - 0,093
Factor de luminancia (condiciones diurnas)	ß = 0,45 (mín)
Luminancia relativa al blanco (condiciones nocturnas)	30% (mín) 80% (máx)

c) Blanco

Límite púrpura	y = 0,010 + x
Límite azul	y = 0,610 - x
Límite verde	y = 0,030 + x
Límite amarillo	y = 0,710 - x
Factor de luminancia (condiciones diurnas)	ß = 0,75 (mín)
Luminancia relativa al blanco (condiciones nocturnas)	100%

d) Negro

Límite púrpura	y = x - 0,030
Límite azul	y = 0,570 - x
Límite verde	y = 0,050 + x
Límite amarillo	y = 0,740 - x
Factor de luminancia (condiciones diurnas)	ß = 0,03 (máx)
Luminancia relativa al blanco (condiciones nocturnas)	0% (mín) 2% (máx)

e) Verde

Límite amarillo:	x = 0,313
Límite blanco:	y = 0,243 + 0,670x
Límite azul:	y = 0,493 - 0,524x
Factor de luminancia:	ß = 0,10 mínimo (de día)
Luminancia relativa al blanco (condiciones nocturnas)	5% (mínimo) 30% (máximo)

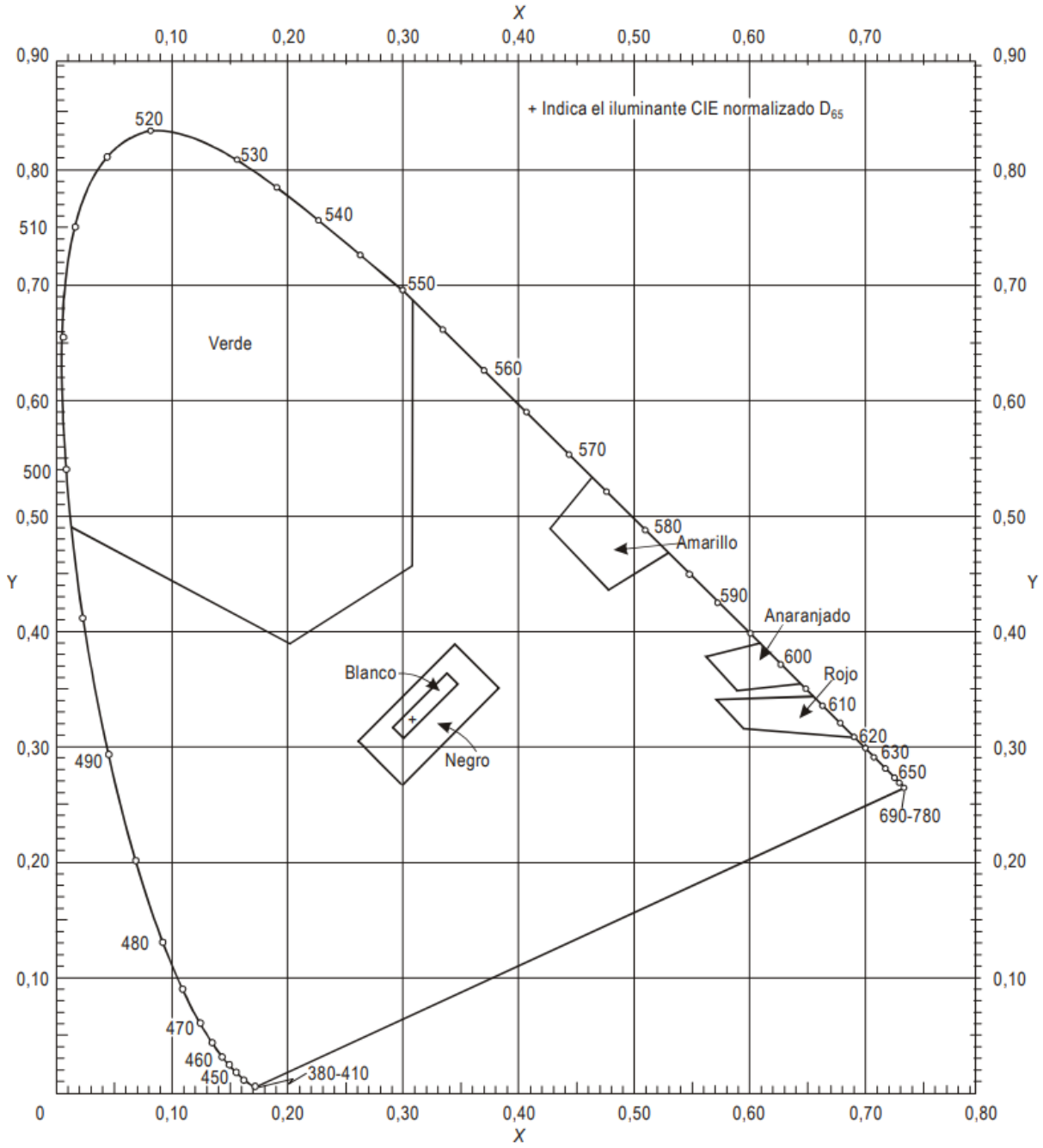


Figura A1-1. Colores de luces aeronáuticas de superficie

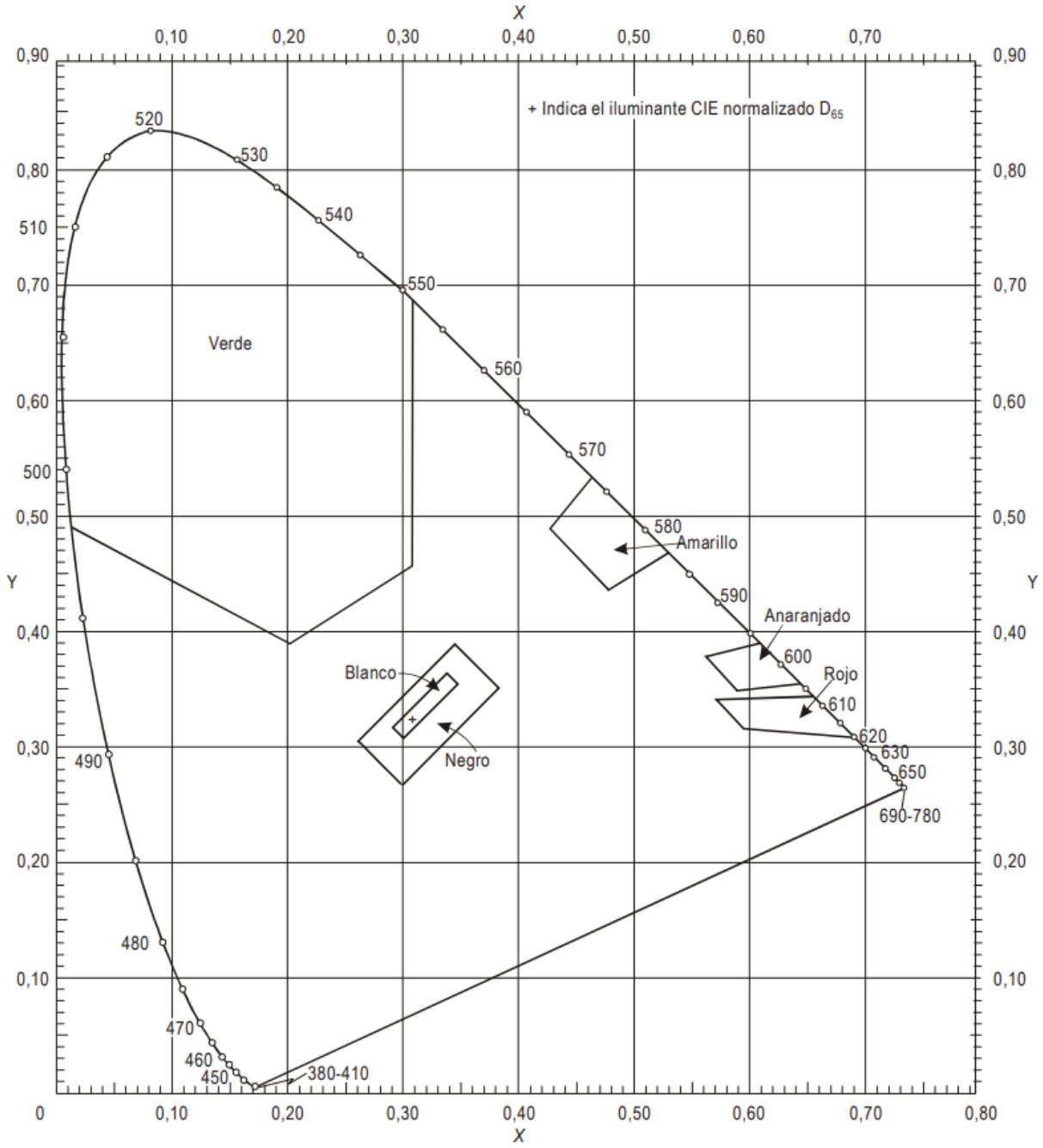


Figura A1-2. Colores ordinarios para las señales y los letreros y tableros con iluminación externa

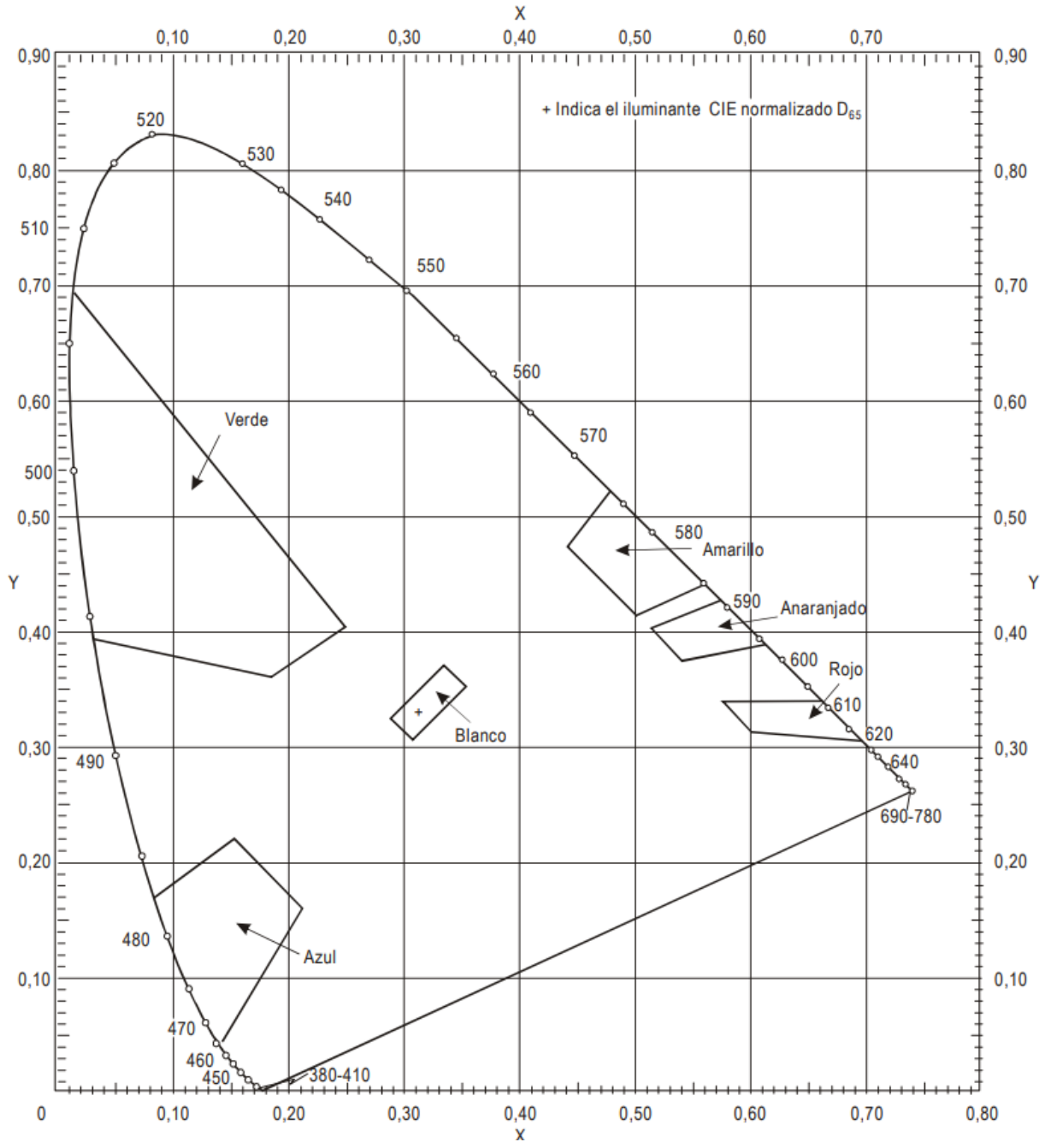


Figura A1-3. Colores de los materiales retrorreflectantes para las señales, letreros y tableros

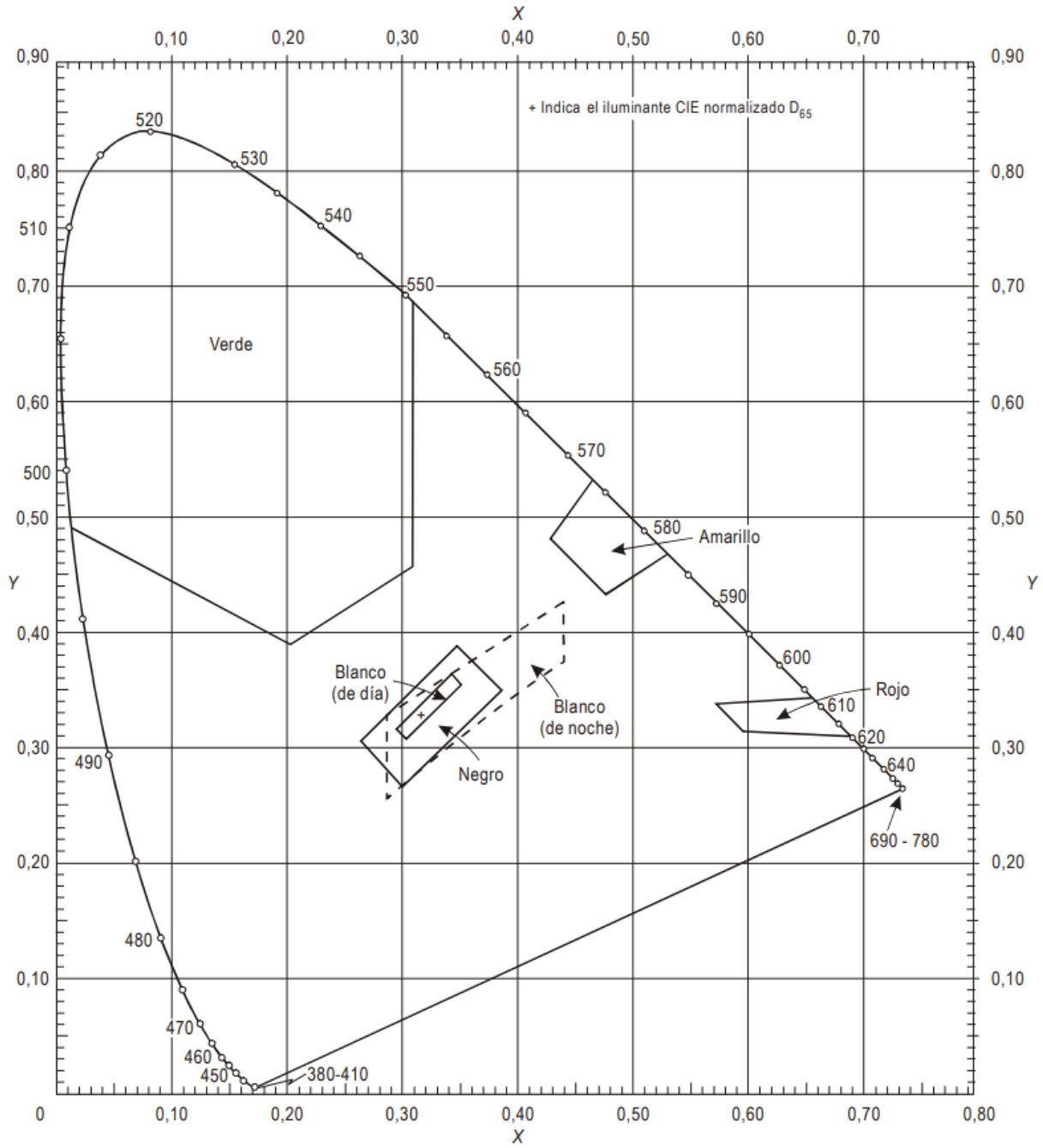
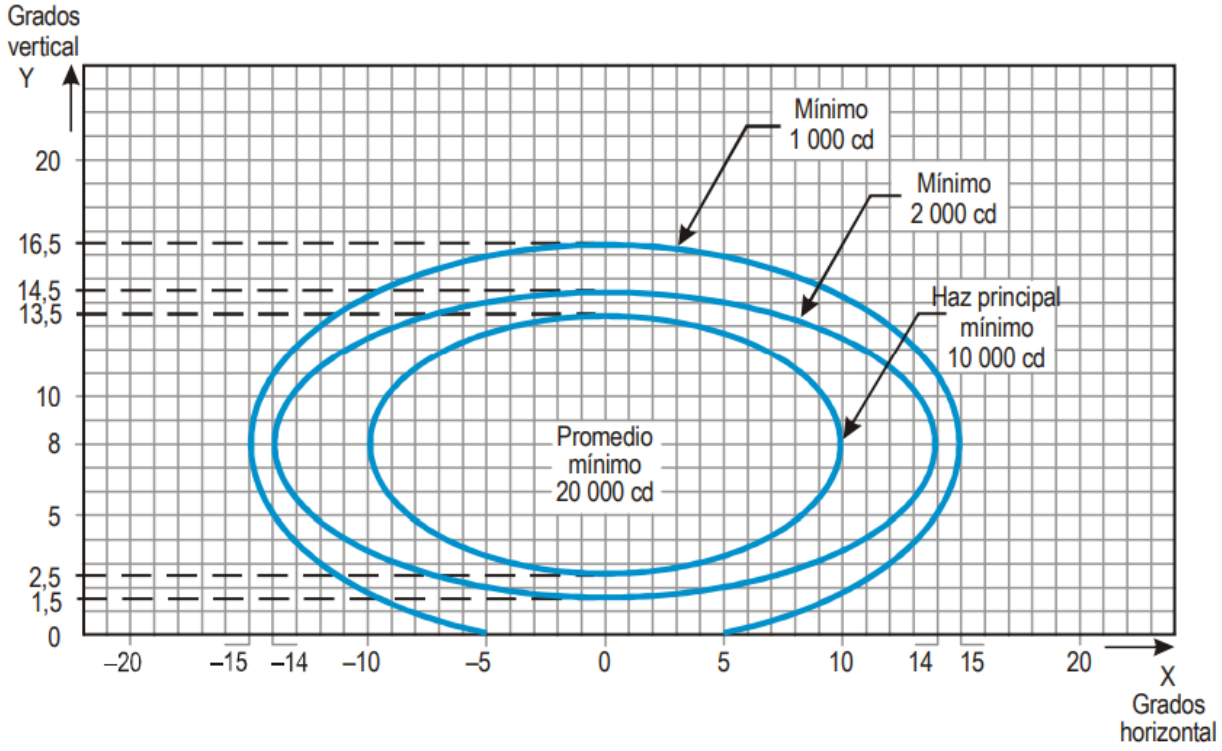


Figura A1-4. Colores de los letreros y tableros transiluminados (iluminación interna) o luminiscentes

APÉNDICE 2. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUCES AERONÁUTICAS DE SUPERFICIE



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	10	14	15
b	5,5	6,5	8,5

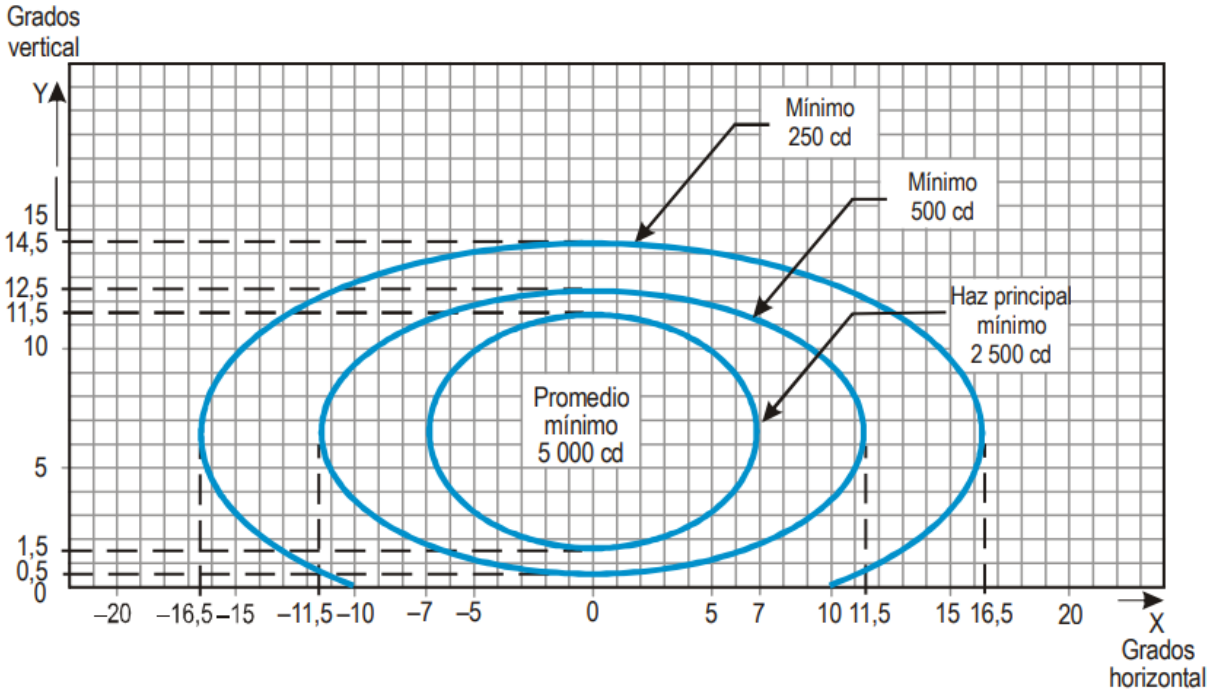
2. Los ángulos de reglaje de las luces en sentido vertical serán tales que el haz principal satisfaga las condiciones siguientes de cobertura en el plano vertical:

distancia al umbral	cobertura vertical del haz principal
del umbral a 315 m	0.0° — 11°
316 m a 475 m	0,5° — 11,5°
476 m a 640 m	1,5° — 12,5°
641 m y más	2,5° — 13,5° (según la figura)

3. Las luces de las barreras transversales a más de 22,5 m del eje tendrán una convergencia de 2º. Las demás luces estarán en una paralela al eje de la pista.

4. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-1. Diagrama de isocandelas para las luces de eje y barras transversales de aproximación (luz blanca)



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	7,0	11,5	16,5
b	5,0	6,0	8,0

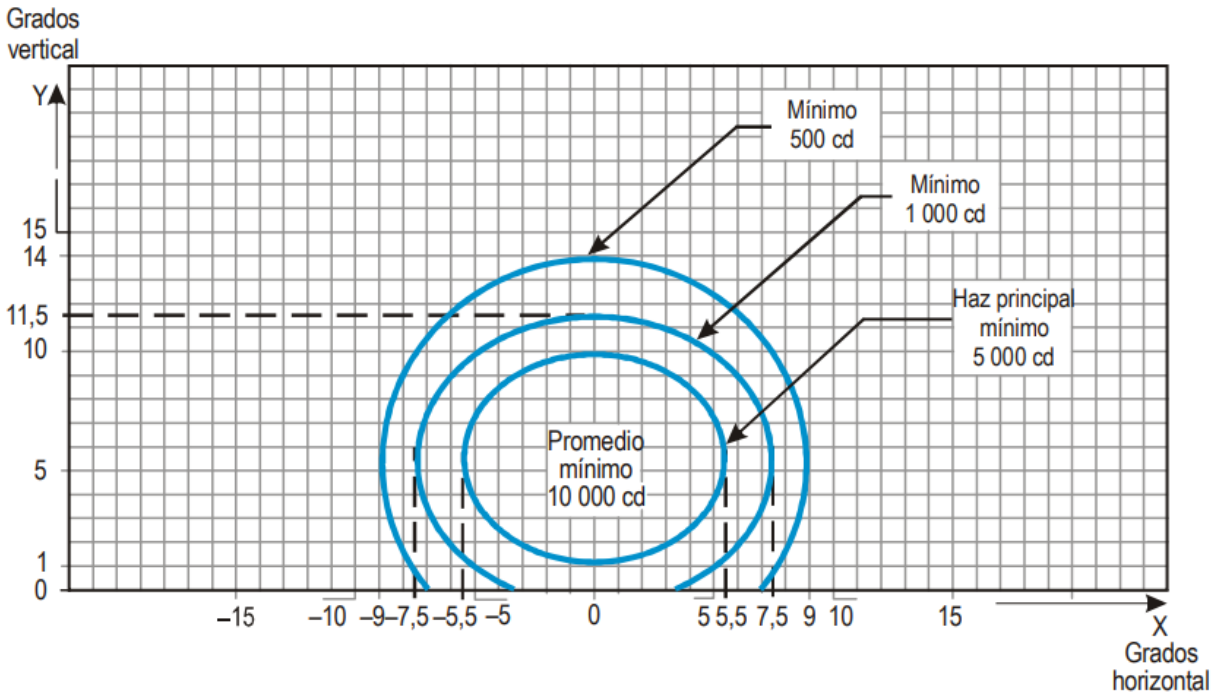
2. Convergencia de 2º

3. Los ángulos de reglaje de las luces en sentido vertical serán tales que el haz principal satisfaga las siguientes condiciones de cobertura en el plano vertical:

distancia al umbral	cobertura vertical del haz principal
del umbral a 115 m	0,5° — 10,5°
116 m a 215 m	1° — 11°
216 m y más	1,5° — 11,5° (según la figura)

4. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-2. Diagrama de isocandelas para las luces de la fila lateral de aproximación (luz roja)



Notas:

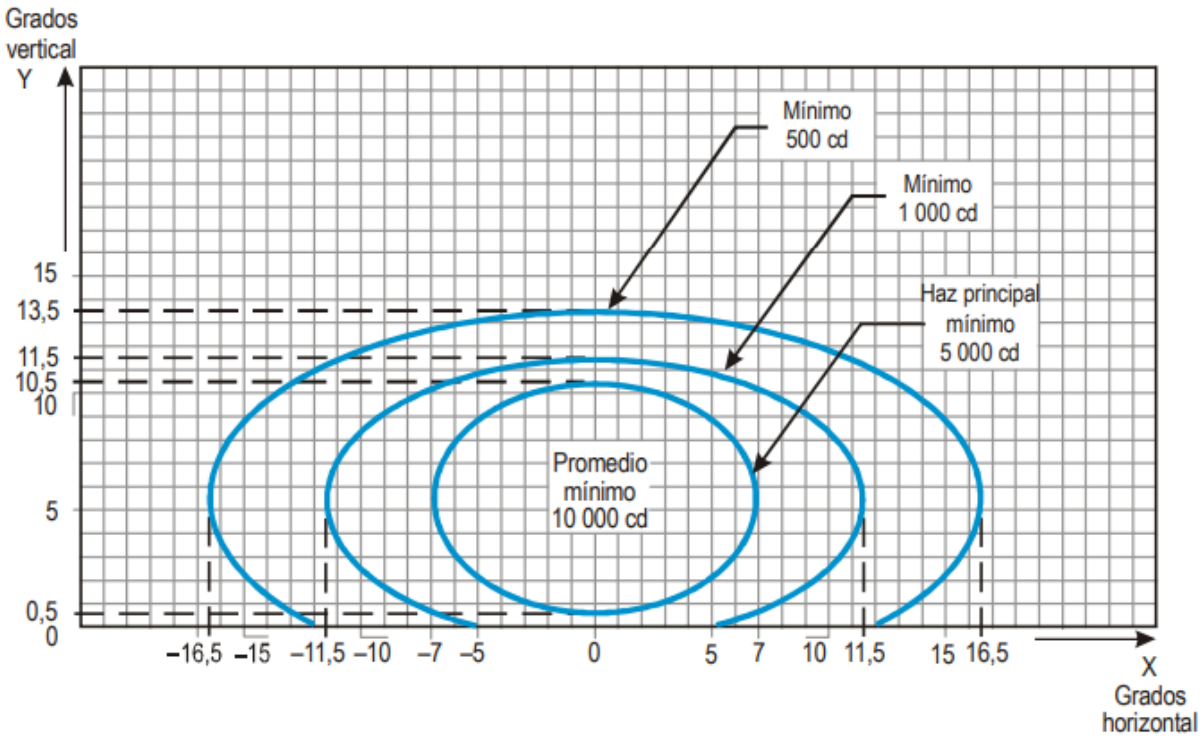
1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	5,5	7,5	9,0
b	4,5	6,0	8,5

2. Convergencia de 3,5º

3. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-3. Diagrama de isocandelas para las luces de umbral (luz verde)



Notas:

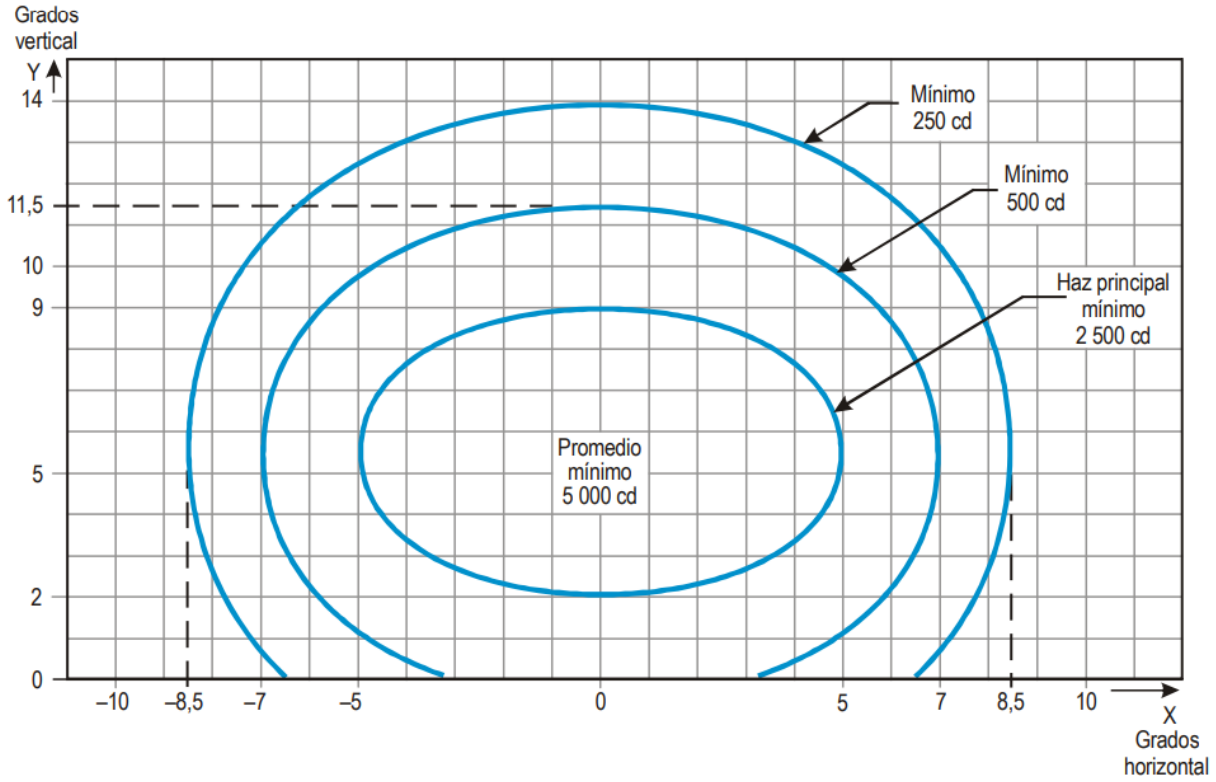
1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	7,0	11,5	16,5
b	5,0	6,0	8,0

2. Convergencia de 2º

3. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-4. Diagrama de isocandelas para las luces de barra de ala de umbral (luz verde)



Notas:

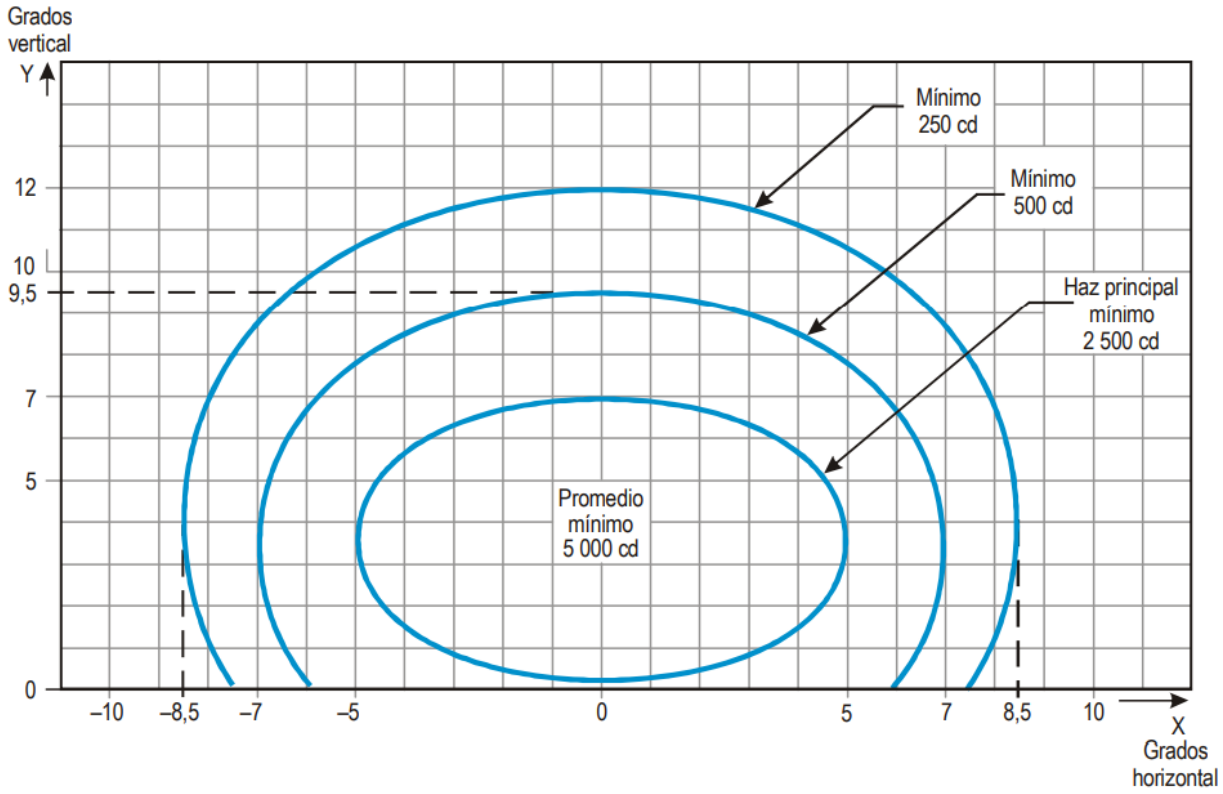
1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	5,0	7,0	8,5
b	3,5	6,0	8,5

2. Convergencia de 4º

3. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-5. Diagrama de isocandelas para las luces de toma de contacto (luz blanca)



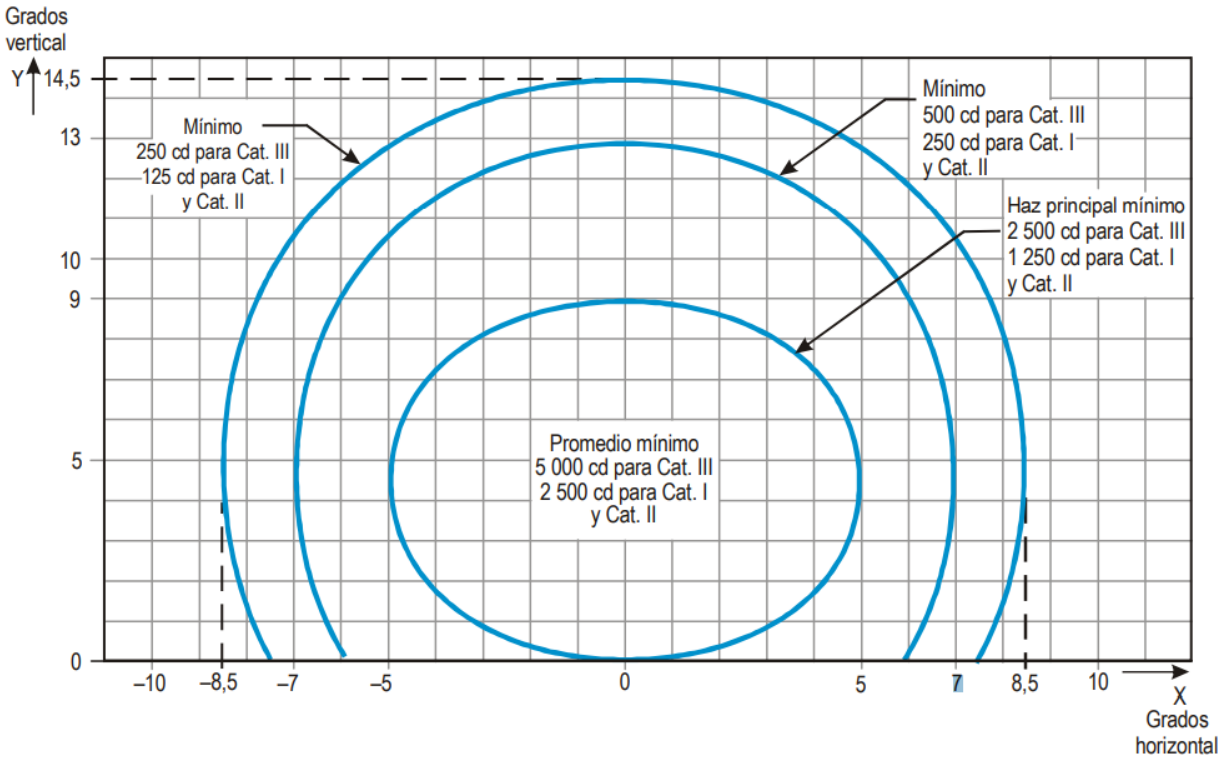
Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	5,0	7,0	8,5
b	3,5	6,0	8,5

2. Convergencia de 4º
3. Para las luces amarillas, multiplíquense los valores por 0,40.
4. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-6. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de pista con espaciado longitudinal de 30 m (luz blanca) y luces indicadoras de calle de salida rápida (luz amarilla)



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

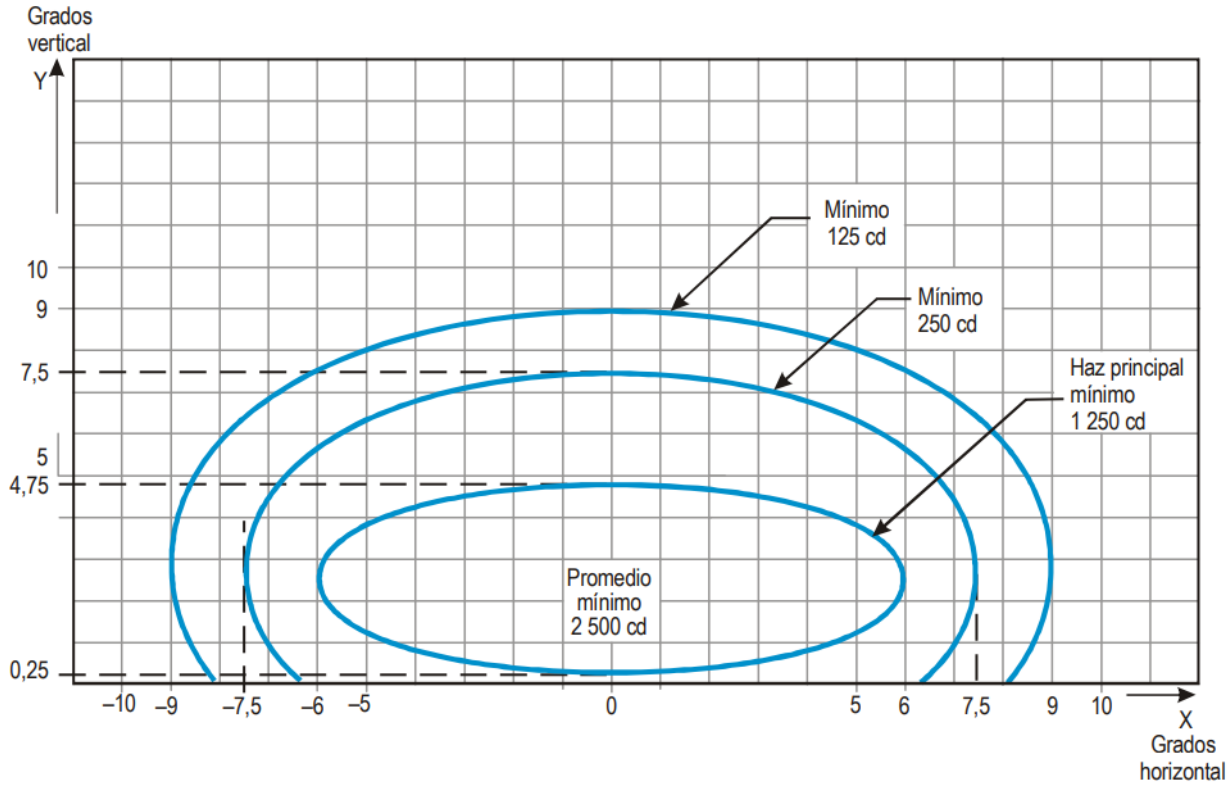
a	5,0	7,0	8,5
b	4,5	8,5	10

2. Para las luces rojas, multiplíquense los valores por 0,15.

3. Para las luces amarillas, multiplíquense los valores por 0,40..

4. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-7. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de pista con espaciado longitudinal de 15 m (luz blanca) y luces indicadoras de calle de salida rápida (luz amarilla)



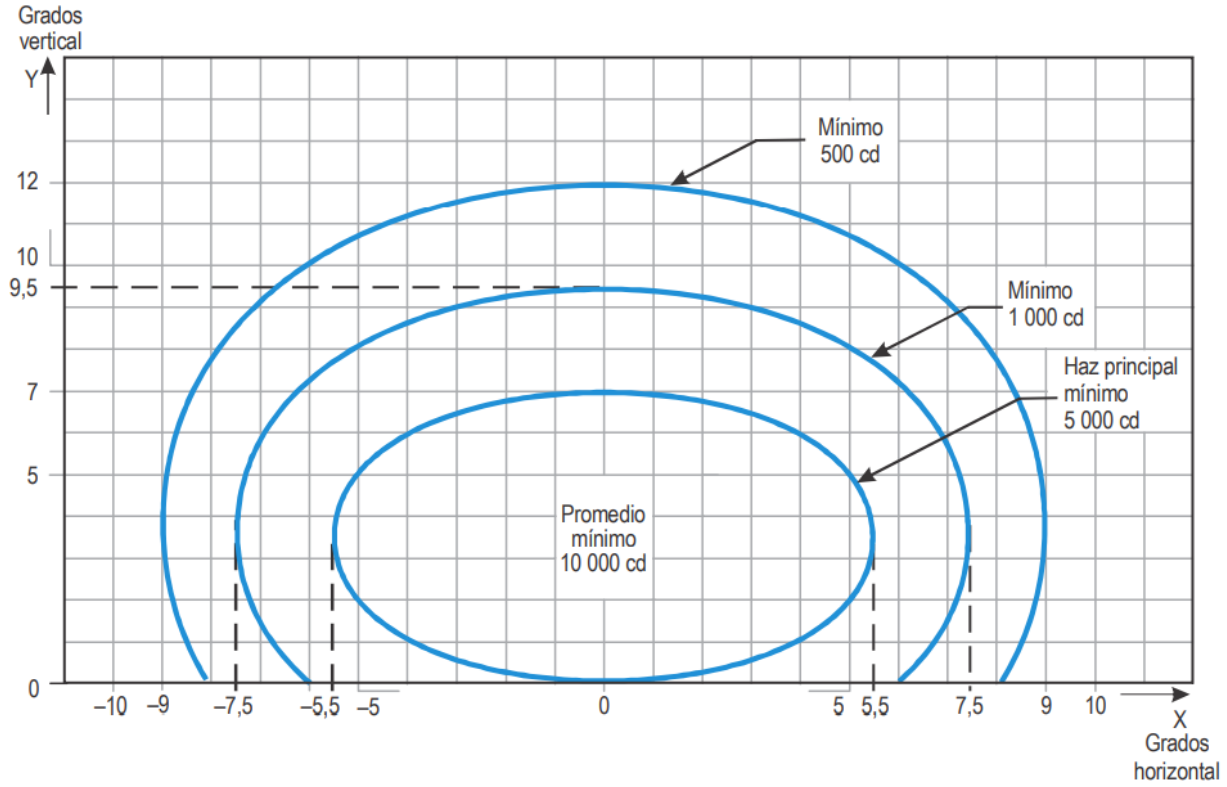
Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	6,0	7,5	9,0
b	2,25	5,0	6,5

2. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-8. Diagrama de isocandelas para las luces de extremo de pista (luz roja)



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	5,5	7,5	9,0
b	3,5	6,0	8,5

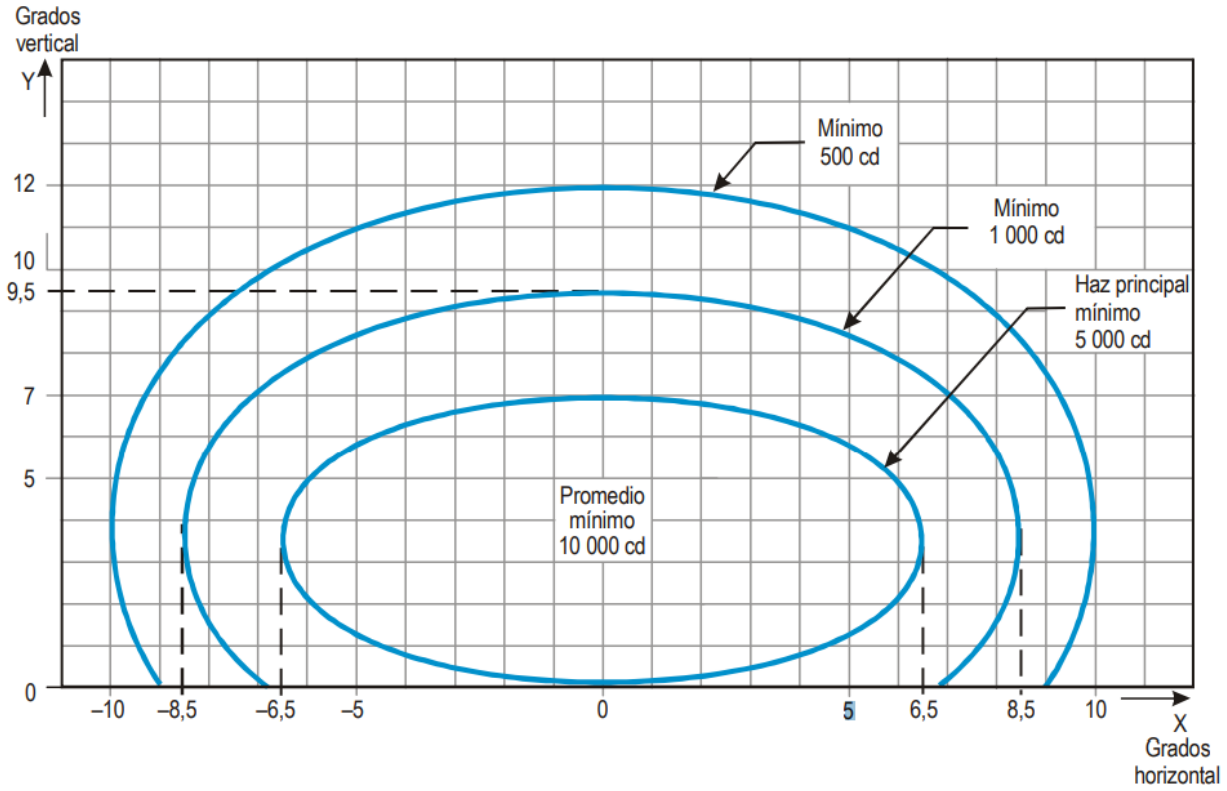
2. Convergencia de 3,5º

3. Para las luces rojas, multiplíquense los valores por 0,15.

4. Para las luces amarillas, multiplíquense los valores por 0,40.

5. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-9. Diagrama de isocandelas para las luces de borde de pista cuando la anchura de la pista es de 45 m (luz blanca)



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	6,5	8,5	10,0
b	3,5	6,0	8,5

2. Convergencia de 4,5º

3. Para las luces rojas, multiplíquense los valores por 0,15.

4. Para las luces amarillas, multiplíquense los valores por 0,40.

5. Véanse las notas a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-10. Diagrama de isocandelas para las luces de borde de pista cuando la anchura de la pista es de 60 m (luz blanca)

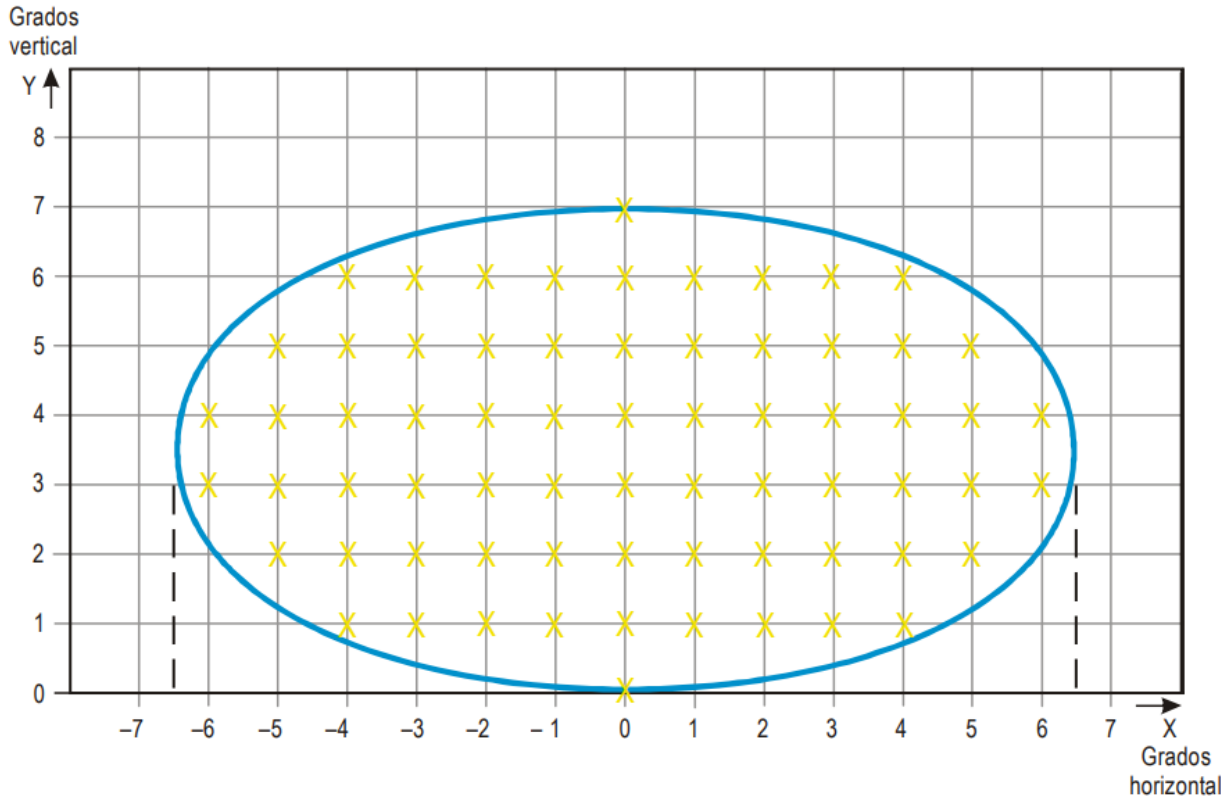


Figura A2-11. Puntos de cuadrícula para el cálculo de la intensidad media de luces de aproximación y de pista

Notas comunes a las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26

1. Las elipses de cada figura son simétricas con respecto a los ejes comunes vertical y horizontal.

2. En las Figuras A2-1 a A2-10 se indican las intensidades mínimas admisibles de las luces. La intensidad media del haz principal se calcula estableciendo puntos de cuadrícula según lo indicado en la Figura A2-11 y utilizando los valores de la intensidad medidos en todos los puntos de cuadrícula del interior y del perímetro de la elipse que representa el haz principal.

El valor medio es la media aritmética de las intensidades luminosas medidas en todos los puntos de cuadrícula considerados.

3. En el diagrama de haz principal no se aceptan desviaciones cuando el soporte de las luces esté adecuadamente orientado.

4. Razón media de intensidades. La razón entre la intensidad media dentro de la elipse que define el haz principal de una nueva luz característica y la intensidad media del haz principal de una nueva luz de borde de pista será la siguiente:

Figura A2-1	Eje de aproximación y barras transversales	de 1,5 a 2,0 (luz blanca)
Figura A2-2	Fila lateral de aproximación	de 0,5 a 1,0 (luz roja)
Figura A2-3	Umbral	de 1,0 a 1,5 (luz verde)
Figura A2-4	Barra de ala de umbral	de 1,0 a 1,5 (luz verde)
Figura A2-5	Zona de toma de contacto	de 0,5 a 1,0 (luz blanca)
Figura A2-6	Eje de pista (espaciado longitudinal de 30 m)	de 0,5 a 1,0 (luz blanca)
Figura A2-7	Eje de pista (espaciado longitudinal de 15 m)	de 0,5 a 1,0 para CAT III (luz blanca) de 0,25 a 0,5 para CAT I, II (luz blanca)
Figura A2-8	Extremo de pista	de 0,25 a 0,5 (luz roja)
Figura A2-9	Borde de pista (pista de 45 m de anchura)	1,0 (luz blanca)
Figura A2-10	Borde de pista (pista de 60 m de anchura)	1,0 (luz blanca)

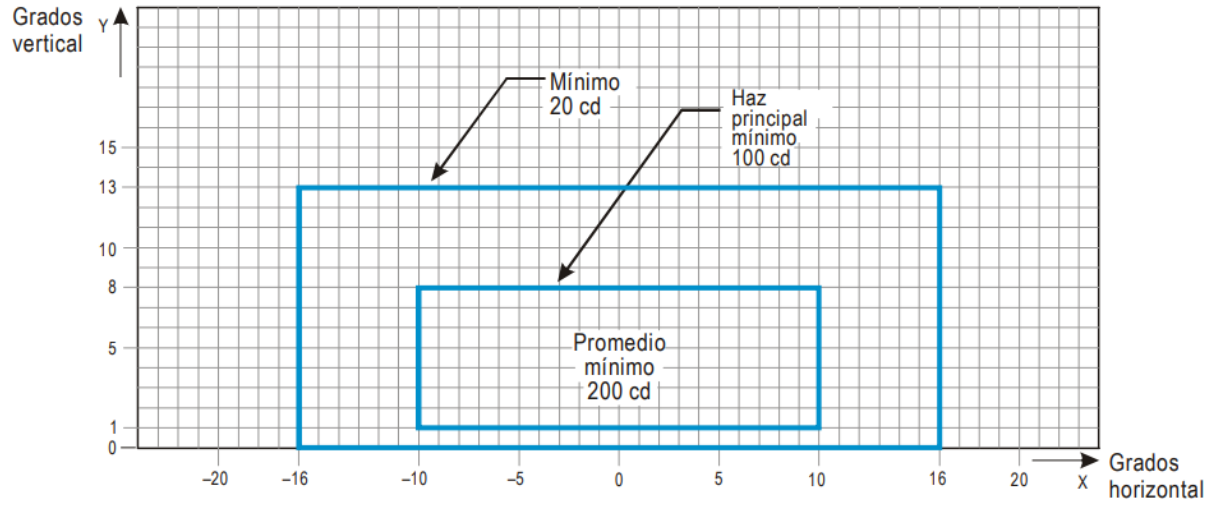
5. Las coberturas de haz en las figuras proporcionan la guía necesaria para aproximaciones cuando el alcance visual en la pista RVR disminuye a valores del orden de 150 m y para despegues cuando el RVR disminuye hasta valores del orden de 100 m.

6. Los ángulos horizontales se miden respecto al plano vertical que contiene el eje de pista. Para luces distintas a las luces de eje, el sentido hacia el eje de pista se considera positivo. Los ángulos verticales se miden respecto al plano horizontal.

7. Cuando las luces de ejes de aproximación, barras transversales y luces de fila lateral de aproximación sean empotradas en lugar de elevadas, p. ej., en una pista con umbral desplazado, los requisitos de intensidad pueden satisfacerse instalando dos o tres armaduras (de menor intensidad) en cada posición.

8. El mantenimiento adecuado es importantísimo. La intensidad media nunca debería disminuir a valores por debajo del 50% de los indicados en las figuras, y las autoridades aeroportuarias deberían establecer como objetivo mantener un nivel de emisión de luz que se acerque al promedio de intensidad mínima especificada.

9. El elemento luminoso se instalará de forma que el haz principal esté alineado dentro de un margen de medio grado respecto al requisito especificado.



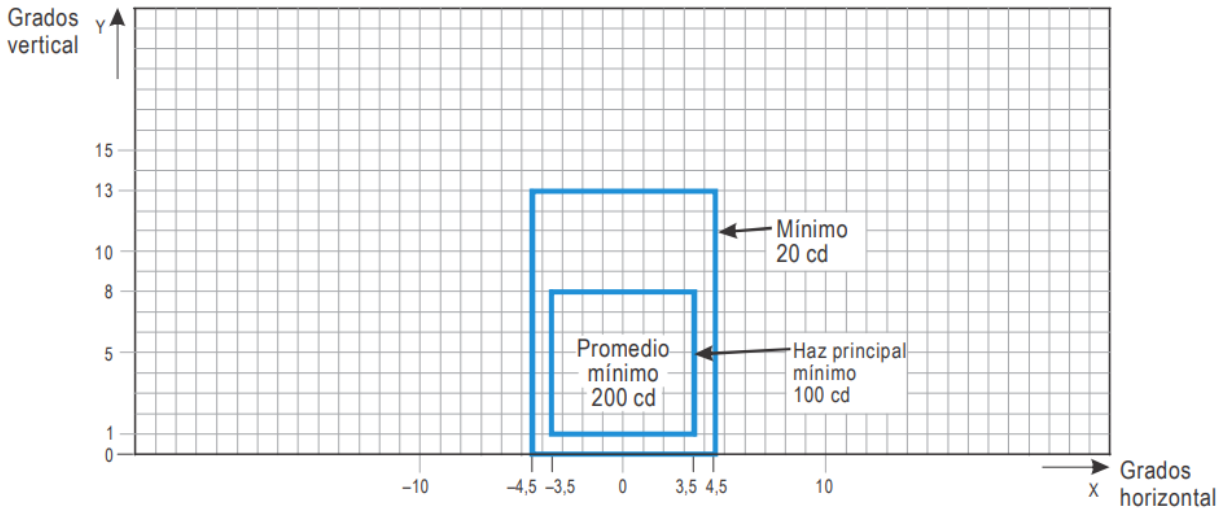
Notas:

1. En estas coberturas de haz se tiene en cuenta que el puesto de pilotaje puede estar desplazado del eje de la pista a una distancia del orden de 12 m y las luces se han previsto para ser utilizadas antes y después de la curva.

2. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

3. Las intensidades aumentadas para las luces de calle de rodaje de salida rápida de mayor intensidad, tal como se recomienda en 5.3.16.9, son cuatro veces las indicaciones correspondientes en la figura (es decir, 800 cd para el haz principal mínimo promedio).

Figura A2-12. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 15 m), REL, de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos rectos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m cuando pueda haber grandes desplazamientos y para luces de protección de pista de baja intensidad, configuración B.

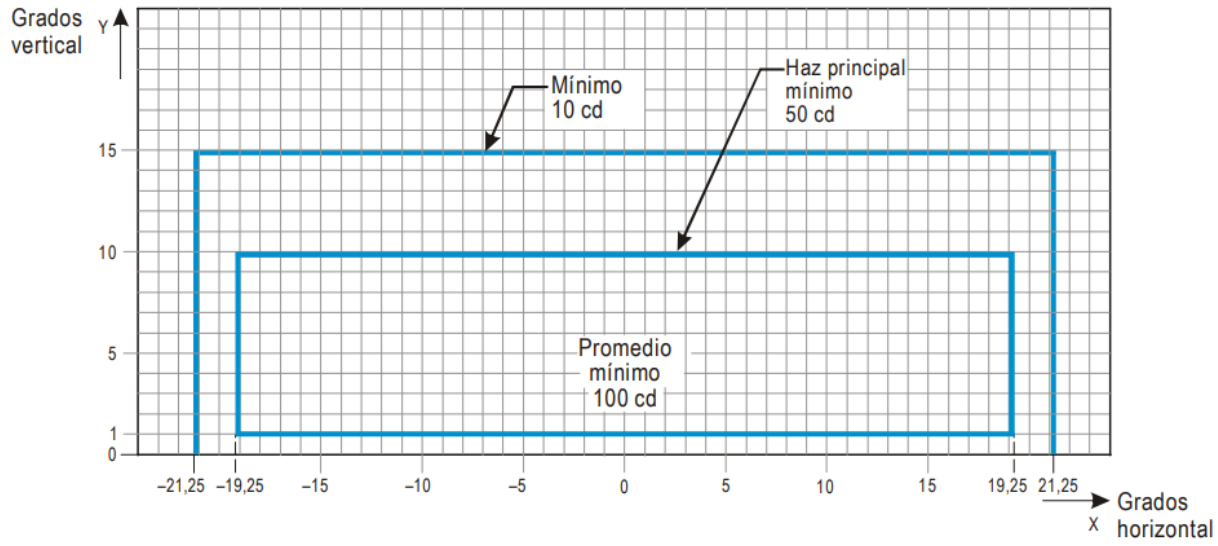


Notas:

1. Estas coberturas de haz son generalmente satisfactorias y se ha tenido en cuenta un desplazamiento normal del puesto de pilotaje de aproximadamente 3 m con respecto al eje.

2. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21

Figura A2-13. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 15 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos rectos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m



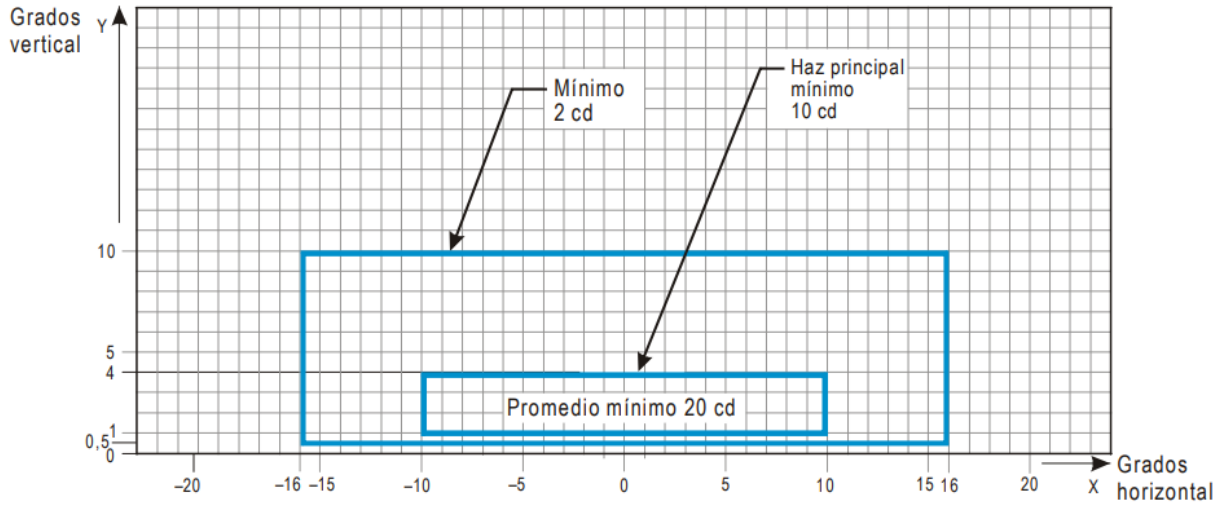
Notas:

1. Las luces en las curvas tendrán una convergencia de 15,75º respecto a la tangente a la curva. Esto no se aplica a las luces de entrada a la pista (REL).

2. Las intensidades aumentadas para las REL serán dos veces las intensidades especificadas, es decir, mínimo 20 cd, haz principal mínimo 100 cd, y promedio mínimo 200 cd.

3. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-14. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 7,5 m), REL, de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos curvos para ser utilizado en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m



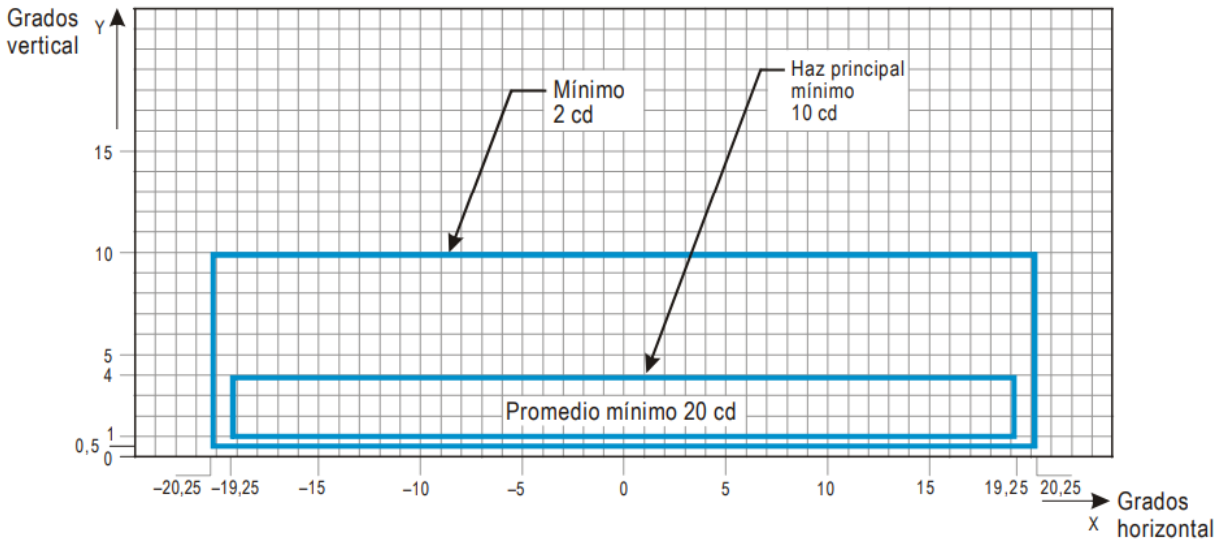
Notas:

1. En los lugares en que se presenta comúnmente luminancia de fondo y donde la disminución del rendimiento luminoso provocada por el polvo, la nieve y la contaminación local constituye un factor importante, los valores cd deberían multiplicarse por 2,5.

2. Donde están emplazadas luces omnidireccionales, éstas satisfarán los requisitos de esta figura relativos al haz vertical.

3. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-15. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 30 m, 60 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos rectos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista de 350 m o superior



Notas:

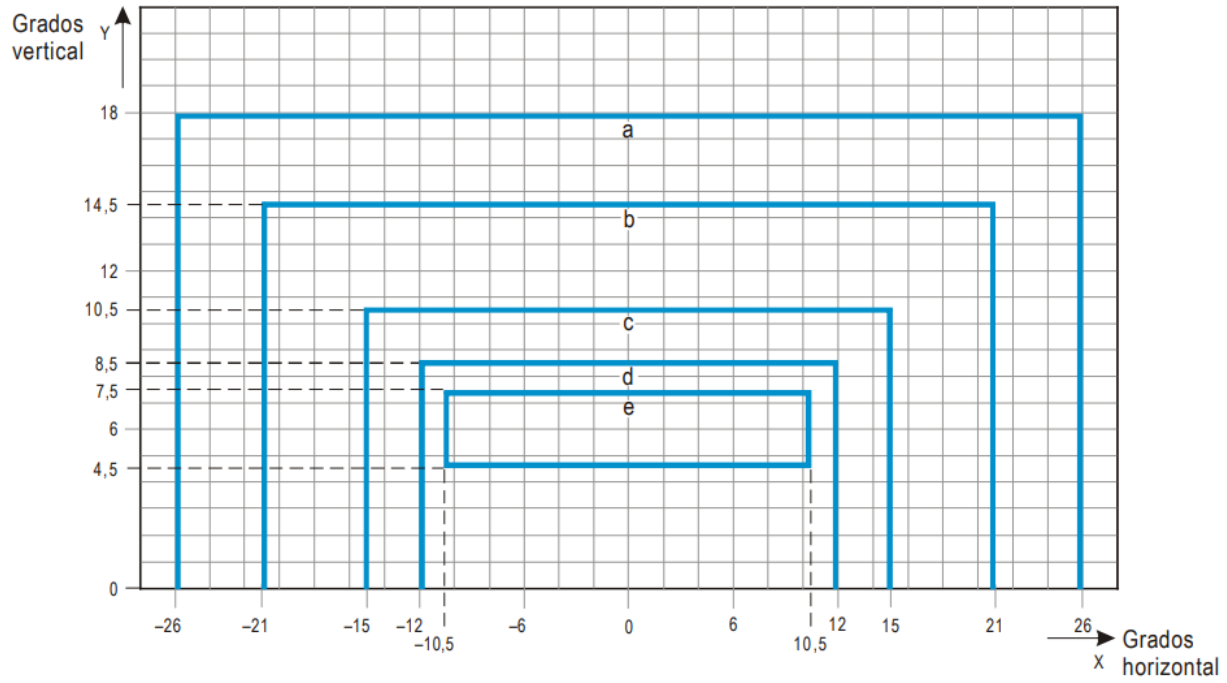
1. Las luces en las curvas con una convergencia de 15,75° respecto a la tangente a la curva.

2. En los lugares en que se presenta comúnmente luminancia de fondo y donde la disminución del rendimiento luminoso provocada por el polvo, la nieve y la contaminación local constituye un factor importante, los valores cd deberían multiplicarse por 2,5.

3. En estas coberturas de haz se tiene en cuenta que el puesto de pilotaje puede estar desplazado del eje por distancias del orden de 12 m, lo cual podría ocurrir al final de las curvas.

4. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-16. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 7,5 m, 15 m, 30 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos curvos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista de 350 m o superior



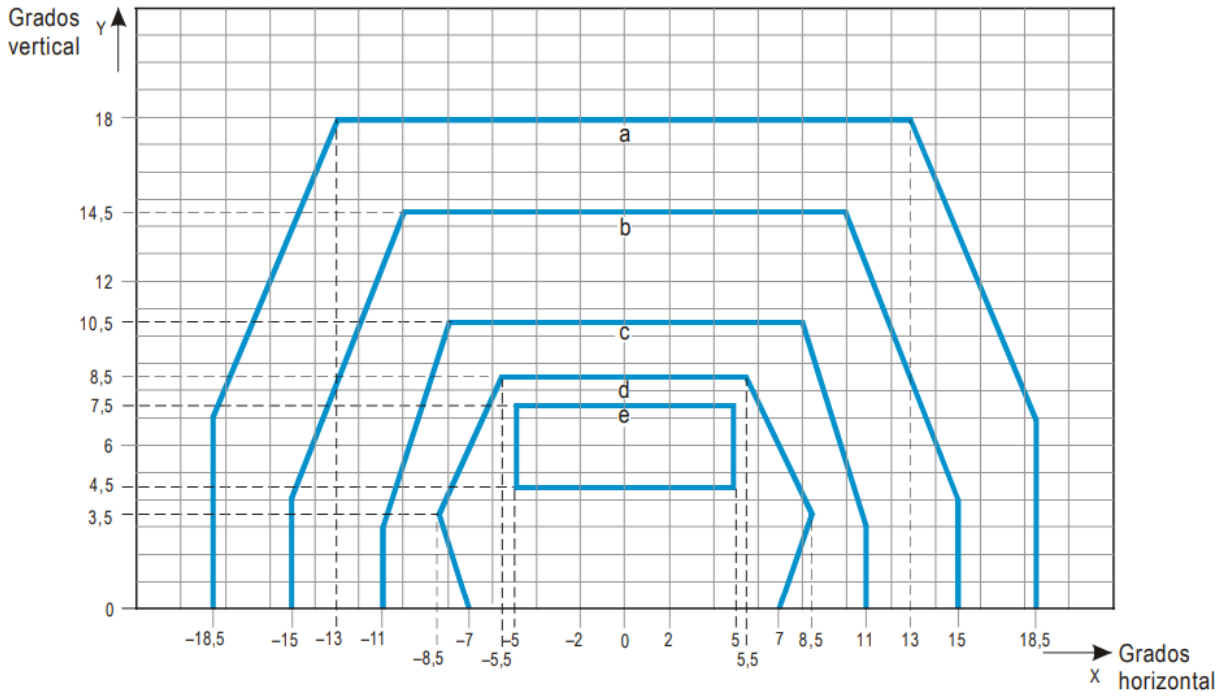
Curva	a	b	c	d	e
Intensidad (cd)	8	20	100	450	1800

Notas:

1. En estas coberturas de haz se tiene en cuenta que el puesto de pilotaje puede estar desplazado del eje por distancias del orden de 12 m, lo cual podría ocurrir al final de las curvas.

2. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-17. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de calle de rodaje (con espaciado de 15 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada de alta intensidad en tramos rectos, previstas para ser utilizadas en un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie, en el que se requieran intensidades luminosas más elevadas y cuando puedan producirse grandes desplazamientos



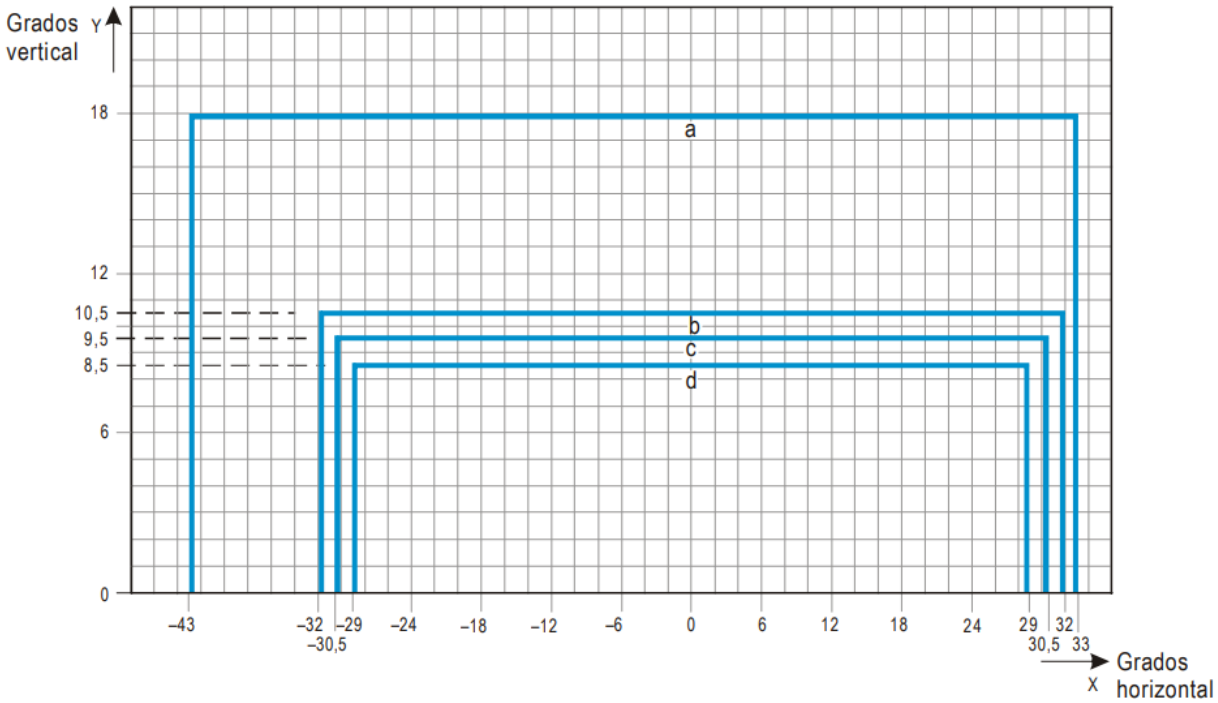
Curva	a	b	c	d	e
Intensidad (cd)	8	20	100	450	1800

Notas:

1. Estas coberturas de haz son generalmente satisfactorias y se ha tenido en cuenta un desplazamiento normal del puesto de pilotaje cuando la rueda exterior del tren principal está sobre el borde de la calle de rodaje.

2. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-18. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de calle de rodaje (con espaciado de 15 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada de alta intensidad en tramos rectos, previstas para ser utilizadas en un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie, en el que se requieran intensidades luminosas más elevadas.



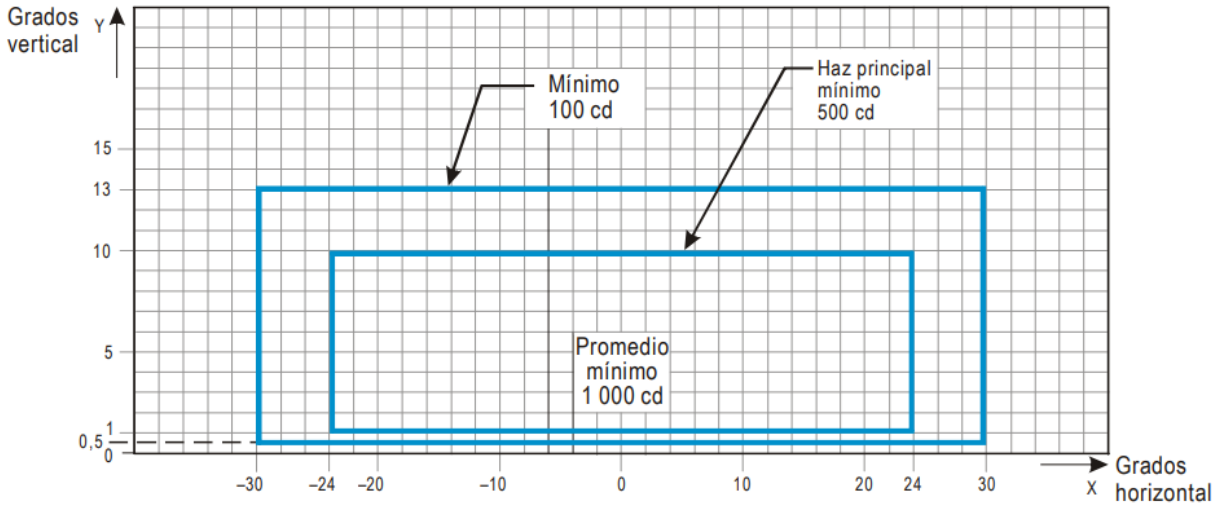
Curva	a	b	c	d
Intensidad (cd)	8	100	200	400

Notas:

1. Las luces en las curvas con una convergencia de 17° respecto a la tangente a la curva.

2. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-19. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de calle de rodaje (con espaciado de 7,5 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada de alta intensidad en tramos curvos, previstas para ser utilizadas en un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie, en el que se requieran intensidades luminosas más elevadas.



Notas:

3. Las luces en las curvas con una convergencia de 17° respecto a la tangente a la curva.

4. Véanse las notas a las Figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-20. Diagrama de isocandelas para las luces de protección de pista de alta intensidad, configuración B.

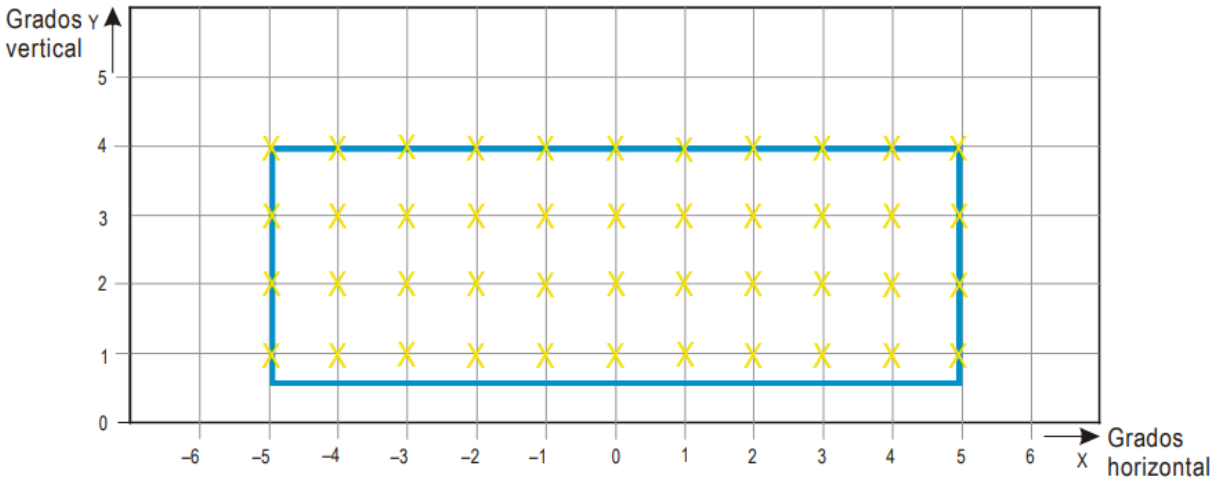


Figura A2-21. Puntos de cuadrícula para el cálculo de la intensidad media de luces de eje de calle de rodaje y de luces de barra de parada

Notas comunes a las Figuras A2-12 a A2-21

1. Las intensidades especificadas en las Figuras A2-12 a A2-20 corresponden a las luces de colores verde y amarillo para luces de eje de calle de rodaje, las de color amarillo para las luces de protección de pista y las de color rojo para luces de barra de parada.

2. En las Figuras A2-12 a A2-20 se indican las intensidades mínimas admisibles de las luces. La intensidad media del haz principal se calcula estableciendo puntos de cuadrícula según lo indicado en la Figura A2-21 y utilizando los valores de la intensidad medidos en todos los puntos de cuadrícula del interior y del perímetro del rectángulo que representa el haz principal. El valor medio es la medida aritmética de las intensidades luminosas medidas en todos los puntos de cuadrícula considerados.

3. En el haz principal o en el haz más interior, según sea aplicable, no se aceptan desviaciones cuando el soporte de las luces esté adecuadamente orientado.

4. Los ángulos horizontales se miden respecto al plano vertical que contiene el eje de la calle de rodaje, excepto en las curvas en las que se miden respecto a la tangente a la curva.

5. Los ángulos verticales se miden respecto a la pendiente longitudinal de la superficie de la calle de rodaje.

6. El mantenimiento adecuado es importantísimo. La intensidad, ya sea la media donde sea aplicable o la especificada en las correspondientes curvas isocandelas, nunca debería disminuir a valores por debajo del 50% de los indicados en las figuras, y las autoridades aeroportuarias deberían establecer como objetivo mantener un nivel de emisión de luz que se acerque al promedio de intensidad mínima especificada.

7. El elemento luminoso se instalará de forma que el haz principal o el más interior, según sea aplicable, esté alineado dentro de un margen de medio grado respecto al requisito especificado.

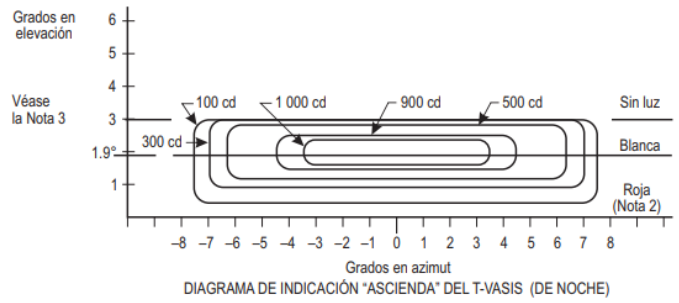


DIAGRAMA DE INDICACIÓN "ASCIENDA" DEL T-VASIS (DE NOCHE)

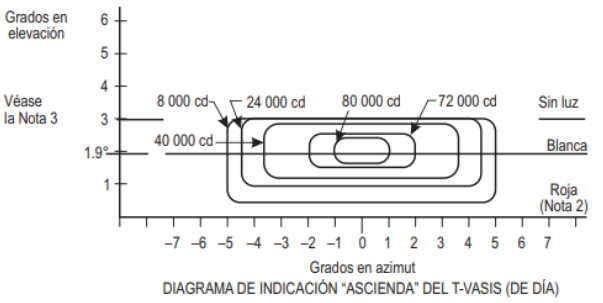


DIAGRAMA DE INDICACIÓN "ASCIENDA" DEL T-VASIS (DE DÍA)

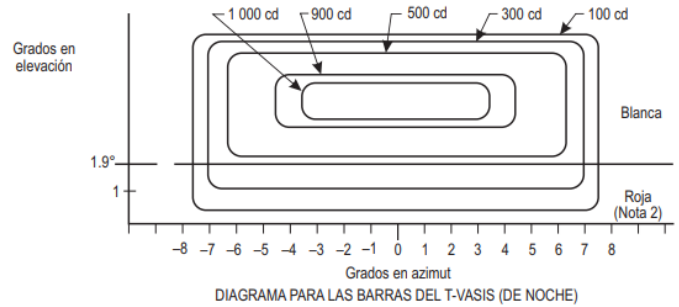


DIAGRAMA PARA LAS BARRAS DEL T-VASIS (DE NOCHE)

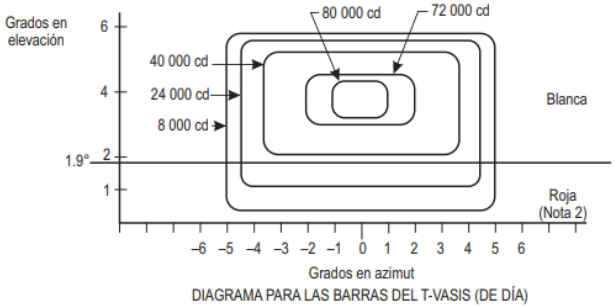


DIAGRAMA PARA LAS BARRAS DEL T-VASIS (DE DÍA)

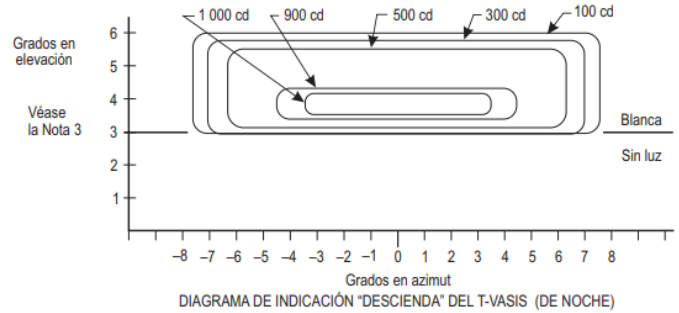


DIAGRAMA DE INDICACIÓN "DESCIENDA" DEL T-VASIS (DE NOCHE)

Nota 1.— Estas curvas se refieren a las intensidades mínimas de la luz blanca.

Nota 2.— La transmisividad de los filtros para todas las señales rojas es como mínimo del 15% a la temperatura de funcionamiento.

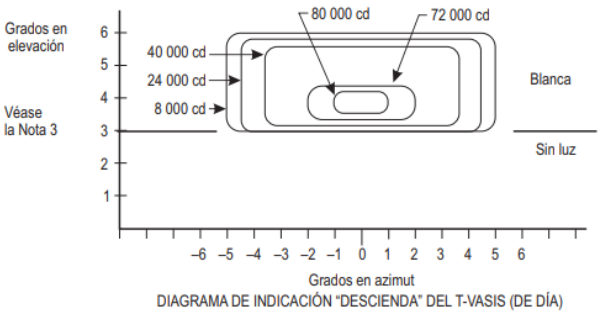
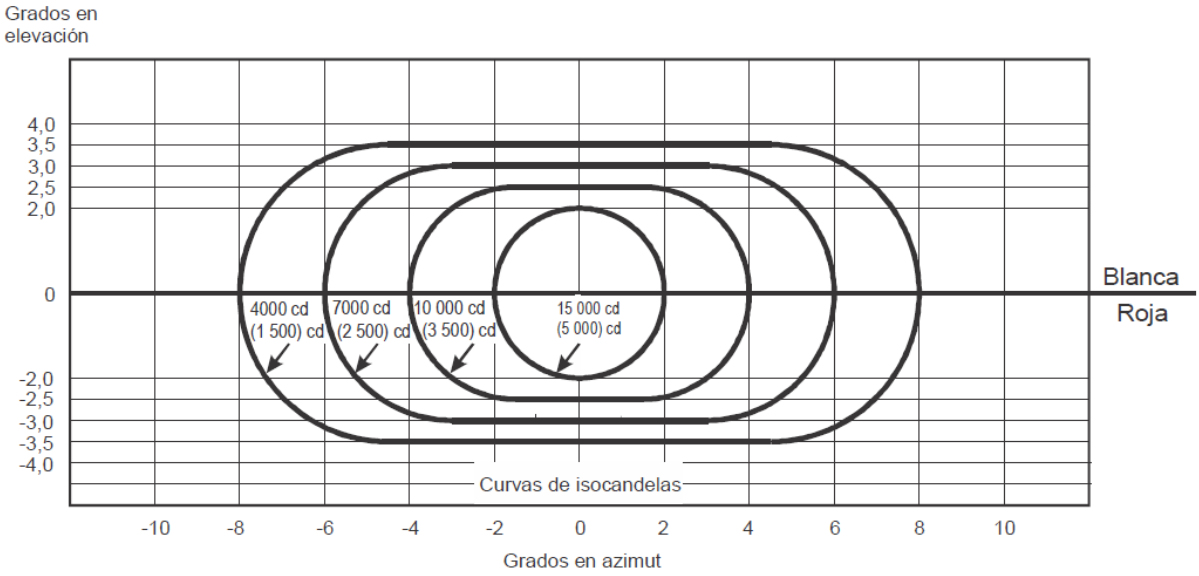


DIAGRAMA DE INDICACIÓN "DESCIENDA" DEL T-VASIS (DE DÍA)

Nota 3.— Para las operaciones del T-VASIS es esencial una transición abrupta en elevación de la luz blanca a "sin luz". Para los reglajes exactos en elevación, véase la Figura 5-18.

Figura A2-22. Distribución de la intensidad luminosa del T-VASIS y del AT-VASIS



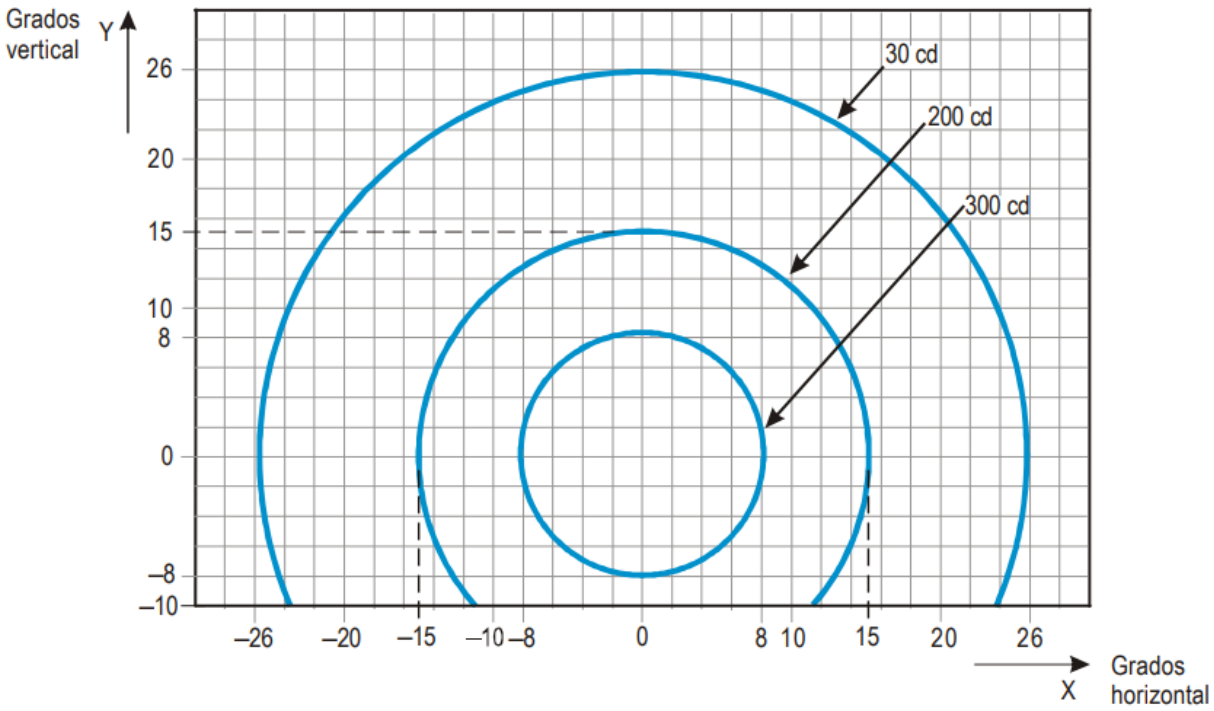
Notas:

1. Estas curvas se refieren a las intensidades mínimas de la luz roja.

2. El valor de la intensidad en el sector blanco del haz no será inferior a 2 veces la intensidad correspondiente del sector rojo y puede llegar a ser hasta 6,5 veces dicha intensidad.

3. Los valores de intensidad que se indican entre paréntesis se refieren al APAPI.

Figura A2-23. Distribución de la intensidad luminosa del PAPI y del APAPI

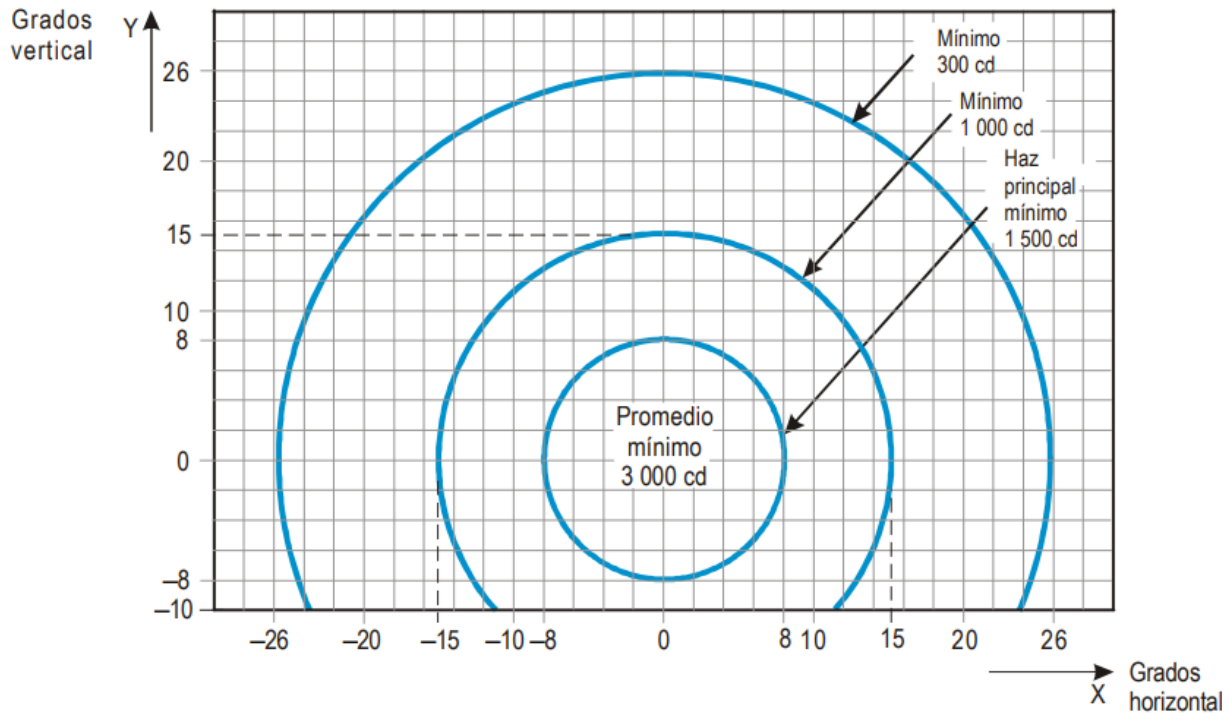


Notas:

1. Aunque las luces funcionan normalmente a destellos, la intensidad luminosa se especifica como si fueran lámparas incandescentes fijas.

2. Las intensidades especificadas son de luz amarilla.

Figura A2-24. Diagrama de isocandelas para cada lámpara en las luces de protección de pista de baja intensidad, configuración A

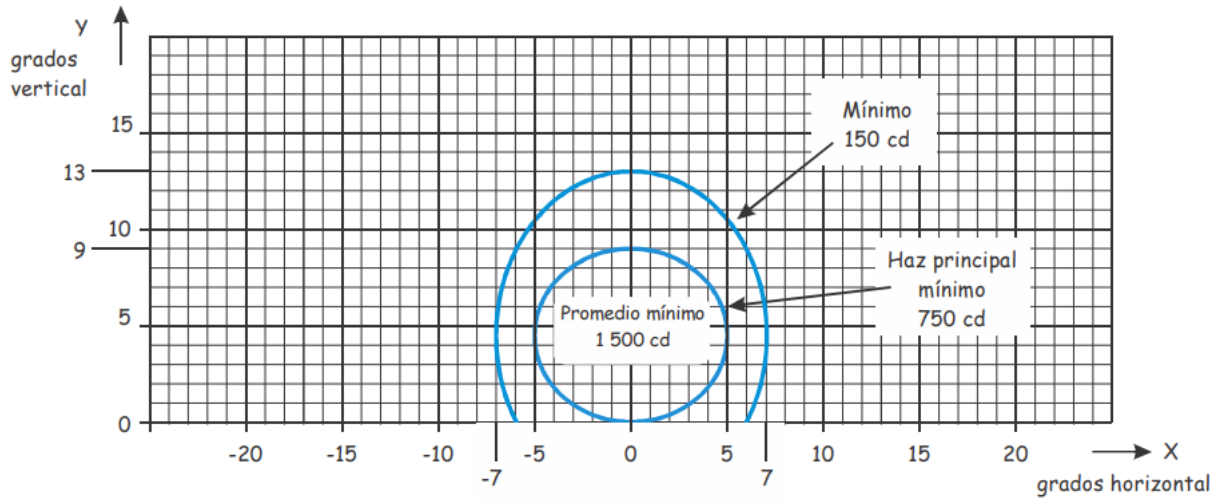


Notas:

1. Aunque las luces funcionan normalmente a destellos, la intensidad luminosa se especifica como si fueran luces incandescentes fijas.

2. Las intensidades especificadas son de luz amarilla.

Figura A2-25. Diagrama de isocandelas para cada lámpara en las luces de protección de pista de alta intensidad, configuración A



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	5,0	7,0
b	4,5	8,5

2. Véanse las notas para las Figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-26. Diagrama de isocandelas para luces de espera de despegue (THL) (luz roja)

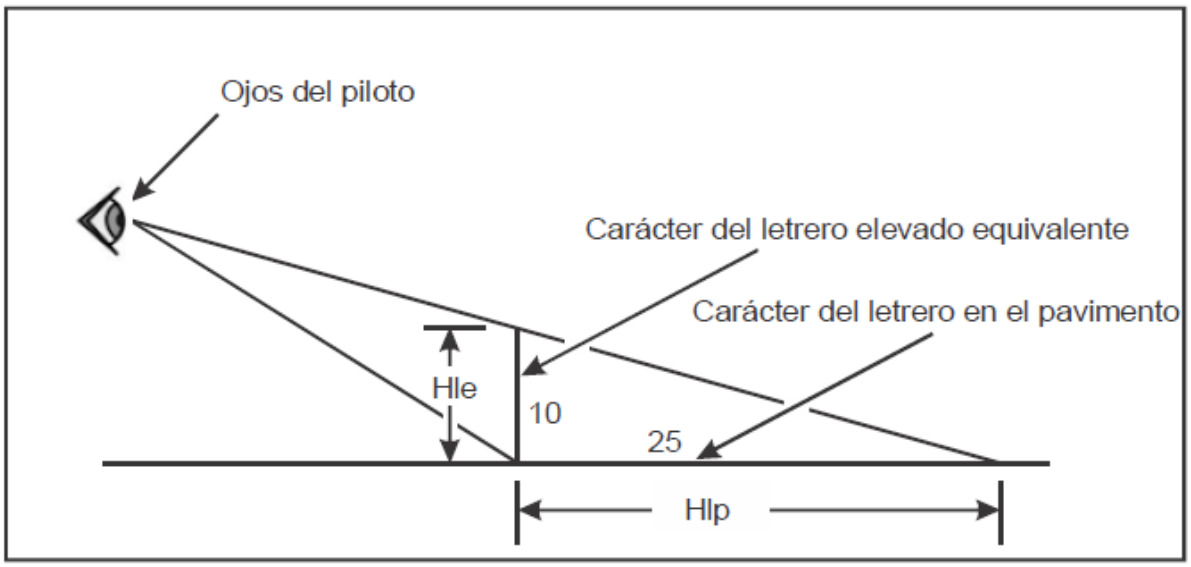
APÉNDICE 3. SEÑALES CON INSTRUCCIONES OBLIGATORIAS Y SEÑALES DE INFORMACIÓN

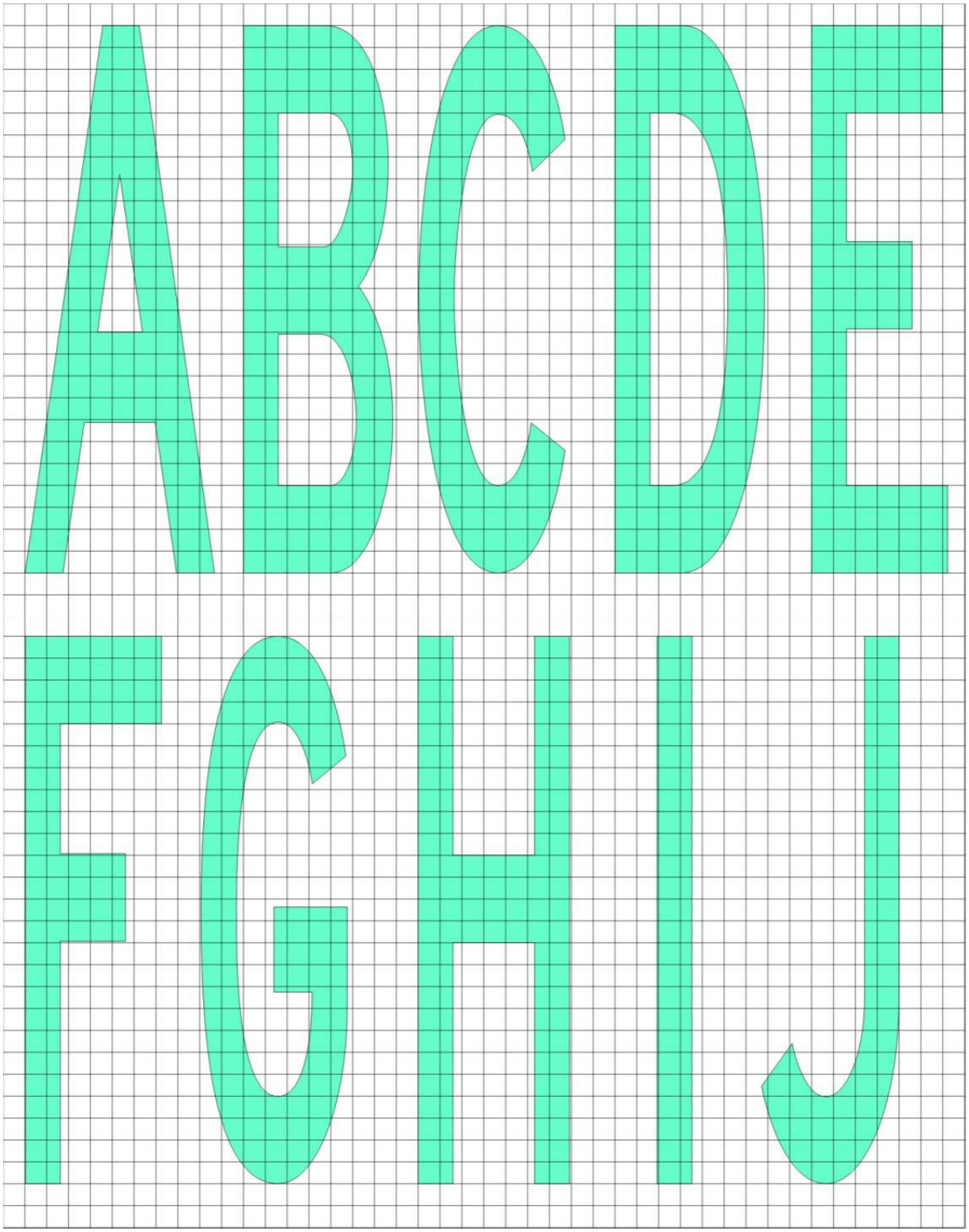
Nota 1.- Véase el Capítulo 5, Secciones 5.2.16 y 5.2.17, en relación con las especificaciones acerca de la aplicación, el emplazamiento y las características de las señales con instrucciones obligatorias y las señales de información.

Nota 2.- En el apéndice se ilustran detalladamente la forma y proporciones de las letras, números y símbolos de las señales con instrucciones obligatorias y las señales de información en una retícula.

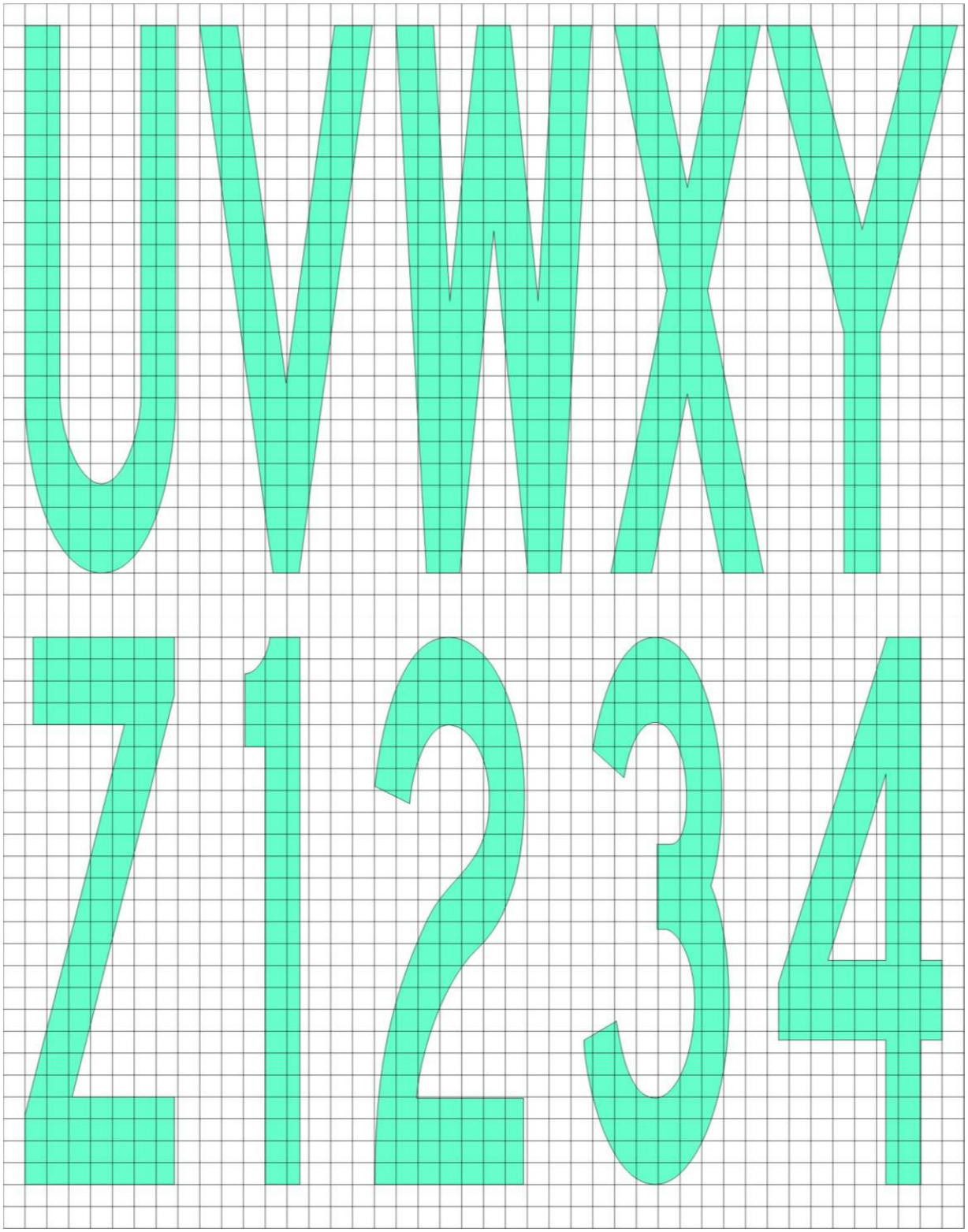
Note 3.- Las señales con instrucciones obligatorias y las señales de información en el pavimento se forman como si se tratara de una sombra proyectada, (es decir, prolongada), de los caracteres de un letrero elevado equivalente por un factor de 2,5 como se indica en la siguiente figura. Sin embargo, la proyección en sombra sólo afecta la dimensión vertical. Por consiguiente, la separación de los caracteres para las señales del pavimento se obtiene determinando primero la altura de los caracteres del letrero equivalente y estableciendo luego la proporción a partir de los valores de separación indicados en la Tabla A4-1.

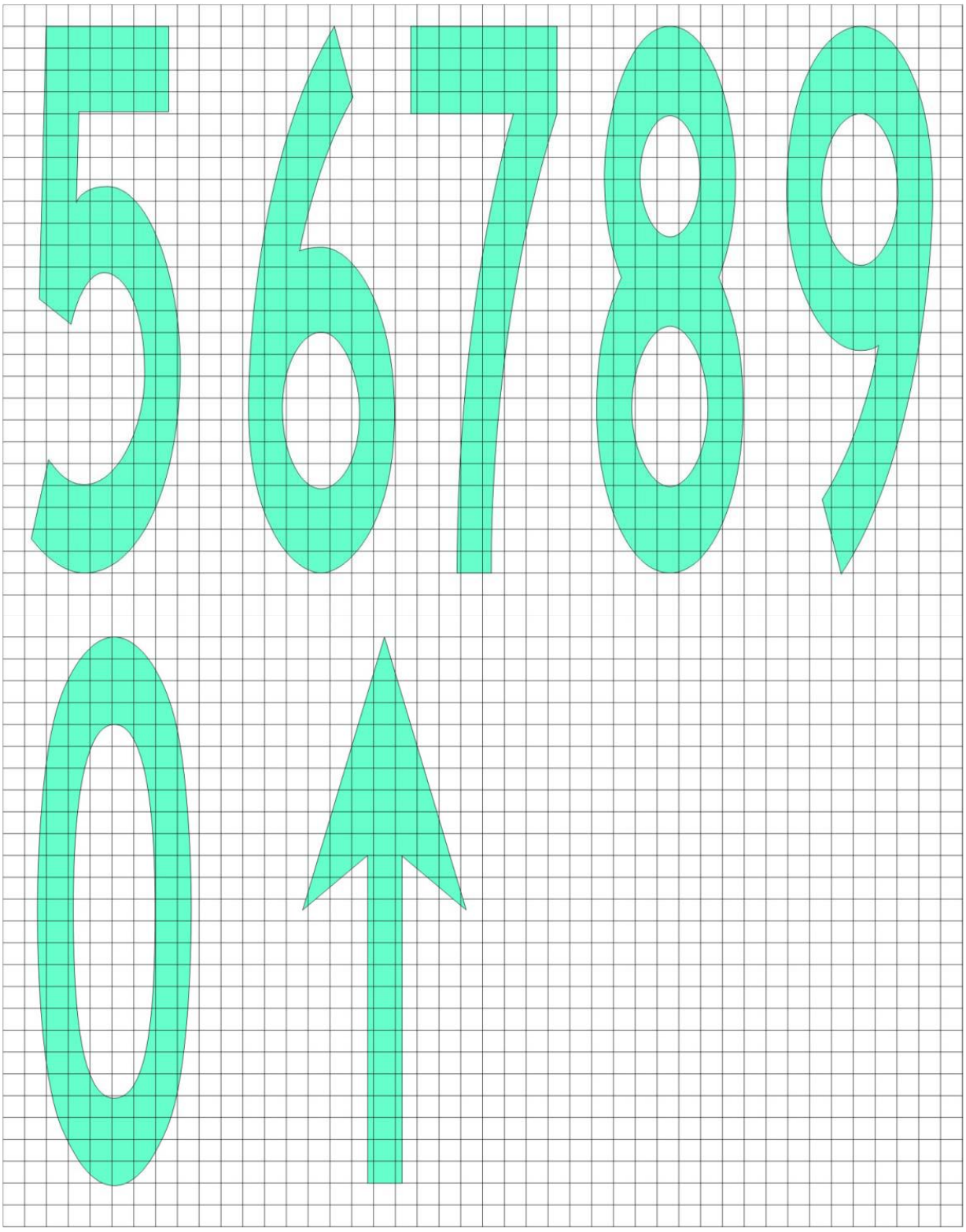
*Por ejemplo, para el caso del designador de pista "10" que ha de tener una altura de 4 000 mm (Hlp), la altura de los caracteres del letrero elevado equivalente es 4 000/2,5=1 600 mm (Hle). En la Tabla A4-1b) se indica de número a número el código 1 y según la Tabla A4-1c) para una altura de carácter de 400 mm este código tiene una dimensión de 96 mm. Por lo tanto, la separación de la señal del pavimento para "10" es (1 600/400)*96=384 mm*




ABCDE
FGHIJ


KLMNO
PQRST


UWXY
Z1234


5 6 7 8 9
0 1

APÉNDICE 4. REQUISITOS RELATIVOS AL DISEÑO DE LOS LETREROS DE GUÍA PARA EL RODAJE

Nota.- Véase el Capítulo 5, Sección 5.4, en relación con las especificaciones acerca de la aplicación, el emplazamiento y as características de los letreros.

1. La altura de la inscripción será de conformidad con la siguiente tabla.

Número de clave de la pista	Altura mínima de los caracteres		
	Letreros con instrucciones obligatorias	Letreros de información	
		Letreros de salida de pista y de pista libre	Otros letreros
1 ó 2	300 mm	300 mm	200 mm
3 ó 4	400 mm	400 mm	300 mm

Nota.- Cuando se instale un letrero de emplazamiento de calle de rodaje junto a uno de designación de pista (véase 5.4.3.22), el tamaño de los caracteres será el especificado para los letreros de instrucciones obligatorias.

2. Las dimensiones de las flechas serán las siguientes:

Altura de la indicación	Trazo
200 mm	32 mm
300 mm	48 mm
400 mm	64 mm

3. La anchura de los trazos de una sola letra será la siguiente:

Altura de la indicación	Trazo
200 mm	32 mm
300 mm	48 mm
400 mm	64 mm

4. La luminancia de los letreros será la siguiente:

a) Cuando se realicen operaciones en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 800 m, el promedio de luminancia de los letreros será como mínimo:

Rojo	30 cd/m2
Amarillo	150 cd/m2
Blanco	300 cd/m2

b) Cuando se realicen operaciones de conformidad con 5.4.1.7 b) y c) y 5.4.1.8, el promedio de luminancia de los letreros será como mínimo:

Rojo	10 cd/m2
Amarillo	50 cd/m2
Blanco	100 cd/m2

Nota.- En condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 400 m, se deteriorará en cierta medida la eficacia de los letreros.

5. La relación de luminancia entre los elementos rojo y blanco de un letrero con instrucciones obligatorias será de entre 1:5 y 1:10.

6. El promedio de luminancia de un letrero se calcula estableciendo puntos de retícula según lo indicado en la Figura A4-1 y utilizando los valores de luminancia medidos en todos los puntos de retícula situados dentro del rectángulo que representa el letrero.

7. El valor promedio es el promedio aritmético de los valores de luminancia medidos en todos los puntos de retícula considerados.

Nota.- En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4, se proporciona información sobre el promedio de luminancia de los letreros.

8. La relación entre los valores de luminancia de puntos de retícula adyacentes no excederá de 1,5:1. En las áreas de la placa frontal del letrero en que la retícula sea de 7,5 cm, la relación entre los valores de luminancia de puntos de retícula adyacentes no excederá de 1,25:1. La relación entre los valores máximo y mínimo de luminancia en toda la placa frontal del letrero no excederá de 5:1.

9. La forma de los caracteres, es decir, letras, números, flechas y símbolos, será de conformidad con lo indicado en la Figura A4-2. La anchura de los caracteres y el espacio entre cada uno se determinarán como se indica en la Tabla A4-1.

10. La altura de la placa frontal de los letreros será la siguiente:

Altura de la indicación	Altura de la placa frontal (mín)
200 mm	300 mm
300 mm	450 mm
400 mm	600 mm

11. La anchura de la placa frontal de los letreros se determinará utilizando la Figura A4-3 salvo que, cuando se proporcione un letrero con instrucciones obligatorias en un solo lado de la calle de rodaje, la anchura de la placa frontal no será inferior a:

a) 1,94 m cuando el número de clave es 3 ó 4; y
b) 1,46 m cuando el número de clave es 1 ó 2.

Nota.- En el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4, figura más orientación sobre el modo de determinar la anchura de la placa frontal de los letreros.

12. Bordes

a) El trazo vertical delimitador colocado entre letreros de dirección adyacentes debería tener aproximadamente una anchura de 0,7 veces la anchura de los trazos.
b) El borde amarillo de un letrero de emplazamiento sólo debería tener aproximadamente una anchura de 0,5 veces la anchura de los trazos.

13. Los colores de los letreros serán conformes a las especificaciones de los colores de las señales de superficie del Apéndice 1.

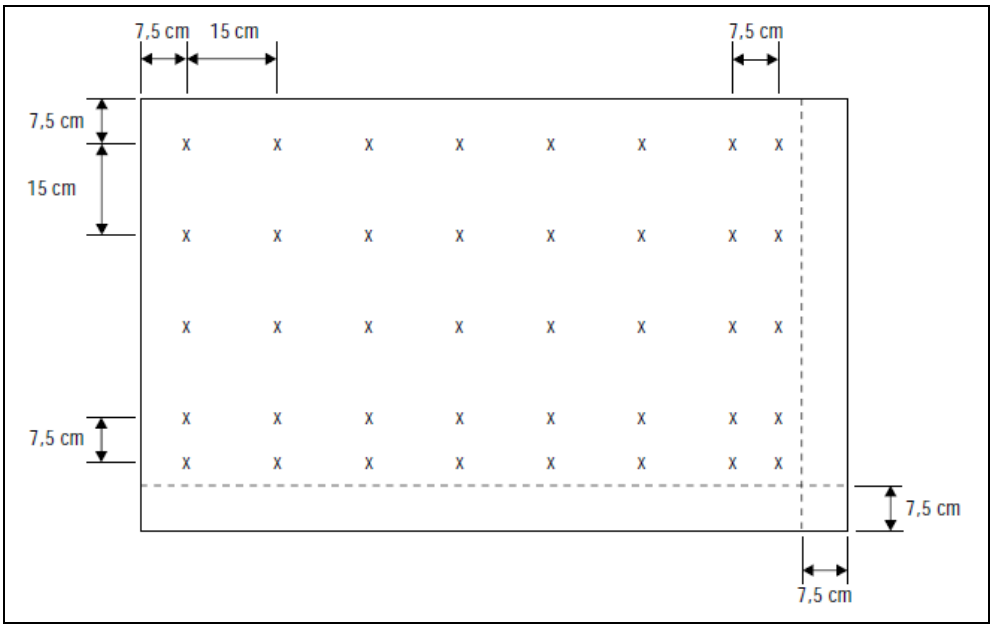


Figura A4-1. Puntos de retícula para calcular el promedio de luminancia de un letrero

Nota 1.- El promedio de luminancia de un letrero se calcula estableciendo puntos de retícula sobre la placa frontal de un letrero con inscripciones típicas y fondo del color apropiado (rojo para los letreros con instrucciones obligatorias y amarillo para los letreros de dirección y destino), del modo siguiente:

a) A partir del ángulo superior izquierdo de la placa frontal del letrero, se fija un punto de retícula de referencia a 7,5 cm del borde izquierdo y del borde superior de la placa frontal del letrero.
b) A partir del punto de retícula de referencia, se forma una retícula con separación horizontal y vertical de 15 cm. Se excluirán los puntos de retícula que queden a menos de 7,5 cm del borde de la placa frontal del letrero.
c) Cuando el último punto de una hilera o columna de la retícula esté situado entre 22,5 cm y 15 cm del borde de la placa frontal del letrero (pero sin incluirlos), se añadirá otro punto a 7,5 cm de ese punto.
d) Cuando un punto de retícula quede en el límite entre un carácter y el fondo, deberá desplazarse ligeramente para que quede totalmente fuera del carácter.

Nota 2.- Puede ser necesario añadir puntos de retícula para asegurar que cada carácter comprenda, cuando menos, cinco puntos de retícula espaciados uniformemente.

Nota 3.- Cuando una misma unidad contenga dos tipos de letreros, se establecerá una retícula separada para cada tipo.

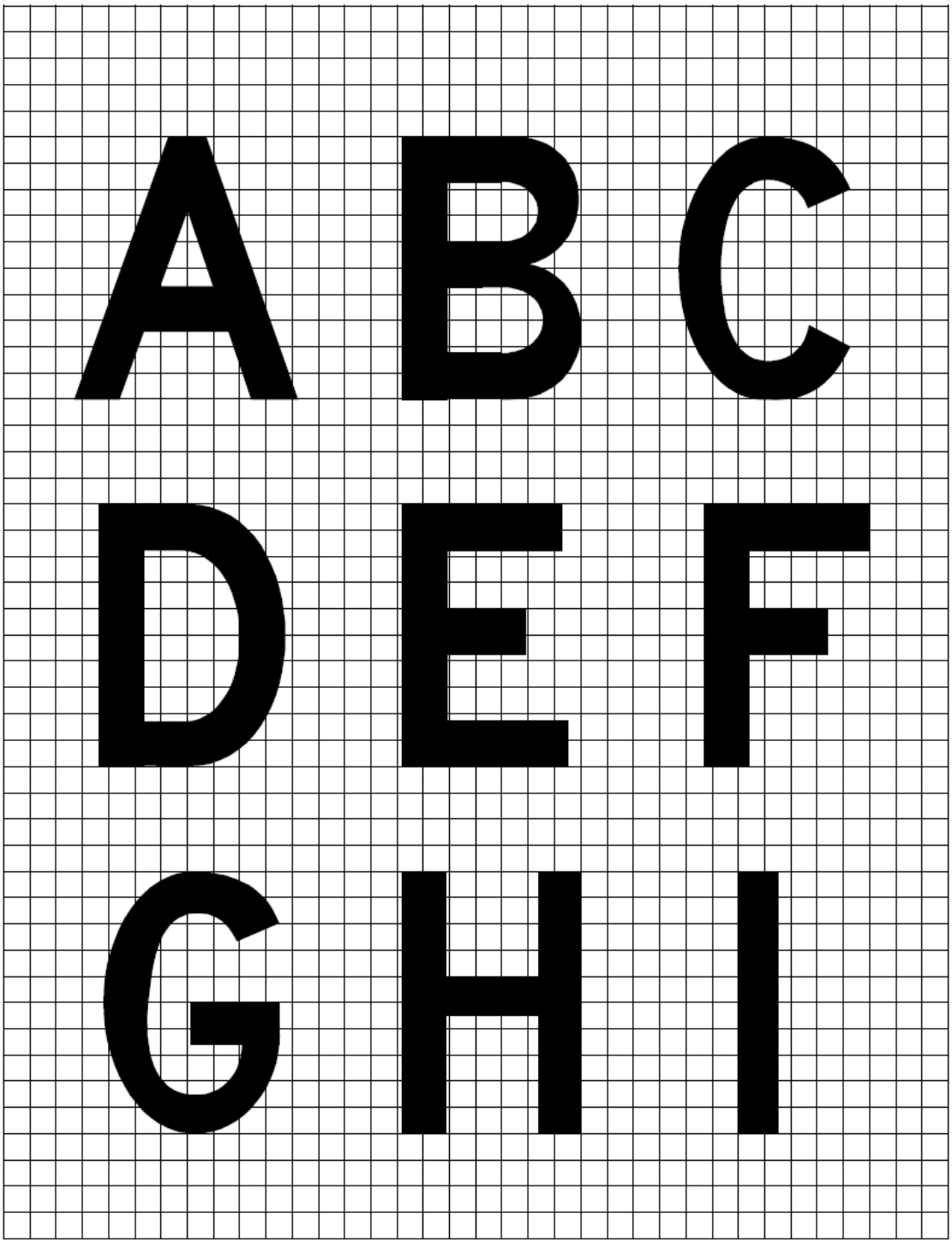


Figura A4-2. Forma de los caracteres

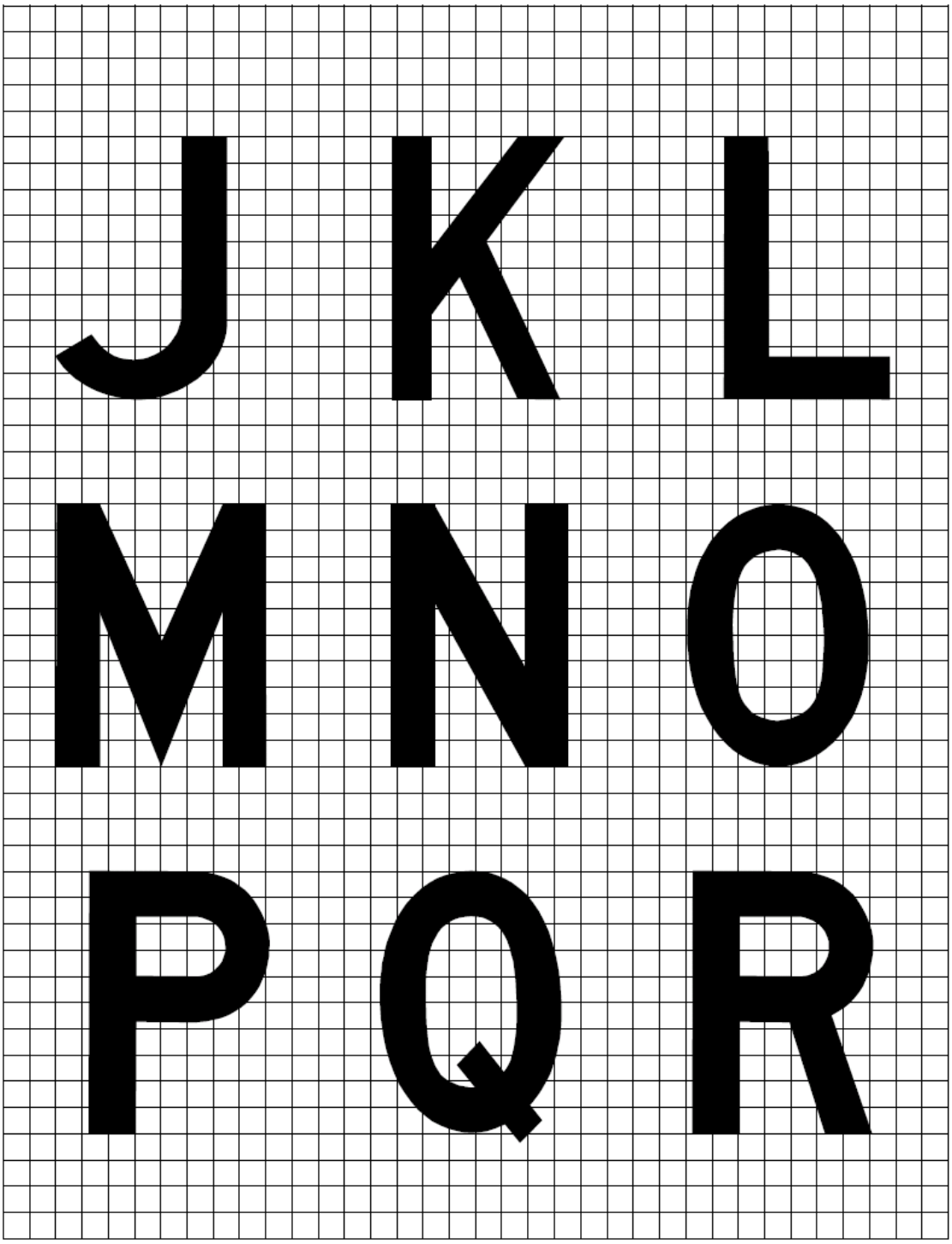


Figura A4-2. (Cont.)

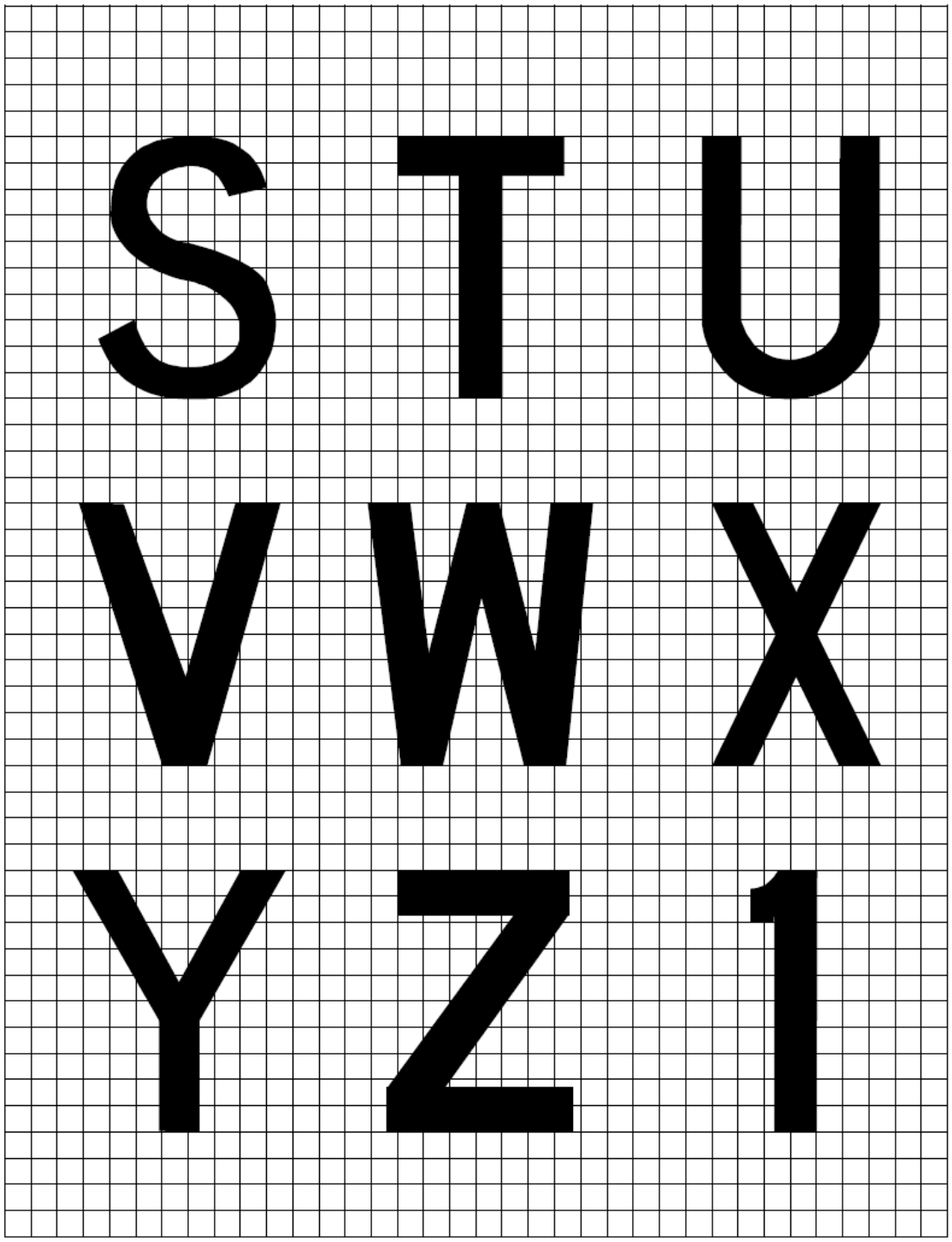


Figura A4-2. (Cont.)

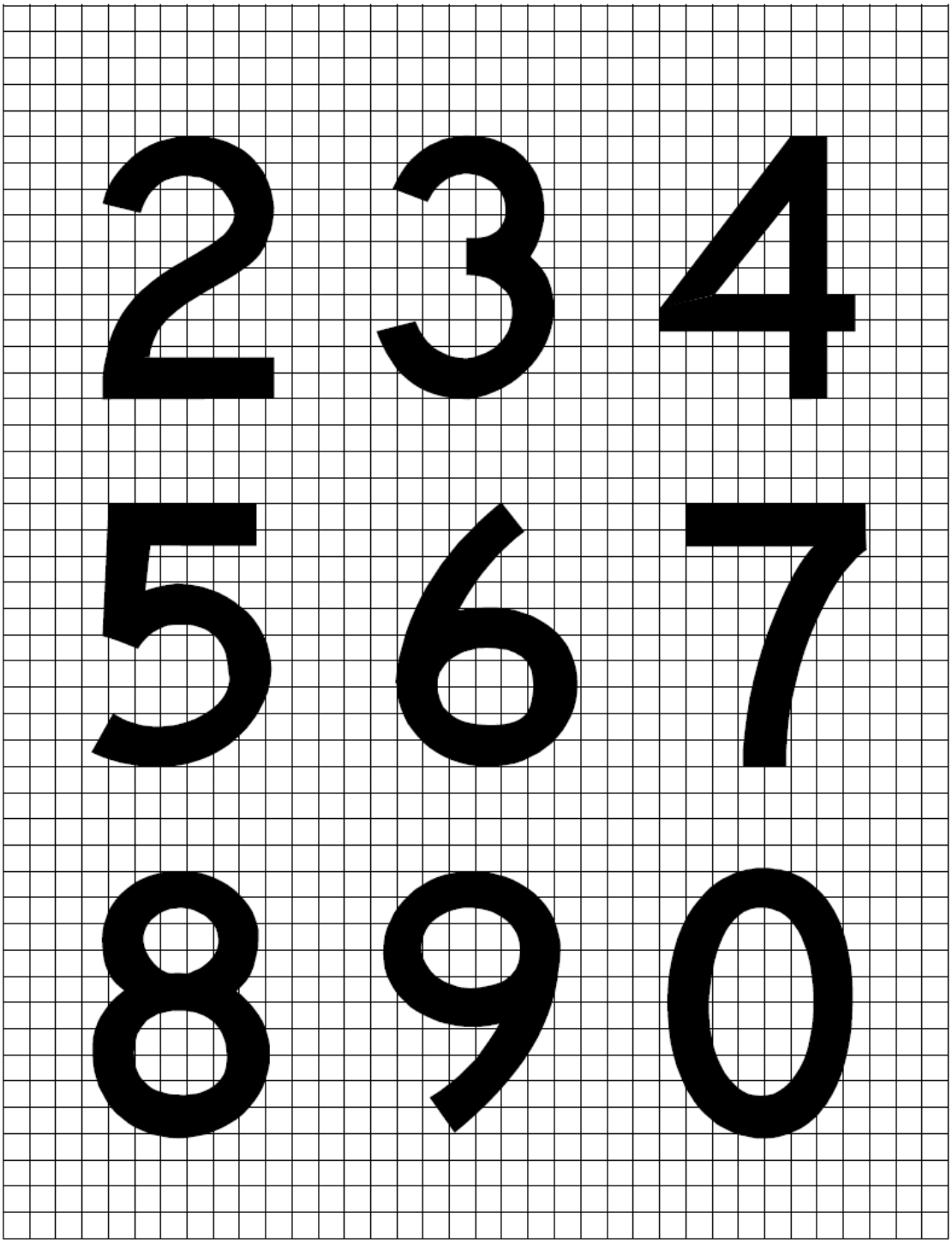


Figura A4-2. (Cont.)

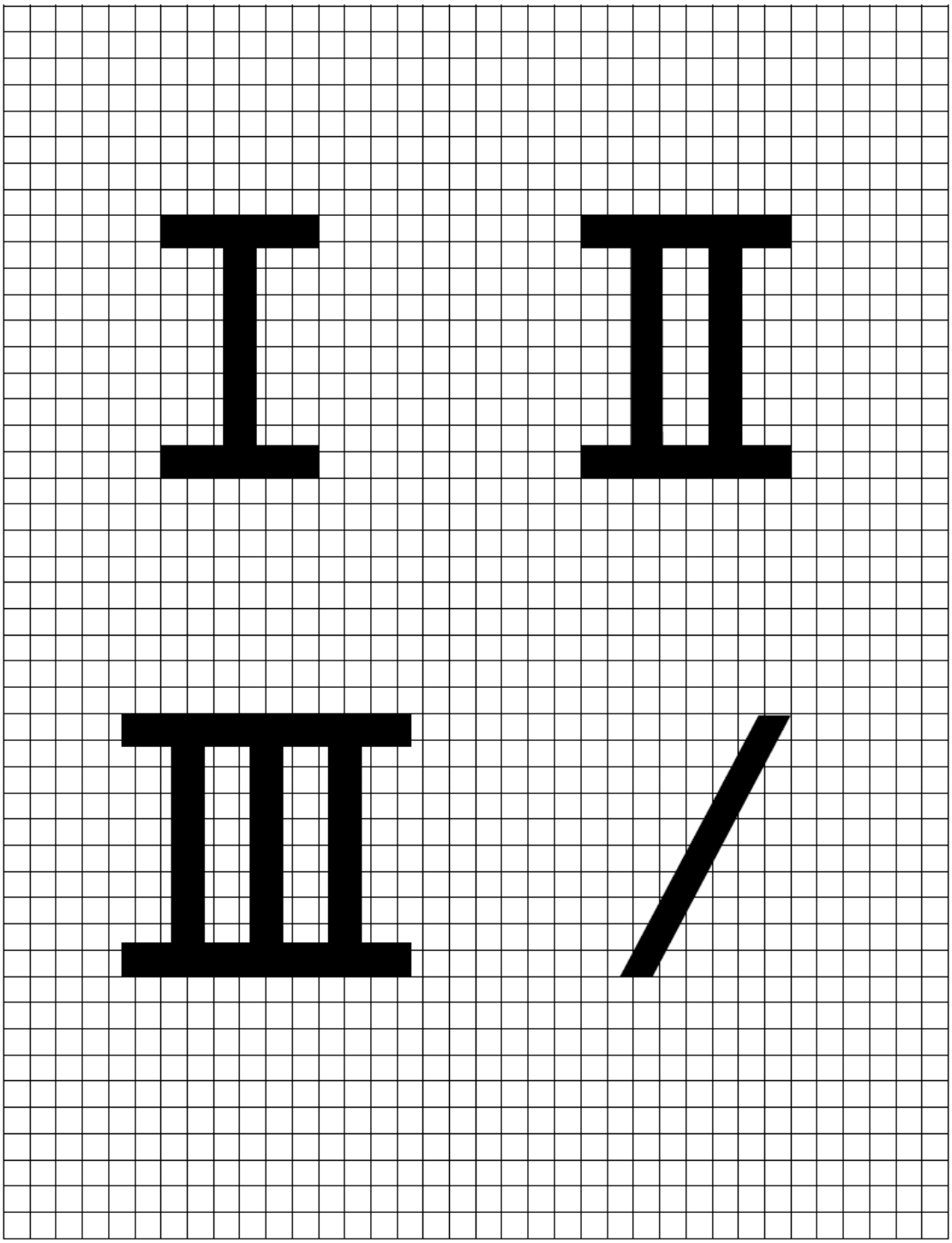
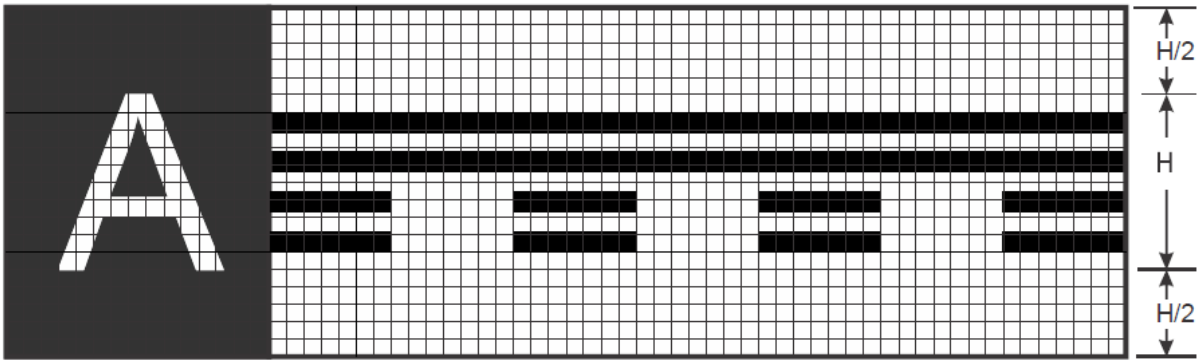
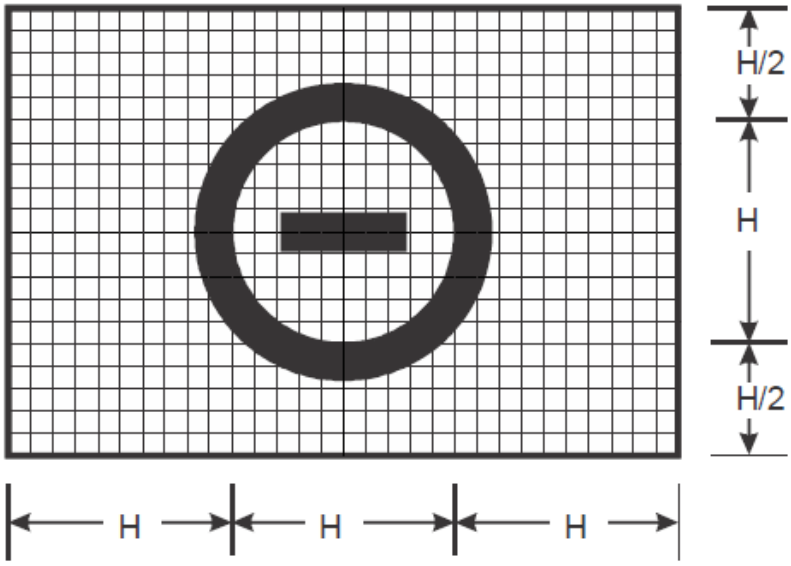


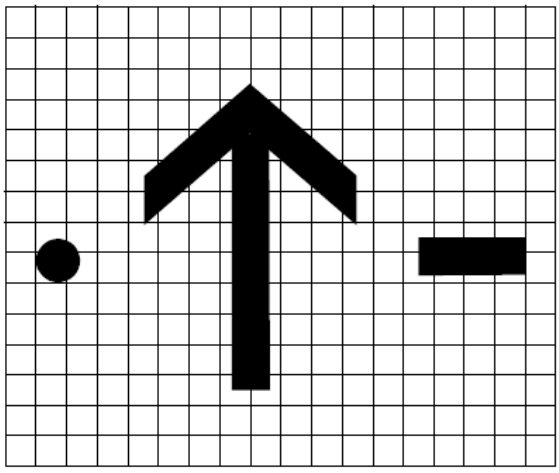
Figura A4-2. (Cont.)



Letrero de pista libre (con el letrero típico de emplazamiento)



Letrero PROHIBIDA LA ENTRADA

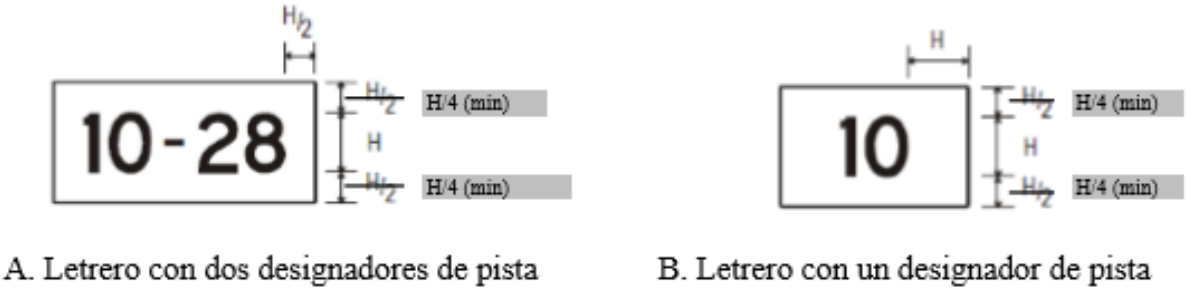


Punto, flecha y guión

Nota 1.— La anchura del trazo de la flecha, el diámetro del punto, y tanto la anchura como la longitud del guión guardarán proporción con las anchuras del trazo de los caracteres.

Nota 2.— Las dimensiones de la flecha se mantendrán constantes para un tamaño específico de letrero, independientemente de la orientación.

Figura A4-2. (Cont.)



A. Letrero con dos designadores de pista B. Letrero con un designador de pista

Figura A4-3. Dimensiones de los letreros

Nota explicativa de la Figura A4-3: “H” hace referencia a la altura de la inscripción

Tabla A4-1. Anchura de las letras y los números y espacio entre ellos

a) Número de código de letra a letra			
Letra anterior	Letra siguiente		
	B, D, E, F, H, I, K, L, M, N, P, R, U	C, G, O, Q, S, X, Z	A, J, T, V, W, Y
	Número de código		
A	2	2	4
B	1	2	2
C	2	2	3
D	1	2	2
E	2	2	3
F	2	2	3
G	1	2	2
H	1	1	2
I	1	1	2
J	1	1	2
K	2	2	3
L	2	2	4
M	1	1	2
N	1	1	2
O	1	2	2
P	1	2	2
Q	1	2	2
R	1	2	2
S	1	2	2
T	2	2	4
U	1	1	2
V	2	2	4
W	2	2	4
X	2	2	3
Y	2	2	4
Z	2	2	3

b) Número de código de número a número			
Número anterior	Número siguiente		
	1, 5	2, 3, 6, 8, 9, 0	4, 7
	Número de código		
1	1	1	2
2	1	2	2
3	1	2	2
4	2	2	4
5	1	2	2
6	1	2	2
7	2	2	4
8	1	2	2
9	1	2	2
0	1	2	2

c) Espacio entre caracteres			
Núm. de Código	Altura del carácter (mm)		
	200	300	400
	Espacio (mm)		
1	48	71	96
2	38	57	76
3	25	38	50
4	13	19	26

d) Anchura de la letra			
Letra	Altura de la letra (mm)		
	200	300	400
	Anchura (mm)		
A	170	255	340
B	137	205	274
C	137	205	274
D	137	205	274
E	124	186	248
F	124	186	248
G	137	205	274
H	137	205	274
I	32	48	64
J	127	190	254
K	140	210	280
L	124	186	248
M	157	236	314
N	137	205	274
O	143	214	286
P	137	205	274
Q	143	214	286
R	137	205	274
S	137	205	274
T	124	186	248
U	137	205	274
V	152	229	304
W	178	267	356
X	137	205	274
Y	171	257	342
Z	137	205	274

e) Anchura del número			
Número	Altura del número (mm)		
	200	300	400
	Anchura (mm)		
1	50	74	98
2	137	205	274
3	137	205	274
4	149	224	298
5	137	205	274
6	137	205	274
7	137	205	274
8	137	205	274
9	137	205	274
0	143	214	286

INSTRUCCIONES

1. Determinar el ESPACIO apropiado entre las letras y números, obtener el número de código en la tabla a) *o* b) y consultar en la tabla c) la altura de la tarea o número correspondiente a ese código.
2. El espacio entre palabras o grupos de caracteres que formen una abreviatura o símbolo debería ser igual a 0,5 a 0,75 de la altura de los caracteres usados, salvo que cuando se trate de una flecha con un solo carácter como 'A →', el espacio puede reducirse a no menos de una cuarta parte de la altura del carácter para lograr un buen equilibrio visual.
3. Cuando un número siga a una letra o viceversa, úsese el Código 1.
4. Cuando haya un guión, punto o barra diagonal después de un carácter o viceversa, úsese el Código 1.
5. Para los letreros de despegue desde intersección, la altura de letra "m" minúscula es 0,75 respecto de la altura del "0" (cero) precedente y va espaciada desde el "0" precedente con código 1 para la altura de los caracteres de los numerales.

APÉNDICE 5. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS DATOS AERONÁUTICOS

Tabla A5-1. Latitud y longitud

Latitud y longitud	Exactitud y tipo de datos	Clasificación de datos (de acuerdo con su integridad)
Punto de referencia del aeródromo	30 m levantamiento topográfico/calculado	Ordinaria
Ayudas para la navegación situadas en el aeródromo	3 m levantamiento topográfico	esencial
Obstáculos en el Área 3	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Obstáculos en el Área 2 (la parte que está dentro de los límites del aeródromo)	5 m levantamiento topográfico	esencial
Umbral de la pista	1 m levantamiento topográfico	crítica
Extremo de pista (punto de alineación de la trayectoria de vuelo)	1 m levantamiento topográfico	crítica
Puntos de eje de pista	1 m levantamiento topográfico	crítica
Punto de espera de la pista	0,5 m levantamiento topográfico	crítica
Puntos de eje de calle de rodaje/línea de guía de estacionamiento	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Línea de señal de punto de espera intermedio	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Línea de guía de salida	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Límites de la plataforma (polígono)	1 m levantamiento topográfico	ordinaria
Instalación deshielo/antihielo (polígono)	1 m levantamiento topográfico	ordinaria
Puntos de los puestos de estacionamiento de aeronave/ puntos de verificación del INS	0,5 m levantamiento topográfico	ordinaria

Nota 1.- Véanse en el Apéndice 4 de la RAP 315, las ilustraciones gráficas de las superficies de recolección de datos de obstáculos y los criterios utilizados para identificar obstáculos en las zonas definidas.

Tabla A5-2. Elevación/altitud/altura

Elevación/altitud/altura	Exactitud y tipo de datos	Clasificación de datos (de acuerdo con su integridad)
Elevación del aeródromo	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Ondulación geoidal del WGS-84 en la posición de la elevación del aeródromo	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Umbral de la pista, para aproximaciones que no sean de precisión	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Ondulación geoidal del WGS-84 en el umbral de la pista para aproximaciones que no sean de precisión	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Umbral de la pista, aproximaciones de precisión	0,25 m levantamiento topográfico	crítica
Ondulación geoidal del WGS-84 en el umbral de la pista, para aproximaciones de precisión	0,25 m levantamiento topográfico	crítica
Puntos de eje de pista	0,25 m levantamiento topográfico	crítica
Puntos de eje de calle de rodaje/línea de guía de estacionamiento	1 m levantamiento topográfico	esencial
Obstáculos en el Área 2 (la parte que está dentro de los límites del aeródromo)	3 m levantamiento topográfico	esencial
Obstáculos en el Área 3	0,5 m levantamiento topográfico	esencial
Equipo radiotelemétrico/precisión (DME/P)	3 m levantamiento topográfico	esencial

Nota 1.- Véanse en el Apéndice 4 de la RAP 315, las ilustraciones gráficas de las superficies de recolección de datos de obstáculos y los criterios utilizados para identificar obstáculos en las zonas definidas.

Tabla A5-3. Declinación y variación magnética

Declinación/variación	Exactitud y tipo de datos	Clasificación de datos (de acuerdo con su integridad)
Variación magnética del aeródromo	1 grado levantamiento topográfico	esencial
Variación magnética de la antena del localizador ILS	1 grado levantamiento topográfico	esencial
Variación magnética de la antena de azimut MLS	1 grado levantamiento topográfico	esencial

Tabla A5-4. arcación

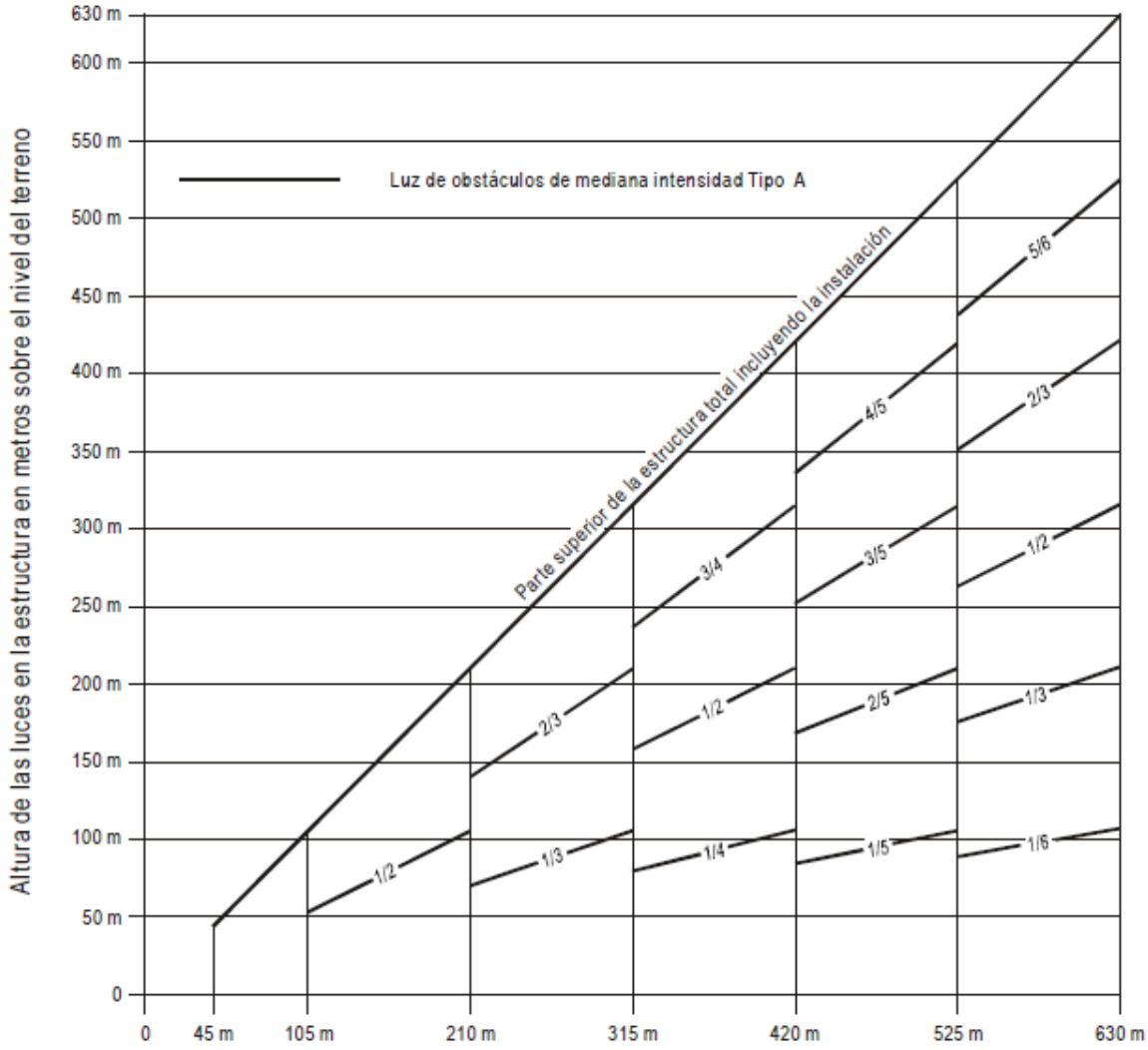
Marcación	Exactitud y tipo de datos	Clasificación de datos (de acuerdo con su integridad)
Alineación del localizador ILS	1/100 grados levantamiento topográfico	esencial
Alineación del azimut de cero grados del MLS	1/100 grados levantamiento topográfico	esencial
Marcación de la pista (verdadera)	.1/100 grados levantamiento topográfico	ordinaria

Tabla A5-5. Longitud/distancia/dimensión

Longitud/distancia/dimensión	Exactitud y tipo de datos	Clasificación de datos (de acuerdo con su integridad)
Longitud de la pista	1 m levantamiento topográfico	crítica
Anchura de la pista	1 m levantamiento topográfico	esencial
Distancia de umbral desplazado	1 m levantamiento topográfico	ordinaria
Longitud y anchura de la zona de parada	1 m levantamiento topográfico	crítica
Longitud y anchura de la zona libre de obstáculos	1 m levantamiento topográfico	esencial
Distancia de aterrizaje disponible	1 m levantamiento topográfico	crítica
Recorrido de despegue disponible	1 m levantamiento topográfico	crítica
Distancia de despegue disponible	1 m levantamiento topográfico	crítica
Distancia de aceleración-parada disponible	1 m levantamiento topográfico	crítica
Anchura del margen de la pista	1 m levantamiento topográfico	esencial
Anchura de la calle de rodaje	1 m levantamiento topográfico	esencial
Anchura del margen de la calle de rodaje	1 m levantamiento topográfico	esencial
Distancia entre antenas del localizador ILS-extremo de pista	3 m calculada	ordinaria
Distancia entre antenas de pendiente de planeo ILS-umbral, a lo largo del eje	3 m calculada	ordinaria
Distancia entre las radiobalizas ILS-umbral	3 m calculada	esencial

Longitud/distancia/dimensión	Exactitud y tipo de datos	Clasificación de datos (de acuerdo con su integridad)
Distancia entre antenas DME del ILS-umbral, a lo largo del eje	3 m calculada	esencial
Distancia entre antenas de azimut MLS-extremo de pista	3 m calculada	ordinaria
Distancia entre antenas de elevación MLS-umbral, a lo largo del eje	3 m calculada	ordinaria
Distancia entre antenas DME/P del MLS-umbral, a lo largo del eje	3 m calculada	esencial

APÉNDICE 6. EMPLAZAMIENTO DE LAS LUCES DE OBSTÁCULOS

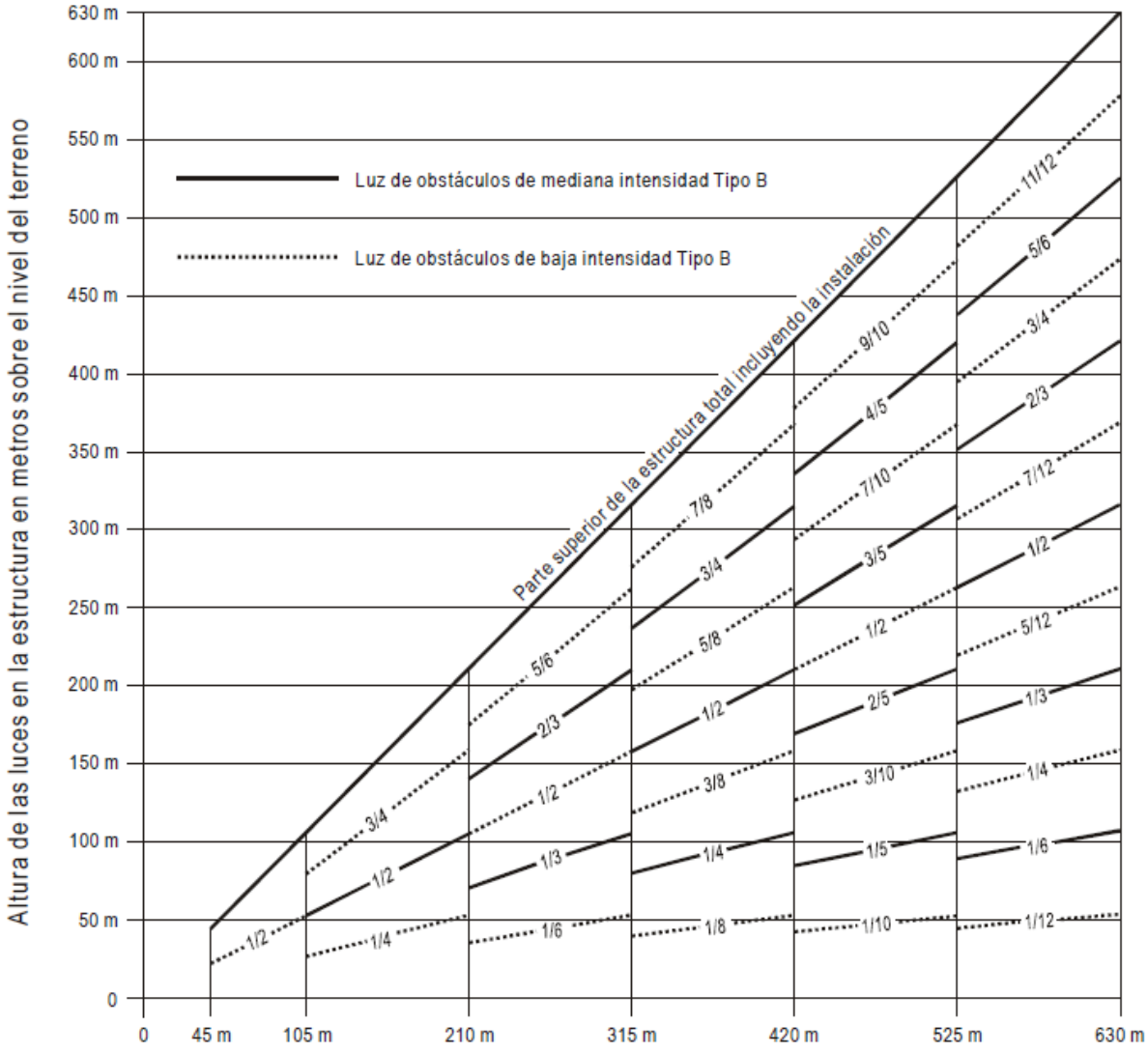


Altura de la estructura en metros sobre el nivel del terreno

Nota.- Se recomienda utilizar iluminación de obstáculos de alta intensidad para estructuras con una altura superior a 150 m sobre el nivel del terreno.

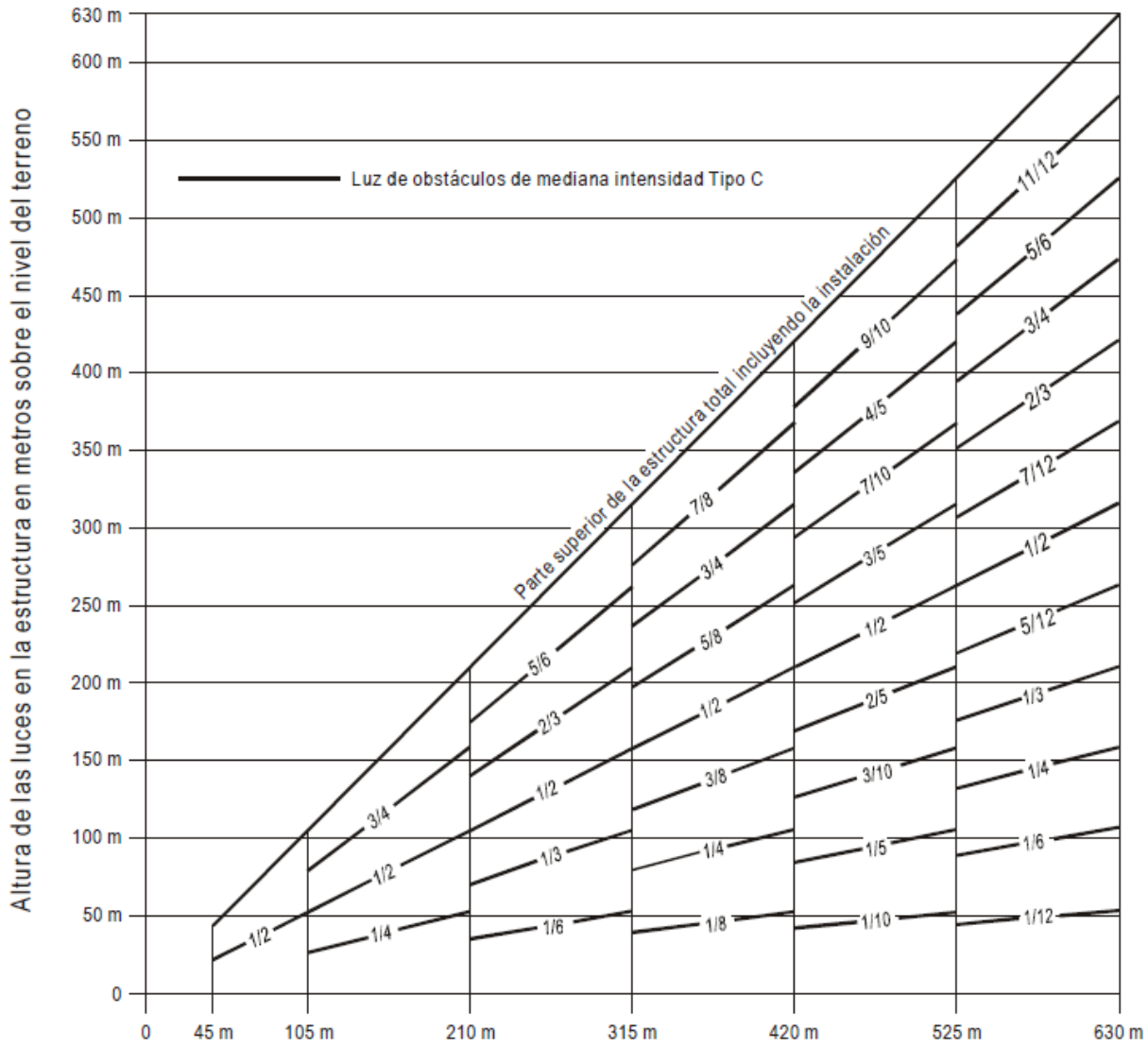
Si se utiliza iluminación de mediana intensidad, se requerirá también que se señalen con pintura.

Figura A6-1. Sistema de iluminación de obstáculos con luces blancas de destellos de mediana intensidad de Tipo A.



Nota.- Para utilizarse en horas nocturnas exclusivamente.

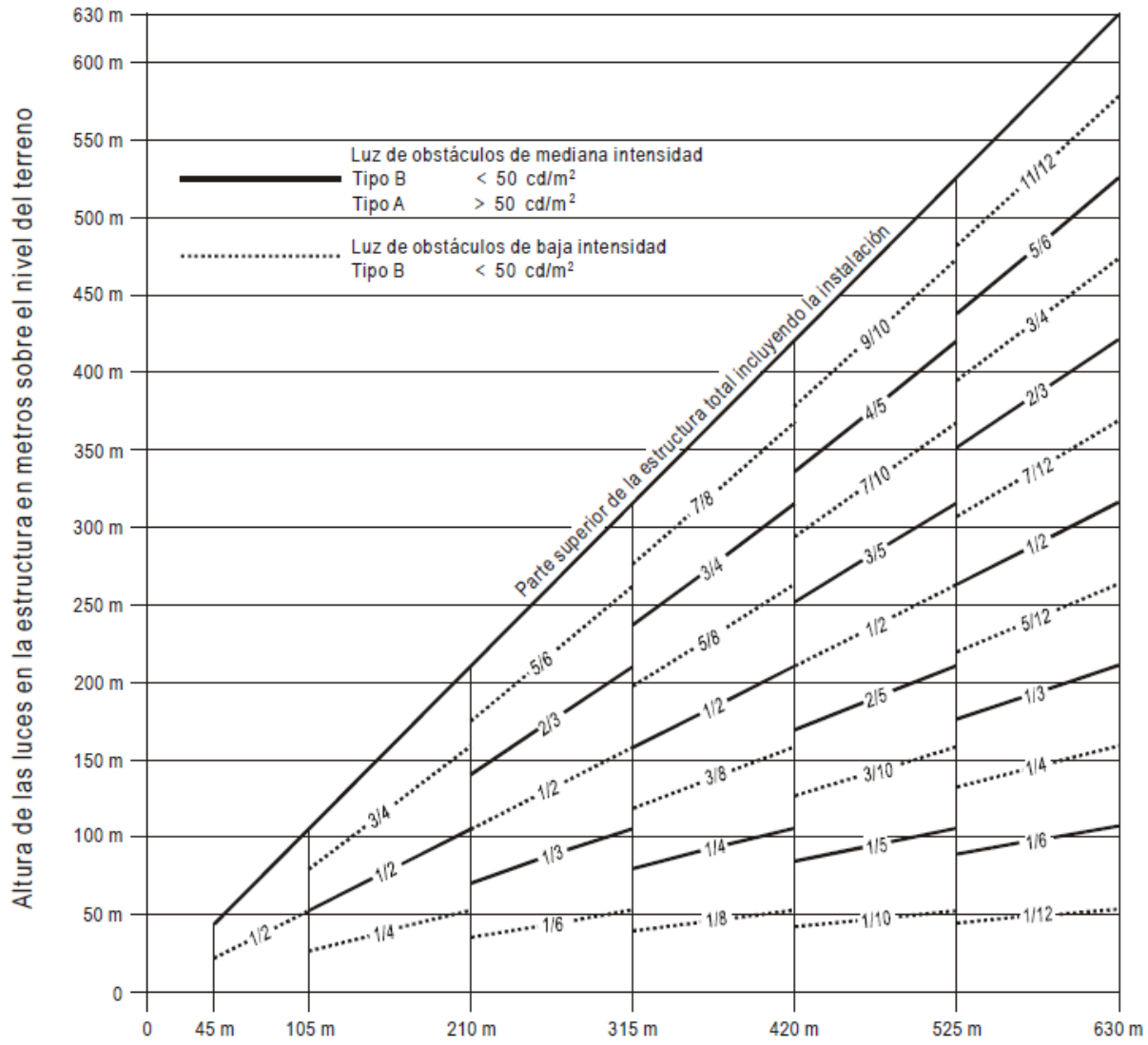
Figura A6-2. Sistema de iluminación de obstáculos con luces rojas de destellos de mediana intensidad de Tipo B



Altura de la estructura en metros sobre el nivel del terreno

Nota.- Para uso nocturno exclusivamente.

Figura A6-3. Sistema de iluminación de obstáculos con luces rojas fijas de mediana intensidad de Tipo C

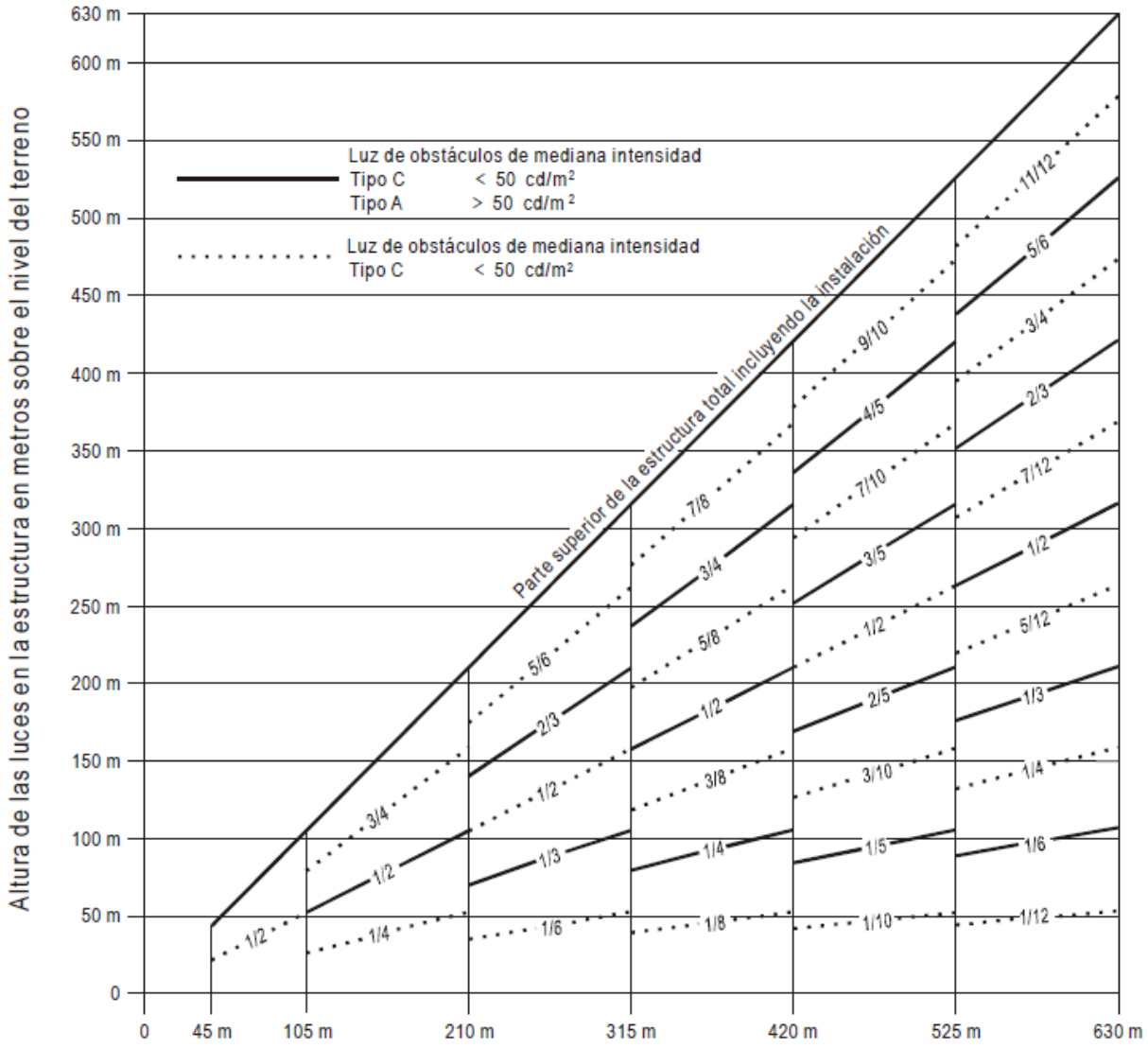


Altura de la estructura en metros sobre el nivel del terreno

Nota.- Se recomienda utilizar iluminación de obstáculos de alta intensidad para estructuras con una altura superior a 150 m sobre el nivel del terreno.

Si se utiliza iluminación de mediana intensidad, se requerirá también que se señalen con pintura.

Figura A6-4. Sistema doble de iluminación de obstáculos de mediana intensidad de Tipo A/Tipo B



Altura de la estructura en metros sobre el nivel del terreno

Nota.- Se recomienda utilizar iluminación de obstáculos de alta intensidad para estructuras con una altura superior a 150 m sobre el nivel del terreno.

Si se utiliza iluminación de mediana intensidad, se requerirá también que se señalen con pintura.

Figura A6-5. Sistema doble de iluminación de obstáculos de mediana intensidad de Tipo A/Tipo C

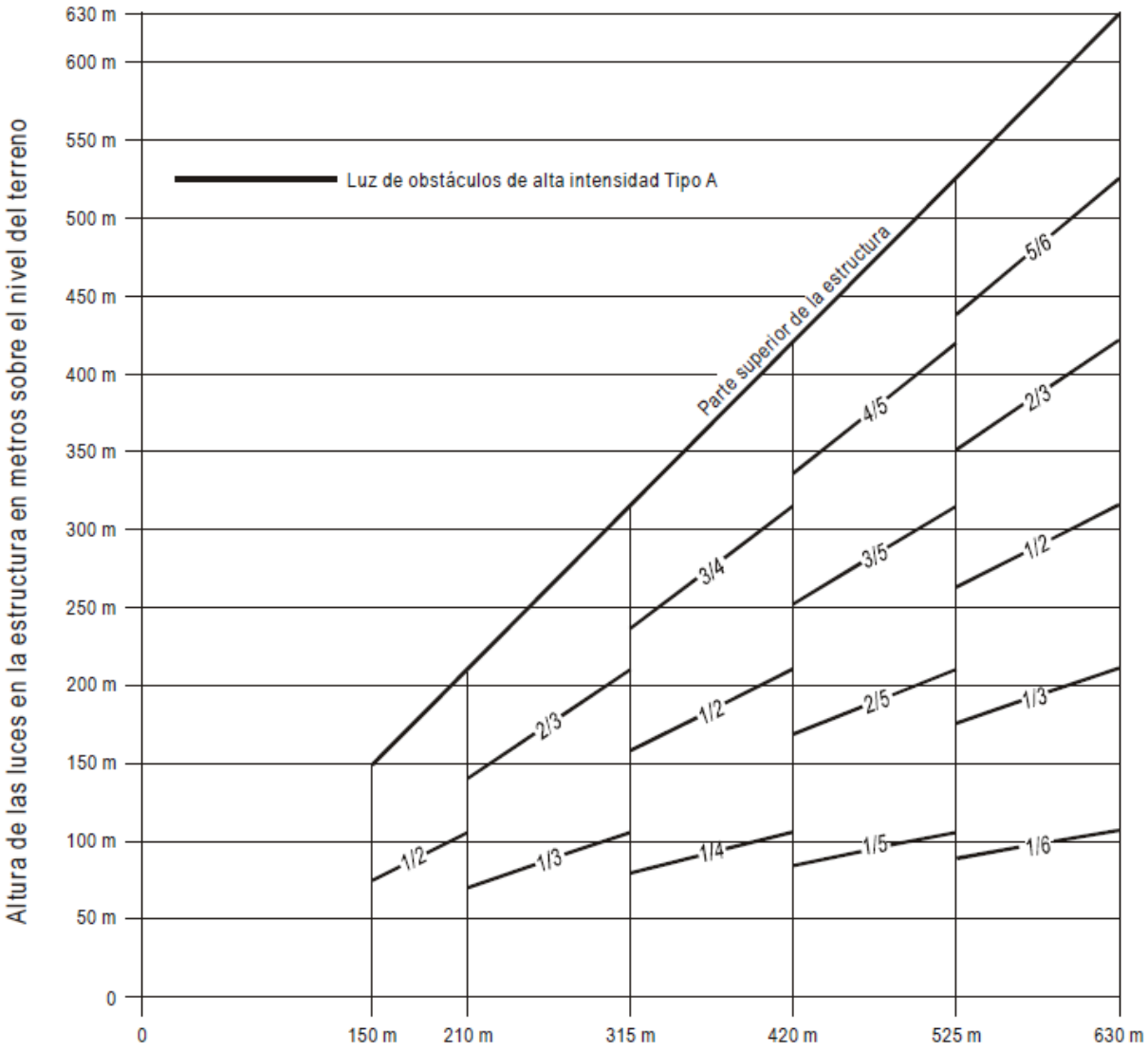


Figura A6-6. Sistema de iluminación de obstáculos con luces blancas de destellos de alta intensidad de Tipo A

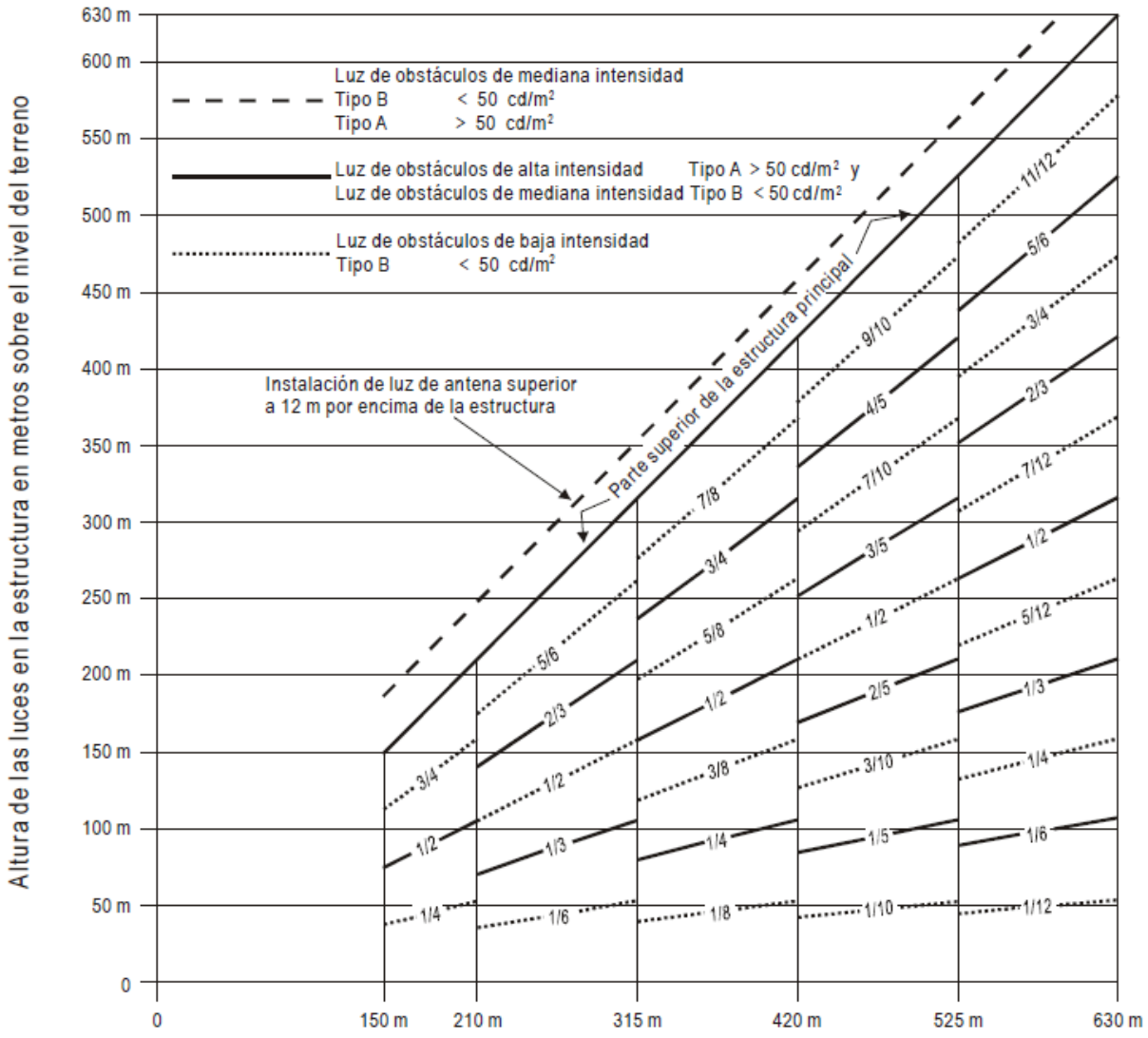
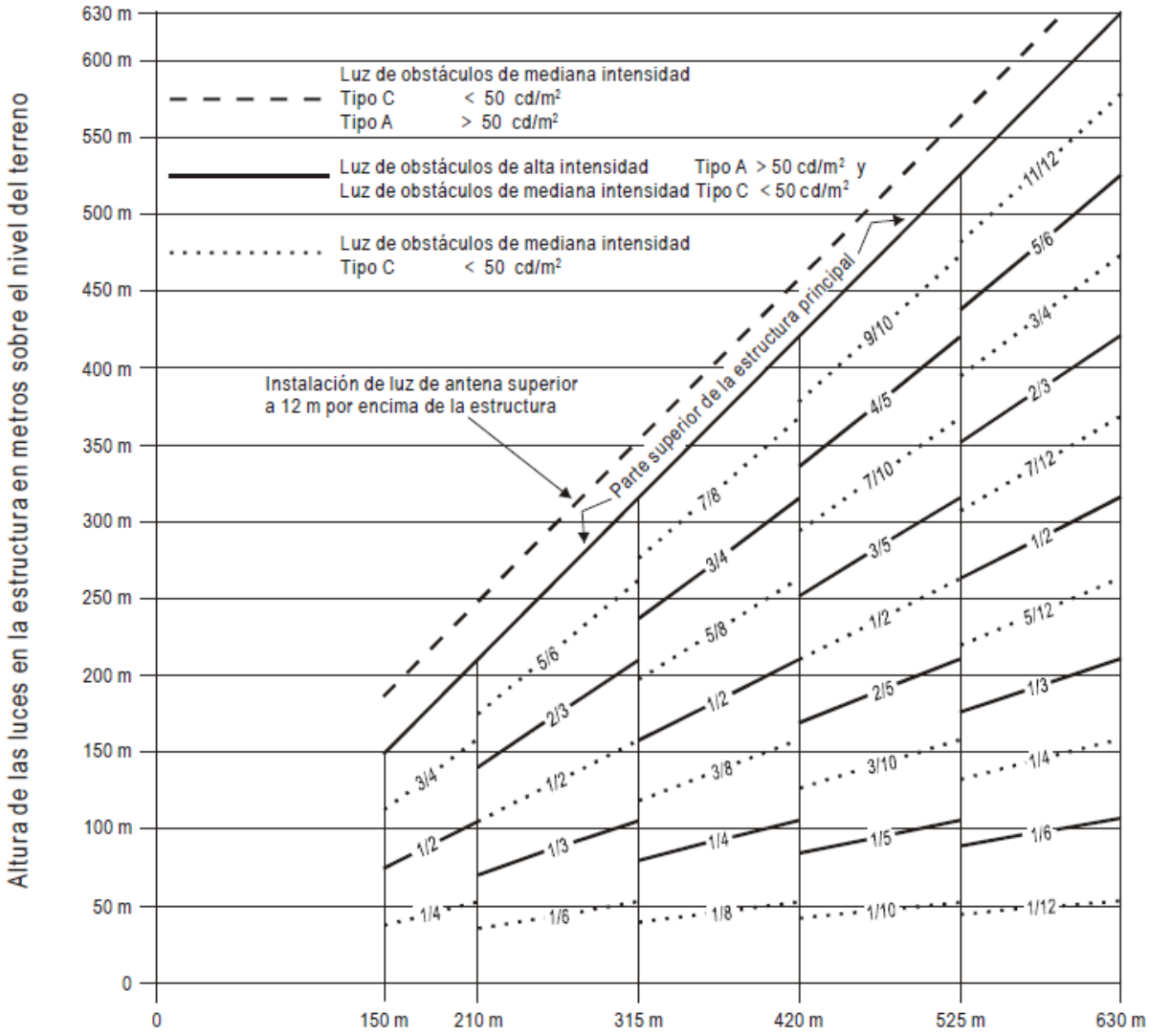


Figura A6-7. Sistema doble de iluminación de obstáculos de mediana/alta intensidad de Tipo A/Tipo B



Altura de la estructura en metros sobre el nivel del terreno

Figura A6-8. Sistema doble de iluminación de obstáculos de mediana/alta intensidad de Tipo A/Tipo C

———————

APÉNDICE 7. SEÑALIZACIÓN DE PLATAFORMA DE AERONAVES EN AERODROMOS

1. Generalidades

Establecer los requerimientos técnicos que deben adoptarse en la señalización de las plataformas de los distintos aeropuertos del país con la finalidad de conseguir operaciones seguras y eficientes.

2. Señales

2.1 Señal de eje de calle de rodaje en plataforma

La señal del eje de calle de rodaje en plataforma, debe proporcionar una guía para el piloto, hasta llegar al puesto de estacionamiento de la aeronave.

La señal del eje de la calle de rodaje debe ser, una línea continua de color amarillo de 20 centímetros de ancho. En los lugares que se necesite un contraste, se rebordeará la línea amarilla con un borde negro con un espesor de 10 cm (fig. 1). El contraste se utilizará en las plataformas de pavimento rígido.

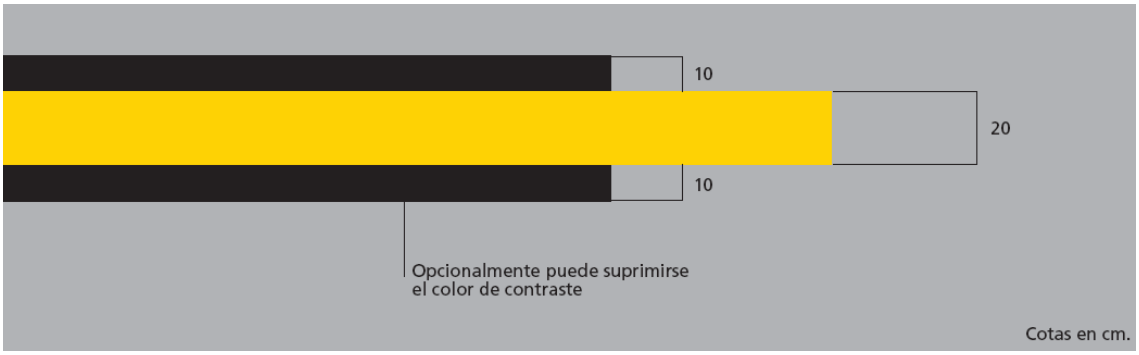


Fig. 1 Señal de eje de rodaje en plataforma.

2.2 Señal de borde de plataforma.

La señal de borde de plataforma, delimita el área apta para poder soportar el peso de las aeronaves. Marca la zona en la cual se realizan las operaciones y servicios a las aeronaves.

La señal está conformada por dos líneas de color amarillo continuas con un espesor de 15 cm, y separadas entre por 15 cm. En caso necesario, se podrá colocar un contraste de color negro de 7.5 cm a cada lado de las líneas (fig. 2).

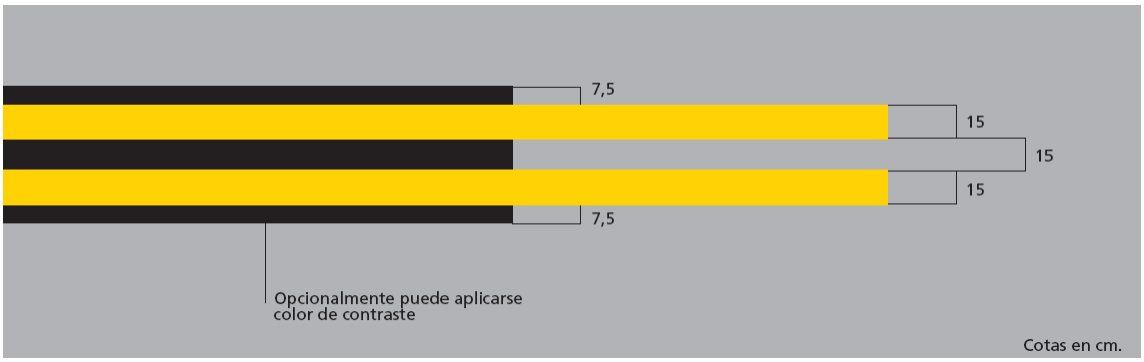


Fig. 2 Señal de eje de rodaje en plataforma.

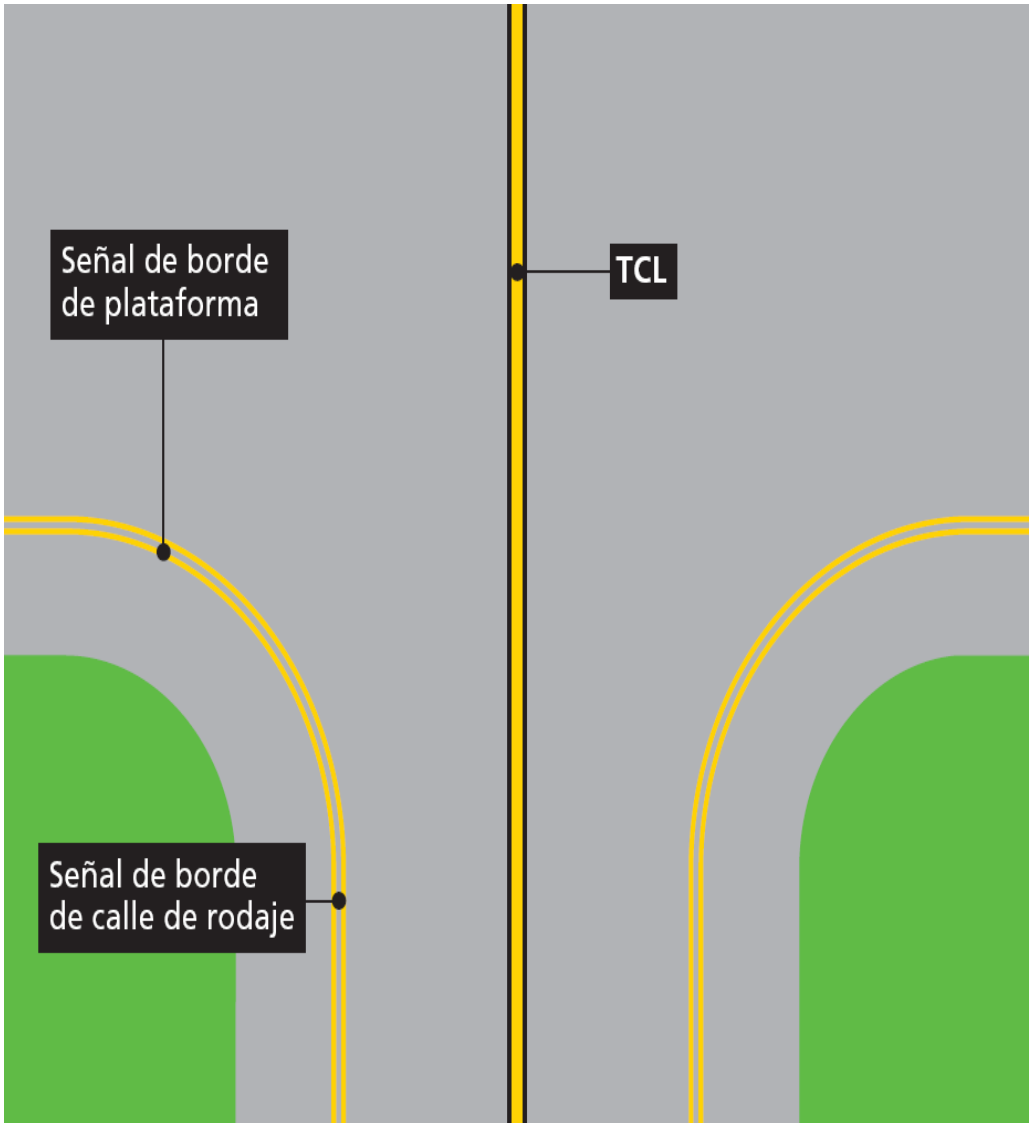


Fig. 3 Configuración del eje de calle de rodaje en plataforma y el borde de la plataforma.

2.3 Línea de seguridad en plataforma.

Es aquella línea, que delimita el área destinada al movimiento de aeronaves, de aquellas que están destinadas a otras operaciones o de servicios, y también separa las zonas que pueden contener obstáculos, como puestos de estacionamientos de aeronaves, patio de equipajes, zonas de servicio, etc.

Esta pintada de color rojo con un contraste blanco. Sus dimensiones están indicas en la figura 4 en centímetros, y la configuración se muestra en la figura 5.



Fig. 4 Línea de seguridad en plataforma.

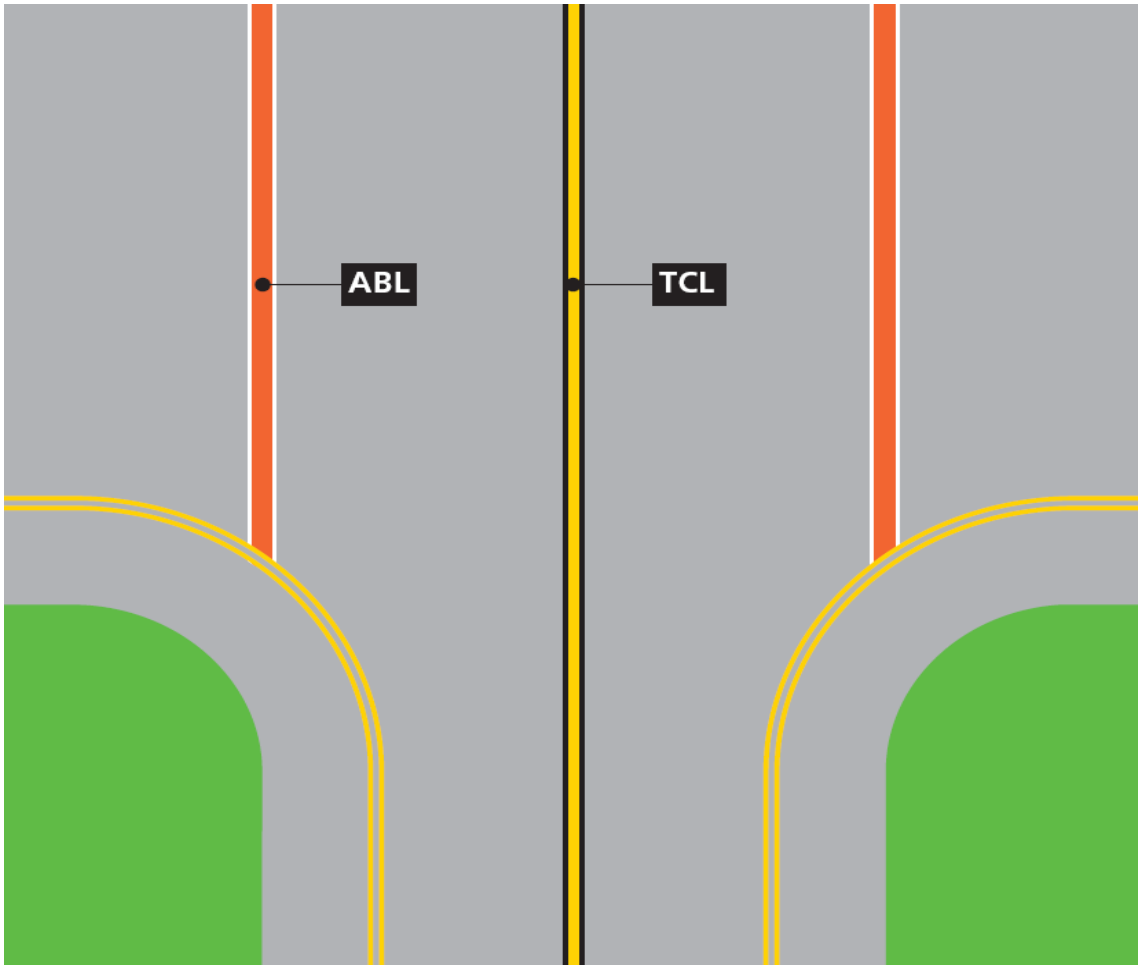


Fig. 5 Configuración de la plataforma con línea de seguridad.

2.4 Línea de delimitación de equipos.

La línea delimita un área interna, en la cual se restringe la entrada de los equipos, o el área del puesto de estacionamiento de la aeronave. Es un área de seguridad para la aeronave (línea de color rojo).

Es aquella zona, en la cual se estaciona la aeronave y es atendida por los vehículos de servicio o de “handling”. Durante la llegada de la aeronave, el área debe estar libre de personas, vehículos y equipos, los cuales deben encontrarse a una distancia mínima de la aeronave de 7.5 metros.

El proceso de atención de la aeronave se realizará dentro del área de seguridad, y las todas las zonas asociadas al estacionamiento. Se evitará ocupar las áreas contiguas, mientras se esté dando un servicio a una aeronave, así como también, todas aquellas áreas definidas (calle de rodaje adyacentes al estacionamiento),

En la operación de salida de la aeronave del puesto de estacionamiento, el área de seguridad debe estar libre de equipos, excepto aquellos que son imprescindibles para la realización de la maniobra.



Fig. 6 Señal de delimitación de Área de Restricción de Equipos.

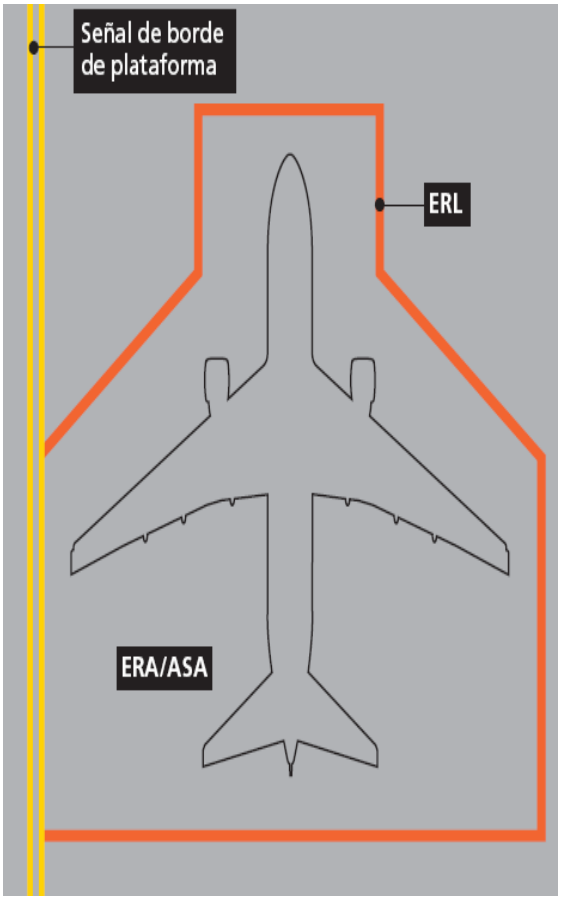


Fig. 7 Configuración **(a)** del Área de Restricción de Equipos

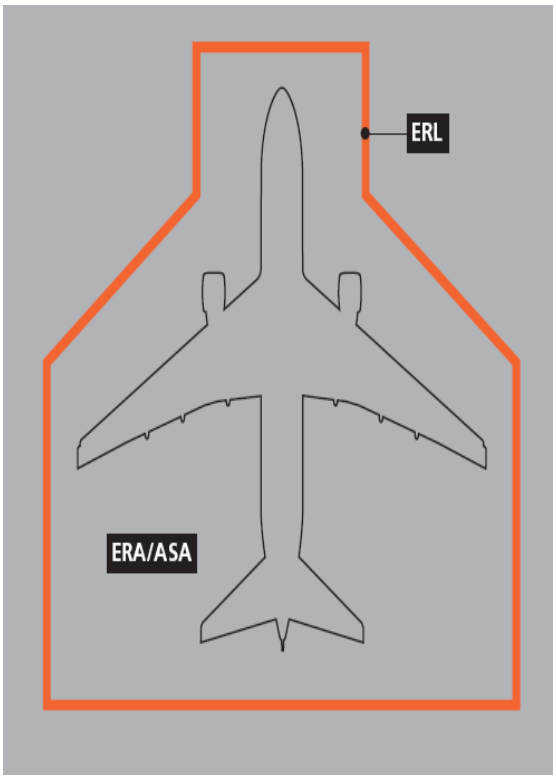


Fig. 7 Configuración **(b)** del Área de Restricción de Equipos

2.5 Señal de área de espera de equipos.

Es una señal que indica hasta donde pueden avanzar los vehículos de servicio o “handling” y esperar hasta que la aeronave este completamente parada. Es una línea discontinua de color blanco, que está ubicada inmediatamente antes de la línea de restricción de equipos.

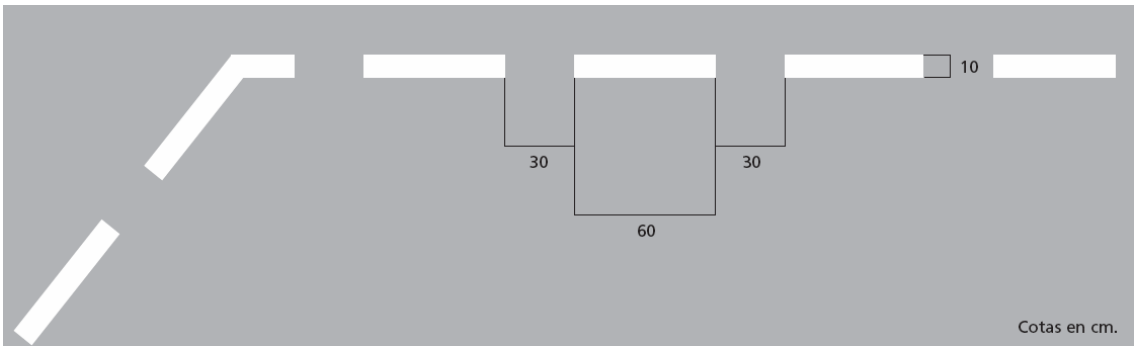


Fig. 8 Señal de espera de Equipos.

De manera opcional, se puede indicar el punto de espera mediante un mensaje o letrero indicativo, figuras 9 y 10.

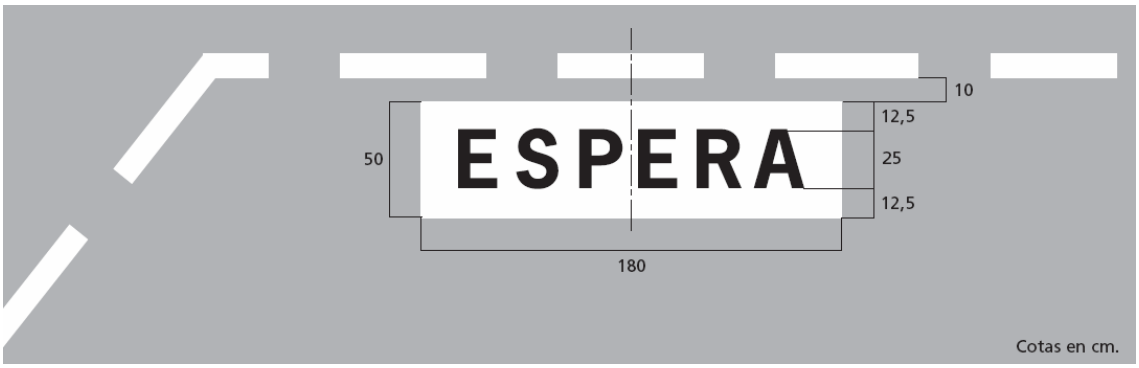


Fig. 9 Mensaje de espera de equipos.

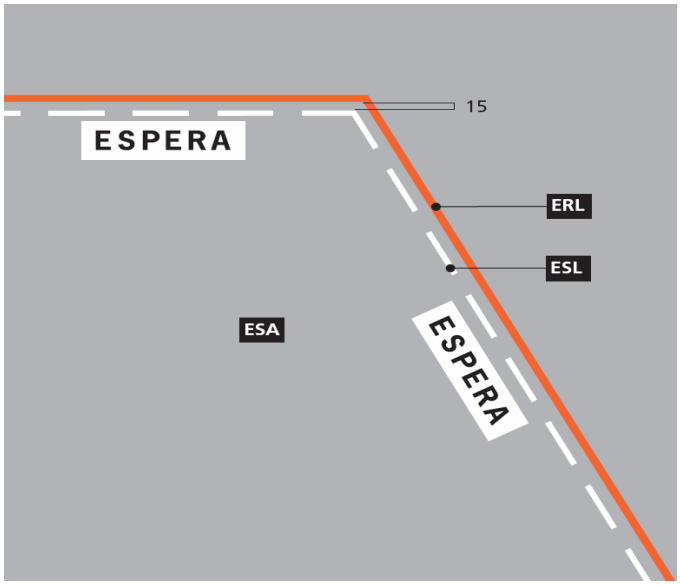


Fig. 10 Ubicación de la señal de espera de equipo.

2.6 Señal de área de estacionamiento de equipos.

La señal correspondiente, delimita una zona de estacionamiento de equipos que dan servicio a las aeronaves. Todos y cada uno de los equipos solo pueden ingresar a través de la línea discontinua de color blanco.

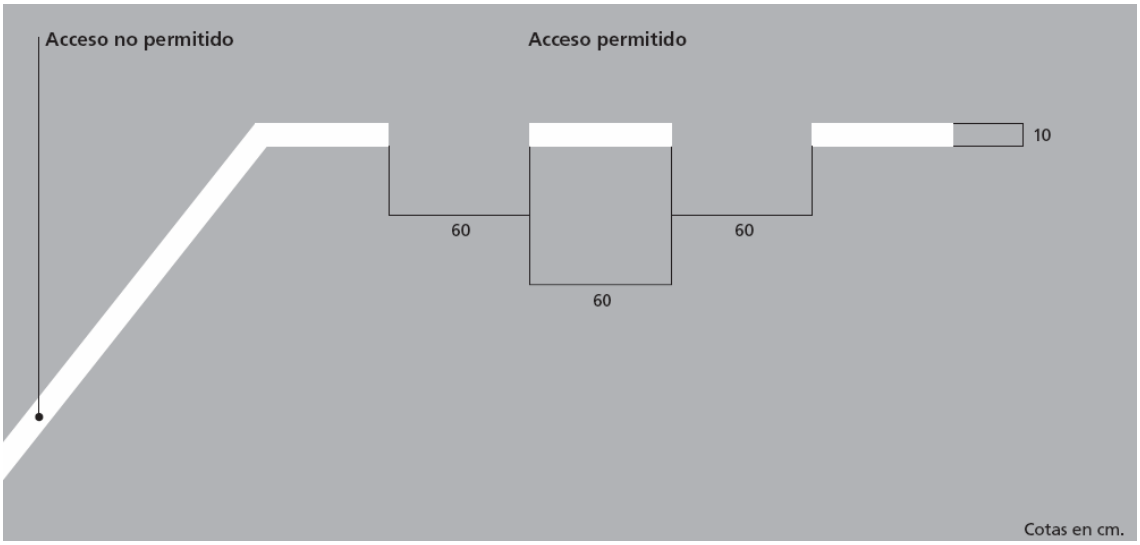


Fig. 11 Limitación del área de estacionamiento de equipos.

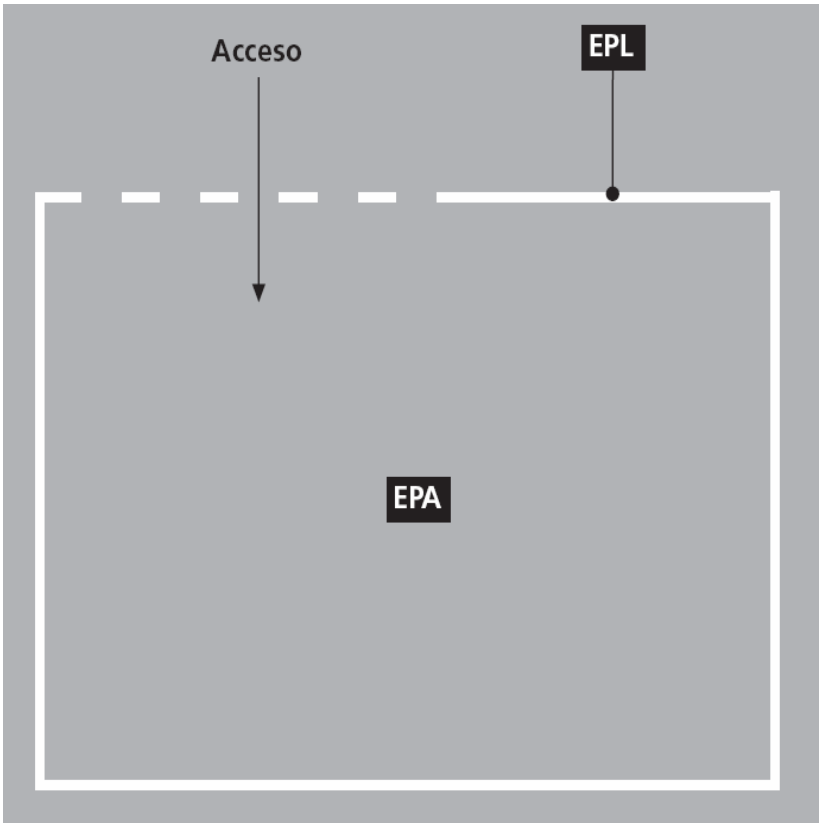


Fig. 12 Área de estacionamiento de equipos.

2.7 Señal de área de prohibición de estacionamiento de equipos.

Las áreas donde se prohíbe estacionar equipos, deben estar señalizadas de acuerdo a lo indicado, en las figuras 13, 14 a, b, c. Las líneas son continuas y de color rojo.

Delimitan en su interior, un área totalmente prohibida para el estacionamiento o parada de equipos de cualquier naturaleza. Cuando se trate de limitar grandes superficies, se colocara la señal alrededor de la misma, como se indica en la figura 14 c.

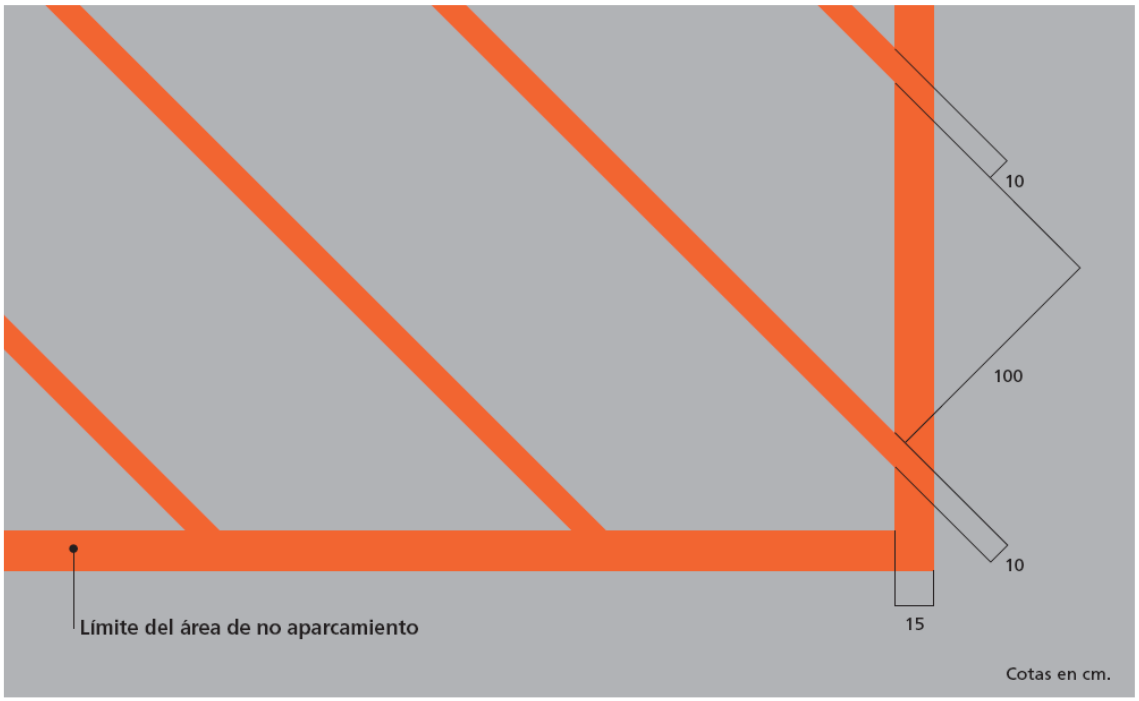


Fig. 13 Área de estacionamiento de equipos.

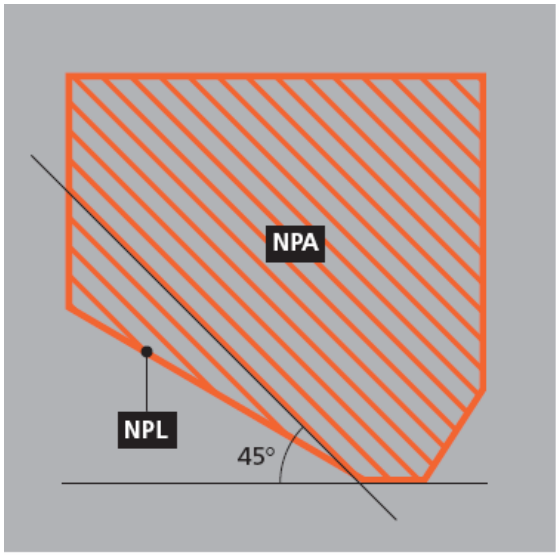


Fig. 14 a) Área prohibida para el estacionamiento de Equipo.

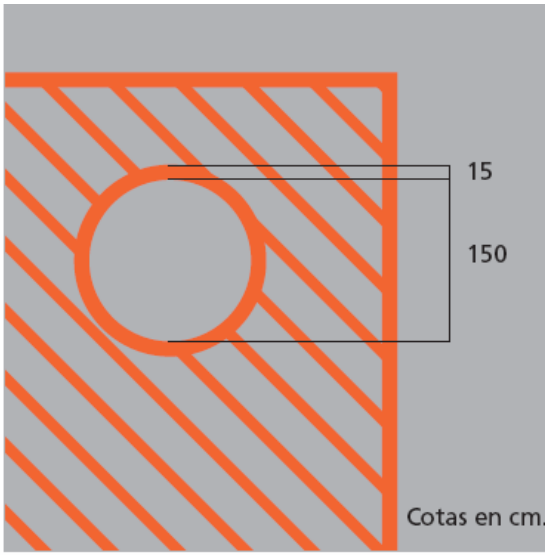


Fig. 14 b) Señal de posición de reposo de la .columna del puente de abordaje (pasarela).

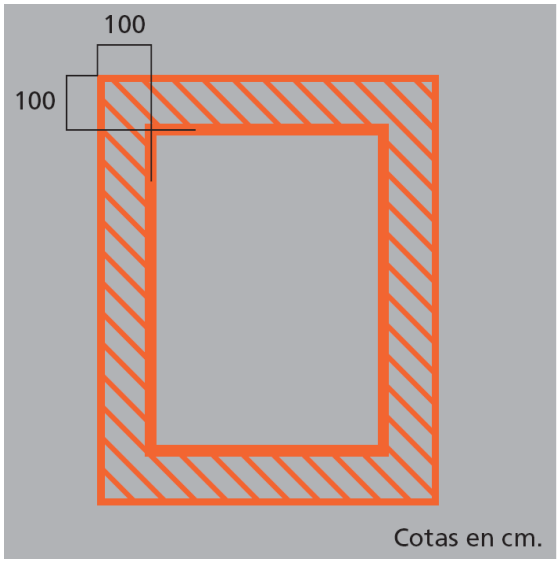


Fig. 14 c) Delimitación para grandes superficies.

2.8 Señal de entrada al puesto de estacionamiento.

La línea guía al puesto de estacionamiento, se inicia en la calle de rodaje de la plataforma hasta el destino. Si el puesto de estacionamiento permite estacionar distintos tipos de aeronaves, la línea tendrá un trazo continuo indicando el recorrido para la aeronave de uso más frecuente, o para las de mayor envergadura.

Se debe tener en cuenta para el diseño y el trazado de la línea, la separación mínima necesaria, que debe existir entre otras naves estacionadas o las áreas existentes para los vehículos de servicio.

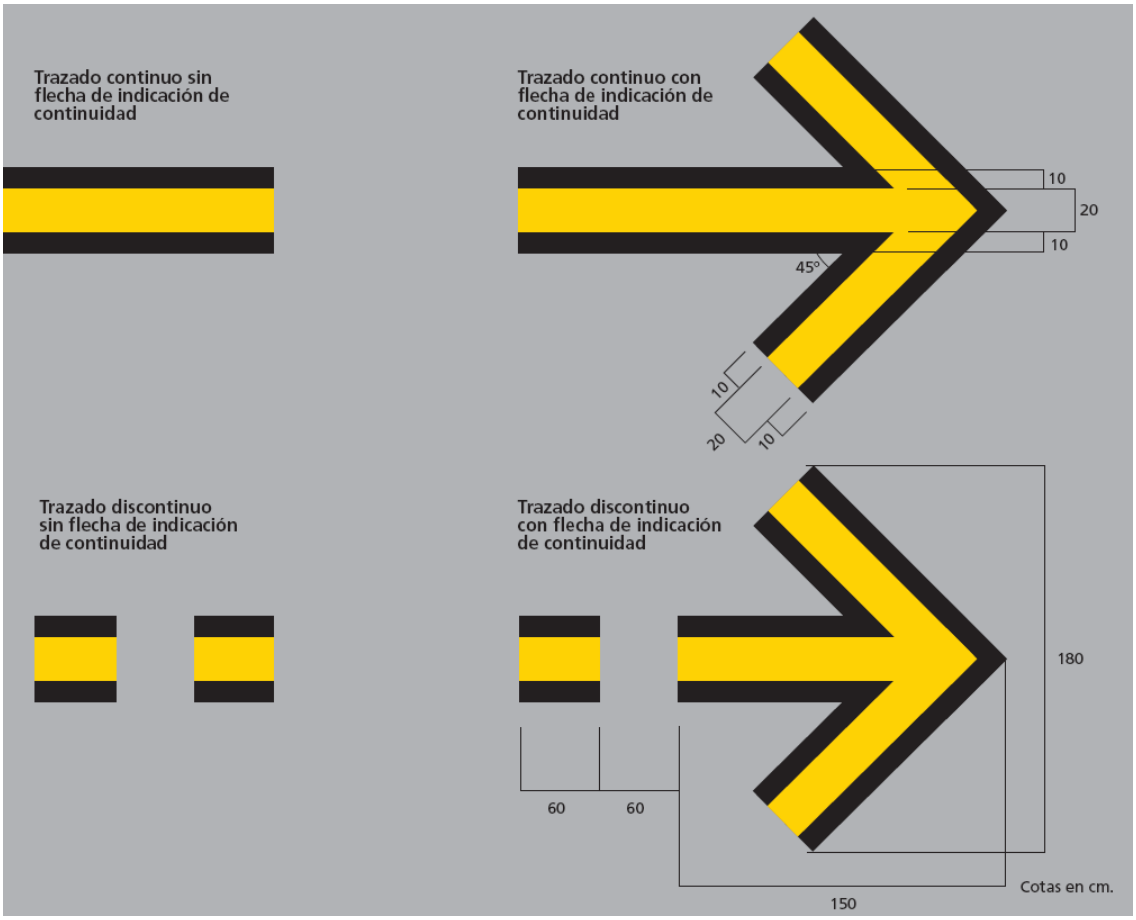


Fig. 15 Señal de entrada a puesto de estacionamiento.

En lo posible, el trazo de la línea deberá ser recto, desde la intersección con la calle de rodaje hasta el puesto de estacionamiento.

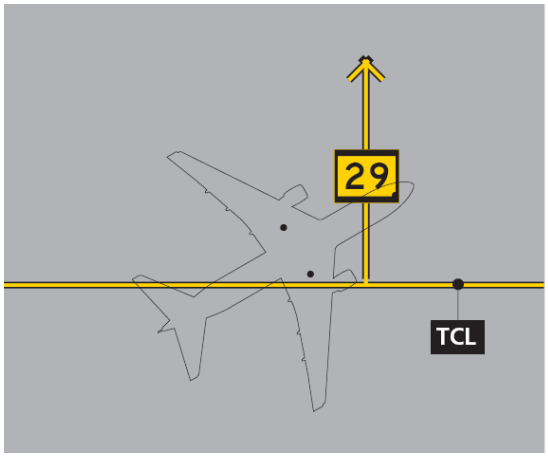


Fig. 16 a) Diagramación recomendada.

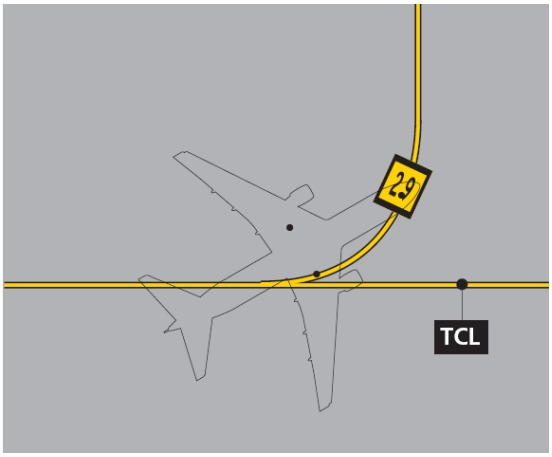


Fig. 16 b) Diagramación simple.

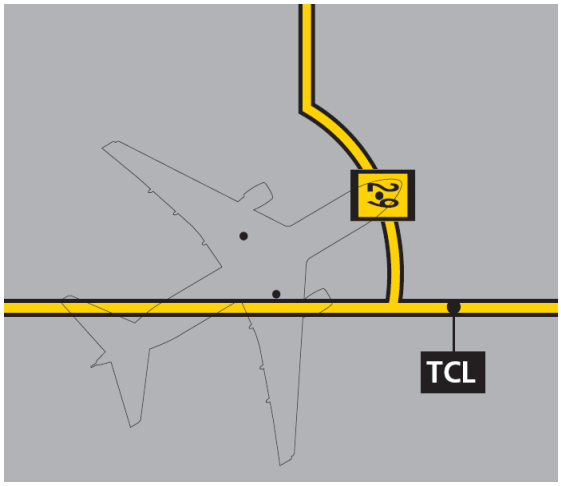


Fig. 16 c) Señal desplazada

2.9 Identificación del puesto de estacionamiento en la señal de entrada.

La señal del número del puesto de estacionamiento, se colocará sobre la línea de ingreso guía (figura 17 c). En caso de que existan dos direcciones de rodaje al puesto de estacionamiento, se utilizara la configuración indicada en la figura 17 a), y como una opción más, se utilizara la indicada en la figura 17 b).

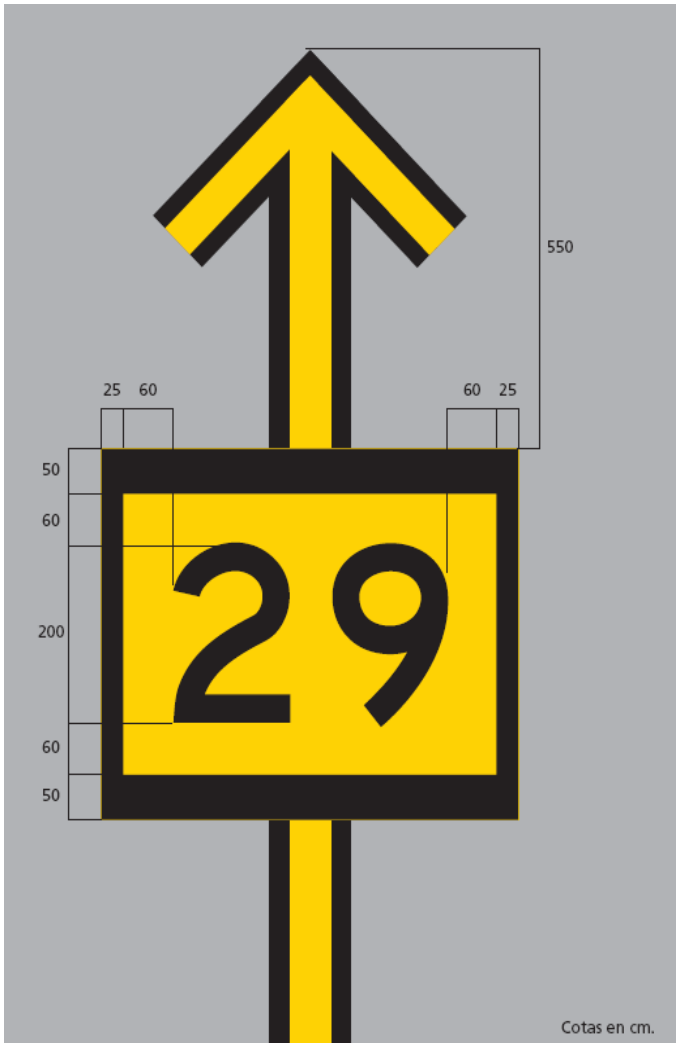


Fig. 17 a) Configuración para estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto.

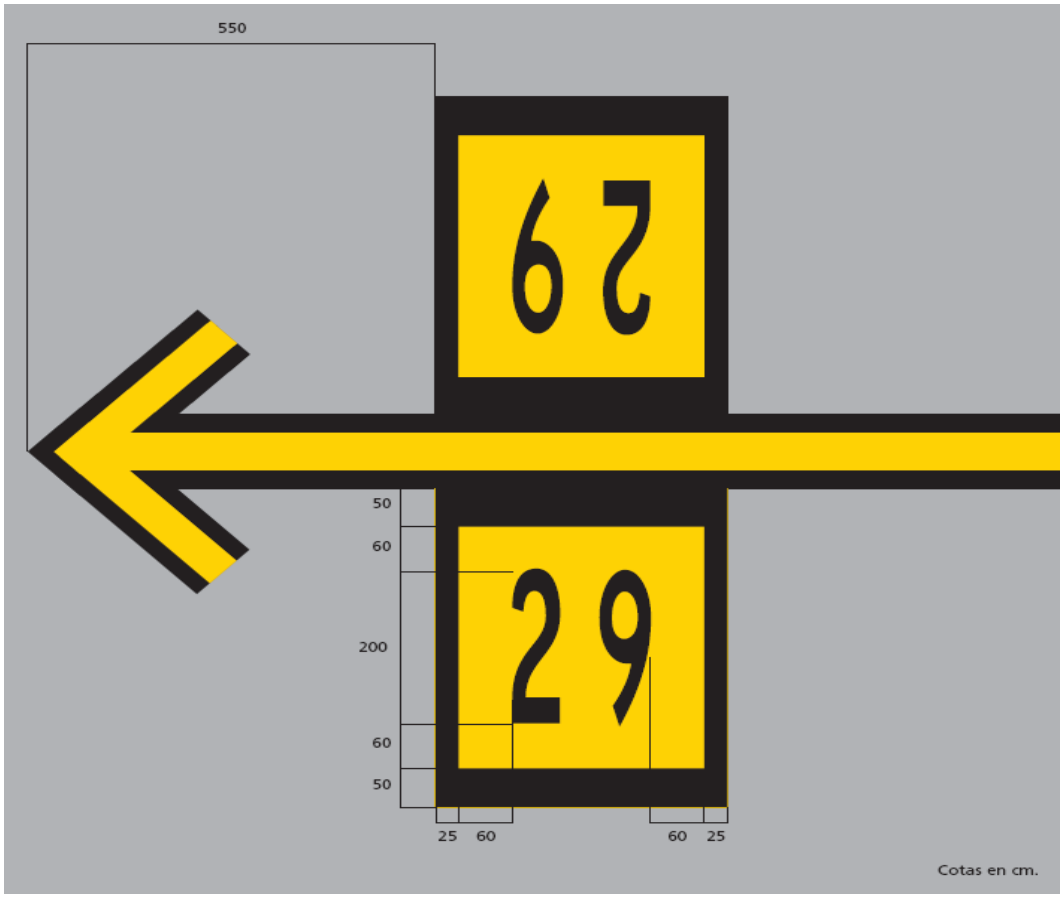


Fig. 17 b) Configuración para estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto.

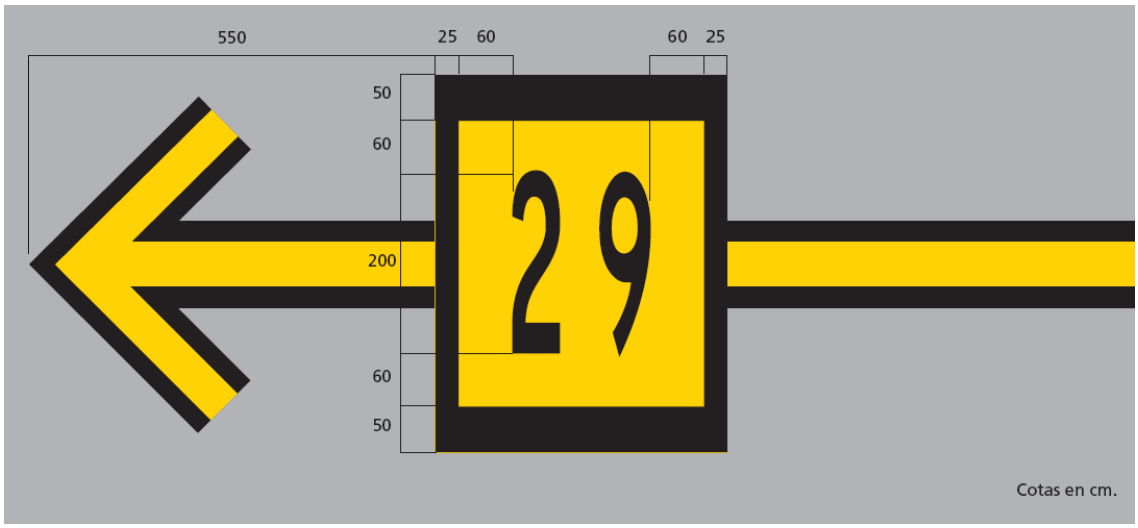


Fig. 17 c) Configuración para puesto de estacionamiento con una dirección de rodaje hacia el puesto.

La figura 18, muestra la manera en que se debe unir el eje de la calle de rodaje en plataforma, con cualquiera de las líneas indicadora del puesto de estacionamiento. La utilización de uno de los dos tipos de posición, está impuesta por la legibilidad de las señales desde el puesto del piloto.

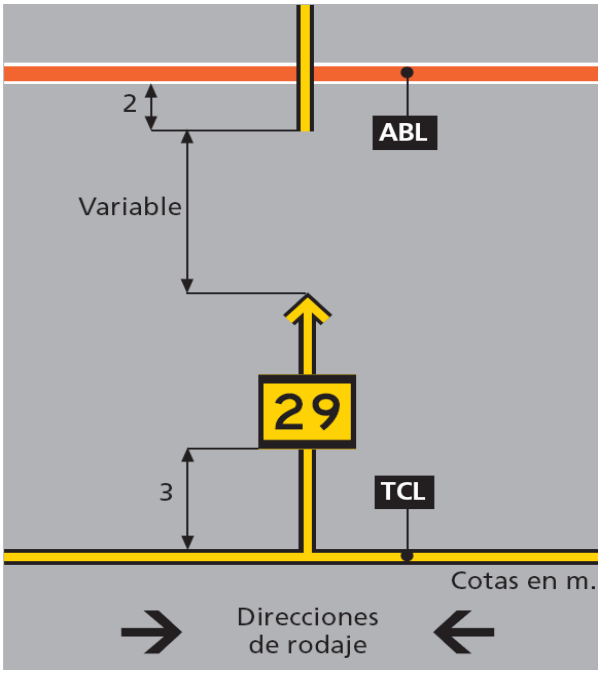


Fig. 18 a) Configuración para puesto de estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto.

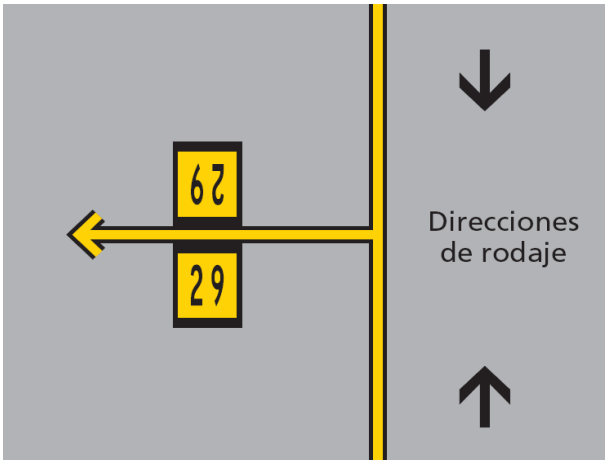


Fig. 18 b) Opción alternativa, de configuración para puesto de estacionamiento con dos direcciones de rodaje hacia el puesto

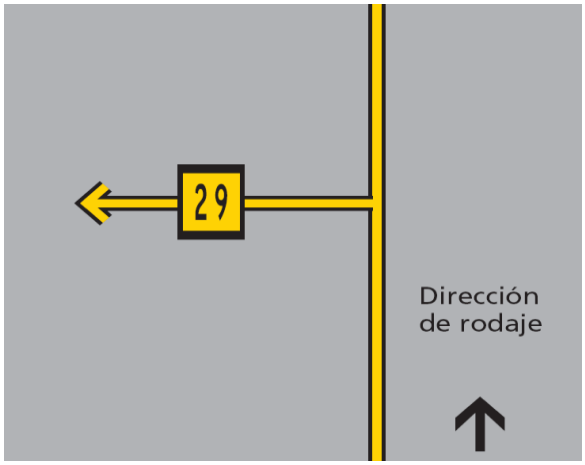


Fig. 18 c) Configuración para puesto de estacionamiento con una sola dirección de rodaje hacia el puesto

2.10 Barra de viraje.

Indica el lugar de inicio de viraje hacia el puesto de estacionamiento, la señal debe estar ubicada de tal forma que sea visible desde la posición del piloto.

Estará ubicada al lado izquierdo del sentido de la marcha y en ángulo recto a la línea de guía y, con la flecha indicando el sentido de viraje.

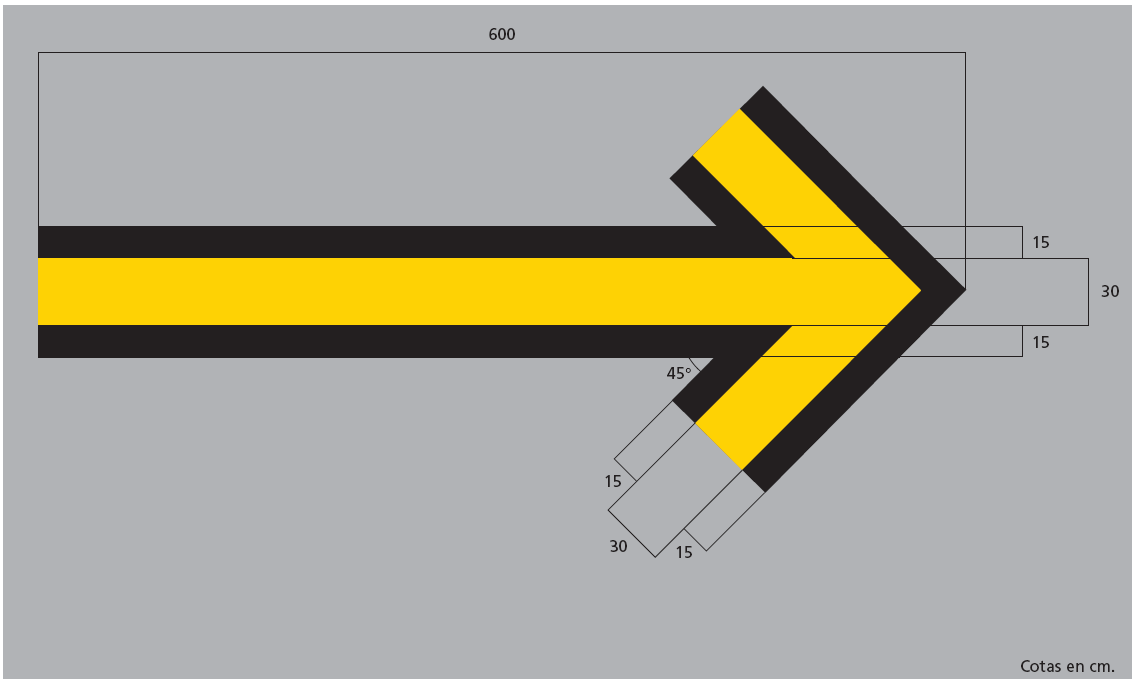


Fig. 19 Dimensión de la indicación de barra de viraje.

En función a la flota que se espera que utilice el puesto de estacionamiento, se puede pintar varias señales, sin embargo se recomienda utilizar el menor número de señales posibles.

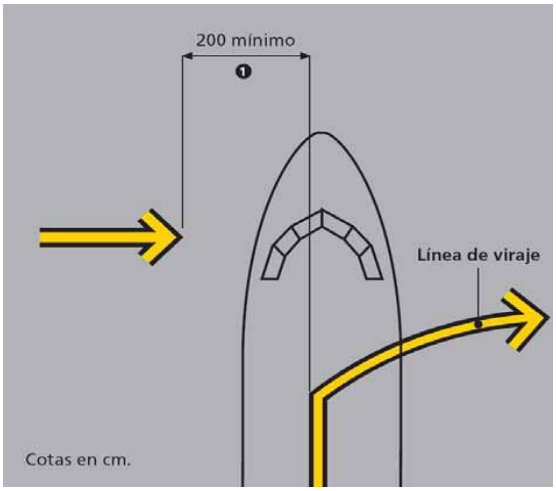


Fig. 20 (1) A determinar en función del tipo para que sea visible por el piloto.

2.11 Barra de parada.

La barra de parada sirve de ayuda al piloto, para indicarle en que punto debe detenerse en un punto determinado. Ésta opción es valida cuando la aeronave ingresa por sus propios medios a la posición de estacionamiento sin guiado, sean éstos medios automáticos o señalero (fig 21).

Si nos referimos a la posición del puente (pasarela) de abordaje, se pintará la barra de forma que sea posible la conexión entre la aeronave y el puente. La posición ideal de la puerta de la aeronave está definida para cada tipo de aeronave y está relacionada, con la ubicación final de la rueda de morro.

a) Para los puentes de abordaje con dos grados de libertad, la posición de la barra de parada, debe ser precisa, considerando los tipos de aeronaves más usuales.

b) En posiciones remotas, se marcará una barra de parada (o dos como máximo) que corresponda a la aeronave más desfavorable en cuanto al cumplimento de distancias mínimas de seguridad. Sin embargo, en caso de no existir riesgo de incidentes para las naves que van a utilizar la posición, bastará con señalizar la barra de parada de la aeronave más usual.

c) Cuando se marquen varias barras de parada en un estacionamiento, podrá añadirse un texto para indicar al piloto en que punto donde detener su aeronave (fig. 22).

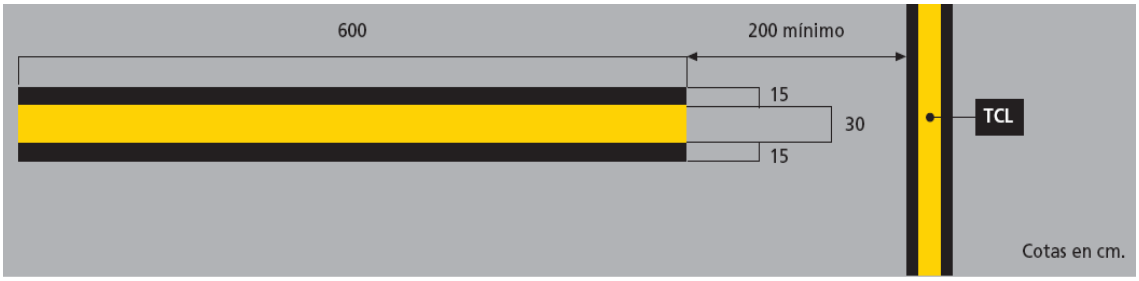


Fig. 21 Configuración de la señal de barra de parada.

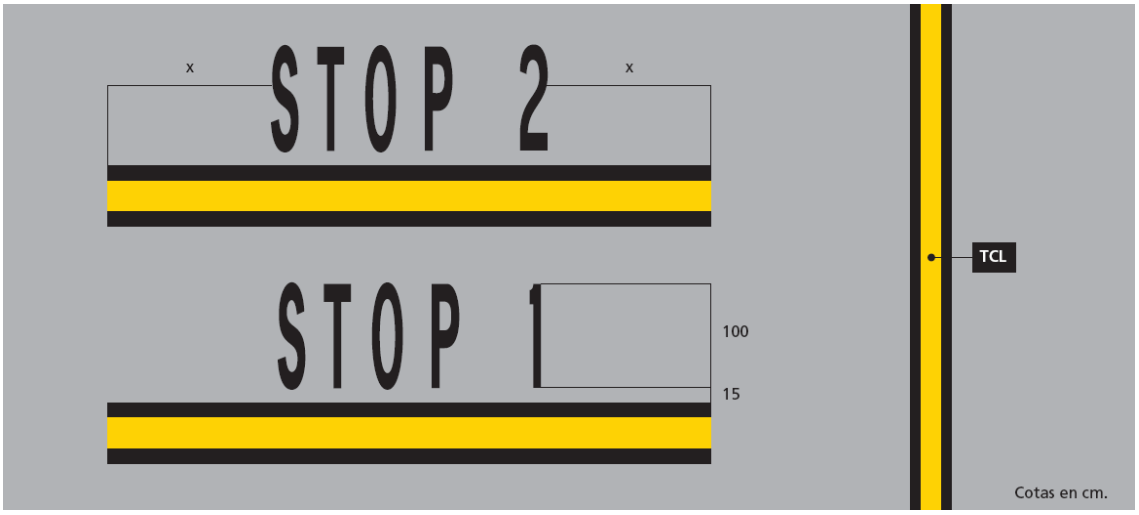


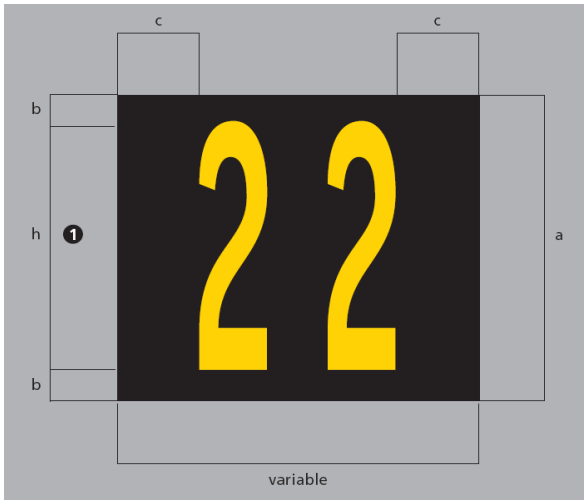
Fig. 22 Configuración de la señal de barra de parada.

2.12 Señal de designación de puesto de estacionamiento.

Es el número que designa el puesto de estacionamiento de aeronaves. El mismo se encuentra inscrito dentro de un cuadrado negro y está pintado con amarillo (fig 23). El tamaño del número está en relación con la letra clave de la aeronave.

El letrero se colocará en la parte interior superior izquierda del puesto de estacionamiento, cuando se use el puente de bordaje, de tal manera que el piloto pueda observar el mismo correctamente.

En las posiciones remotas, la identificación se situará en el extremo de la barra de parada (fig. 24 a y b).



Letra Clave	(1)Tamaño del texto (h)
A	75 cm
B, C	100 cm
C, E	150 cm

(1) h	a	b	c
75	95	10	25
100	126	13	33
150	190	20	50

Tabla 1. Tamaño en centímetros del número que designa el puesto de estacionamiento.

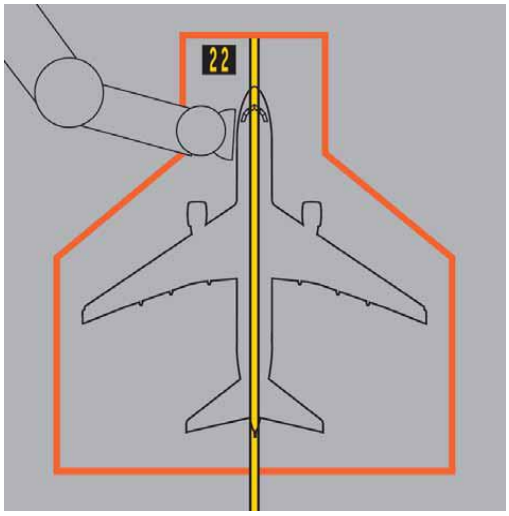


Fig. 24 a) Configuración del número de puesto de estacionamiento, con aeronave y puente de abordaje.

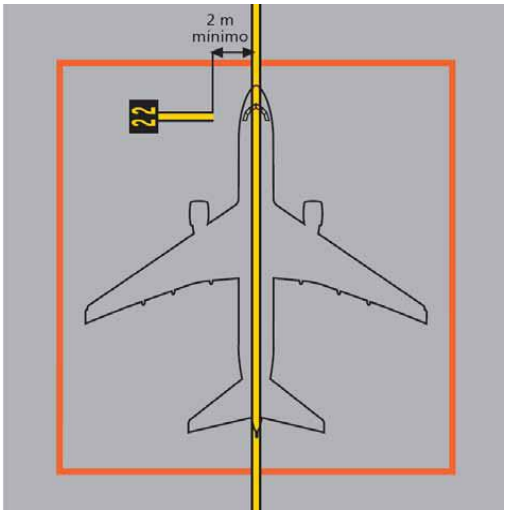


Fig. 24 b) Configuración del número de puesto de estacionamiento, en posiciones remotas.

Para conseguir que la nave quede perfectamente alineada sobre el eje del puesto de estacionamiento, debe existir al menos la mitad de la longitud de la aeronave tras el viraje de entrada.

2.13 Criterio de diseño del puesto de estacionamiento.

Cuando una aeronave maniobra en la plataforma, el obstáculo crítico no suele ser la aeronave adyacente, sino los vehículos de servicio que la atiende.

El propósito de señalizar el área de estacionamiento de aeronaves, es el de proporcionar un área segura para el personal y vehículos, donde se realizan los servicios que requiere la aeronave antes de dejar la plataforma.

En la posición final, se debe proporcionar un margen libre de obstáculos de A=7.50 m como mínimo, entre la aeronave y entre cada punto de la señal del puesto de estacionamiento. En la punta de las alas y el morro, ésta distancia puede reducirse hasta A =4.50 m para las aeronaves de la clave C.

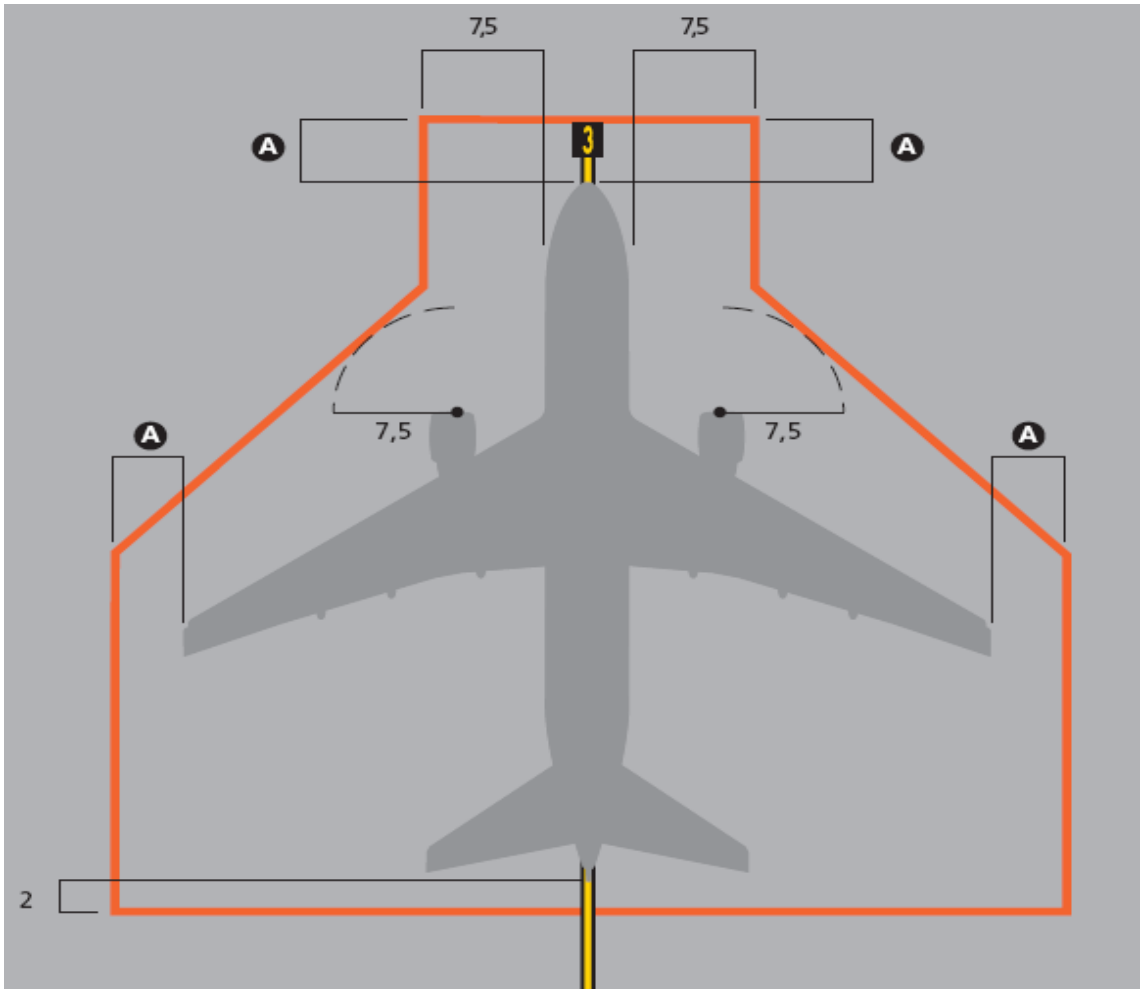


Fig. 25 Configuración del puesto de estacionamiento.

Normalmente, la flota usuaria del puesto de estacionamiento esta compuesta por varios tipos de modelo de aeronaves, con diferentes geometrías. A fin de acomodar correctamente todos los modelos de aeronaves es necesario fijar varias posiciones de parada, considerando las instalaciones, puentes de abordaje, etc.

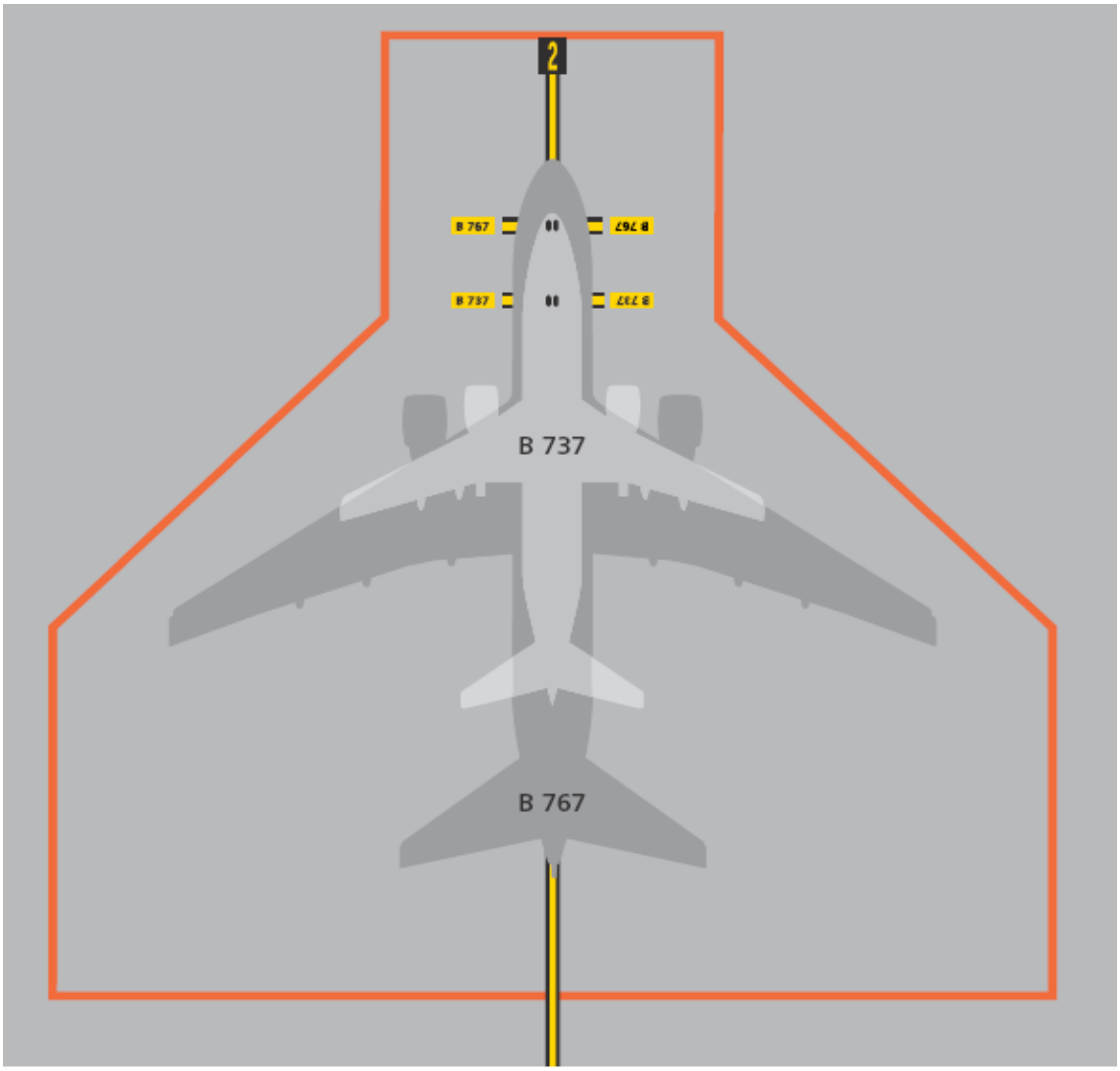


Fig. 26 Configuración del puesto de estacionamiento.

2.14 Diferentes geometrías del puesto de estacionamiento.

Las plantillas presentadas en el adjunto, incluyen las dimensiones de los puestos de estacionamiento para los aviones que mayormente operan en los aeropuertos nacionales. Para aeronaves de mayor envergadura se deberá realizar un estudio especial.

Cada estacionamiento, está diseñado para un grupo de aeronaves con características similares de envergadura, de ancho y largo.

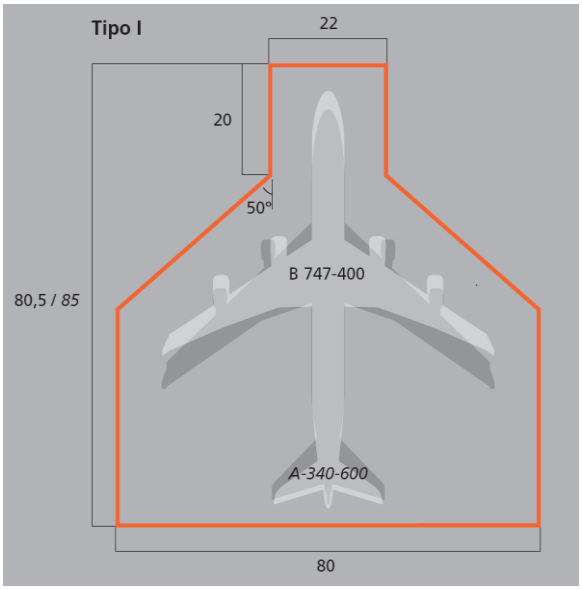


Fig. 27 a) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo I

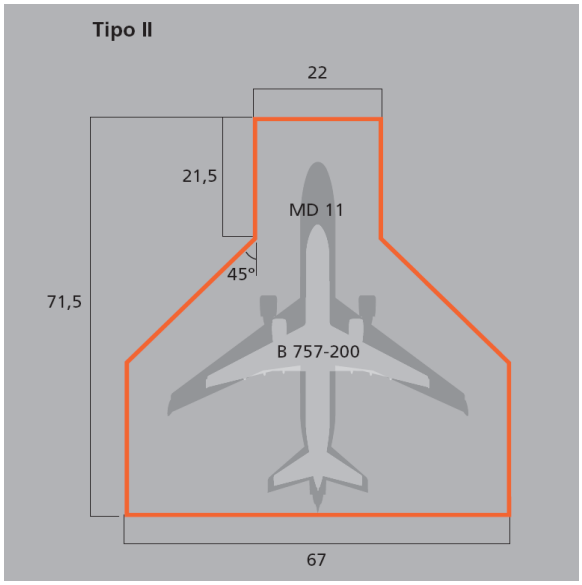


Fig. 27 b) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo II

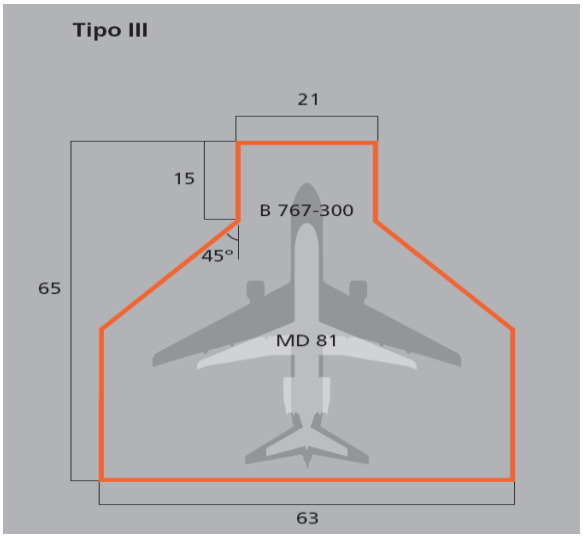


Fig. 27 g) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo III (cotas en metros)

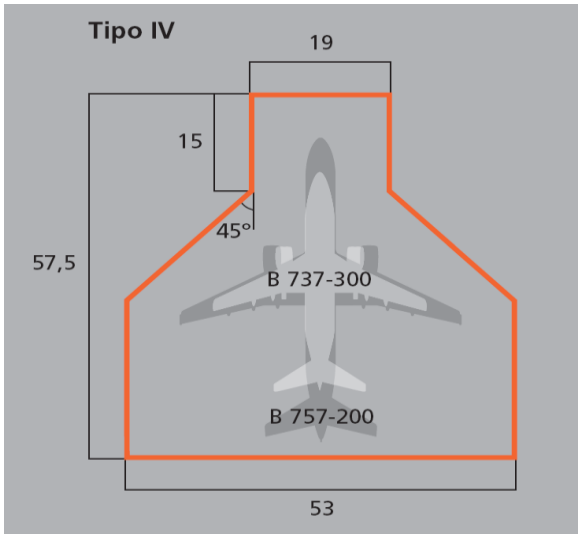


Fig. 27 h) Configuración del puesto de estacionamiento Tipo IV

Dimensiones de los puestos de estacionamiento (metros)			
TIPO	**AERONAVES**	**LONGITUD**	**ANCHO**
I	**B-747, A-340**	**80.50**	**80.00**
	B-777, A-340- 600	**85.00**	**80.00**
II	**MD-11, DC-10, DC-8/63**	**71.50**	**67.00**
III	**B-767, B-707, L-1011 IL-62, A-300, A-310, DC-8/53**	**65.00**	**63.00**
IV	**B-757, TU-154**	**57.50**	**53.00**
V	**MD-81 a 83 y 88**	**54.50**	**44.00**
VI	**MD-87, A-320, TU-134 B-737/600 a 800**	**46.50**	**44.00**
VII	**DC-9, B-737/100 A 500, F-100 Bae 143, F-28, BA-111 Bae 146/200 Y 300**	**44.50**	**40.00**
VIII	**ATR-72, ATR-42, CN-235, Bae-146/100**	**34.50**	**37.00**

En algunas configuraciones del puesto de estacionamiento, es necesario marcar de una manera conveniente, todas aquellas áreas reservadas para los equipos auxiliares, como por ejemplo el tractor de arrastre, abastecimiento de combustible y otros, proporcionando vías rápidas para vehículos de emergencia.

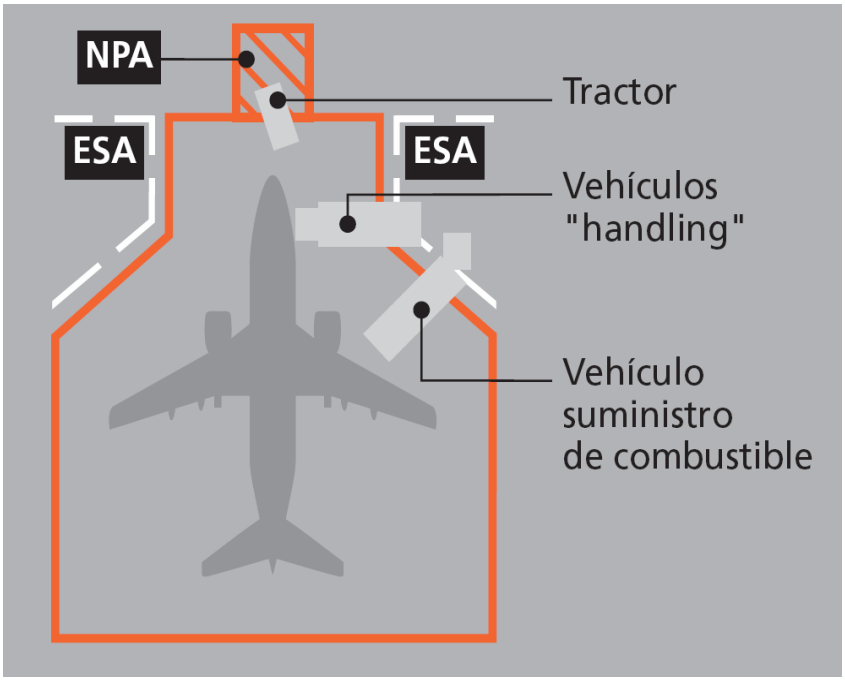


Fig. 28 Configuración de un puesto de estacionamiento con vehículos de servicio.

En algunos casos los puestos de estacionamientos se solapan, para lo cuál se considerará la separación mínima necesaria entre una aeronave y otra. Pero en los casos en las que las aeronaves pertenezcan a las del tipo III o menores, se producirán problemas para la circulación de los vehículos de servicio o “handling”.

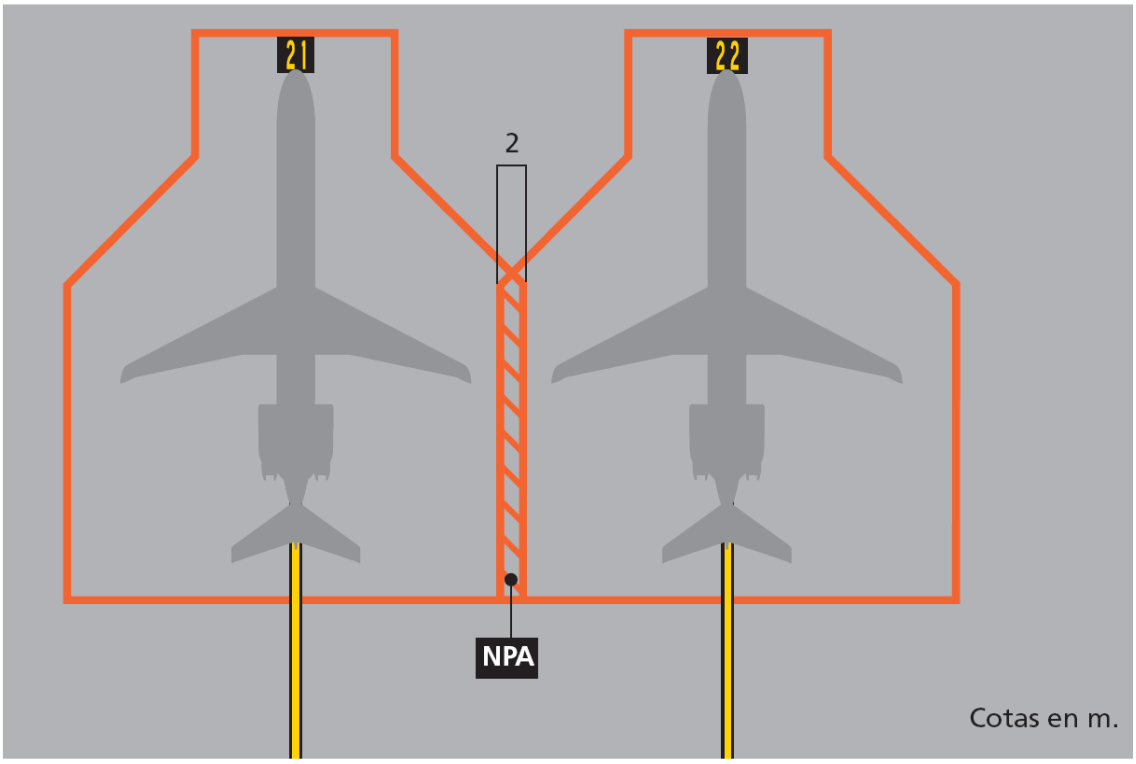


Fig. 29 Configuración de un puesto de estacionamiento con vehículos de servicio.

Las áreas de solape entre puestos de estacionamientos, serán consideradas como áreas restringidas para el estacionamiento, y serán señaladas de esa forma.

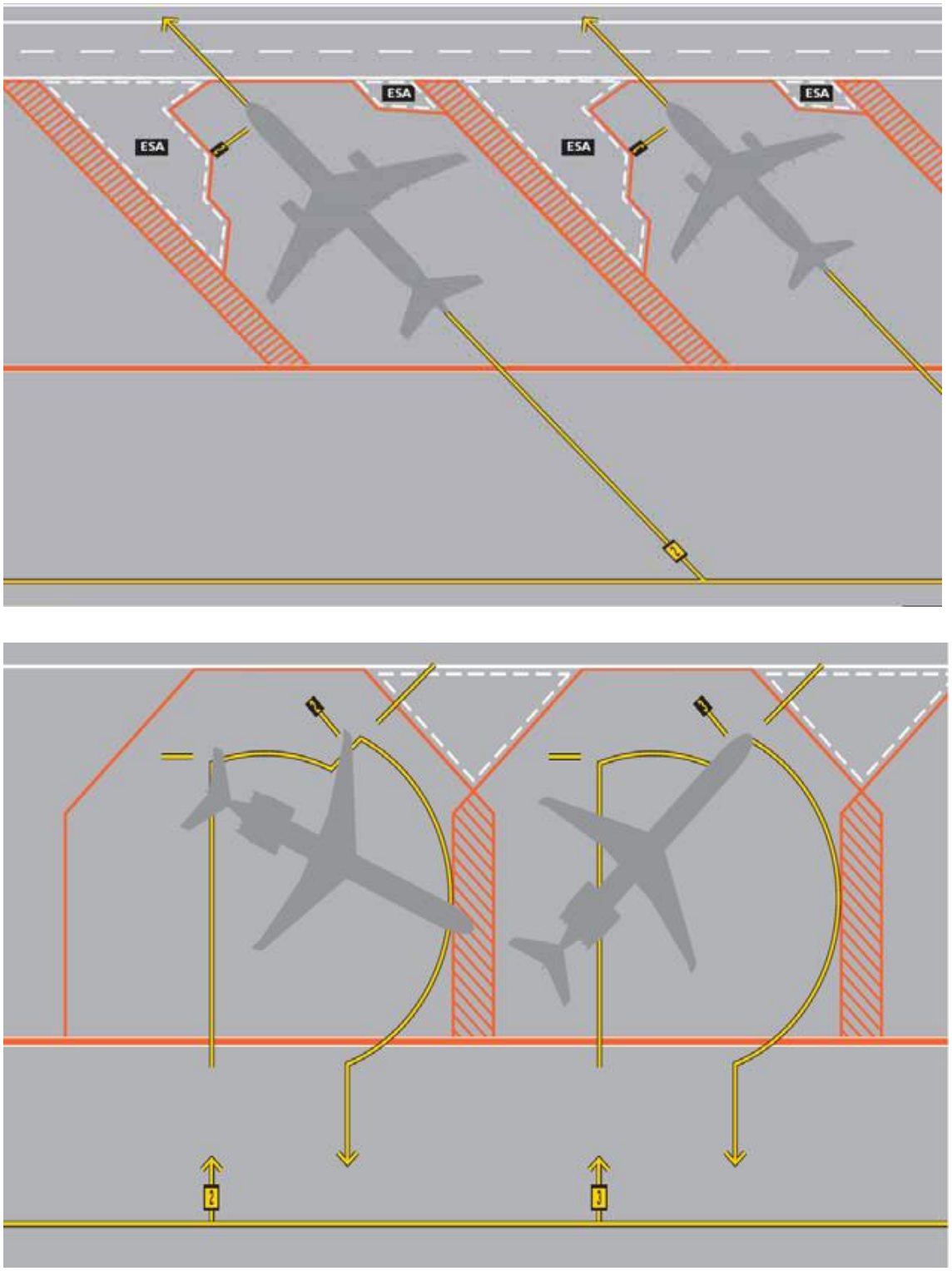


Fig. 30 Diferentes configuraciones de un puesto de estacionamiento con áreas restringidas.

En algunos casos, se diseña el puesto de estacionamiento de aeronaves para que puedan albergar varias de diferente tamaño, desde luego se debe considerar la nave más grande.

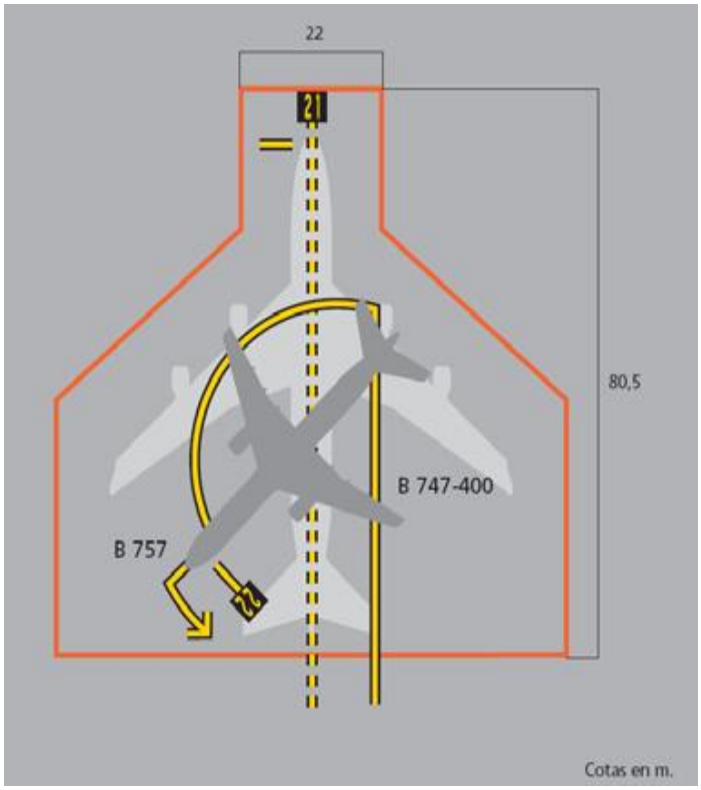


Fig. 31 Posición compuesta de salida autónoma y remolcada.

Se recomienda ésta posición cuando aeronaves mayores operan con poca frecuencia.

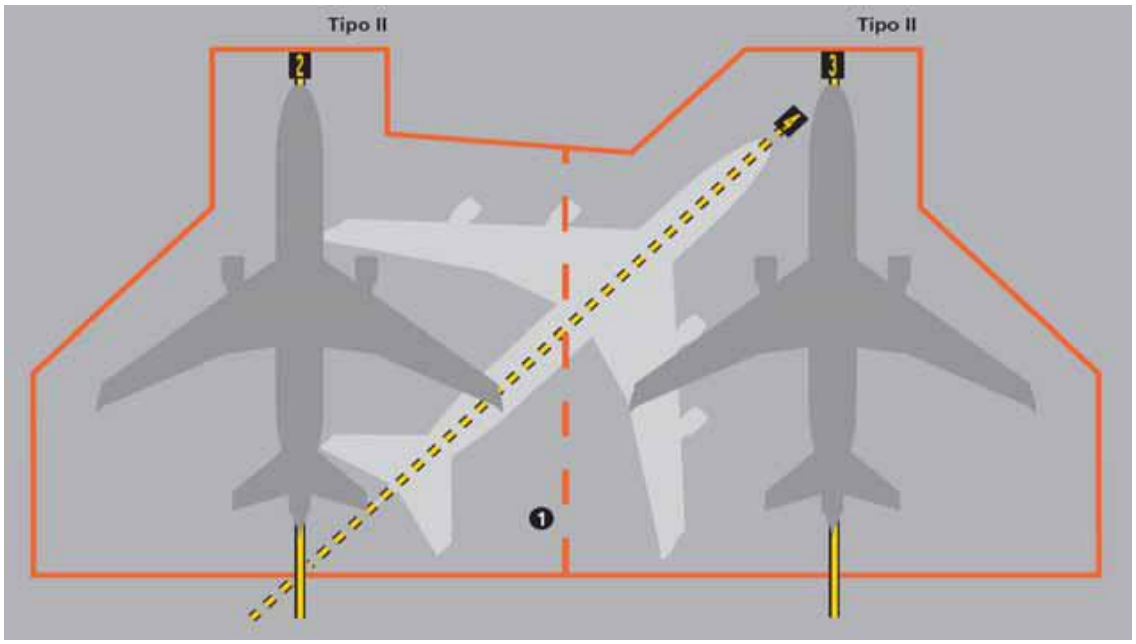


Fig. 32 Puesto de estacionamiento compartido por varios tipos de aeronave sin solape.

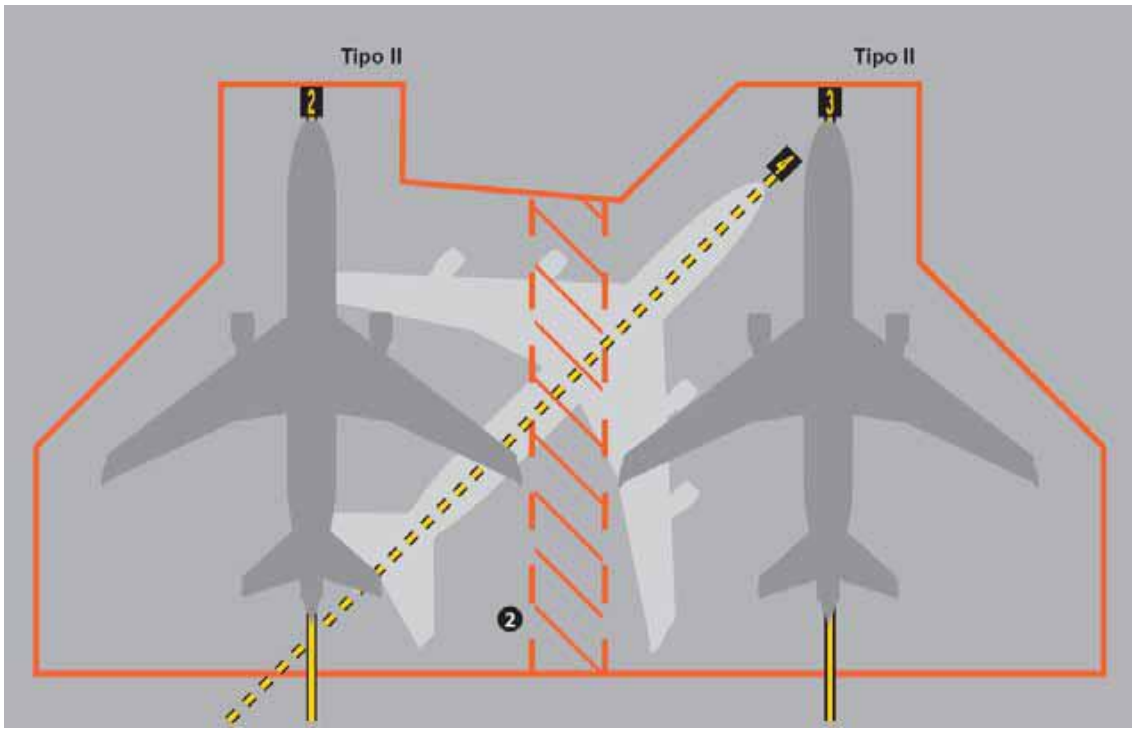


Fig. 33 Puesto de estacionamiento compartido por varios tipos de aeronave sin solape.

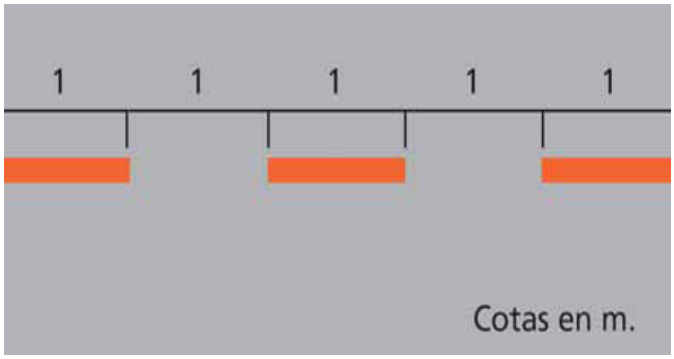


Fig. 34 (1) Separación de los puestos de estacionamiento con línea continua de color rojo.

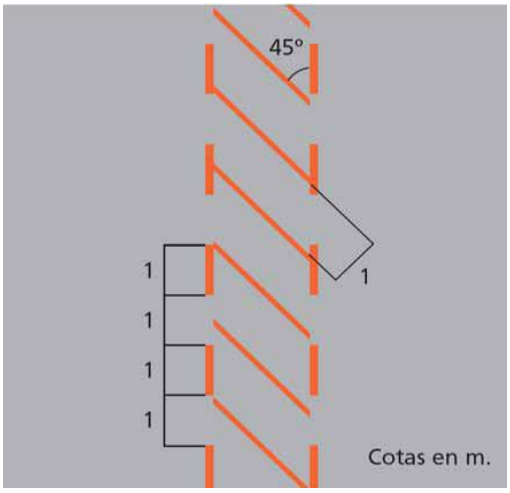
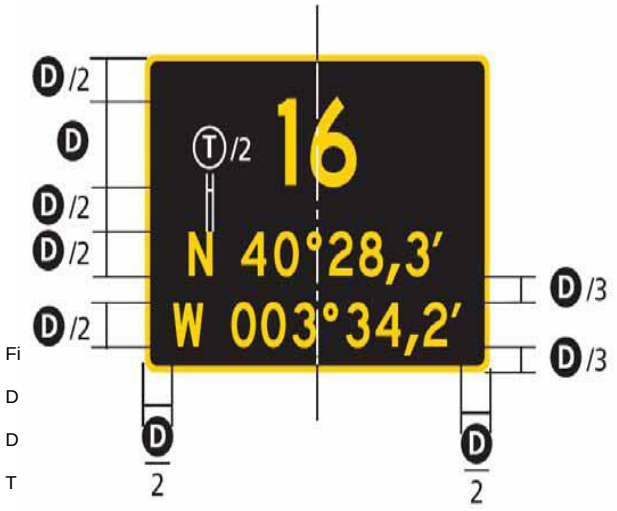


Fig. 35 (2) En caso de solape, se utilizará la presente señalización con línea roja.

2.15 Letrero de designación de puesto de estacionamiento.

La señal de identificación de un puesto de estacionamiento de aeronaves estará complementada con un letrero de identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves, siempre que sea posible. El letrero de identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves, se colocará en un lugar visible para el piloto. Se diseñará las letras con trazos de color amarillo en fondo negro, con un margen también de color amarillo.

Estará emplazado de forma que resulte visible desde la cabina de la aeronave que ocupa el estacionamiento. Se recomienda colocarlo al lado vertical, en caso de que se utilice un puente de abordaje, en una estructura que esté al frente de la aeronave.



D	T
200 mm	32 mm
300 mm	48 mm

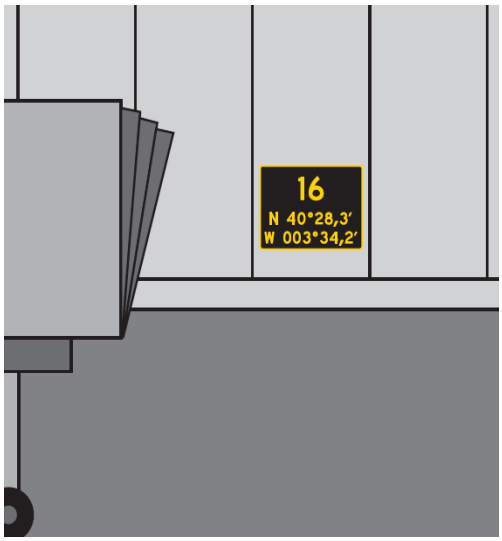


Fig. 37 Emplazamiento en el puente de abordaje, al lado izquierdo de la cabina del piloto.

2.16 Señal de barra de alineación.

Es la barra que permite al piloto, orientar la aeronave correctamente, al final de la maniobra de estacionamiento. Las aeronaves deben rodar en línea recta al menos 3 metros después de acabar el viraje de entrada y antes de iniciar el de salida, con el objeto de minimizar los esfuerzos sobre el tren de aterrizaje.



Fig. 38 Dimensiones de la barra de alineación.

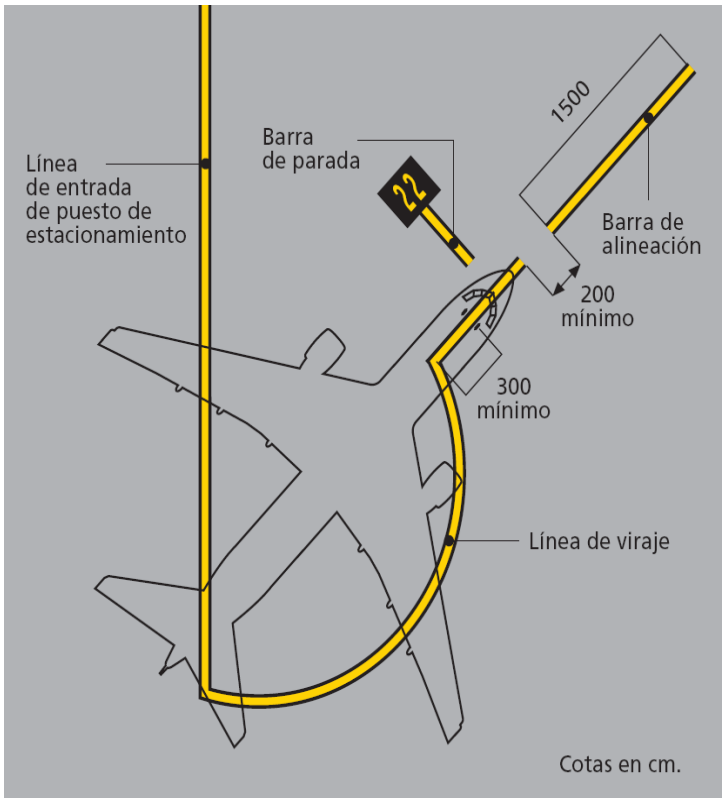


Fig. 39 Configuración final de puesto de estacionamiento con barra de alineación.

2.17 Señal de barra de tren delantero e indicación del tipo de aeronave.

Indica al señalero el lugar donde deben quedar situadas las ruedas del tren de delantero, al detenerse la aeronave en su respectivo puesto de estacionamiento. Puede indicarse a ambos lados de la línea guía, el tipo de aeronave a la que corresponde, sin embargo colocar más de dos designaciones, puede ocasionar confusiones.

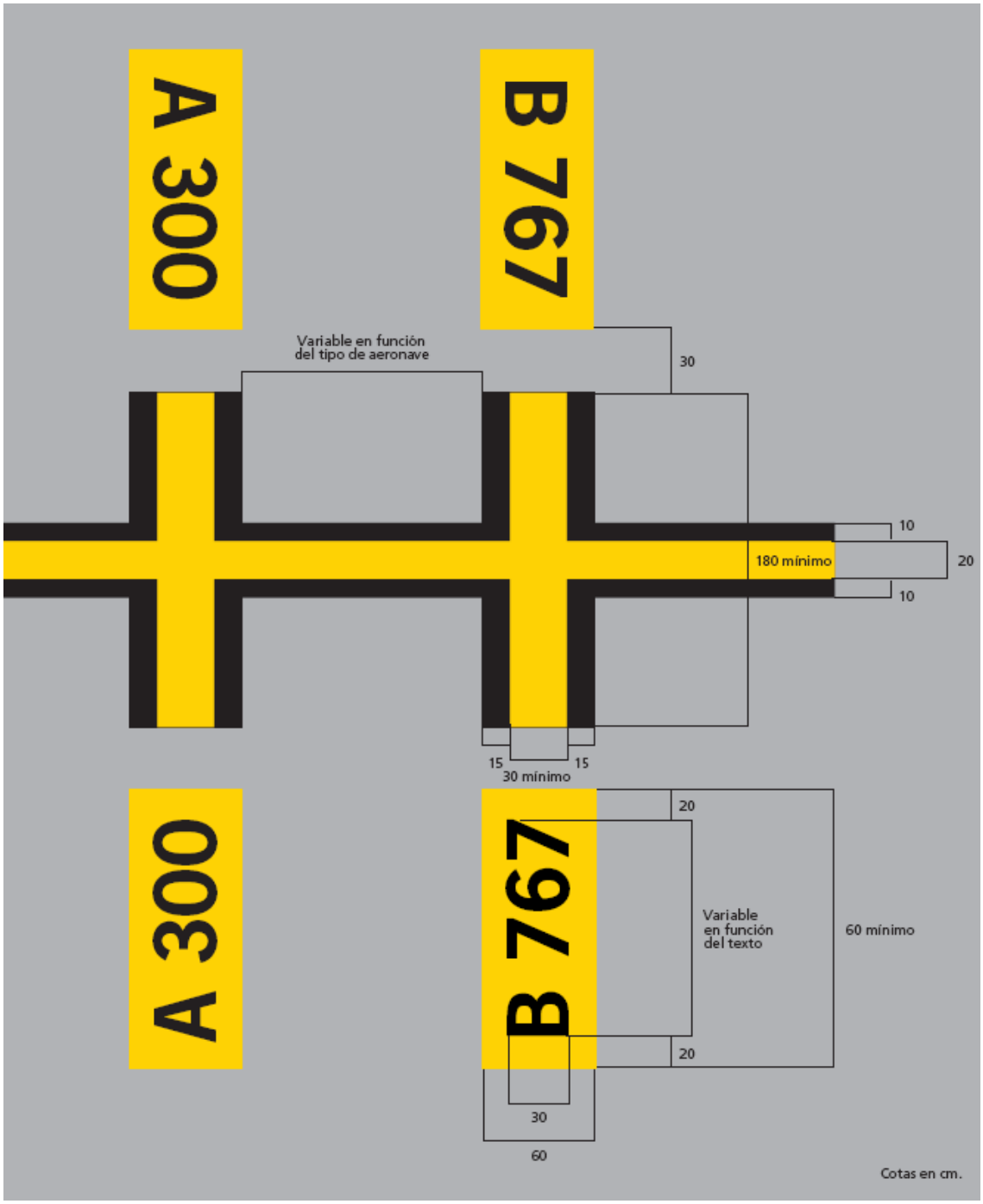


Fig. 40 Configuración de barra de morro e indicación del tipo de aeronave.

2.18 Señal de instalación.

Indica la ubicación de una instalación en la plataforma, como por ejemplo los hidrantes, toma a tierra, anclajes, etc.

Las dimensiones se adaptarán al tamaño de la instalación que se hace referencia. Sin embargo las dimensiones mínimas se anotan en la figura 28. La distancia A, es la mínima que se debe tener desde la instalación, hasta el marco de la señalización.

Para mejor información y catalogación, opcionalmente se podrá identificar, el punto de instalación mediante un código,

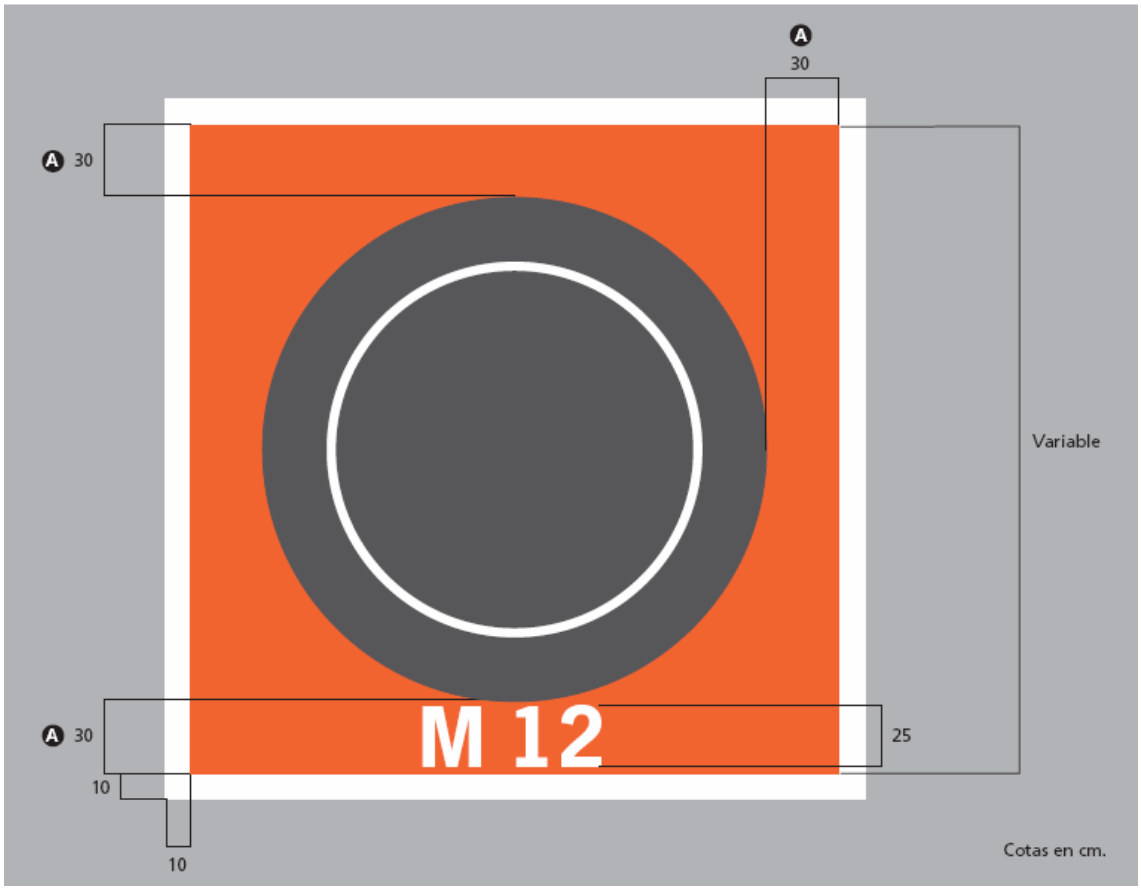


Fig. 41 Señalización de ubicación instalación.

2.19 Señal de punto de reunión.

Define los puntos de reunión indicados el plan de emergencia del aeropuerto, y que están situados en la zona restringida del recinto aeroportuario.

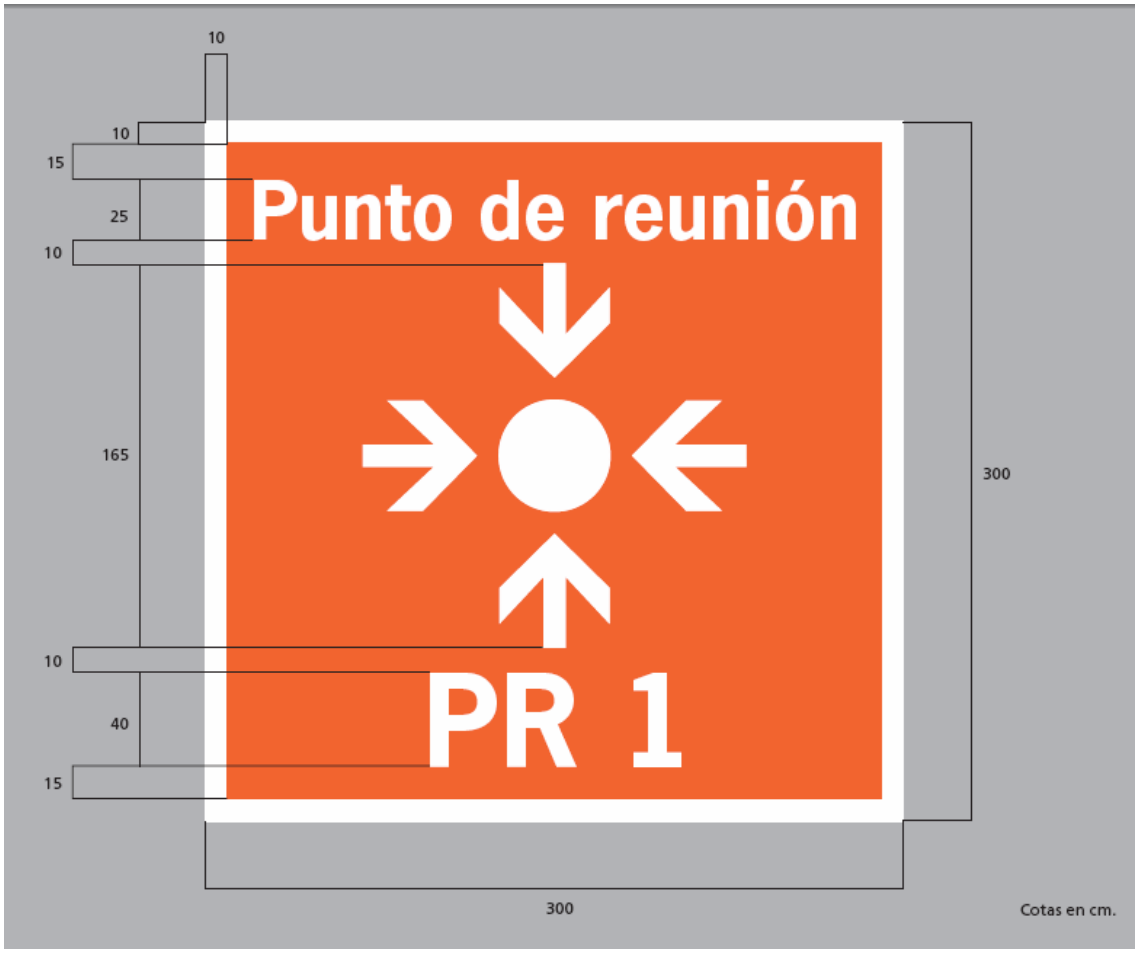


Fig. 42 Señalización de punto de reunión.

2.20 Señal de senda peatonal.

Se utilizará ésta señal, para designar sendas seguras para el peatón en la plataforma. Puede existir más de una senda, se puede utilizar varios colores, siempre y cuando, los mismos sean de tono contrastante con el pavimento y no se confunda con otras señales. El color blanco será el que predomine, pero puede utilizarse otros colores optativos.

La señal peatonal será complementada con otros, que indiquen el tipo de senda u otra información importante como por ejemplo salidas/departures, llegadas/arrivals, o alguna otra necesaria.

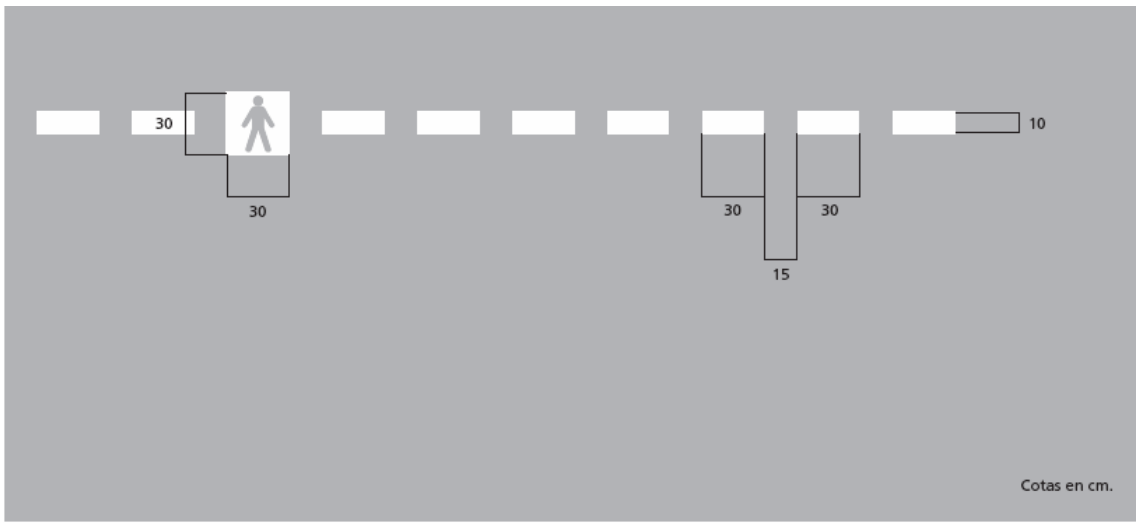


Fig. 43 Señalización de senda peatonal

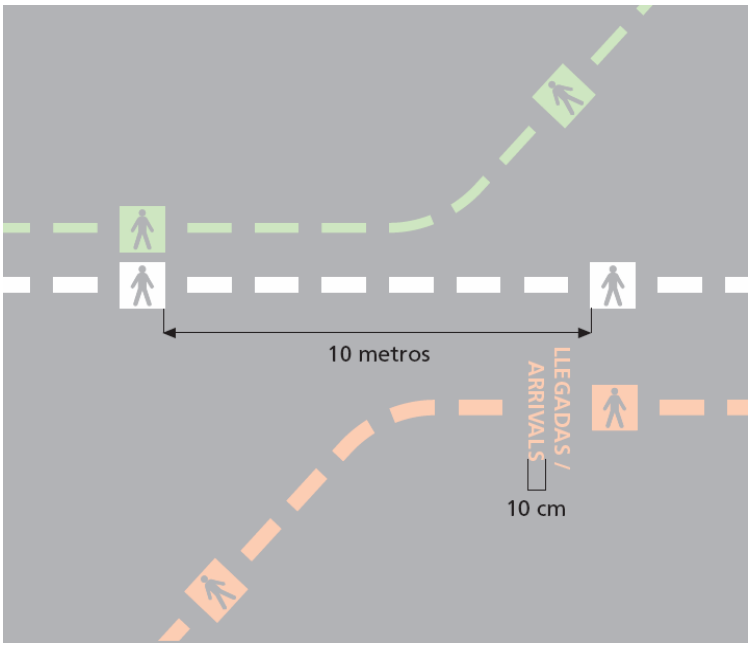


Fig. 44 Señalización de diferentes tipos de senda.

2.21. Señal de margen y eje de vía de servicio.

La señal delimita las vías de servicio destinadas al movimiento y circulación de los equipos de tierra.

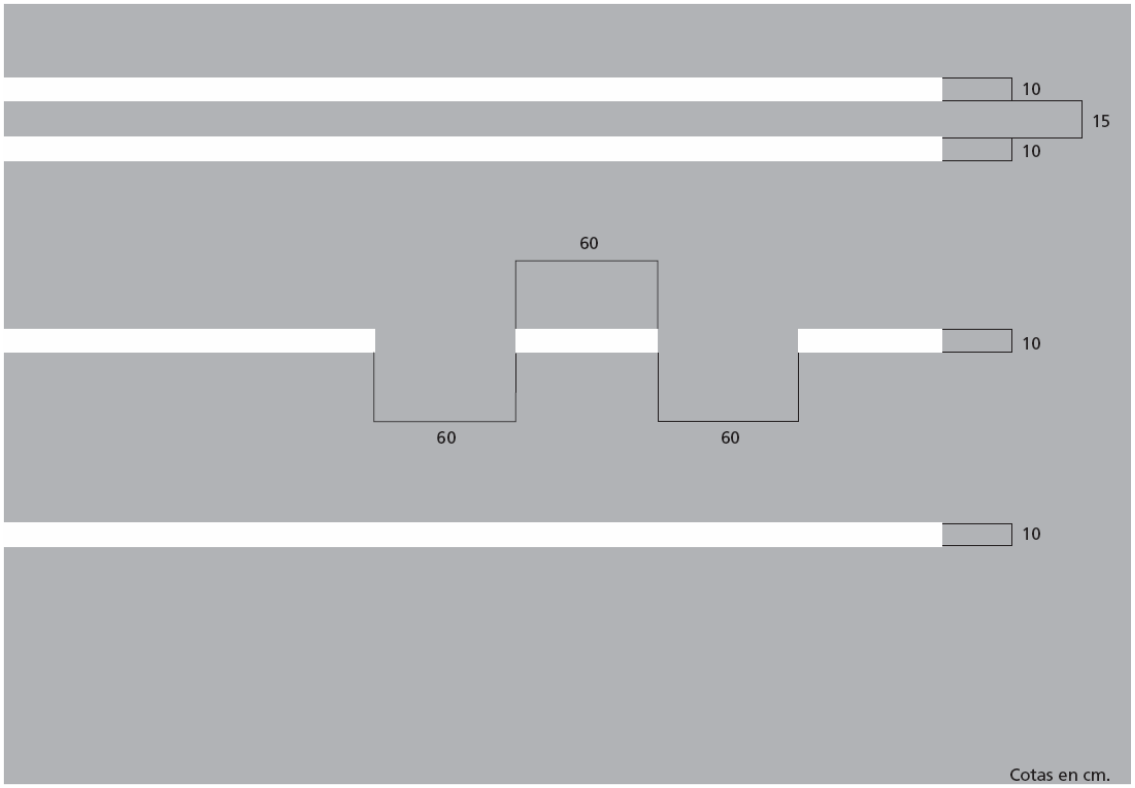


Fig. 45 Señalización de vía de servicio.

La línea es de color blanca, de trazo continuo, y solo se puede rebasar a un vehículo de tierra, cuando el trazo del eje es discontinuo.

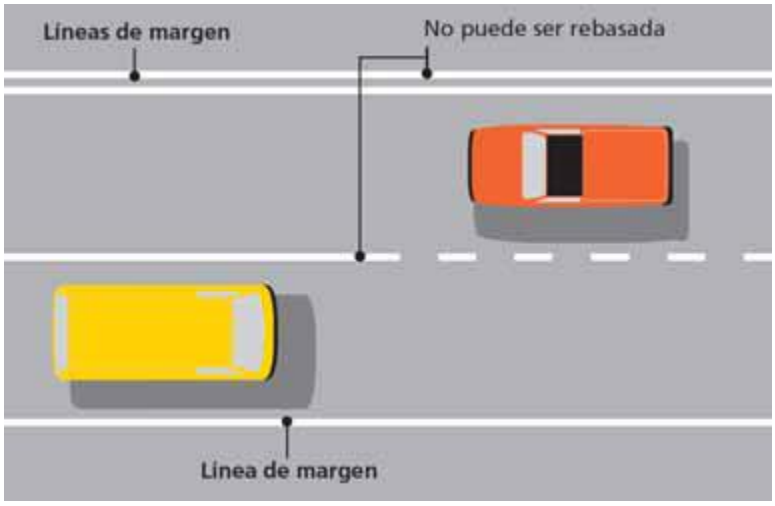


Fig. 46 Señalización de vía de servicio incluyendo la línea de eje.

Cuando la vía está ubicada al borde del puesto de estacionamiento, la señalización de la vía será paralela a la del puesto de estacionamiento.

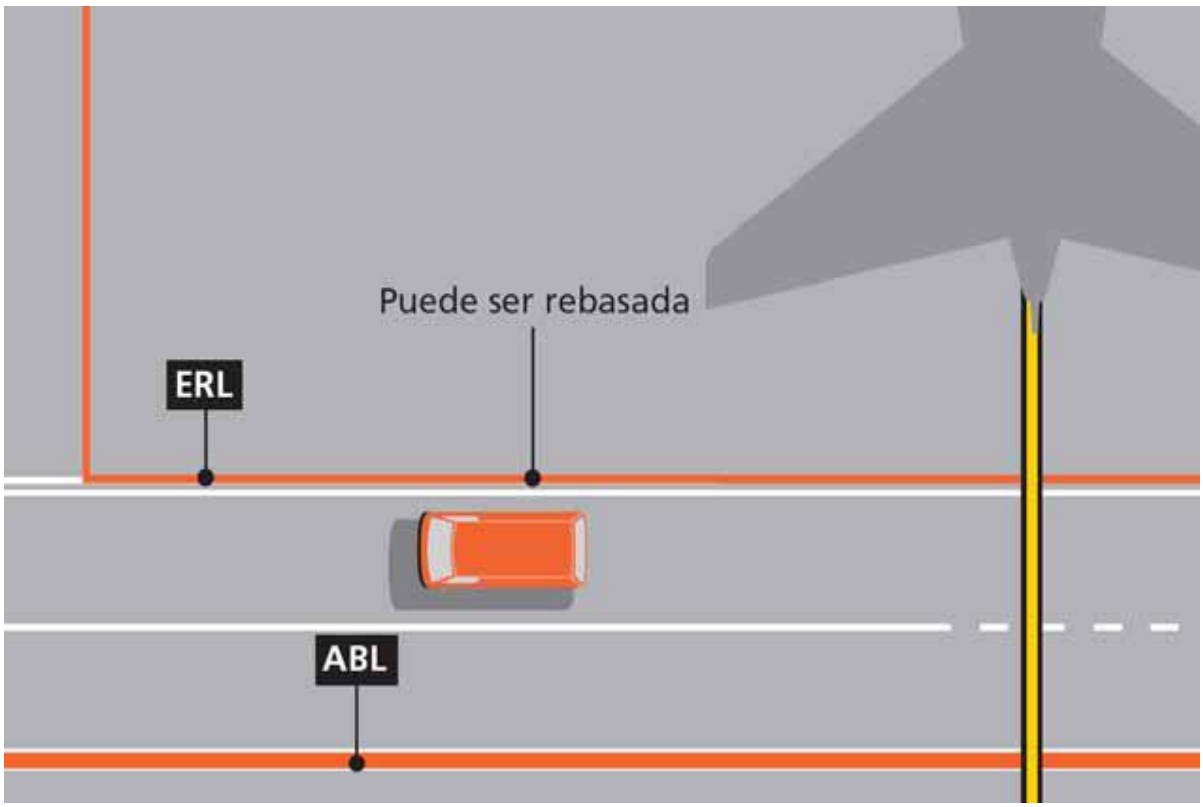


Fig. 47 Señalización de vía de servicio bordeando el puesto de estacionamiento.

2.22 Señal de margen de vía de servicio al cruzar calles de rodaje en plataforma.

Se utiliza la misma, cuando la vía de servicio cruza una calle de movimiento aeronave. Las líneas son de color blanco con trazo discontinuo y desplazado.

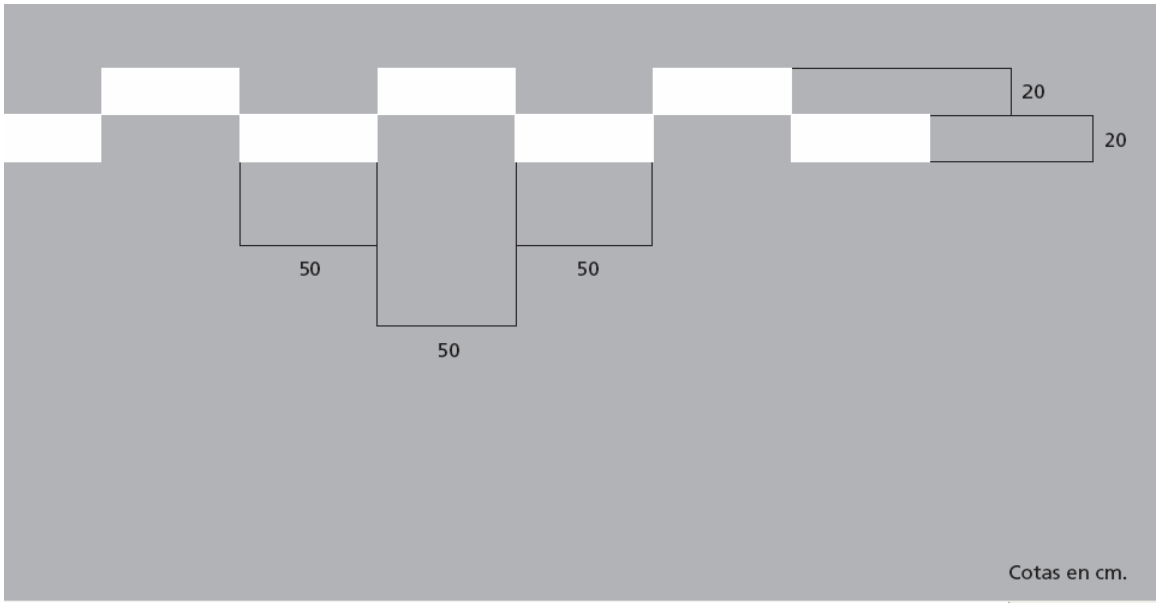


Fig. 48 Señalización de vía de servicio bordeando el puesto de estacionamiento.

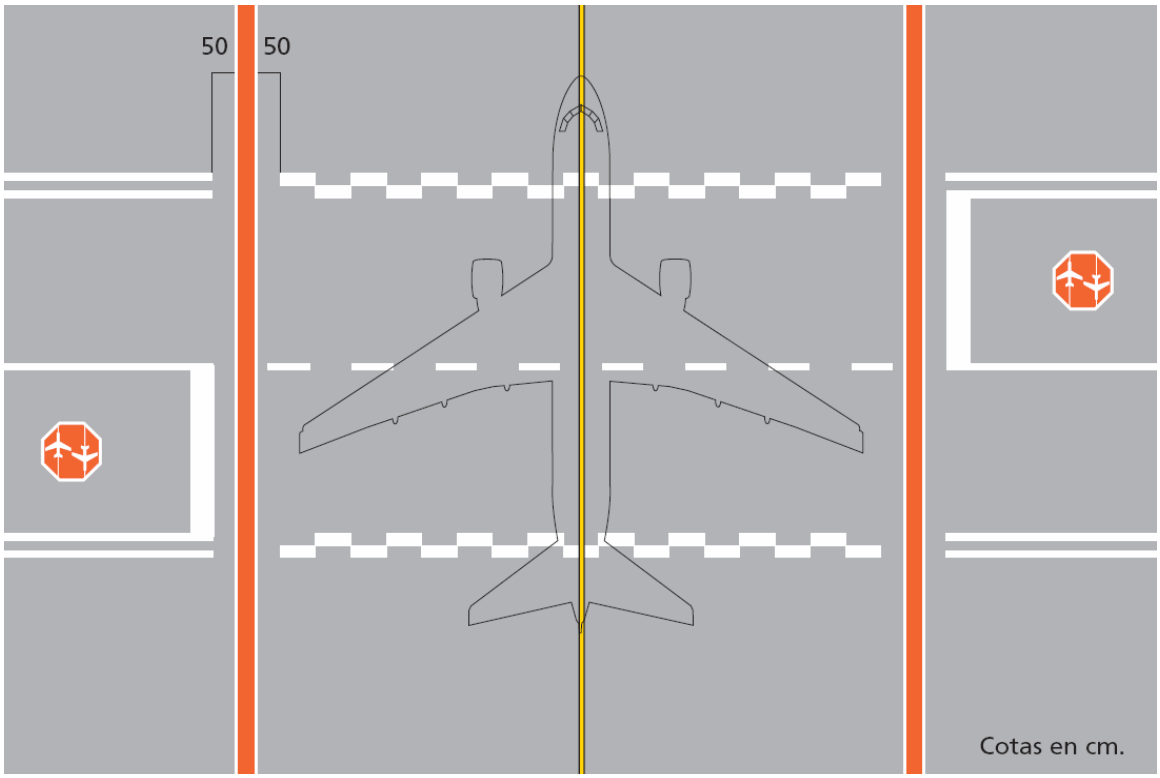


Fig. 49 Ejemplo de la señal de cruce de una vía de servicio con una calle de rodaje en plataforma.

2.23 Señal de ceda el paso.

Es aquella que informa al conductor que debe ceder el paso al vehículo que viene en una vía perpendicular a la ocupada. Es un triangulo pintado de color blanco.

Se puede reforzar el aviso con una línea de parada de diferente grosor al del margen o del eje de la vía de servicio.

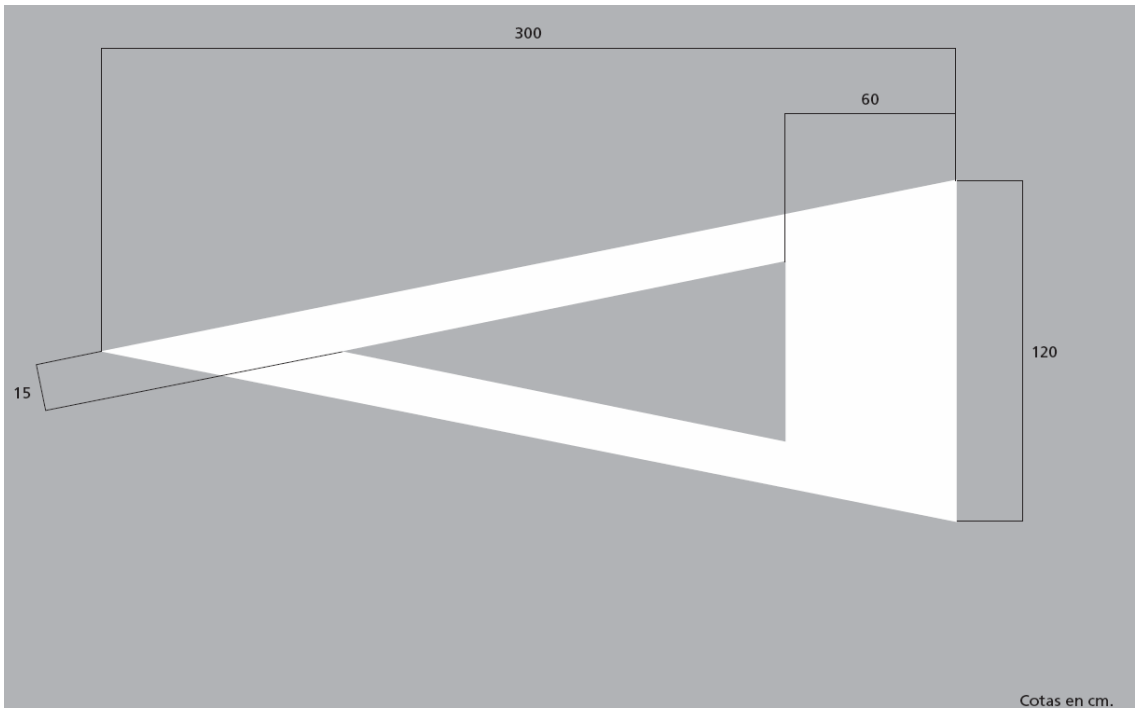


Fig. 50 Señal de cruce de una vía de servicio con una calle de rodaje en plataforma.

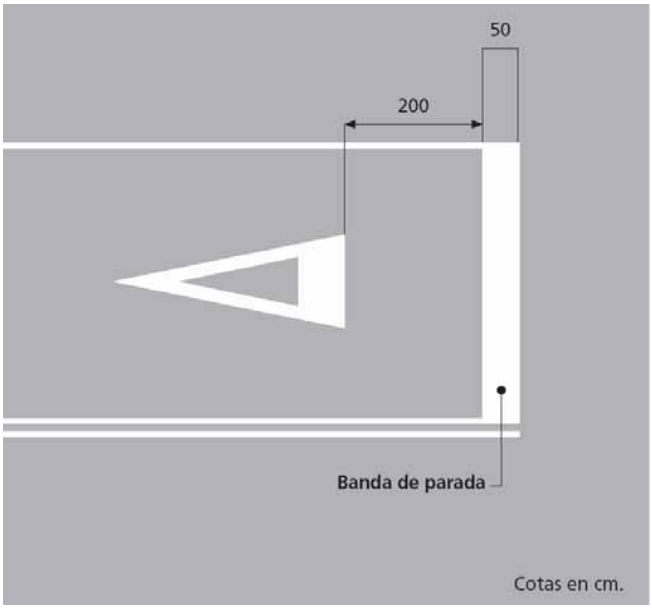


Fig. 51 Reforzamiento de la señal “ceda el paso” utilizando una línea de parada.

2.24 Señal de parada por paso de aviones.

En las vías de servicio, se debe parar obligatoriamente debido al posible paso de aeronaves.

Adicionalmente, se pintará una señal de preaviso, que indica en que dirección se producirá el cruce de la aeronave. La silueta de la aeronave y de la flecha, es de color blanco sobre un fondo rojo.

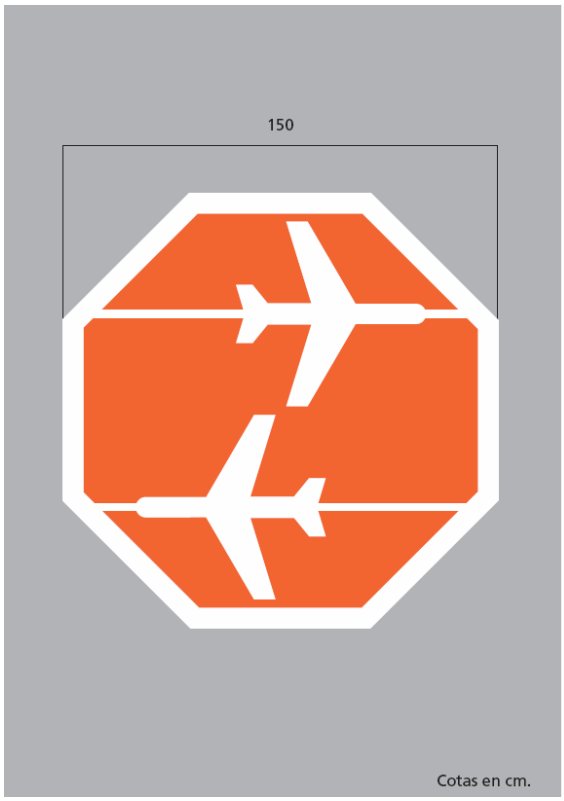


Fig. 52 Señal de parada por posible cruce de aeronaves.

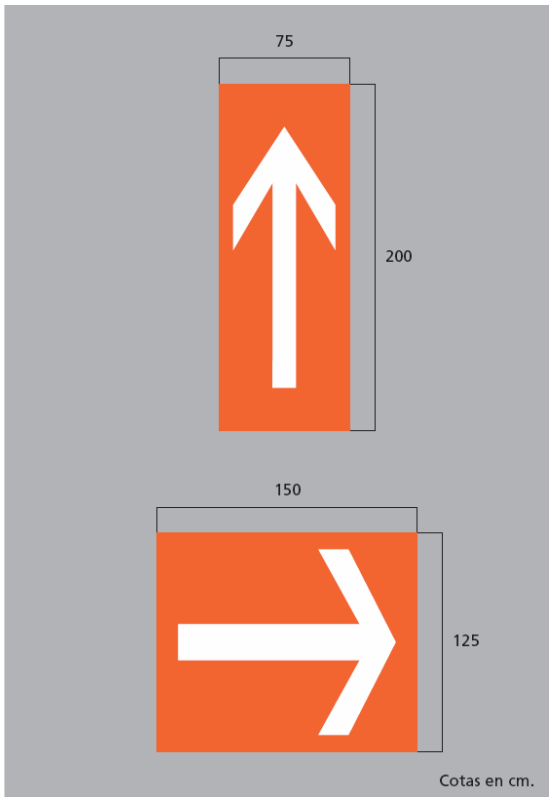


Fig. 53 Reforzamiento con indicación de la dirección de cruce de la aeronave.

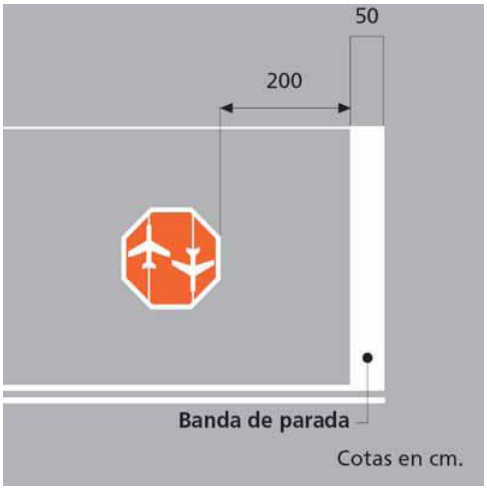


Fig. 54 Ubicación de la señal de parada por aeronave.

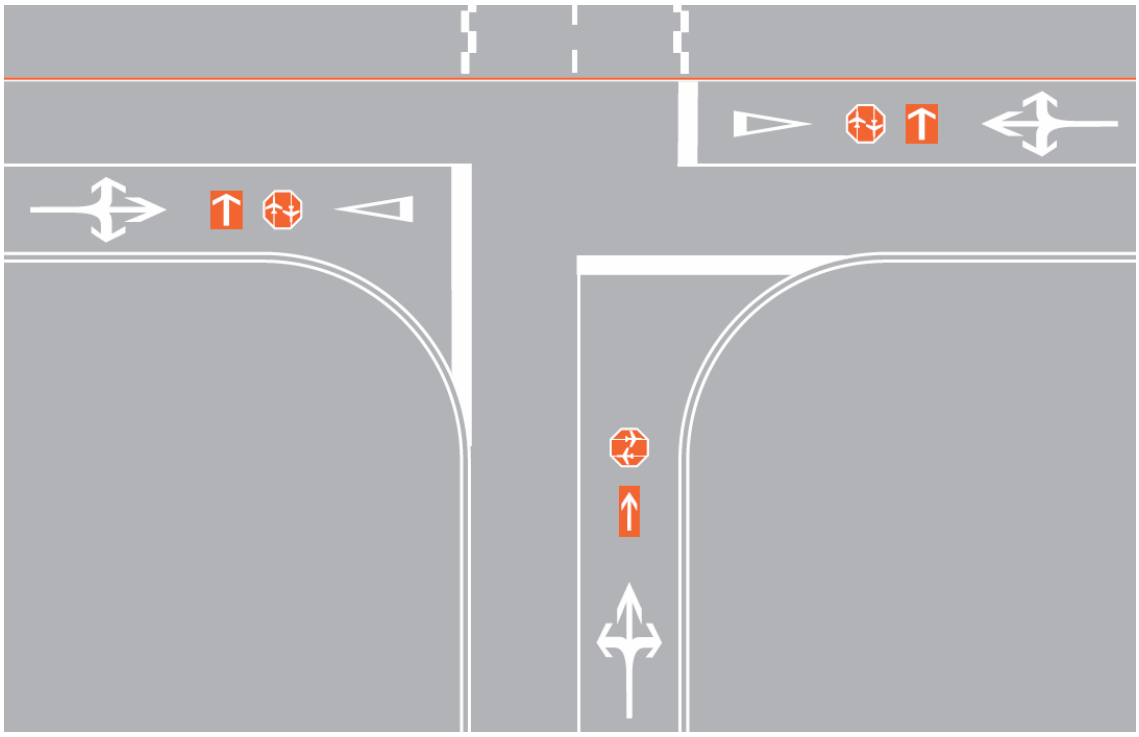


Fig. 55 Ejemplo de configuración de intersección y parada obligatoria por posible cruce de aeronave.

2.24 Señal de peligro de chorro de aviones.

Dicha señal, se colocará en los lugares apropiados de las vías de servicio, o en otras áreas destinadas a personas o equipos que puedan ser afectados por el chorro de los motores a reacción.

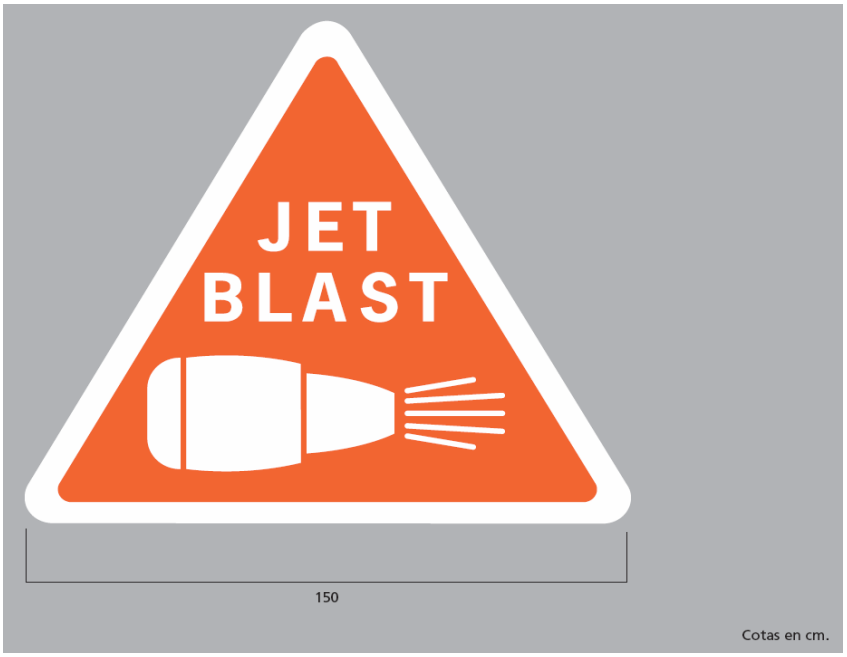


Fig. 56 Señal de peligro de chorro de aeronave.

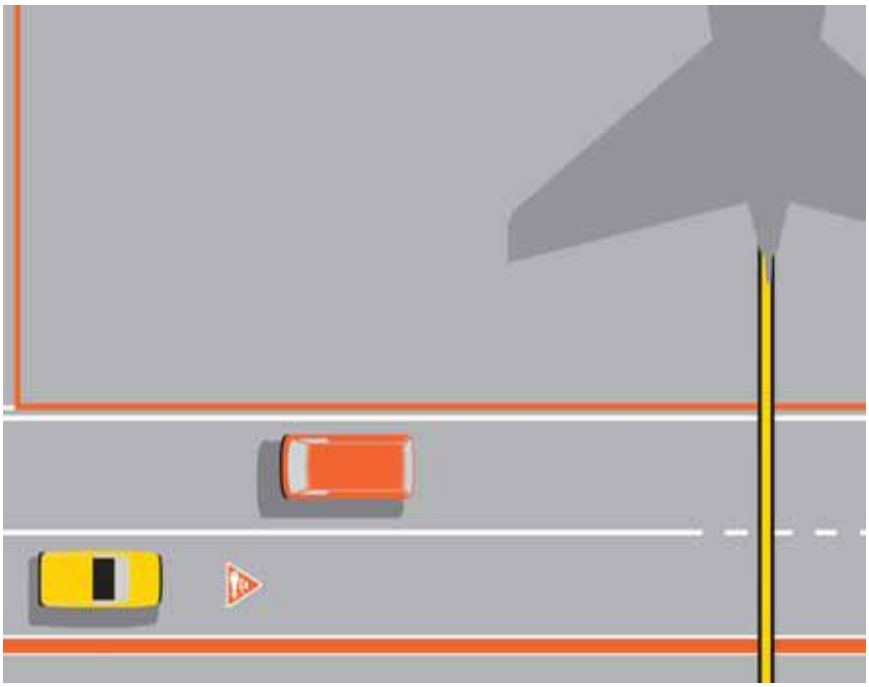


Fig. 57 ejemplo de configuración de intersección y parada obligatoria por posible cruce de aeronave.

2.25 Señal de velocidad máxima restringida.

Limita la velocidad máxima de desplazamiento en plataforma, de un vehiculo de servicio u otro autorizado.

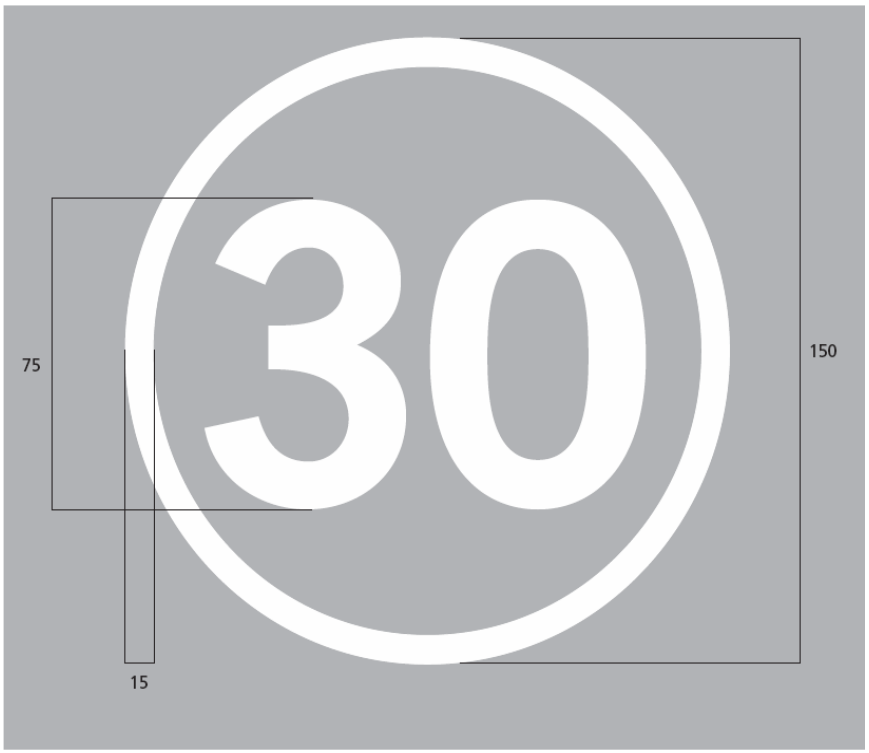


Fig. 58 Dimensiones mínimas de la señal de límite de velocidad.

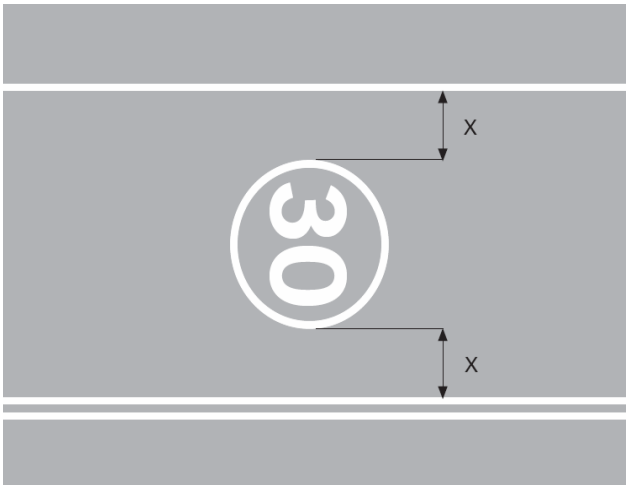


Fig. 59 Ubicación de la señal en una vía de servicio.

2.26 Señal de paso de peatones.

En la plataforma también se desplazan peatones, y para la seguridad de ellos se debe colocar una señal de paso, tipo cebra, en las vías de servicio.

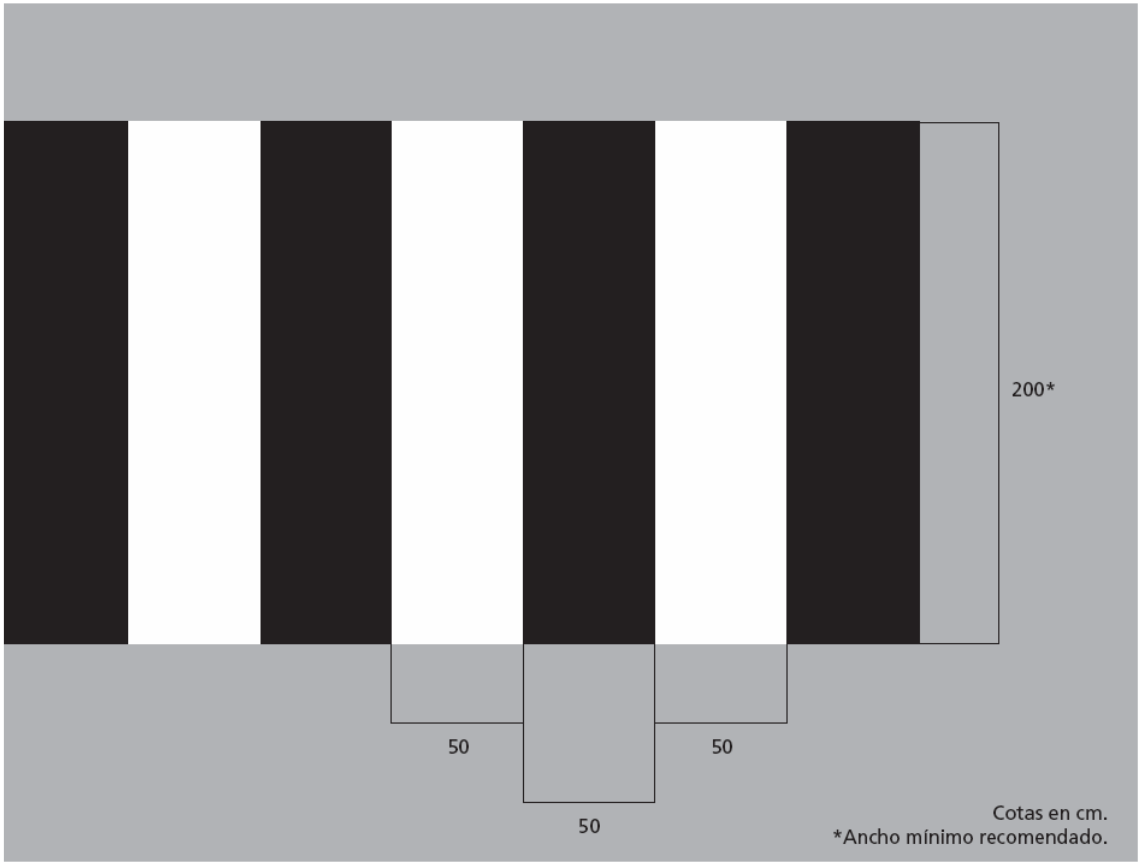


Fig. 60 Dimensiones mínimas de la señal de límite de velocidad.

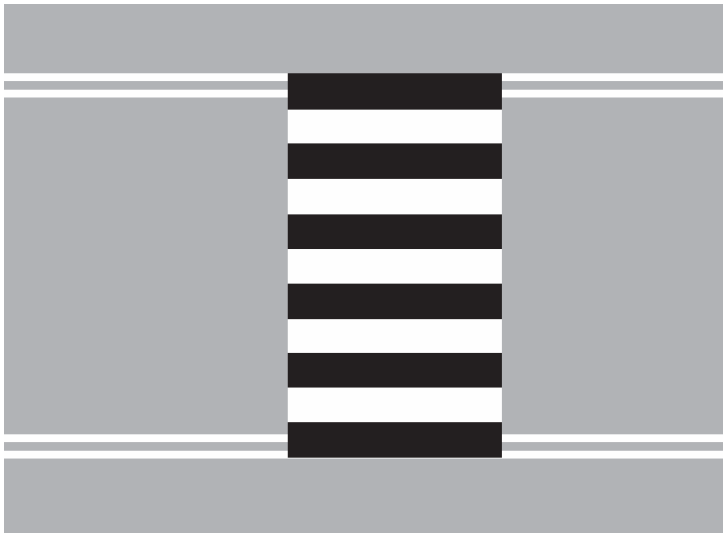


Fig. 61 Ubicación de la señal de paso de peatones en una vía de servicio.

2.27 Señal de parada de bus y designación de islas de protección.

Designa los lugares permitidos para la parada de buses u otro tipo vehículos autorizados, también se señala lugares de obstáculos. La líneas deben ser de color debe e inclinadas a 45 grados.

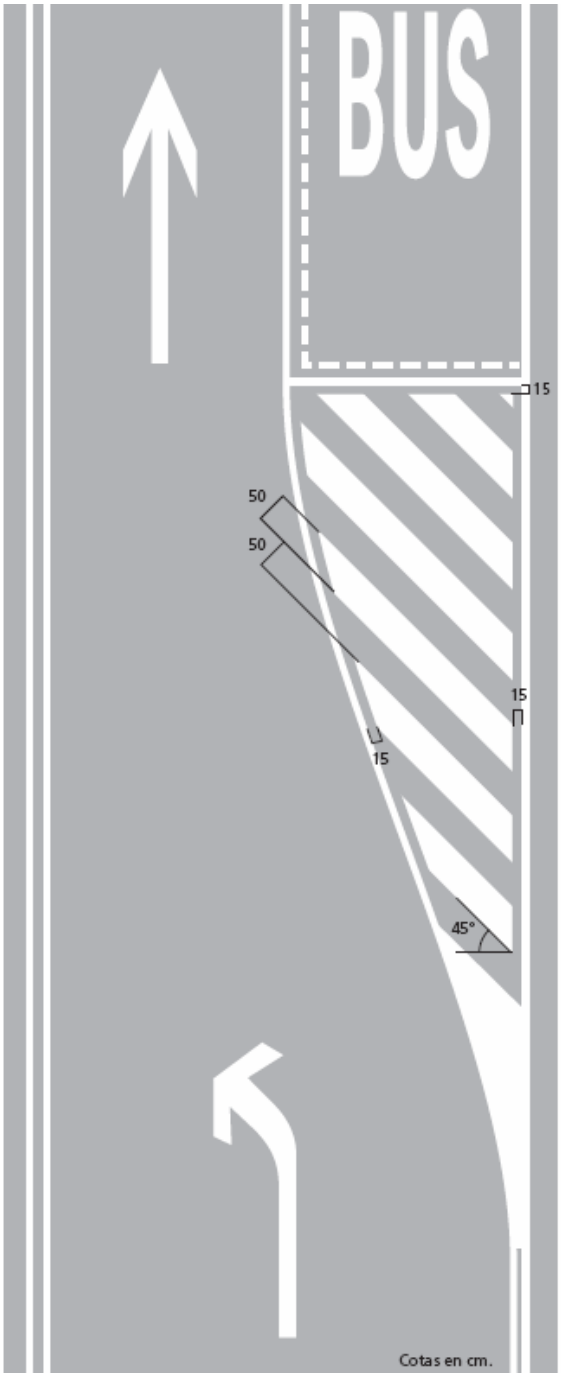


Fig. 62 Señal de parada de bus

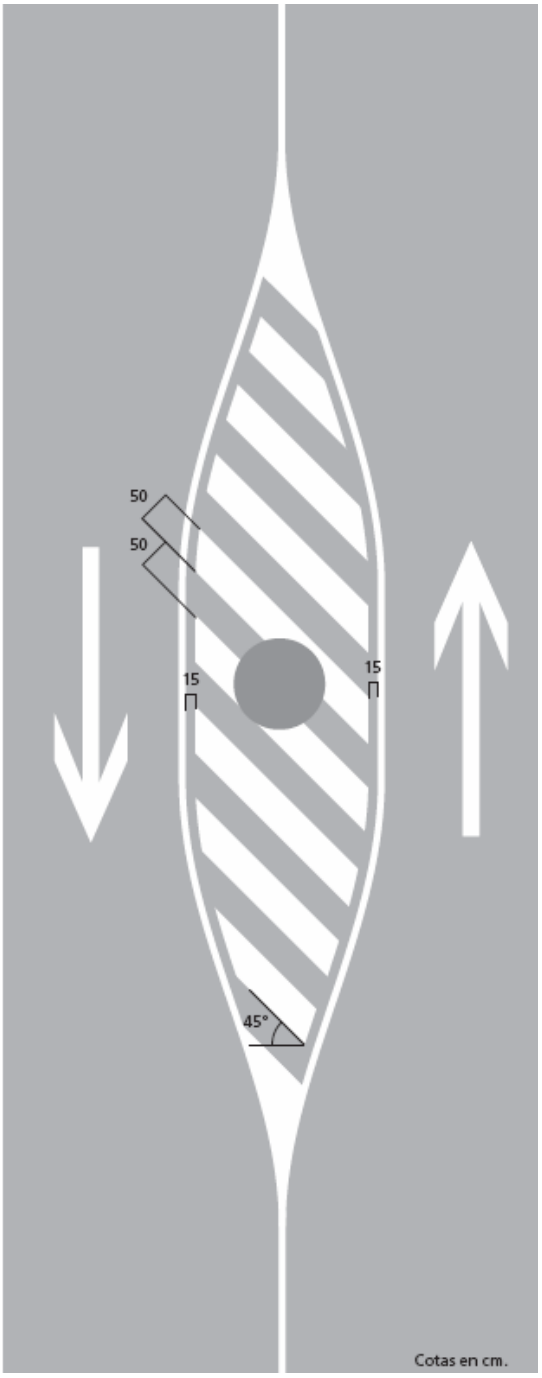


Fig.63 Señal de isla protección de obstáculo

2.28 Señal de dirección en vías de servicio.

Son las señales que indican la dirección por la cuál deben ir los vehículos. Se aplicará de acuerdo a las plantillas indicadas en el punto 29.

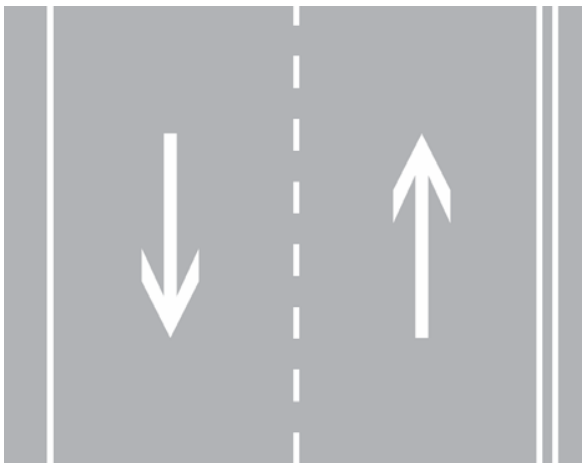


Fig. 64 Señalización de dirección en vías de servicio.

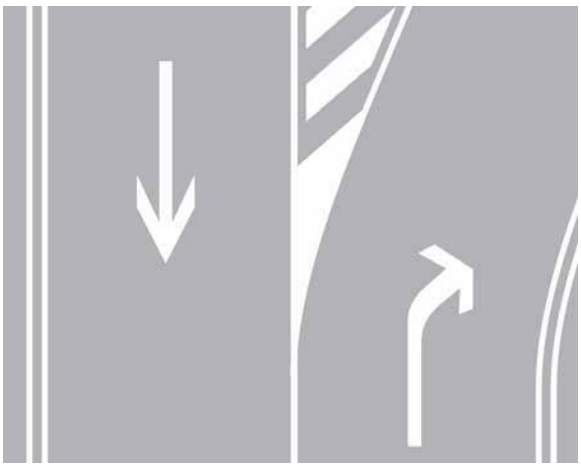


Fig. 65 Señalización de dirección en vías de servicio

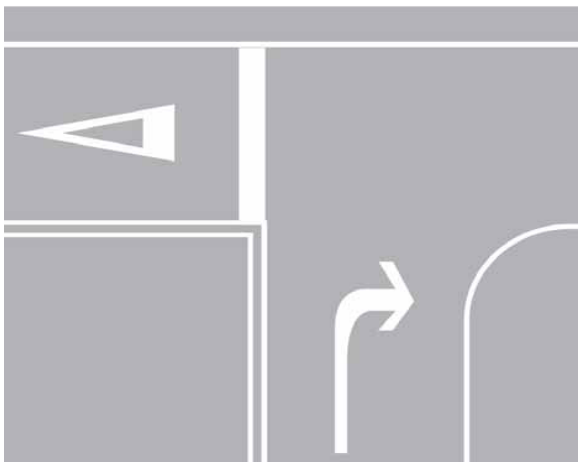


Fig. 66 Señalización de dirección en vías de servicio.

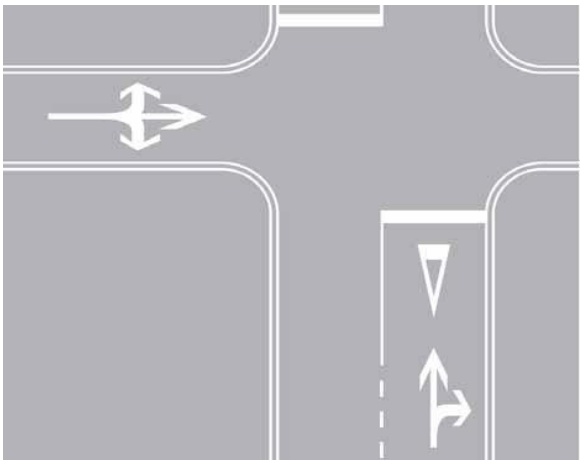


Fig. 67 Señalización de dirección en vías de servicio.

2.29 Dimensión de la señal de dirección.

Los trazos deben ser pintados en blanco y en las dimensiones indicadas.

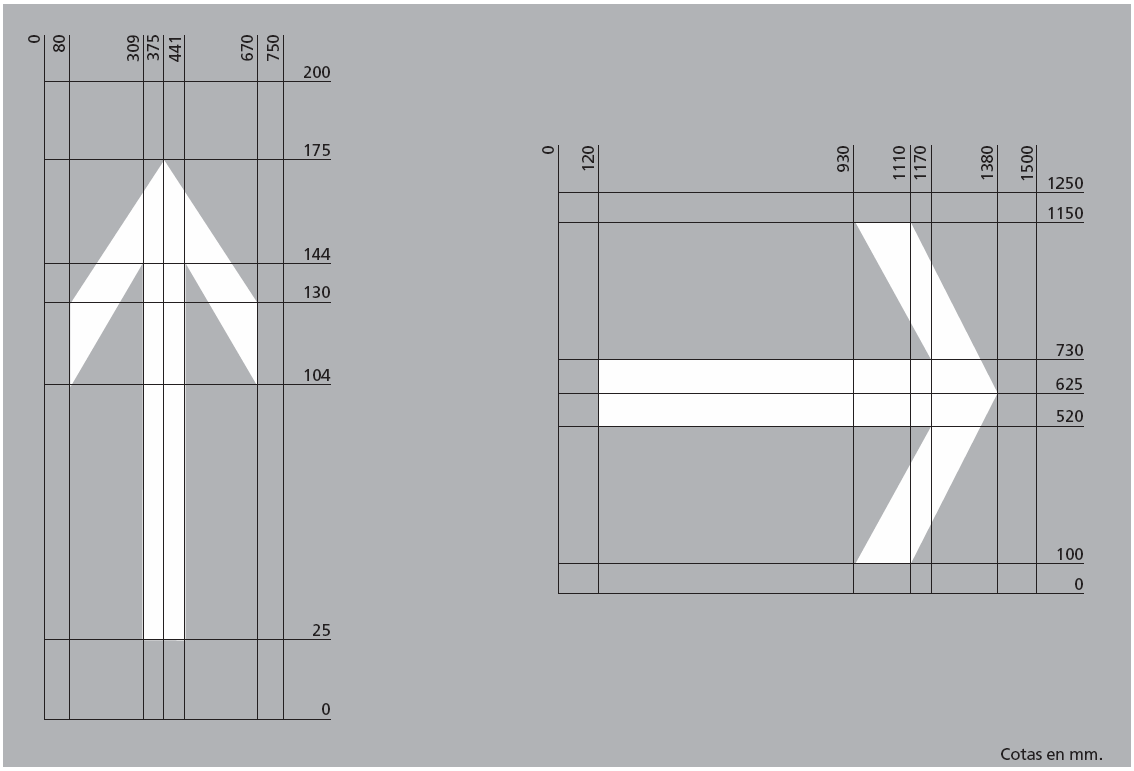


Fig. 68 Dimensiones de la señal de dirección en vías de servicio.

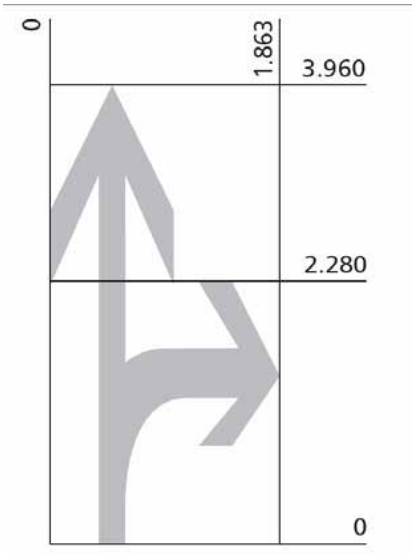


Fig. 69 Dimensiones de la señal de dirección en vías de servicio.

APENDICE Nº 8
PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS DECLARADAS

1.- El Explotador de aeródromo determinará las siguientes distancias declaradas redondeadas al metro más próximo:

a. **Recorrido de Despegue Disponible (TORA):** La longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que despega.

b. **Distancia de Despegue Disponible (TODA):** La longitud del recorrido de despegue disponible más la longitud de la zona libre de obstáculos, si la hubiera.

c. **Distancia de Aceleración-Parada Disponible (ASDA):** La longitud del recorrido de despegue disponible más la longitud de la zona de parada, si la hubiera.

d. **Distancia de Aterrizaje Disponible (LDA):** La longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que aterrice.

2. Para el cálculo de las distancias declaradas de un aeródromo se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Si la pista no está provista de una zona de parada ni de una zona libre de obstáculos y, además, el umbral está situado en el extremo de la pista, de ordinario las cuatro distancias declaradas tendrán una longitud igual a la de la pista, según se indica en la Figura 1 (A).

b. Si la pista está provista de una zona libre de obstáculos (CWY), entonces en la TODA se incluirá la longitud de la zona libre de obstáculos, según se indica en la Figura 1 (B).

c. Si la pista está provista de una zona de parada (SWY), entonces en la ASDA se incluirá la longitud de la zona de parada, según se indica en la Figura 1 (C).

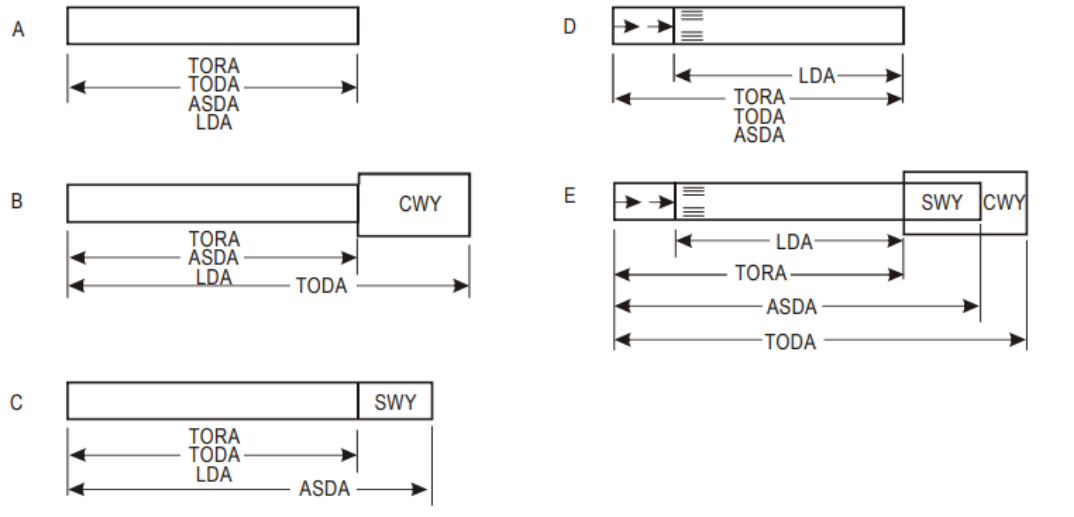
d. Si la pista tiene el umbral desplazado, entonces en el cálculo de la LDA se restará de la longitud de la pista la distancia a que se haya desplazado el umbral, según se indica en la Figura 1 (D). El umbral desplazado influye en el cálculo de la LDA solamente cuando la aproximación tiene lugar hacia el umbral; no influye en ninguna de las distancias declaradas si las operaciones tienen lugar en la dirección opuesta.

e. Los casos de pistas provistas de zona libre de obstáculos, de zona de parada, o que tienen el umbral desplazado, se esbozan en las Figuras 1 (B) a 1 (D). Si concurren más de una de estas características habrá más de una modificación de las distancias declaradas, pero se seguirá el mismo principio esbozado. En la Figura 1 (E) se presenta un ejemplo en el que concurren todas estas características.

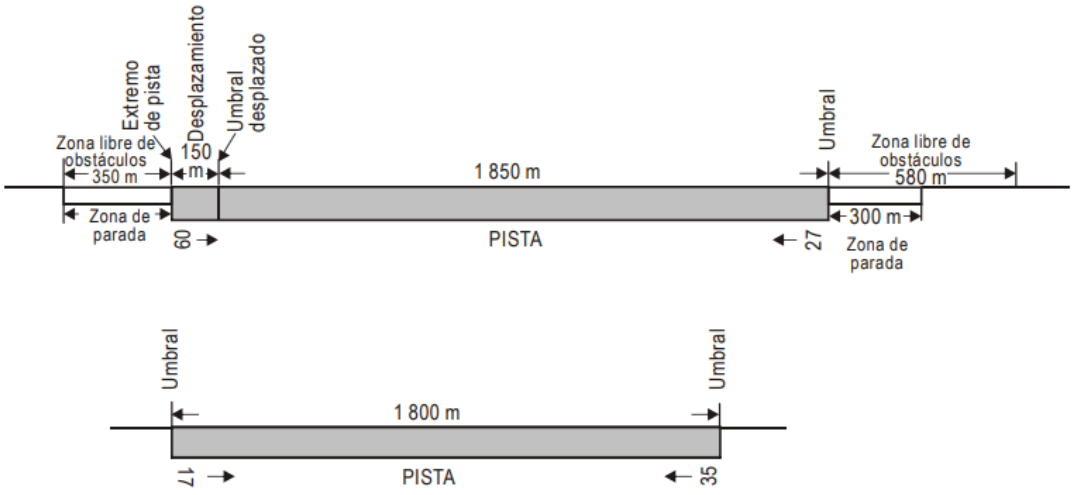
f. Se sugiere el formato de la Figura 1 (F) para presentar la información concerniente a las distancias declaradas. Si determinada dirección de la pista no puede utilizarse para despegar o aterrizar, o para ninguna de estas

operaciones por estar prohibido operacionalmente, ello debería indicarse mediante las palabras “no utilizable” o con la abreviatura “NU”.

3. La DGAC proporcionará a los Servicios de Información Aeronáutica, AIS, los Distancias Declaradas del aeródromo a fin de que se incorporen en la documentación integrada de información aeronáutica.



Nota.— En todos estos ejemplos de distancias declaradas las operaciones tienen lugar de izquierda a derecha.



F

PISTA	TORA	ASDA	TODA	LDA
	m	m	m	m
09	2 000	2 300	2 580	1 850
27	2 000	2 350	2 350	2 000
17	NU	NU	NU	1 800
35	1 800	1 800	1 800	NU

Figura 1: Distancias Declaradas

APÉNDICE 9

NOTIFICACION DE SUPERFICIES PAVIMENTADAS CON PRESENCIA DE AGUA Y CARACTERISTICAS DE ROZAMIENTO DE PISTAS PAVIMENTADAS

1. PROCEDIMIENTO.

1.1. Condiciones de las superficies de rodadura de las pistas con presencia de agua.

1.1.1. El Explotador del aeródromo debe determinar y proporcionar a la DGAC un procedimiento mediante el cual comunica a los explotadores aéreos la presencia de agua en una pista pavimentada.

1.1.2. El procedimiento será aceptado por la DGAC y debe contener como mínimo lo siguiente:

a. Inspecciones en pista.

b. Registro de las condiciones de la pista.

c. Coordinaciones con las áreas involucradas (Explotador de Aeródromo, AIS, ATC).

d. Designación de responsabilidades.

e. Solicitud de emisión del NOTAM.

1.1.3. El Explotador del aeródromo evaluará y solicitará al servicio de información aeronáutica la notificación de la condición de la superficie de la pista utilizando los siguientes términos:

i. **HÚMEDA**.- La superficie acusa un cambio de color debido a la humedad.

ii. **MOJADA**.- La superficie está empapada pero no hay agua estancada.

iii. **AGUA ESTANCADA**. Para fines de la performance de un avión, más del 25 % del área de la superficie de la pista está cubierta con más de 3 mm de agua (en partes aisladas o continuas de la misma) dentro de la longitud y anchura requeridas en uso.

Nota 1 : *Vigente hasta el 03 de noviembre del 2021.*

Nota 2 : *Desde del 4 de noviembre 2021 las condiciones de las superficies de rodadura de las pistas se notificarán de acuerdo al numeral 2.9.5 de la presente Regulación, siendo exigible a los aeropuertos Jerarquizados como Nacionales de acuerdo con el Decreto Supremo N°019-2007-MTC.*

1.1.4. El Explotador del aeródromo que cuente con servicio de información aeronáutica, debe solicitar de inmediato por medio escrito o facsímil o correo electrónico la tramitación del respectivo NOTAM a la dependencia AIS-ARO o estación de telecomunicaciones COM-MET local o Jefatura responsable, detallando la condición indicada en el numeral 2.9.6 de la RAP 314 para la seguridad de los vuelos. En aeródromos que no cuenten con servicio de Información aeronáutica, la información y solicitud de NOTAM se dirigirá por vía telefónica o cualquier medio disponible a la dependencia más cercana y accesible que cuente con servicio de información aeronáutica o, de ser necesario, se dirigirá directamente a la Jefatura de la NOF (Oficina NOTAM Internacional).

1.2. Características de Rozamiento de las Superficies de rodaduras de pistas Pavimentadas.

1.2.1. El Explotador del aeródromo debe establecer y proporcionar a la DGAC un procedimiento mediante el cual comunica a los explotadores aéreos la condición de rozamiento de la pista de aterrizaje.

1.2.2. El procedimiento será aceptado por la DGAC y debe contener como mínimo lo siguiente:

a. Equipo de medición continua de rozamiento (CFME) y sus características.
b. Medidas de seguridad a adoptar durante las mediciones.
c. Registro de calibración y prueba de equipo antes de iniciar la medición.
d. Registro de las mediciones de la pista.
e. Coordinaciones con las áreas involucradas (Explotador de Aeródromo, AIS, ATC).
f. Responsables designados y sus funciones.
g. Procedimiento de notificación de los resultados de las mediciones.

1.2.3. El Explotador del aeródromo evaluará el tipo, cobertura y espesor del contaminante para cada tercio de la pista y solicitará la notificación de la condición de pista contaminada mediante la emisión de un NOTAM.

1.2.4. El explotador del aeródromo removerá los depósitos de caucho, marcas de pintura y otros contaminantes de la pista, para lo cual podrá optar por cualquiera de los métodos existentes (tales como: agua a alta presión, químicos, impacto a la velocidad, etc.), siempre y cuando la pista se encuentre libre de agua estancada y FOD, evitando que se dañe el pavimento.

1.2.5. El explotador del aeródromo después de que han sido removidos los contaminantes por cualquiera de los métodos antes mencionados, deberá efectuar las mediciones de rozamiento a fin de evaluar su eficacia.

1.2.6. El Explotador del aeródromo evaluará las condiciones de las pistas cuando están secas y limpias, a fin de determinar las características de rozamiento, usando un dispositivo humectador automático de medición continúa del rozamiento, realizando dos recorridos de verificación uno al inicio y otro al final de los recorridos de evaluación y se comprobará que la diferencia entre valores están dentro del intervalo que permite el fabricante.

El ensayo consistirá en realizar recorridos de ida y vuelta cubriendo toda la longitud de la pista, paralelos al eje de la pista y a cada lado del mismo a las distancias especificadas en la Tabla N° 1, en función de la anchura de la pista

1.2.7. Las mediciones del rozamiento en las pistas existentes, nuevas o repavimentadas se harán con un dispositivo de medición continua del rozamiento, utilizando un neumático de rodadura no acanalado o ranurado. El dispositivo deberá tener humectador automático para que las mediciones de las características de rozamiento de la superficie puedan efectuarse cuando la capa del agua sea de por lo menos de 1 mm de espesor.

Tabla N° 1.

Anchura de la Pista	Desplazamiento laterales recomendados con respecto al eje de pista para realizar la medición del coeficiente de rozamiento (metros)										N° de mediciones totales
	Lado izquierdo					Lado derecho (sentido de aproximación)					
	Área externa de la pista			Área central de la pista		Área central de la pista		Área externa de la pista			
18 m				6	3	3	6				4
23 m			10	6	3	3	6	10			6
30 m			10	6	3	3	6	10			6
45 m		18	10	6	3	3	6	10	18		8
60 m	22	18	10	6	3	3	6	10	18	22	10

1.2.8. El Explotador del aeródromo, dentro de los treinta (30) días calendarios de finalizados los trabajos de construcción, mejoramiento y/o rehabilitación, entregará a la DGAC la información sobre el nivel de rozamiento de la pista.

1.2.9. El explotador del aeródromo cuando compruebe que el rozamiento en cualquier parte de una pista es inferior al valor establecido en la Tabla N° 3 de la presente Regulación, solicitará la emisión del NOTAM especificando la parte de la pista que está por debajo del nivel mínimo de rozamiento.
Nota. — Debe considerarse importante para fines de evaluación y notificación cualquier parte de la pista cuya longitud sea del orden de 100 m.

1.2.10. De presentarse las condiciones indicadas en el Numeral anterior, el explotador del aeródromo, adoptará las medidas correctivas de mantenimiento en un plazo que no exceda los siete (7) días calendarios, una vez ejecutados las acciones correctivas solicitará la cancelación del NOTAM.

1.2.11. Cuando las características de drenaje de una pista o parte de ella son deficientes, el explotador de aeródromo deberá realizar mediciones adicionales de las características de rozamiento de la pista en las condiciones naturales representativas de la lluvia local. Si las circunstancias no permiten ensayos de rozamiento en las condiciones mencionadas, deberá simular esta situación. Los resultados de estas mediciones servirán para identificar áreas con problemas de fricción e hidroplaneo en condiciones de lluvia.

1.2.12. El explotador de aeródromo realizará evaluaciones periódicas de las características de rozamiento de la pista para identificar los cambios producidos en las mismas y si fuese necesario, realizar las actuaciones necesarias para mantener los niveles de rozamiento en cualquier parte de la pista por encima del Nivel Previsto de Mantenimiento especificado en el Numeral 1.2.16 de la presente Regulación.
Nota. — Debe considerarse importante para fines de mantenimiento cualquier parte de la pista cuya longitud sea del orden de 100 m.

1.2.13. El explotador de aeródromo deberá realizar evaluaciones periódicas para la medición de los coeficientes de rozamiento. El intervalo entre estas evaluaciones no deberá ser superior al establecido en la Tabla N°2, siempre que el valor de rozamiento obtenido en cualquier parte de la pista esté por encima del nivel de rozamiento mínimo recogido en la tabla del Numeral 1.2.16 de la presente Norma.
Nota. — Debe considerarse importante para fines de evaluación cualquier parte de la pista cuya longitud sea del orden de 100 m.

Tabla N° 2

Aeródromos con Operaciones Anuales	Intervalo máximo de medición
Menos de 5,000	Anual
De 5,000 a 30,000	Cada 6 meses
Más de 30,000	Cada 4 meses

(*) En aeródromos con operaciones aéreas No Regulares con menos de 5,000 operaciones anuales se deberán realizar evaluaciones periódicas para la medición del coeficiente de rozamiento por lo menos una vez cada tres años.

1.2.14. Adicionalmente a las frecuencias establecidas el explotador del aeródromo cuando lo estime conveniente medirá el coeficiente de rozamiento o a solicitud de la DGAC.

1.2.15. El explotador del aeródromo debe reportar a la DGAC los resultados de cada medición efectuada en un plazo no mayor a cuarenta y ocho (48) horas.

1.2.16. Para realizar la medida del rozamiento de la pista deberán seguirse, las instrucciones del fabricante de acuerdo al equipo para su manejo y se realizarán en estrecha coordinación con el ATC para así asegurar que los ensayos se realicen cumpliendo todos los requisitos de seguridad operacional. No resulta excluyente, y podrá utilizarse cualquier otro equipamiento que sea debidamente acreditado con el certificado de garantía del fabricante. Se establecen los siguientes niveles de coeficiente de rozamiento:

a. Objetivo de diseño para nuevas superficies; es el nivel de rozamiento que deben tener las superficies de las pistas nuevas o repavimentadas. Los valores mínimos están indicados en la Columna (5) de la Tabla 3;

b. Nivel previsto de mantenimiento: es el nivel de rozamiento por debajo del cual deben adoptarse medidas correctivas de mantenimiento para mejorar el rozamiento de la pista. Los valores mínimos están indicados en la Columna (6) de la Tabla 3;

c. Nivel mínimo de rozamiento; se publicará un NOTAM indicando que la pista puede tener la condición de resbaladiza cuando está mojada y se adoptarán urgentemente medidas correctivas para restaurar los niveles adecuados de rozamiento. Los valores mínimos están indicados en la Columna (7) de la Tabla 3.

Tabla N° 3: Niveles de rozamiento en las superficies de las pistas nuevas y en uso

Equipo de ensayo	Neumático de Ensayo			Profundidad del agua de ensayo (mm)	Objetivo de diseño para superficies de pistas	Nivel previsto de mantenimiento	Nivel mínimo de rozamiento
	Tipo	Presión (Kpa)	Velocidad en ensayo (Km/h)				
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Remolque medidor del valor Mu	A	70	65	1.0	0.72	0.52	0.42
	A	70	95	1.0	0.66	0.38	0.26
Deslizómetro	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Vehículo medidor del rozamiento en la superficie	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Vehículo medidor del rozamiento en la pista	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.54	0.41
Vehículo medidor del rozamiento TATRA	B	210	65	1.0	0.76	0.57	0.48
	B	210	95	1.0	0.67	0.52	0.42
Remolque medidor de asimiento Grip Tester	C	140	65	1.0	0.74	0.53	0.43
	C	140	95	1.0	0.64	0.36	0.24
Probador de Fricción de Remolque SARSYS	D	700	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	D	700	95	1.0	0.74	0.70	0.34
Dynatest Consulting Inc. Friction Runway Tester	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.72	0.54	0.41

Neumático de ensayo

Tipo A: Dos neumáticos de caucho y de rodadura lisa.

Tipo B: Un neumático de caucho y de rodadura lisa.

Tipo C: Similar al Tipo B pero de menor tamaño.

Tipo D: Un neumático de caucho y de rodadura ranurada.

APÉNDICE 10

GESTIÓN DEL RIESGO POR FAUNA EN LOS AERÓDROMOS

1. OBJETIVO

Establecer directrices y orientaciones de orden técnico operativo sobre la gestión del riesgo por fauna en los aeródromos, determinando acciones y tareas a cumplir en la prevención y control de fauna, así como requerimientos técnicos para la implementación de un Sistema para el Control del Peligro que Representa la Fauna en los Aeródromos.

2. APLICABILIDAD

Este apéndice es aplicable a:

A. Los aeródromos internacionales.
B. Los aeródromos concesionados.
C. Aeródromos públicos no concesionados y privados cuando el número de operaciones anuales sean mayor a 1,000.
D. Otros aeródromos, a requerimiento de la DGAC, cuando el riesgo por presencia de fauna haga peligrar la seguridad operacional del aeródromo.
E. A los servicios de tránsito aéreo (Numeral 3.7) y explotadores aéreos (Numeral 3.8).

3. REGULACIÓN

3.1 *Generalidades*

Las operaciones aéreas pueden verse afectadas por la fauna, cuando ambas coexisten en el mismo tiempo y espacio, siendo reconocido el riesgo de choques entre aeronaves con fauna como una fuente de generación de peligros que atentan en contra del Sistema de la Seguridad Operacional.

3.2 *Explotadores de Aeródromos*

3.2.1 Responsabilidades del Explotador de Aeródromo

A. El explotador del aeródromo deberá conformar y presidir un Comité para el Control de Fauna del Aeródromo (Numeral 3.3.1) y realizar todas las acciones necesarias para su funcionamiento y cumplimiento de las responsabilidades establecidas en el presente apéndice.
B. El explotador del aeródromo deberá mantener actualizada la ubicación de los lugares atractivos para la fauna externos al aeródromo, considerando una circunferencia de 13 km (o 7 NM).
C. El explotador del aeródromo deberá realizar un control permanente a fin de impedir que se aloje o conviva con fauna doméstica o silvestre al interior de las instalaciones del aeródromo, así también deberá realizar las gestiones pertinentes para impedir el ingreso desde zonas externas de cánidos, felinos, ganado y/u otros animales de hábitos terrestres.
D. El explotador del aeródromo impedirá en todo momento la exposición de residuos que puedan ser atractivos para la fauna dentro del perímetro del aeródromo.
E. Los usuarios que posean instalaciones o realicen funciones en el aeródromo, no podrán alojar o dar sustento a animales domésticos o de granja en sus instalaciones, a excepción de canes que brindan ayuda a personas con necesidades especiales, canes adiestrados que sirven de apoyo a la seguridad o animales empleados para el control de fauna en el aeródromo, siempre y cuando estén acompañados de personal guía o responsable.
F. Todo alumbrado en el lado aire, principalmente las luces que iluminen la plataforma, deberán de tener la propiedad de no ser un atractivo para insectos nocturnos, recomendándose para este efecto, iluminación de apariencia o tonalidad cálida (*warm white*).
G. El explotador del aeródromo deberá realizar un control permanente sobre el crecimiento de vegetación en las franjas de pista, calles de rodaje y plataforma. De ser necesario, el control de la vegetación será en todo el lado aire del aeródromo. La vegetación que sea retirada o cordata no deberá permanecer o ser acumulada al interior del aeródromo. Asimismo, el explotador del aeródromo debe limitar el crecimiento de los árboles que

estén dentro de los terrenos bajo su Administración y que crezcan hasta 150 m del eje de la pista y calles de rodaje, así como hasta 100 m de la plataforma; para lo cual deberá contar con un Programa de Limitación de Vegetación (Numeral 3.3.3.C.I.iv). Si la vegetación arbórea se encontrase en terrenos de propiedad de terceros, pero dentro de las distancias antes indicadas, el explotador de aeródromo deberá realizar las gestiones pertinentes en las Entidades competentes para que se limite el crecimiento de dicha vegetación.

H. El explotador del aeródromo deberá impedir la formación de todo estancamiento de agua o formación de depresiones o irregularidades en el terreno del aeródromo o pavimentos, de manera que no puedan acumular agua después de las lluvias.
I. La conformación y perfil del terreno en el margen y franja de la pista y calles de rodaje, deberá garantizar la adecuada evacuación de agua proveniente de la precipitación pluvial hacia el sistema de drenaje, sin formar charcos de agua, considerando las pendientes transversales establecidas en la RAP 314 Vol. I (3.4.14 y 3.11.5). El sistema de drenaje deberá movilizar toda el agua proveniente de las precipitaciones pluviales hacia el exterior del aeródromo, para lo cual deberá contar con un Programa de Mantenimiento del Sistema de Drenaje (Numeral 3.3.3.C.I.v).
J. El explotador del aeródromo no deberá acumular cascajo o residuos de construcciones o la instalación de equipos o maquinaria en abandono bajo su Administración y que esta se ubique en el interior del aeródromo, a fin de evitar la formación de ambientes para refugiar o alojar fauna.

3.2.2 Personal del aeródromo

A. El explotador del Aeródromo, realizará las gestiones necesarias para el cumplimiento del Plan para el Control de Fauna (Numeral 3.3.3), del seguimiento de los acuerdos establecidos en los Comités de Aeródromo para el Control de Fauna (Numeral 3.3.1). Asimismo, se designará a un Oficial de Control de Fauna a dedicación exclusiva.
B. El explotador del Aeródromo establecerá un proceso de evaluación interna del Plan para el Control de Fauna a efectos de verificar el cumplimiento tanto de los objetivos propuestos en el mismo, así como de los procedimientos establecidos en dicho Plan; identificando las acciones correctivas necesarias y/o mejoras. Las gestiones para el cumplimiento del Plan para el Control de Fauna involucran el planeamiento administrativo, coordinación para la ejecución de las actividades de limitación de la fauna, efectuar acciones de seguimiento; entre otras actividades.
C. El Oficial de Control de Fauna es un personal con formación en Biología, Ingeniería Ambiental, Meteorología o carreras técnicas afines; con experiencia en manejo y conservación de fauna, estudios de fauna y conocimiento de seguridad operacional; quien estará a cargo de la realización de las actividades dirigidas al control de fauna en el aeródromo.
D. El Oficial de Control de Fauna deberá realizar las coordinaciones necesarias para que las acciones de control se realicen de manera segura para las personas, así como dichas actividades de control en ningún momento interfieran con el normal desarrollo de las operaciones aéreas ni con las ayudas a la navegación aérea.
E. El Oficial de Control de Fauna deberá planificar y aplicar las medidas de control del riesgo que representa la fauna, asimismo, realizará el seguimiento y aplicación de las recomendaciones formuladas en el Estudio de Fauna.
F. El Oficial de Control de Fauna se asegurará que el envío de los reportes vinculados a choques con fauna a la DGAC, así como de las invitaciones y Actas del Comité a sus respectivos Miembros; se comuniquen dentro de los plazos establecidos en el presente apéndice (3.4, 3.3.1.I y 3.3.1.J respectivamente).
G. El Oficial de Control de Fauna realizará un análisis y evaluación de cada uno de los incidentes con fauna y/o reportes vinculados a la presencia de dicha fauna que ocurran en el aeródromo, sus proximidades o fuera del aeródromo (Numeral 3.4) así como de una evaluación constante de la efectividad de los métodos y técnicas (activas y pasivas) empleados para el control de la fauna en el aeródromo.
H. El Oficial de Control de Fauna se asegurará que personal que realice labores de control de fauna, deberá contar con vestimenta y equipo de protección adecuado, logotipo de la empresa a la que pertenecen, membrete de Control de Fauna, así como equipos o implementos de seguridad propios de la función en campo.

I. El Explotador del aeródromo se asegurará que la vegetación del aeródromo no ofrezca ninguna posibilidad de constituir un atractivo para la fauna, así como se asegurará del cumplimiento del Programa de "Programa de Limitación de Vegetación" (3.3.3.C.I.iv) y "Programa de Mantenimiento del Sistema de Drenaje" (3.3.3.C.h.v), a fin de que se efectúe un control sobre la vegetación ubicada en todo el lado aire, así como se garantice la adecuada evacuación de toda el agua proveniente de las precipitaciones pluviales hacia zonas externas al aeródromo.

J. El explotador del aeródromo se asegurará que el aeródromo no ofrezca espacios que puedan ser atractivos para la fauna, así como impedirá la formación de nidos o zonas de refugio para la fauna dentro del aeropuerto, en las áreas que están bajo su responsabilidad. De detectarse indicios de formación de algún nido dentro del aeródromo, se deberá proceder a limpiar el lugar en un plazo máximo de 05 (cinco) días útiles, eliminando todo residuo (excremento, pumas, materiales del nido, otros) dejado por la fauna involucrada, debiendo de ser factible implementar en dicho plazo, mecanismos físicos (modificación de la estructura siempre que no atente con la funcionalidad del lugar o estructura), aplicación de repelentes químicos u otros métodos a fin de impedir un nuevo anidamiento de dichos lugares.

3.2.3 Instalaciones del aeródromo, asignación de equipos y materiales.

A. Para desarrollar las actividades de Control de Fauna tanto diurnas como nocturnas, el aeródromo precisará de instalaciones en el lado aire, donde se puedan planificar dichas actividades sin interferencias, conservando la capacidad y posibilidades de actuación en todo momento. Dichas instalaciones servirán para llevar a cabo planes de trabajo de rutina, conservar restos de plumas y archivos fotográficos de estas con fines de una inicial identificación comparativa. Se dispondrá de registros de todas las actividades de control de fauna, mantenimiento de accesorios y equipos de captura, almacenamiento de dispositivos de dispersión y hostigamiento que permanecen en espera de ser alternados en su uso con otras técnicas, así como de otras labores destinadas al control de la fauna en el aeródromo. Las instalaciones en el campo deberán estar dotadas con servicios básicos (agua, energía eléctrica y desagüe).

B. El Oficial de Control de Fauna dispondrá de un vehículo para realizar inspecciones y acciones de control, comunicación directa con el Servicio de Tránsito Aéreo; así como de medios de comunicación y enlace con otros servicios del aeródromo como: Seguridad, SEI, Operaciones, etc. contará con independencia suficiente como para no afectar a otras actividades del aeródromo o no estar condicionado por ellas, dentro de las normas de seguridad previstas.

C. El personal de Control de Fauna dispondrá de equipos y herramientas para el desarrollo de sus funciones, entre otros: prismáticos, cámara fotográfica, navegador GPS (deseable), implementos de protección personal para manipular equipos, herramientas para captura de animales terrestres, botiquín de primeros auxilios, etc.

D. En aeródromos donde se haya observado la presencia de animales ponzoñosos (reptiles, arácnidos, insectos u otra fauna), deberá contarse con protocolos de atención en caso de mordedura o picadura específicos para el tipo de animal.

3.3 *Gestión del Aeródromo para el Control de Fauna*

Todo explotador de aeródromo deberá implementar un Sistema de Gestión para el Control del Peligro de la Fauna, a cuyo efecto conformará un Comité de Aeródromo para el Control de Fauna (el Comité) y elaborará un Plan para el Control de Fauna del Aeródromo. Asimismo, el Explotador de Aeródromo dispondrá la realización de un Estudio de Fauna (3.3.4) que se interrelacione con las actividades del aeródromo.

3.3.1 Comité de Aeródromo para el Control de Fauna

A. El Comité deberá elaborar y aprobar su Reglamento.

B. El Comité se reunirá en Sesión Plenaria al menos dos veces al año y de ser necesario, convocará a reuniones de trabajo a fin de realizar el seguimiento a problemas puntuales externos o internos al aeródromo.

C. El Comité elaborará un Programa Anual de Actividades para el Control de Fauna; el que incluirá tareas asignadas a los Miembros y/o reuniones de grupos de trabajo durante el año, a fin de realizar:

i. Al menos una inspección al año a los sitios atractivos para la fauna en los alrededores del aeródromo,
ii. Sensibilización a la comunidad y/o centro(s) educativo(s) vecino(s) al aeródromo en temas de prevención de que se formen atractivos para la fauna en las inmediaciones del aeródromo, así como del manejo adecuado de sus residuos sólidos; al menos una vez al año.

Se deberá elaborar un Acta o Informe correspondiente a cada actividad programada.

D. El Comité deberá de estar presidido por el responsable del Aeródromo. El Oficial de Control de Fauna ocupará el cargo de secretario.

E. A efectos de conformar el Comité, el explotador del aeródromo exhortará a las entidades públicas y privadas para que conformen el Comité; cuando en el ejercicio de sus funciones, tengan injerencia en la solución, legislación, eliminación, mitigación, ordenamiento territorial, zonificación, restricciones en el uso del suelo o pronunciamiento mediante Informe Técnico o denuncia; sobre aquellas actividades externas al aeródromo y sean potencialmente atractivos o atraigan la presencia de fauna dentro del área de influencia para las operaciones aéreas (Áreas de Seguridad del Aeródromo 3.3.1.G).

F. El explotador del aeródromo exhortará a las entidades públicas, para que conformen en calidad de miembros del Comité a:

i. Fiscalía de Prevención del Delito y Materia Ambiental (o Fiscalía con competencia en Materia Ambiental),
ii. Gobierno Regional (Dirección Regional de Salud Ambiental u otra Dirección Regional que sea requerida),
iii. Municipios Distritales y Provincial,
iv. Autoridad Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS o Autoridad Regional competente),
v. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA),
vi. Representantes de las empresas aéreas y escuelas de aviación con actividad en el aeródromo.
vii. Empresas de recolección de basura de la localidad,
viii. Representantes de las Fuerzas Armadas,
ix. Policía Nacional del Perú (Protección del Ambiente),
x. Jefatura Operaciones de CORPAC S.A. del aeródromo,
xi. Dirección General de Aeronáutica Civil.
xii. Otras Entidades, gremios o representantes de juntas vecinales que se vean vinculados a la solución de la problemática que plantea la presencia de fauna en zonas externas o internas al aeródromo.

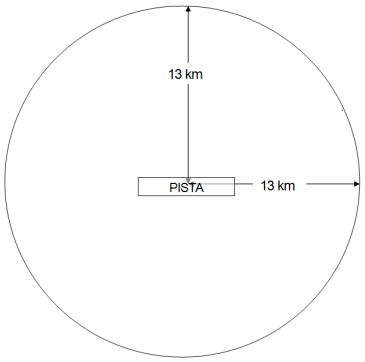
G. El Comité deberá poner en conocimiento a las Municipalidades Distritales y Provincial, Gobierno Regional, Autoridad Sanitaria, Autoridad Ambiental, Fiscalía correspondiente y/o autoridad competente; la necesidad de realizar las gestiones pertinentes para impedir, restringir o cancelar actividades que resulten atractivas para la fauna, considerando para tales efectos las siguientes Áreas de Seguridad del Aeródromo:

i. Área de Seguridad de 13.0 km de radio, con centro en el Punto de Referencia del Aeródromo: En esta Área de Seguridad no debería permitirse la implantación o funcionamiento de botaderos, vertederos de basura, rellenos sanitarios (tecnificado o manual), desechos de fábricas de procesamiento de productos hidrobiológicos o actividades similares.

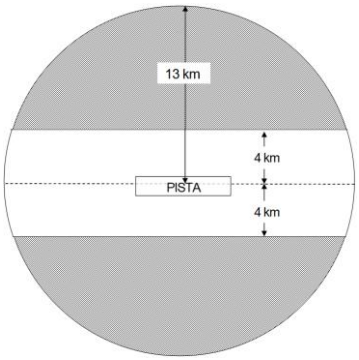
Cuando se pretenda ubicar un relleno sanitario tecnificado a una distancia mayor de 4.0 km del Punto de Referencia del Aeródromo pero menor de un radio de 13.0 km y fuera del área que conforman dos líneas paralelas a la proyección del eje de pista ubicadas a 4.0 km a cada lado del eje proyectado (ver gráfico), se deberá contar con la opinión favorable de la Dirección General de Aeronáutica Civil – Ministerio de Transportes y Comunicaciones (sin perjuicio de las licencias ambientales y/o de construcción y demás requisitos que sean pertinentes, según exigencia de las respectivas autoridades competentes), debiendo presentar ante la DGAC, un estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional (Numeral 3.3.2) que demuestre que la operación de dicho relleno sanitario no constituirá peligro alguno para las operaciones de las aeronaves usuarias del aeródromo, incluyendo medidas que garanticen que la fauna (aves, mamíferos, insectos, etc.) no va a utilizar el área de operación del relleno sanitario para su alimentación o que la población de la fauna

no se verá incrementada a consecuencia del funcionamiento de dicho relleno sanitario.

En Base a los resultados del estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional (Numeral 3.3.2) y únicamente para casos de Rellenos Sanitarios, la DGAC podrá emitir opinión favorable sobre distancias menores a la indicada en el presente literal.



Área de seguridad de 13 km

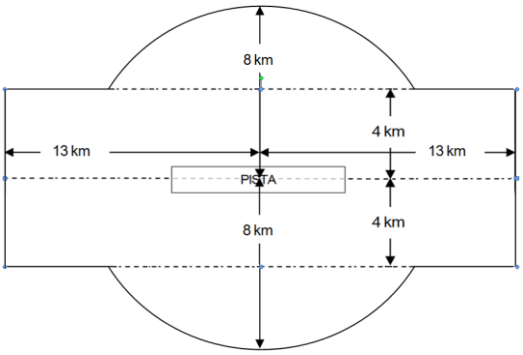


Área achurada: zona donde se podría establecer un relleno sanitario tecnificado previa presentación de un estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional y obtención de opinión favorable de la DGAC

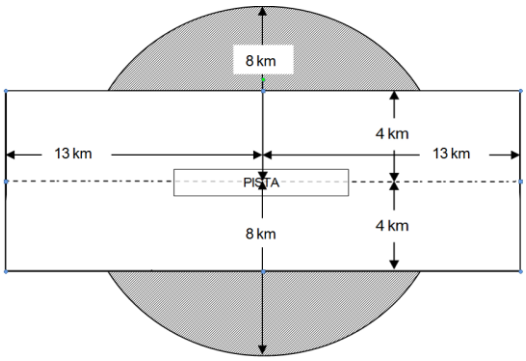
ii. Área de Seguridad de 8.0 km de radio, con centro en el Punto de Referencia del Aeródromo (ARP) más el área conformada por dos líneas paralelas a la proyección del eje de pista ubicadas a 4.0 km a cada lado del eje proyectado hasta la intersección con dos líneas perpendiculares al eje de pista equidistantes 13 km del ARP (ver gráfico): no debería permitirse la implantación o funcionamiento de camales, operaciones de acopio y transferencia de desechos municipales, lagunas de oxidación, descarga de canales de desechos sin tratamiento, lagos artificiales, zoológicos o actividades similares.

Cuando se pretenda ubicar una de las actividades señaladas en el presente párrafo a una distancia mayor de 4.0 km del Punto de Referencia del Aeródromo pero menor de un radio de 8.0 km y fuera del área que conforman dos líneas paralelas a la proyección del eje de pista ubicadas a 4.0 km a cada lado del eje proyectado hasta la intersección con líneas perpendiculares equidistantes 13 km del ARP (ver gráfico), se deberá contar con la opinión favorable de la Dirección General de Aeronáutica Civil – Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (sin perjuicio de las licencias ambientales y/o de construcción y demás requisitos que sean pertinentes, según exigencia de las respectivas autoridades competentes), debiendo presentar ante la DGAC, un estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional (Numeral 3.3.2) que demuestre que la operación de dicha actividad no constituirá peligro alguno para las operaciones de las aeronaves usuarias del aeródromo, incluyendo medidas que garanticen que la fauna (aves, mamíferos, insectos, etc.) no va a utilizar el área donde se desarrollarán dichas actividades para su alimentación o que la población de la fauna no se verá incrementada a consecuencia de su operación.

En Base a los resultados estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional (Numeral 3.3.2) y únicamente para casos de lagunas de oxidación y operaciones de acopio y transferencia de desechos municipales, la DGAC podrá emitir opinión favorable sobre distancias menores a la indicada en el presente literal.

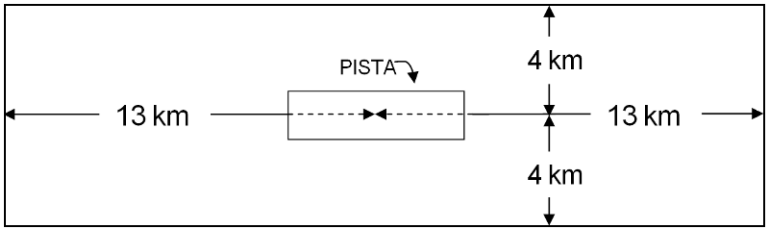


Área de Seguridad de 8.0 km de radio, con centro en el Punto de Referencia del Aeródromo (ARP) más el área conformada por dos líneas paralelas a la proyección del eje de pista ubicadas a 4.0 km a cada lado del eje proyectado hasta la intersección con dos líneas perpendiculares al eje de pista equidistantes 13 km del ARP



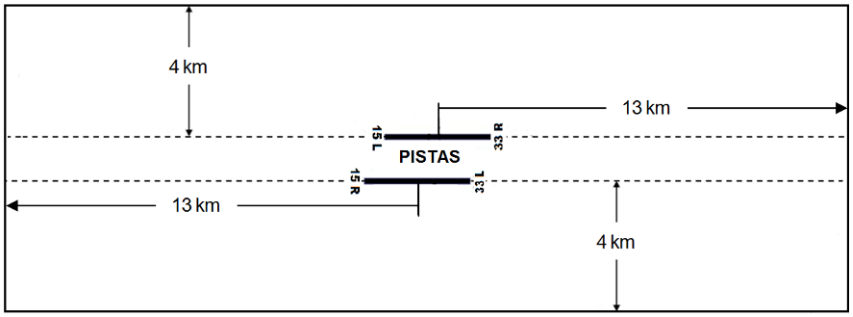
Área achurada: zona donde se podrían establecer actividades señaladas en el presente literal (3.3.1.G.ii), previa presentación de un estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional y obtención de opinión favorable de la DGAC

iii. Área de Seguridad formada por dos líneas paralelas equidistantes 13 km del Punto de Referencia del Aeródromo, unidas perpendicularmente por dos líneas paralelas a la proyección del eje de pista y distantes 4km a cada lado de dicha proyección (ver gráfico). En esta Área de Seguridad no debería permitirse la implantación o funcionamiento de explotación pecuaria (ganado vacuno, porcino, etc.), piscigranjas, crianza de animales de granja, palomares, almacenes de granos, industrias de alimentos balanceados y cualquier otra actividad que resulte ser atractiva para la fauna.



Área de Seguridad del Aeródromo formada por dos líneas paralelas equidistantes 13 km del ARP, intersecado perpendicularmente por dos líneas paralelas ubicadas a 4 km a cada lado de la proyección del eje de pista

En caso de aeródromos con operación de dos pistas paralelas, el área de seguridad para las actividades indicadas, estará conformada por la suma de las áreas correspondientes a cada una de las pistas, considerando como punto de referencia, el centro geométrico de cada pista. Ver ejemplo.



Ejemplo: Área de Seguridad (caso descrito en el Numeral 3.3.1.G.iii) para Aeródromo con 02 pistas paralelas.

H. El Comité informará sobre el Plan para el Control de la Fauna del Aeródromo a todos los miembros, analizará y discutirá todos los aspectos que conciernen al control y limitación de la fauna, con la participación activa de sus representantes, trabajando de manera coordinada e integral.

I. A efectos de realizar las reuniones del Comité, su presidente realizará las invitaciones a los Miembros adjuntando una agenda propuesta con una anticipación de por lo menos 15 días útiles a su realización, salvo que se convoque a una reunión de urgencia.
Se recomienda que la agenda contenga al menos los siguientes puntos:
a) Actualización de los nombres de los Miembros Titulares y revisión de la Agenda.
b) Lectura de aspectos relevantes de los acuerdos asumidos en el Acta anterior.
c) Informe del estatus del Plan para el Control de Fauna del Aeródromo.
d) Informe de las gestiones realizadas por el Comité respecto a los atractivos para la fauna externos al aeródromo.
e) Pronunciamiento de los Miembros.
f) Acuerdos.

J. Los acuerdos serán firmados por los Miembros asistentes al Comité, su presidente remitirá a cada Institución Miembro del Comité, copia de los acuerdos y del Acta de la reunión, dentro de los cinco días útiles siguientes a su celebración.

3.3.2 Estudio del Riesgo de la Seguridad Operacional.

La Entidad que pretenda ubicar alguna de las actividades indicadas en las áreas mencionadas en los literales 3.3.1.G.i y 3.3.1.G.ii, y que requiera la opinión favorable de la DGAC, deberá presentar un Estudio del Riesgo de la Seguridad Operacional que deberá contener por lo menos lo siguiente:

i. Objeto del Estudio del Riesgo de la Seguridad Operacional respecto impedir que el establecimiento y operación de la actividad propuesta constituya un atractivo para fauna peligrosa para la aviación.
ii. Ubicación del predio en coordenadas geográficas o UTM en el sistema WGS84, elevación del terreno con respecto al nivel medio del mar en metros.
iii. Distancia del predio (vértice del más cercano al aeródromo) hasta el Punto de Referencia del Aeródromo afectado y a los umbrales de pista.
iv. Descripción de la infraestructura que se pretende construir, tipo de cerco, el área que va a ser ocupada en m² indicando aspectos de la infraestructura proyectada.
v. Actividad que se pretende realizar y proyección de su operación hacia el futuro con plazos en años.
vi. Evaluación de línea de base de la población de fauna en el lugar previsto para el proyecto, incluyendo especies que habitan la zona y si es que hubiere, tránsitos de aves migratorias por las inmediaciones del predio proyectado.
vii. Atractivos naturales para la fauna en las inmediaciones del emplazamiento proyectado (fuentes de agua, alimentación, pernocte, etc.).
viii. Análisis de cada uno de los procedimientos aeronáuticos publicados en el AIP (Publicación de Información Aeronáutica del Perú) en relación al espacio aéreo ubicado tanto próximo como sobre el emplazamiento proyectado: Cartas aeronáuticas, rutas ATS, procedimiento de fallo de motor, aproximación frustrada, reglas de vuelo y cualquier otro procedimiento o información aeronáutica que se identifique.
ix. Se deberá considerar la información contenida en el Plan Maestro del Aeródromo, en lo relacionado a la modificación espacial tanto del ARP como de los umbrales de pista.
x. El Estudio contendrá información de accidentes o incidentes ocasionados por la presencia de fauna en el aeródromo afectado, volumen de tráfico, categoría de las aeronaves que están previstas a operar en el aeródromo; zonas prohibidas, restringidas y peligrosas, áreas temporalmente segregadas, zonas de fauna sensible, etc.; así como un análisis meteorológico de entorno del aeródromo en cuestión.
xi. Establecimiento de acciones que se adoptarán para que la actividad que se pretende emplazar, no ocasionará ningún nuevo riesgo a la seguridad operacional del aeródromo afectado, así como a la regularidad de las operaciones, ni tampoco introduce modificaciones a las mismas; entre las que se indicarán al menos las siguientes:
    a. Consideraciones que tendrá tanto el diseño como las operaciones que se desarrollarán en el lugar del emplazamiento, a fin de no ser un atractivo para animales (aves, mamíferos, insectos, etc.) o ser un lugar donde se exponga alimento para dicha fauna.
    b. Acciones que deberá tomar la entidad operadora de la actividad que se pretende realizar en el emplazamiento, a fin de garantizar que la población de la fauna (aves, mamíferos, insectos, etc.) no se verá incrementada a consecuencia de su operación, corroborado en base a la aplicación de una metodología que estime la evolución de

la población de la fauna en el lugar del emplazamiento y sus alrededores.

c. Medidas de Mitigación de Riesgos que se adoptarán en caso que la actividad proyectada atraiga a algún tipo de fauna (aves, mamíferos, insectos), así como las medidas de control poblacional que se aplicarán.

xii. Conclusiones del análisis. Presentar planos de la ubicación del proyecto y fotografías que identifiquen la ubicación donde se pretende emplazar dicho proyecto.

La decisión última sobre la construcción del emplazamiento proyectado en función de las conclusiones obtenidas y la revisión del Riesgo de la Seguridad Operacional, dependerá única y exclusivamente de la DGAC (sin perjuicio de las licencias ambientales y/o de construcción y demás requisitos que sean pertinentes, según exigencia de las respectivas autoridades competentes).

3.3.3 Plan para el Control de Fauna del Aeródromo

A. Los explotadores de aeródromo desarrollarán y aplicarán un Plan para el Control de Fauna, con el objetivo de disminuir el riesgo que representa la fauna para las operaciones de aeronaves, adoptando métodos de control a fin de minimizar la posibilidad de colisiones entre aeronaves y fauna. Debido a que el medio natural es dinámico, el control de fauna es una tarea permanente, recurrente y dependiente de múltiples factores; sin embargo, el explotador del aeródromo deberá realizar todas las gestiones y acciones necesarias para reducir la probabilidad de impactos de aeronaves con fauna.

B. El Plan para el Control de Fauna aprobado por el Explotador de Aeródromo deberá ser presentado a la DGAC para su aceptación.

C. El Plan para el Control de Fauna del Aeródromo deberá contener al menos lo siguiente:
   a) Control de revisión y procedimiento para las enmiendas.
   b) Lista de páginas efectivas.
   c) Objetivo del Plan, antecedentes y alcance.
   d) Definiciones y abreviaturas.
   e) Marco legal y documentos de referencia.
   f) Funciones y responsabilidades.
   g) Constitución del Comité de Aeródromo para el Control de Fauna.
   h) Descripción del medio: Localización, características generales del aeródromo, aspectos de la zona de influencia:
      i. Físicos: clima, suelo, hidrología.
      ii. Bióticos: vegetación natural como sembrada, fauna de la zona, ecosistemas.
      iii. Socioeconómicos: usos del suelo, ordenamiento territorial municipal de las zonas contiguas al aeródromo, actividades en la zona de influencia del aeródromo.
   i) Composición de la fauna y caracterización de su riesgo.
   j) Determinación de Medidas de Control del Riesgo que representa la fauna, basada en:
      i. El Estudio de Fauna (RAP 314, 9.4.10 y Numeral 3.3.4 del presente apéndice),
      ii. Evolución de los incidentes con fauna ocurridos en el aeródromo y
      iii. Caracterización del riesgo de las especies de fauna.
   k) Planificación de las Medidas de Control del Riesgo que representa la fauna y monitoreo de su éxito.
   l) Programas anuales de gestión del aeródromo:
      i. “Programa de Evaluación y Monitoreo de Fauna”, el cual describirá las tareas de inspección de rutina, así como las que se implementen regularmente, tanto diaria, semanal, mensual y trimestralmente. Contendrá los criterios para programar el Estudio de Fauna del aeródromo (RAP 314, 9.4.10). Describirá los horarios de actividad del servicio y horarios de los turnos del equipo de Control de Fauna. Informará de las zonas o áreas donde se realizarán estas actividades de inspección y se realizarán las coordinaciones previas para el ingreso a zonas especiales si así lo amerita, tal que se evite ingresar a áreas críticas o sensibles que representen riesgo o puedan interferir con la radio ayudas o las operaciones aéreas. En caso que el aeródromo tenga operaciones nocturnas, se incluirán evaluaciones de fauna en horario nocturno.
      ii. “Programa de Inspección a los Lugares Atractivos para la Fauna Externos al Aeródromo”, que establecerá los criterios para mantener actualizada la

información de la ubicación de nuevos atractivos y/o los ya erradicados. Asimismo, contendrá la planificación de las acciones previstas y/o estrategias de gestión, un plano del aeródromo y zonas próximas, indicando la ubicación, distancia al aeródromo y tipo de atractivo para la fauna, considerando las Áreas de Seguridad del Aeródromo (3.3.1.G).

iii. "Programa de Mantenimiento de Equipos de Control de Fauna", este deberá contener los criterios y especificaciones del fabricante de dichos equipos a fin de establecer *la* frecuencia y ejecución del mantenimiento preventivo. El programa deberá incluir un registro individualizado de los equipos empleados para el control de fauna, así como las fechas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

iv. "Programa de Limitación de Vegetación", el cual establecerá la periodicidad para realizar el control de vegetación, la misma que no será menor a 4 (cuatro) veces al año, de manera que la vegetación en la franja de pista y calles de rodaje se mantenga limitada. La altura máxima para la vegetación en la franja de pista deberá ser establecida en el correspondiente Estudio de Fauna (3.3.4). El programa contendrá un gráfico de las áreas verdes del aeródromo e incluirá horarios de la poda, corte, deshierbe o aplicación de herbicida, así como de los equipos y herramientas a emplearse. De encontrarse insectos asociados a la vegetación en el lado aire, se recomienda aplicar un insecticida autorizado por la autoridad competente, acción que incluirá los requisitos legales para su uso, considerando medidas de seguridad para las personas y/o al medio ambiente. Para el corte de especies arbóreas dentro del aeródromo, se considerarán las distancias establecidas en el Numeral 3.2.1.G del presente apéndice. Como parte del proceso de mantenimiento de áreas verdes en el lado aire, se recomienda el empleo de fertilizantes sintéticos, toda vez que los abonos orgánicos pueden contener larvas de insectos, las que al eclosionar puede ser atractivo para fauna insectívora.

v. "Programa de Mantenimiento del Sistema de Drenaje" (si es que aplica), el cual contendrá un gráfico de los canales y alcantarillas, así como la periodicidad para realizar su mantenimiento, de manera que se garantice que no crezca vegetación en su interior y se mantenga libre de sedimentos, residuos de diverso origen o acumulación de agua dentro de los canales, evitando su colmatación, facilitando la evacuación ininterrumpida de agua proveniente de la precipitación pluvial hasta su salida del aeródromo.

vi. "Programa de Capacitación" que contendrá los planes de instrucción y frecuencia de la capacitación que recibirá tanto el personal del Servicio de Control de Fauna, así como del personal involucrado en el Plan para el Control de Fauna Silvestre. Se incluirá bibliografía disponible para consulta del personal, una guía para la identificación de especies de fauna del lugar, así como la relación de instructores de los cursos, quienes deberán ser competentes en la materia a impartir y contar con demostrada experiencia en la esfera de la aviación. El Programa de Capacitación deberá estar acorde a lo establecido en el Numeral 3.6 del presente apéndice.

m) Anexos:

i. Procedimiento de Hostigamiento de Fauna, que describirá los procesos que el explotador de aeródromo aplique para impedir que la fauna se establezca en el aeródromo, como por ejemplo:

- Equipos ahuyentadores (sonidos de depredadores, estrés, alarma, estruendo, etc.),
- Remoción de nidos,
- Desratización en el lado aire,
- Colocación de trampas para capturar fauna silvestre (actividad previamente autorizada por la autoridad competente),
- Otras técnicas como: cetrería, cetrería robotizada, caza sanitaria (método químico, armas de fuego, neumáticas u otras), pirotecnia, canes entrenados, tele-inyección con fines de captura, etc. y
- Alternancia en el uso de equipos.

El procedimiento incluirá instructivos para el empleo de cada tipo de dispositivo, incluyendo el empleo de implementos de seguridad personal, la verificación de las condiciones de operación y prueba de los mismos antes de utilizarlos, flujo de

comunicaciones, responsabilidades para el cumplimiento del procedimiento, entre otros aspectos. Asimismo, incluirá la obligación de archivar en formato digital las fotografías de las actividades desarrolladas diariamente. Se deberá emplear un formato para reportar las actividades diarias de hostigamiento, registrando en cada formato, entre otros datos, el nombre y firma del personal a cargo del control de fauna y/o del Oficial de Control de Fauna. En caso de realizarse la cetrería, caza sanitaria, pirotecnia u otros métodos normados; el explotador del aeródromo deberá cumplir con las exigencias y autorizaciones legales para su empleo o ejecución, así como de procedimientos de seguridad específicos, incluyendo las personas responsables de su cumplimiento. Si en el aeródromo realizan operaciones nocturnas, el procedimiento contendrá las previsiones e implementos para realizar dichas actividades durante la noche.

ii. Procedimiento de Respuesta Inmediata para la Dispersión o Captura de Fauna, que describirá el proceso de comunicación desde el momento de la primera observación de fauna silvestre en el aeródromo, por parte de las tripulaciones de mando, observación o notificación del Servicio de Tránsito Aéreo, personal de tierra del aeródromo o usuarios; la recepción de la alerta al Oficial de Control de Fauna o en su defecto al personal del servicio a cargo de dichas labores, hasta la captura o dispersión de la fauna involucrada en el proceso. Se deberá emplear un formato donde se registrará: quien inicia la comunicación, lugar de la observación, la hora de activación de las medidas de dispersión o captura de la fauna, hora de la dispersión efectiva o captura, fauna involucrada, acciones implementadas, quien las implementa, resultados obtenidos, tiempo de respuesta empleado, entre otros detalles. A efectos del envío de los formatos de registro del presente procedimiento a la DGAC, se deberá tomar en cuenta lo indicado en el Numeral 3.4.B del presente apéndice.

iii. Procedimiento para la Notificación de Choque y/o Hallazgo / Ingreso de Fauna, que establecerá un flujo de comunicación y coordinación para su notificación. Incluirá el proceso para la verificación del llenado del Formato de Notificación de Choques con Aves y otros Animales (Anexo A-I) y del Reporte de Hallazgo / Ingreso de Fauna (Anexo A-II); el análisis de la información contenida, envío del reporte a la DGAC dentro de los plazos establecidos (Numeral 3.4.A), así como su archivo correspondiente por un periodo de al menos 05 años.

D. El explotador del aeródromo deberá poner en conocimiento (en formato digital o impreso) a los explotadores aéreos que operan en el aeródromo, los operadores de base fija, Instituciones Armadas y Servicio de Tránsito Aéreo con sede en el aeródromo, el “Plan para el Control de Fauna del Aeródromo”; con la finalidad de que se informe oportunamente cualquier situación en la que la fauna silvestre pueda poner en riesgo las operaciones aéreas, así como reportar adecuadamente todo incidente que involucre la presencia de fauna.

E. El explotador del aeródromo en periodos que no excedan de un año, realizará una auditoria al Plan para el Control de Fauna del Aeródromo, así como de evaluaciones al seguimiento de los acuerdos realizados en los Comités de Aeródromo para el Control de Fauna.

3.3.4 Estudio de Fauna

A. El explotador del aeródromo presentará un Estudio de Fauna aplicables al interior del aeródromo, el cual debe proporcionar las bases para el desarrollo, implementación, actualización y/o perfeccionamiento del Plan para el Control de Fauna, a fin de tener información adecuada para la gestión de los peligros potenciales que esta genere.

B. Los estudios deberán contemplar información obtenida de la recopilación e interpretación de datos tomados por lo menos trimestralmente, y remarcando la estacionalidad de la zona donde se ubica el aeródromo, es decir que la frecuencia de toma y análisis datos debería ser por lo menos correspondiente a cada trimestre de cada año, debiendo contener informes anualizados (durante 12 meses). El Estudio de Fauna deberá considerar los criterios de seguridad y metodológicos descritos en el “Programa de Evaluación y Monitoreo de Fauna” (Numeral 3.3.3.C.I.i del presente apéndice).

C. El Estudio de Fauna deberá contener lo precisado en la RAP 314 (Numeral 9.4.10) y deberá ser presentado a la DGAC para su aceptación.

D. La presentación del estudio de fauna para ser aceptado por la DGAC, dependerá del

número de operaciones aéreas que corresponda al aeródromo, según los siguientes parámetros:

i. Los aeródromos que cuenten con operaciones aéreas hasta 30,000 al año, presentarán el estudio de fauna cada 2 (dos) años, conteniendo los criterios descritos en los literales B, C y D precedentes, incluyendo los estudios anualizados correspondiente a cada año.

ii. Los aeródromos que superen las 30,000 operaciones al año, deberán presentar estudios de fauna anuales, conteniendo los criterios descritos en los literales B, C y D precedentes.

Nota: todo despegue o aterrizaje constituye una operación.

E. A requerimiento de la DGAC, el explotador de aeródromo presentará estudios de fauna adicionales a los exigidos por el presente apéndice, independientemente del número de operaciones, los cuales pueden estar dirigidos a una especie en particular y su ámbito geográfico puede situarse tanto al interior del aeródromo y/o su zona de influencia.

F. La actualización de la ubicación de los atractivos para la fauna identificados en zona de influencia del aeródromo, se realizará anualmente, acorde a los criterios establecidos en el “Programa de Inspección a los Lugares Atractivos para la Fauna Externos al Aeródromo” (3.3.3.C.l ii.).

3.4 *Reportes*

A. El explotador de aeródromo deberá remitir, dentro de los primeros tres días útiles de producirse un impacto con fauna, los respectivos reportes de notificación a la DGAC, teniendo las siguientes consideraciones:

a) Choque o impacto con fauna:

i. Se considera que ha ocurrido un impacto con fauna cuando:
- El piloto reporta haber impactado con una o más aves u otro tipo de fauna.
- Personal de tierra o usuarios del aeródromo reportan haber visto a una aeronave impactar con fauna.
- Se evidencia la presencia de rasgaduras, manchas de sangre, restos de fauna o huellas o daño en la estructural a la aeronave generado por el impacto con fauna.

ii. El registro se realizará completando el Formato de Notificación de Choques con Aves y otros Animales (Anexo A-I).

iii. Las distancias a considerar, únicamente con fines de referenciar si el choque con aves tuvo lugar dentro del aeródromo, en sus proximidades o fuera de él; son:
- Los choques con aves "en un aeródromo" son los choques con aves que se han producido hasta 200 pies sobre el nivel del terreno durante la aproximación o hasta 500 pies durante el ascenso, o en las fases de rodaje, recorrido de despegue o aterrizaje.
- Los choques con aves "en las proximidades del aeródromo" son los choques con aves que se han producido sobre los 200 pies sobre el nivel del terreno y hasta los 1000 pies durante la aproximación o encima de los 500 y hasta los 1500 pies durante el ascenso.
- Los choques con aves "fuera del aeródromo" son los choques con aves que se han producido por encima de los 1000 pies sobre el nivel del terreno durante la aproximación y por encima de los 1500 pies durante el ascenso.

Nota 1: En caso que existan signos de haberse producido un impacto y no es posible saber si se produjo en el aeródromo de origen o de destino, el llenado del Formato de Notificación de los Choques con Aves y otros Animales, se realizará en el aeródromo donde el personal se percató del impacto, consignando como: “*Nombre del aeródromo*”: *no determinado*.

Nota 2: En aeropuertos internacionales el explotador del aeródromo podrá contar con un formulario en idioma inglés, para cuando la tripulación lo requiera.

b) Se considera Hallazgo / Ingreso de fauna: Aquellos restos de fauna encontrados en la pista de aterrizaje o cercanías, con signos evidentes de haber sido impactada con una aeronave (fracturas, restos dispersos, etc.), el cual no se puede atribuir al impacto con una aeronave en particular. También se considera en este reporte, la

presencia de animales terrestres como canes, ganado y otros; dentro del perímetro del aeropuerto, incluyendo en pista, calles de rodaje, plataforma franjas y zonas colindantes con los cercos o vallas perimetrales (dentro de los límites del aeropuerto); que en estos casos puede ser reportada por tripulantes o personal del aeródromo (por ejemplo personal de seguridad, control de tránsito aéreo, etc.). Todo hallazgo o ingreso de fauna al aeródromo se registrará de acuerdo al Reporte de Hallazgo / Ingreso de Fauna (Anexo A-II).

c) Incidente grave por fauna: Es una consideración que recibe un incidente por presencia o impacto con fauna producido tanto en el aeródromo, en sus proximidades o fuera del aeródromo, cuando dicho incidente haya afectado de alguna manera el vuelo de una aeronave, como por ejemplo: daño estructural, despegue interrumpido, desvío de una aeronave durante la aproximación al aeródromo

d) El explotador del aeródromo realizará un análisis de todos los incidentes que se originen (impactos y hallazgos), así como de los reportes generados por parte de las tripulaciones de mando, observaciones del Servicio de Tránsito Aéreo del aeródromo, personal destacado en el aeródromo o usuarios; vinculado a la presencia de fauna silvestre que pueda afectar la operación de aeronaves, considerando la ubicación de dichos incidentes y consignando las acciones adoptadas a fin de controlar la situación reportada (ver Numeral 3.7 del presente apéndice).

3.5 *Recolección de restos de fauna*

A. Con el fin de comprender la evolución de la comunidad aviar y otros tipos de fauna con riesgo para la aviación en los aeródromos del país, es preciso identificar correctamente a la fauna involucrada en los impactos, de manera que se puedan desarrollar estrategias dirigidas al control de las fuentes de atracción para dicha fauna; por lo que resulta conveniente realizar la recolección de evidencias, sin poner en riesgo la salud del personal que tenga que realizar esta labor.

B. Los restos de fauna pueden ser recolectados durante una inspección de pista o por personal de mantenimiento del explotador aéreo directamente de la aeronave impactada (Numeral 3.8.D). Es conveniente el registro fotográfico de los restos encontrados, así como toda información vinculada al impacto.

C. Los restos de fauna se deben considerar como potencialmente peligrosos para la salud, debido a la posibilidad de tener algún agente patógeno transmisibles de animales al hombre (zoonosis), debiendo implementar elementos de bioseguridad para su recojo y transporte (como guantes descartables, algodón y alcohol, etc.). En algunos casos en donde haya peligro de exposición proveniente de restos secos y/o plumas del animal, se recomienda emplear mascarilla desechable y gafa protectoras.

D. Si el animal muerto está completo, se deberá proceder de la manera más eficiente para impedir cualquier exposición o contacto con restos o fluidos y tener el adecuado manejo para su recolección y transporte. Considerar siempre la desinfección luego de toda manipulación con animales o sus restos. Los despojos sellados, se entregarán al Oficial de Control de Fauna del aeródromo para su identificación o al personal responsable del Control de Fauna.

E. El explotador del aeródromo deberá implementar un área para la disección, identificación y conservación algunos restos de fauna impactada, debiendo contar con el equipamiento adecuado para dichos fines. Es conveniente que los restos de aves recolectados, producto de un impacto con aeronave, deban ser almacenados adecuadamente, con fines de identificación comparativa en caso de posteriores impactos, donde sólo se cuente con fragmentos del ave o restos aislados. En caso que al personal de Control de Fauna no le sea posible confirmar la especie de fauna impactada, para una correcta identificación de los restos de fauna recolectados, el explotador del aeródromo podrá recurrir al concurso de científicos, universidades o instituciones especializadas. Asimismo, se deberá contar con una guía para la identificación de las especies de aves que habitan en el área de responsabilidad del aeropuerto, sea esta virtual o física.

3.6 *Capacitación al personal del aeródromo*

A. El personal del aeródromo involucrado en el Plan para el Control de Fauna que realice

labores dentro de la cadena de notificación de incidentes con fauna (Servicio de Tránsito Aéreo, SEI, Supervisión de Plataforma y otros), deberá recibir un “Curso Básico Sobre Control de Fauna en el Aeródromo”, conteniendo la siguiente temática:

i. Importancia del control del peligro que representa la fauna silvestre dentro de la gestión de la seguridad operacional del aeródromo,
ii. El aeródromo y su medio ambiente, ubicación de los atractivos para la fauna identificados tanto en el entorno del aeródromo como en su interior, estadísticas de impactos y hallazgos producidos en el aeródromo,
iii. Legislación aplicable,
iv. Sistema de Gestión para el Control del Peligro de Fauna del aeródromo: propósitos del “Comité de Aeródromo para el Control de Fauna” y del “Plan para el Control de Fauna del Aeródromo”,
v. Secuencia de notificación ante la observación o reporte de presencia de fauna silvestre,
vi. Taller sobre aplicación correcta de formatos de control de fauna (Formato de Notificación de los Choques con Aves y otros Animales, Reporte de Hallazgo / Ingreso de Fauna).
vii. Identificación de especies de mayor riesgo para las operaciones aéreas en el aeródromo,
viii. Métodos que son aplicados en el aeródromo para minimizar el riesgo que representa la fauna para las operaciones aéreas.

B. El personal a cargo de realizar las tareas de Control de Fauna, deberá acreditar tener conocimientos de:

i. Gestión de riesgo por la presencia de fauna en el aeródromo y SMS,
ii. Estrategias y acciones de control para minimizar el nivel de riesgo por fauna,
iii. Capacitación en los Instructivos para el empleo de cada tipo de dispositivo empleado en el control de fauna del aeródromo y medidas de seguridad a tomarse,
iv. Inspección y mantenimiento básico de los equipos para el control de fauna,
v. Seguridad y salud ocupacional, medidas de bioseguridad y de prevención para evitar contraer enfermedades zoonóticas al manipular fauna silvestre y/o sus restos o despojos, primeros auxilios básico,
vi. Métodos empleados para realizar el monitoreo de fauna en el aeródromo,
vii. Aspectos básicos de fraseología aeronáutica y comunicaciones.

C. La duración del “Curso Básico sobre Control de Fauna en el Aeródromo” será de al menos dos (02) horas lectivas al año, con una recurrencia de cada dos (02) años.

3.7 *Servicios de Tránsito Aéreo*

A. El personal del Servicio de Tránsito Aéreo cuando:

i. Por información proveniente de las tripulaciones de vuelo que han observado fauna durante su tránsito,
ii. Por observación directa sobre la presencia de fauna que pueda afectar la operación segura de las aeronaves,
iii. Sea informado por el explotador del aeródromo sobre la presencia de fauna;

Informará inmediatamente dicha situación al área correspondiente del explotador del aeródromo a fin de que personal del aeródromo active el Procedimiento de Respuesta Inmediata para la Dispersión de Fauna (3.3.3.C.m.ii).

B. El personal de Tránsito Aéreo informará a las tripulaciones de mando de las aeronaves que se aproximen al aeródromo o con intenciones de despegar sobre toda situación de riesgo vinculada a la presencia de fauna.

3.8 *Explotadores Aéreos*

A. Deberán entregar a sus tripulaciones de mando el Formato de Notificación de Choques con Aves y otros de Animales (Anexo A-I) e instruirlas de su llenado.
B. El personal del explotador aéreo, cuando:

i. Ocurra un impacto con fauna (3.4.A.a.i),
ii. Cuando el personal del explotador aéreo se percate que la aeronave tiene huellas de haber sido impactada con fauna (ver nota en 3.4.A.a),

El piloto de la aeronave impactada deberá asegurarse que el mencionado formulario sea

debidamente completado y entregado en un plazo no mayor a 24 (veinticuatro) horas al explotador de aeródromo donde se registra o se percató del incidente.

C. Las tripulaciones de mando deberán de informar de inmediato al Servicio de Tránsito Aéreo cuando:
   i. Impacten con fauna,
   ii. Se observe que la presencia de fauna pueda poner en riesgo el normal desarrollo de las operaciones aéreas o
   iii. Visualicen restos de fauna en el área de maniobras.

D. Deberán entregar al explotador del aeródromo los restos o despojos de fauna que se encuentren en una aeronave producto de un impacto con fauna (Numeral 3.5.B).

E. Cuando un impacto con fauna reporte gastos al explotador aéreo, la valoración económica de las pérdidas, luego de obtenida dicha información, deberá ser remitida a la DGAC mediante el Formato Suplementario: Información sobre los Costos para el Explotador y Daños en los Motores (Anexo A-III).

3.9 *Disposiciones adicionales*

La planificación para la construcción de cualquier nuevo aeródromo, así como la ampliación de uno existente, deberá contemplar un estudio que permita prever que la fauna silvestre no encuentre espacios para establecerse. La colocación de postes o estructuras en el lado aire, considerarán contar con una superficie que imposibilite que pueda posarse un ave, como por ejemplo: colocación de espigas metálicas, superficies inclinadas u otros mecanismos que impidan a las aves posarse o anidar.

Asimismo, durante el proyecto de construcción de un nuevo aeródromo y/o la ampliación de uno existente, cuando corresponda identificar los Peligros Ambientales del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se deberá considerar un estudio del riesgo que la presencia de fauna ocasiona para las operaciones aéreas, incluyendo medidas de gestión que deberá adoptar el explotador del aeródromo, así como recomendar medios para controlar la presencia de fauna en el área donde se emplazará el proyecto materia del EIA.

ANEXO A-I

DIRECCION GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL DEL PERÚ (DGAC)

Apéndice 10, RAP 314 Vol. 1,"Gestión del Riesgo por Fauna en los Aeródromos" | Formato A-1

FORMATO DE NOTIFICACION DE CHOQUES CON AVES Y OTROS ANIMALES

Explotador Aéreo:……..
Marca/modelo de la aeronave:……..
Marca/modelo de motor:……..……
Matrícula de la aeronave:……..…
Fecha día…..……mes……año……..…

Hola local (local time):……..……..

alba ☐ día ☐ crepúsculo ☐ noche ☐

Nombre del aeródromo:……..…
Pista utilizada:…….

Posición, si fu en ruta:…..……..……
Altura AGL:……..…… *ft*
Distancia aprox. desde el aeródromo:…… m

Velocidad indicada (IAS):……..……..… *kt*
Fase de vuelo:

estacionamiento ☐ en ruta ☐
rodaje ☐ descenso ☐
recorrido de despegue☐ aproximación ☐
ascenso☐ recorrido de aterrizaje☐

N° pasajeros……, N° tripulantes……..

Partes de la aeronave:

	Golpeada	Dañada
radomo	☐	☐
parabrisas	☐	☐
nariz (excepto anteriores)	☐	☐
motor N° 1	☐	☐
motor N° 2	☐	☐
motor N° 3	☐	☐
motor N° 4	☐	☐
hélice	☐	☐
ala/rotor	☐	☐
fuselaje	☐	☐
tren de aterrizaje	☐	☐
cola	☐	☐
otras (especifique)	☐	☐

……..……

Notificado por: ……

Cargo:……..……..……

Consecuencias para el vuelo:

☐ ninguna
☐ despegue interrumpido
☐ aterrizaje por precaución
☐ se apagaron motores
☐ otras (especifique): ……

Condiciones del cielo:

cielo despejado ☐ algunas nubes ☐
cielo cubierto ☐

Precipitación:

niebla ☐ lluvia ☐ nieve ☐

Temperatura ºC: ……

Especie o características de la fauna observada *……..……..…
……

Número de animales:

Observados		Golpeados	
1	☐	1	☐
2 a 10	☐	2 a 10	☐
11 a 100	☐	11 a 100	☐
más de 100	☐	más de 100	☐

Tamaño de los animales:

pequeños ☐ S
medianos ☐ M
grandes ☐ L

¿Se advirtió al piloto del peligro?

Sí ☐ No ☐

Observaciones (daños, lesiones, otros):
……
……

Observaciones del personal de Control de Fauna del aeródromo con fines de Identificar la especie involucrada:
……..……
……

(*) Entréguese cualquier información, fragmentos de plumas o restos de fauna al explotador del aeródromo.

ESTA INFORMACIÓN ES NECESARIA POR RAZONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL DE LA AVIACIÓN

ANEXO A-II

DIRECCION GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL DEL PERÚ (DGAC)	
Apéndice 10, RAP 314 Vol. 1,"Gestión del Riesgo por Fauna en los Aeródromos"	Código: F-DSA-AGA-02
REPORTE DE HALLAZGO / INGRESO DE FAUNA	

FECHA: HORA LOCAL:

NOMBRE DEL AERÓDROMO:

LUGAR DEL HALLAZGO / INGRESO (*):

ESPECIE DETECTADA (si se puede determinar):

NÚMERO DE ANIMALES COLECTADOS / OBSERVADOS:

TAMAÑO DE LOS ANIMALES: PEQUEÑO MEDIANO GRANDE

ESTADO EN QUE SE ENCONTRÓ A LA FAUNA (**): VIVO – SIN DAÑOS VISIBLES

VIVO – GOLPEADO / HERIDO MUERTO – SIN SIGNOS DE GOLPE

MUERTO – SE EVIDENCIAN GOLPES MUERTO – FRAGMENTOS DISPERSOS

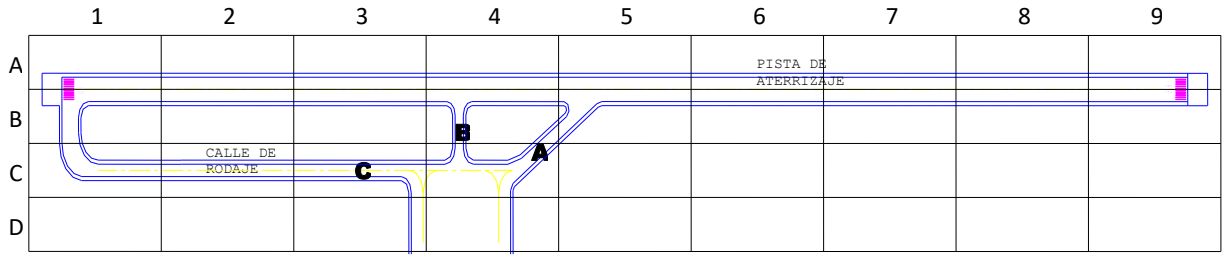
OBSERVACIONES ADICIONALES:

RECOGIDO POR: FIRMA:

NOTA DEL PERSONAL DE CONTROL DE FAUNA DEL AERÓDROMO :

NOMBRE: FIRMA:

(*) Ubicar con una X la ubicación referencial del lugar del hallazgo / ingreso de fauna:



(**) Adjuntar registros fotográficos.

ANEXO A-III

DIRECCION GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL DEL PERÚ (DGAC)	
Apéndice 10, RAP 314 Vol. 1,"Gestión del Riesgo por Fauna en los Aeródromos"	Código: F-DSA-AGA-03

FORMATO SUPLEMENTARIO DE NOTIFICACION DE CHOQUES CON AVES Y OTROS ANIMALES INFORMACION SOBRE LOS COSTOS PARA EL EXPLOTADOR Y DAÑOS EN LOS MOTORES

Envíese a: Dirección General de Aeronáutica Civil – Coordinación Técnica de Aeródromos.
Jr. Zorritos 1203 – Lima 1. E-mail: dgacaerodromos@mtc.gob.pe

A. DATOS BÁSICOS

Explotador Aéreo:……...
Marca / modelo de aeronave: ……
Marca / modelo de motor: ……
Matrícula de la aeronave:……
Fecha de choque: día…… mes…… año……..……..
Aeródromo / posición si el impacto fue en ruta (si se conoce):……..

B. INFORMACIÓN SOBRE LOS COSTOS

Tiempo que la aeronave estuvo fuera de servicio …… horas

Coste estimado de la reparación o sustitución $ E.U.A. (en miles)……..

Otros costos estimados
(lucro cesante, combustible, hoteles, etc.) $ E.U.A. (en miles)……..

C. INFORMACIÓN ESPECIAL SOBRE LOS DAÑOS CAUSADOS A LOS MOTORES POR EL IMPACTO

Posición del motor Núm.	1	2	3	4
Motivo de la falla, rotura o apagado				
rotura no contenida	☐	☐	☐	☐
incendio	☐	☐	☐	☐
apagado - temperatura	☐	☐	☐	☐
apagado – alarma de incendio	☐	☐	☐	☐
apagado – otros motivos (especificar) ……	☐	☐	☐	☐
apagado – razones desconocidas	☐	☐	☐	☐

Porcentaje estimado de la pérdida de empuje: ……..……..

Número estimado de fauna ingerida: ……..……...

Especie de fauna: ……..……...

APÉNDICE 11

APANTALLAMIENTO DE OBSTÁCULOS

1. GENERALIDADES

El plano de apantallamiento se define en función de un obstáculo que supera una superficie limitadora de obstáculos del Aeródromo y deberá ser considerado para el uso del principio de la apantallamiento.

2. REGULACIONES

Los planos de apantallamiento se establecen a partir de un obstáculo, cuyos parámetros y dimensiones se detallan a continuación y se ilustran en las **Figuras 01 y 02**:

a. Dentro de los límites de las superficies de aproximación y ascenso en el despegue:

   1. Inicia desde el plano horizontal que pasa a través de la parte superior del obstáculo y comprende una superficie inclinada con una pendiente negativa de 10% hacia el umbral de la pista y 0% en dirección opuesta.
   2. Se extiende 150 metros del punto final del obstáculo; medidos en el plano horizontal.
   3. Los límites laterales del plano de apantallamiento son líneas paralelas a la línea imaginaria que une el vértice más cercano del obstáculo con el punto medio del umbral de la pista y tiene la anchura del obstáculo.

b. Dentro de los límites de la superficie de transición:

   1. Comienza desde el plano horizontal a través de la parte superior del obstáculo y consta de una superficie inclinada, con una pendiente negativa de 10% en la dirección opuesta a la pista;
   2. Abarca 150 m. desde el punto final del obstáculo; contados en el plano horizontal.
   3. Los límites laterales del plano de apantallamiento son líneas paralelas a la línea imaginaria perpendicular al eje de la pista o de su extensión y tiene una anchura igual a la del obstáculo.

c. Dentro de los límites de la superficie horizontal interna y cónica:

   1. Comienza desde un plano horizontal que pasa por la parte superior del obstáculo y se compone de una superficie inclinada en su entorno, con una pendiente negativa de 10%; y
   2. Se extiende por 150m. de los extremos del obstáculo, rodeándolo de acuerdo con su forma, sin aún superar los límites verticales de la superficie de aproximación, ascenso en el despegue o de transición, siempre que sea el caso.

d. Un objeto de volumen menor no podrá apantallar a otro de volumen mayor.

e. Un obstáculo apantallado no debe ser utilizado para apantallar otro nuevo obstáculo.

f. Todo objeto que aplique al principio de apantallamiento, debe estar sujeto al cumplimiento de los requisitos de señalización e iluminación establecida en la RAP 314 Vol. I, Cap. IV, según sea el caso determinado por la DGAC.

g. El estudio de Apantallamiento deberá consignar una memoria descriptiva conteniendo lo siguiente:

1) Ubicación en coordenadas geográficas o UTM del elemento apantallador y apantallado en el Datum WGS84.
2) Elevación del terreno del elemento apantallador y apantallado, enlazado a un BM oficial del IGN, incluyendo memoria de cálculo y planilla de nivelación.
3) Altura del elemento apantallador y apantallado incluyendo elementos conexos tales como caja de ascensores, antenas, tanque elevado etc.
4) Plano de corte y elevación detallando el apantallamiento
5) Registro fotográfico.
6) Certificado de habilidad en original y vigente del profesional responsable.
7) El contenido del estudio deberá estar firmado por un profesional responsable del proyecto.

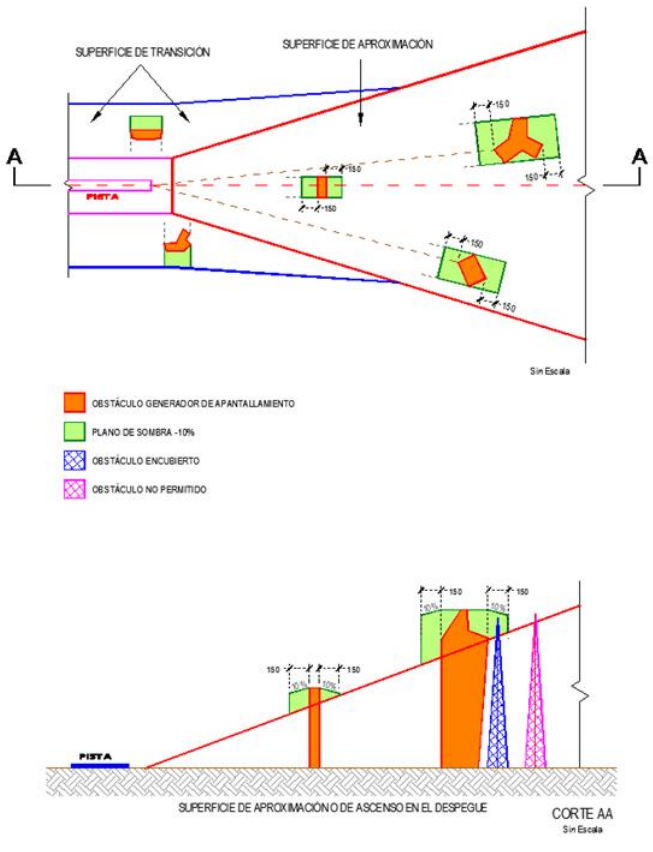


Figura 01
PLANO DE APANTALLAMIENTO
Superficies de Aproximación, Ascenso en el Despegue y Transición

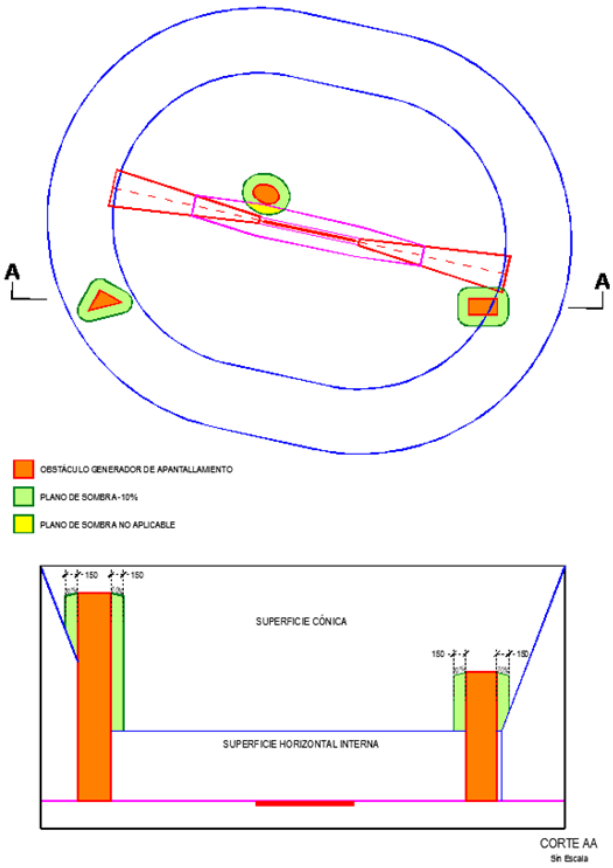


Figura 02

PLANO DE APANTALLAMIENTO
Superficies Horizontal Interna y Cónica

APÉNDICE 12

SISTEMAS DE GUÍA Y CONTROL DEL MOVIMIENTO EN LA SUPERFICIE - SMGCS

1.- OBJETIVO

El presente Apéndice ha sido elaborado para suministrar el marco normativo específico para la aplicación de los requisitos reglamentarios establecidos en el Capítulo 9 de la RAP 314, Volumen I, relacionados con los Sistemas de Guía y Control del Movimiento en la Superficie (SMGCS) para aeródromos que cuentan con servicio de tránsito aéreo (aeródromos controlados).

Un Sistema SMGCS consiste en la guía y control (o regulación) de todas las aeronaves y vehículos de superficie y del personal en el área de movimiento de un aeródromo. La "guía" se refiere a las instalaciones, a la información y asesoramiento necesarios que permitan a los pilotos de las aeronaves, o a los conductores de los vehículos terrestres, orientarse en la superficie del aeródromo y mantener las aeronaves o los vehículos en la superficie o dentro de las áreas que les han sido reservadas. El "control o regulación" designa las medidas necesarias para impedir las colisiones y asegurar el movimiento regular y eficaz del tránsito.

En la implementación de un Sistema SMGCS participan principalmente:

a. Explotador de Aeródromo

b. Control de tránsito aéreo

c. Explotador aéreo (pilotos)

2.- APLICABILIDAD

La presente norma es aplicable a los aeródromos que cuentan con servicio de tránsito aéreo (aeródromos controlados). Su aplicación será a partir del día siguiente de su publicación.

Los explotadores de aeródromos no controlados que deseen implementar el sistema lo podrán solicitar a la DGAC y dar cumplimiento a lo establecido en el Numeral 3.2.1, Tabla 3 del presente documento, además de las disposiciones de tránsito aéreo que la DGAC establezca para ese tipo de aeródromos.

3.- REGULACIÓN

3.1 Generalidades

3.1.1. Requisitos de un Sistema de Guía y Control del Movimiento en la Superficie

a. Un aeródromo debe operar en condiciones de seguridad en las condiciones previstas, incluyendo la guía y control o regulación de todas las aeronaves y vehículos en superficie.

b. Un sistema SMGCS debe proporcionar guía y control de una aeronave desde la pista de aterrizaje hasta el puesto de estacionamiento en la plataforma, y desde este puesto hasta la pista de despegue, así como para otros movimientos en la superficie del aeródromo, tales como la circulación entre el área de mantenimiento y la plataforma estacionamiento, o entre plataformas.

c. El SMGCS debe proporcionar también guía y control o regulación a los vehículos de superficie en el área de movimiento, incluyendo a los vehículos de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI), así como al personal autorizado para entrar en el área de movimiento de un aeródromo.

d. Los sistemas SMGCS deben contribuir en la prevención de incursiones en pista y colisiones entre aeronaves, entre aeronaves y vehículos terrestres, entre aeronaves y obstáculos, entre vehículos terrestres y obstáculos, y entre vehículos.

e. Los sistemas SMGCS también deben contribuir en el mantenimiento de la regularidad de los movimientos en diversas condiciones operacionales, afectadas cuando aumenta la densidad del tránsito y siempre que disminuye la visibilidad.

f. El SMGCS debe ser compatible con la capacidad de aterrizaje y de despegue de las pistas y con la demanda del tránsito en el aeródromo. A este respecto cuando se proyecte uno de estos sistemas, debe tenerse en cuenta las necesidades con respecto a las operaciones de aterrizaje y de despegue. En algunos aeródromos, puede ocurrir que los despegues se efectúen con visibilidades más reducidas que los aterrizajes.

g. Los procedimientos que forman parte del SMGCS deben dar cumplimiento a las disposiciones y requisitos relativos a las operaciones en el área de movimiento establecidas por la DGAC. La Circular de Asesoramiento relacionado a este apéndice contiene procedimientos del sistema SMGCS.

h. El SMGCS deberá incluir la consideración de los principios relativos a los factores humanos y de desempeño humano, aplicados a la capacitación, al diseño y operaciones del área de movimiento.

3.1.2. Coordinación de un Sistema de Guía y Control del Movimiento en la Superficie

a. Se debe coordinar estrechamente todas las utilizaciones actuales y previstas de los sistemas SMGCS con objeto de garantizar la compatibilidad con las necesidades de los servicios técnicos y operacionales de aeródromo, servicios de comunicaciones, servicio de dirección en la plataforma (en los casos que aplique), servicio de control de tránsito aéreo de aeródromo, explotador de aeródromo, conductores de vehículos terrestres, explotadores y pilotos.

b. Cada explotador de aeródromo debe, en colaboración con su dependencia ATS conexa, determinar los medios y procedimientos necesarios para que pueda efectuarse la coordinación de todas las actividades relativas a los movimientos en la superficie, incluyendo por lo menos:

   1. el establecimiento de circuitos directos de comunicación verbal entre los controladores y operadores que se encargan de los movimientos de aeronaves propiamente dichos (por ejemplo, la torre de control o el servicio de dirección en la plataforma cuando se cuenta con uno);

   2. las directrices internas del aeródromo destinadas a que puedan aplicarse con eficacia, por ejemplo, los procedimientos pertinentes en los casos de visibilidad reducida y de emergencia.

c. Se debe conformar y celebrar reuniones periódicas de un comité integrado por representantes de los actores involucrados para resolver cualquier problema de coordinación. Dicho comité, puede funcionar como parte de otros equipos establecidos en el aeródromo (Ej.- Equipos de seguridad operacional de pista).

d. Para los fines de coordinación, es necesario desarrollar procedimientos para la rápida reparación de defectos en las instalaciones en los casos en que estos puedan ir en detrimento de la seguridad y eficacia operacional del sistema de guía y control del movimiento en la superficie.

e. Los explotador es de aeródromo deben mantener registro de toda coordinación efectuada con organizaciones relacionadas con movimientos en superficie, mediante copias de la correspondencia cursada, actas de reuniones y cartas de acuerdo suscritas por los representantes autorizados de cada entidad. En el caso de cartas de acuerdo, las mismas deben estar suscritas por autoridades pertinente de las organizaciones.

3.2.- REQUISITOS PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SMGCS PARA UN AERÓDROMO

3.2.1. Condiciones Operacionales de Visibilidad y de Tránsito

a. El sistema SMGCS de un aeródromo debe establecerse en base a dos condiciones operacionales:

1. condiciones de visibilidad en las que el explotador proyecta mantener el aeródromo abierto para las operaciones; y
2. densidad del tránsito.

b. En base a las condiciones de visibilidad y tránsito definidas en la **Tabla 1**, se debe elegir la combinación apropiada de equipos y procedimientos para el establecimiento de un SMGCS.

c. Debe determinarse, revisarse anualmente y mantenerse debido registro de las condiciones de visibilidad y de tránsito en las cuales se prevén operaciones en el aeródromo.

Tabla 1. Condiciones de visibilidad y de tránsito relativas a los sistemas SMGCS

CONDICIONES DE VISIBILIDAD		
1. Visibilidad suficiente para que el piloto pueda efectuar el rodaje y evitar visualmente cualquier colisión con otro tránsito en las calles de rodaje y en las intersecciones y para que el personal de las dependencias de control pueda controlar visualmente todo el tránsito;		
2. Visibilidad suficiente para que el piloto pueda efectuar el rodaje y evitar visualmente cualquier colisión en las calles de rodaje y en las intersecciones, pero insuficiente para que el personal de las dependencias de control pueda controlar visualmente todo el tránsito; y		
3. Visibilidad inferior a un RVR de 350 m (operaciones con poca visibilidad)		
DENSIDAD DE TRANSITO (durante la hora de punta media)		
Reducido	R	Inferior o igual a 15 movimientos por pista, o inferior a un total de 20 movimientos en el aeródromo;
Medio	M	Del orden de 16 a 25 movimientos por pista, o un total de 20 a 35 movimientos en el aeródromo; y
Intenso	I	Del orden de 26 movimientos o más por pista, o superior a un total de 35 movimientos en el aeródromo.

Nota 1. En todos los casos en que se utilizan estos términos en el presente Apéndice, sus significados son los que tienen en la Tabla 1.

Nota 2. El número de movimientos durante la hora punta media es la media aritmética del año del número de movimientos durante la hora punta diaria. Tanto los despegues como los aterrizajes constituyen un movimiento.

3.2.2. Requisitos de Ayudas Visuales para el Funcionamiento de un SMGCS

a. El explotador de aeródromo deberá elaborar un Plan de iluminación, letreros y señales de acuerdo a los requisitos del presente Apéndice, el mismo que debe ser específico para las condiciones operacionales en que se tiene la intención que opere el aeródromo.

b. Las ayudas visuales que figuran en la **Tabla 2** deben instalarse en todo aeródromo como parte del sistema SMGCS:

Tabla 2. Requisito de Ayudas Mínimas para un SMGCS

Señales:	Luces:	Letreros:
1. de eje de pista 2. de eje de calle de rodaje 3. de punto de espera de la pista 4. de punto de espera intermedio 5. de puesto de estacionamiento de aeronaves 6. líneas de seguridad en las plataformas 7. de punto de espera en la vía de vehículos 8. de zonas de uso restringido	1. de borde de pista 2. de borde de calle de rodaje 3. de luces de obstáculos 4. de zonas de uso restringido 5. lámpara de señales 6. las luces deben ser controladas desde el ATS	1. letreros con instrucciones obligatorias según corresponda. 2. letreros de información según corresponda.

c. Los vehículos y el personal con acceso al área de maniobras deben contar con un equipo RTF suficiente que permita la comunicación con el servicio de tránsito aéreo (ATS), salvo ingresos eventuales expresamente autorizados por el explotador de aeródromo. El explotador de aeródromo debe restringir el ingreso o permanencia en el área de movimiento a los vehículos que no cumplan con este requisito.

d. Cuando la DGAC lo considere necesario, previa evaluación de seguridad operacional; el explotador del aeródromo debe proporcionar radar de movimiento en la superficie en el área de maniobras de los aeródromos destinados a ser utilizados en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m.

e. Debe proporcionarse radar de movimiento en la superficie en el área de maniobras de los aeródromos que no sean los indicados en el literal c. de la presente sección, cuando el volumen de tránsito y las condiciones de las operaciones sean tales que no pueda mantenerse la regularidad de la circulación del tránsito por otros procedimientos e instalaciones o cuando la DGAC lo considere necesario, previa evaluación de seguridad operacional

f. En la **Tabla 3** se enumeran las ayudas que deben disponerse en un aeródromo en cumplimiento de lo establecido en el numeral 3.2.1. Párrafo b para cada una de las nueve posibles combinaciones de tránsito y de condiciones de visibilidad.

g. El explotador de aeródromo debe evaluar el número de planos necesarios con arreglo a la cantidad de información que se precisa que contengan (señales, luces y letreros). Como mínimo debe contarse con un plano de aeródromo, de movimiento en la superficie y, cuando en éste tampoco pueda indicarse toda la información, es preciso disponer además de un plano que contenga información respecto al estacionamiento y atraque en la plataforma. La DGAC determinará expresamente cuando se requieran planos adicionales.

Tabla 3. Requisito de ayudas del SMGCS para las combinaciones de tránsito y visibilidad

Ayuda	Condiciones de tránsito	Reducido			Medio			Intenso			Documento de Referencia
	Condiciones de visibilidad	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Señales de plataforma		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314-Apéndice 7
Señales de eje de pista		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Señales de eje de calle de rodaje		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Señales de punto de espera de la pista		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Señales de punto de espera intermedio		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Ayudas visuales para indicar zonas de uso restringido		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 7
Señales de puesto de estacionamiento de aeronaves		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314-Apéndice 7
Líneas de seguridad en las plataformas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314-Apéndice 7
Señales de punto de espera en la vía de vehículos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Luces de borde de pista		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Luces de borde de calle de rodaje		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Iluminación de obstáculos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 6
Letreros		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Planos (aeródromo, área de movimiento, plataforma)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Disposiciones específicas de la DGAC
Servicio de control de aeródromo		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Disposiciones específicas de la DGAC
Lámpara de señales		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 5
Equipo de telecomunicaciones aeronáuticas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Disposiciones específicas de la DGAC
Luces de punto de espera intermedio				x			x			x	RAP 314- Capítulo 5
Sistema de control eléctrico automático de las luces			x	x		x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 8
Luces de protección de pista				x		x	x		x	x	RAP 314- Capítulo 5
Luces de eje de pista				x			x			x	RAP 314- Capítulo 5
Luces de eje de calle de rodaje				x			x			x	RAP 314- Capítulo 5
Barras de parada				x		x	x		x	x	RAP 314- Capítulo 5
Luces de plataforma de viraje en la pista				x			x			x	RAP 314- Capítulo 5
Luces indicadoras de calle de salida rápida				x			x			x	RAP 314- Capítulo 5
Radar de movimiento en la superficie (SMR)*.							x		x	x	Disposiciones específicas de la DGAC
Otro equipamiento de apoyo que mejore la circulación en condiciones de visibilidad reducida.		A requerimiento de la DGAC.									Disposiciones específicas de la DGAC
Luces de guía para maniobras en los puestos de estacionamiento de aeronaves				x			x			x	RAP 314- Capítulo 5
Luces de punto de espera en la vía de vehículos				x			x		x	x	RAP 314- Capítulo 5
Fuente secundaria de energía		x	x	x	x	x	x	x	x	x	RAP 314- Capítulo 8
Sistema de guía de atraque visual							x		x	x	RAP 314- Capítulo 5

***A requerimiento de la DGAC**

3.2.3. Requisitos de Operación para el Funcionamiento de un SMGCS

a. Los requisitos mínimos de operación que deben ser implementados en un aeródromo, como parte de un sistema SGCMS se encuentran en la **Tabla 4.**

Tabla 4. Requisito de Operación para un SMGCS

Operación del Aeródromo
1. Planificación y designación de calles de rodaje 2. Procedimientos para la inspección del área de movimiento 3. disposiciones reglamentarias internas del aeródromo para la actuación de personas en el área de movimiento 4. disposiciones reglamentarias internas del aeródromo para la aplicación por el personal en tierra de los procedimientos de comunicaciones 5. Procedimientos para el control eléctrico periódico del funcionamiento de las ayudas del SMGCS 6. planos de aeródromo, según sea necesario 7. servicio de dirección en la plataforma

b. En la **Tabla 5** se establecen los requisitos que deben ser implementados en un aeródromo, en cumplimiento de lo establecido en el numeral 3.2.1. Párrafo b, para cada una de las nueve posibles combinaciones de densidad de tránsito y de condiciones de visibilidad.

c. El Servicio de Dirección en Plataforma establecido en el Capítulo 9 de la RAP 314, Volumen I, constituye una parte complementaria al SMGCS, sobre el cual se proporciona orientación en la Circular de Asesoramiento relacionada a este APÉNDICE.

Tabla 5: Requisitos de operación para un SMGCS para las combinaciones de tránsito y visibilidad

Ayuda	**Condiciones de tránsito**	**Reducido**			**Medio**			**Intenso**			**Documento de Referencia**
	Condiciones de visibilidad	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	
Operación del Aeródromo											
Procedimientos para el Control eléctrico periódico de las ayudas del SMGCS		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Sección 3.3 de este APÉNDICE.
Designación de calles de rodaje		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Sección 3.3 de este APÉNDICE.
Procedimientos para la Inspección de las áreas de movimiento y notificación de condiciones mediante el AIS		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Sección 3.3 de este APÉNDICE.
Reglamentación interna del aeródromo para el personal en el área de movimientos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Sección 3.3 de este APÉNDICE.
Reglamentación interna del aeródromo para los procedimientos de telecomunicaciones del personal en el área de movimientos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	Disposiciones específicas de la DGAC
Establecimiento de rutas de rodaje normalizadas				x		x	x	x	x	x	Sección 3.3 de este APÉNDICE.
Medidas de protección del área de movimiento en condiciones de visibilidad reducida				x			x			x	Sección 3.4 de este APÉNDICE.
Procedimientos para el Control eléctrico continuo de las ayudas del SMGCS				x			x			x	Sección 3.3 de este APÉNDICE.

3.2.4. Revisiones del Sistema y Mejoras

a. El sistema SMGCS de un aeródromo debe revisarse periódicamente y documentarse mediante registros, con objeto de asegurar que el sistema satisface su cometido, y de ayudar al explotador de aeródromo en la planificación futura de la implantación ordenada de un sistema más

avanzado y de las instalaciones de apoyo necesarias, cuando lo justifiquen las circunstancias.

b. En todos los casos, el sistema SMGCS debe ser examinado cuando se produzcan una o más de las circunstancias siguientes:

1. aumento importante del volumen de tránsito;

2. se proyecte la realización de operaciones en condiciones de visibilidad reducida; y

3. se modifique la disposición del aeródromo, es decir, se pongan en servicio nuevas pistas, calles de rodaje o plataformas.

4. reestructuración del espacio aéreo en torno al aeródromo por el ATS, u otras circunstancias externas.

c. El explotador de aeródromo debe desarrollar y mantener actualizada una base de datos histórica del número de movimientos que se registran cada hora a fin de determinar oportunamente cuando la densidad de tránsito alcance valores para pasar de un nivel a otro de acuerdo a lo establecido en la tabla 1. El valor vigente de densidad de tránsito corresponderá al año anterior concluido y dicho valor deberá estar claramente señalado en el registro del explotador de aeródromo y suscrito por la máxima autoridad ejecutiva del explotador.

d. Se debe determinar en qué grado el aumento del volumen de tránsito ocasiona una disminución de la eficacia del sistema SMGCS, especialmente cuando se presente:

1. necesidad apreciable de mayor vigilancia visual de los movimientos del tránsito en la superficie, debido al número de movimientos que se producen simultáneamente en todo el complejo del aeródromo;

2. aumento apreciable en la carga de los canales de comunicación utilizados para el SMGCS;

3. aumento del número de problemas que se plantean en los puntos de cruce y en las intersecciones de pistas/calles de rodaje, que exigen la intervención del controlador y que, por consiguiente, contribuyen al aumento del número de radiocomunicaciones; y

4. creación de embotellamientos, congestión y demoras en los movimientos del tránsito de superficie.

3.3.- FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

3.3.1. Generalidades

a. En el ámbito del sistema de guía y control del movimiento en la superficie (SMGCS) se debe identificar a quién compete el ejercicio de las funciones y cuándo y cómo debe desempeñarlas, incluyendo las funciones requeridas para el empleo del control de los vehículos terrestres, el control y mantenimiento de las ayudas visuales.

b. Para que el sistema SMGCS funcione adecuadamente, todo el personal del explotador de aeródromo, encargado de poner en servicio total o parcialmente el sistema, debe haber sido suficientemente capacitado, recibiendo las instrucciones pertinentes, incluyendo el entrenamiento en el puesto de trabajo.

3.3.2. División y Transferencia de Responsabilidades

a. Operación de aeródromo

1. **Inspección del área de movimiento**. El explotador del aeródromo debe efectuar:

i. inspecciones frecuentes del área de movimiento para asegurarse de que las áreas reservadas para los movimientos de las aeronaves estén exentas de obstáculos y en buen estado.

ii. una inspección antes de la puesta en vigor de los procedimientos aplicables en el caso de poca visibilidad.

2. **Personal en tierra.** Se debe asegurar que:

   i. el personal en tierra que utilice las comunicaciones, haya sido debidamente adiestrado y recibido las instrucciones apropiadas para este fin.

   ii. durante operaciones en condiciones de visibilidad reducida, se limite al mínimo absoluto los desplazamientos del personal en tierra en el área de movimiento.

3. **Conservación de las ayudas SMGCS.** El explotador del aeródromo tiene la responsabilidad de:

   i. cuidar del buen estado de funcionamiento de todos los componentes visuales del sistema SMGCS

   ii. realizar inspecciones frecuentes.

   iii. si el servicio del sistema de iluminación y señalización vertical del área de movimiento está a cargo de un proveedor del servicio, el mismo deberá cumplir con lo señalado en el presente Apéndice a requerimiento del explotador de aeródromo.

   iv. informar al equipo local de seguridad de pista (RST) sobre el estado de conservación del sistema de ayudas de SMGCS.

4. **Designación de calles de rodaje y de rutas de rodaje normalizadas.** En coordinación con el servicio ATS, el explotador de aeródromo debe:

   i. determinar las calles de rodaje y designar las rutas de rodaje normalizadas aplicables a los tipos de movimientos previstos en el aeródromo.

   ii. proporcionar al servicio de información aeronáutica los documentos suficientes para la publicación de rutas normalizadas para las aeronaves que efectúen el rodaje.

5. **Medidas de protección en el área de movimiento en condiciones de visibilidad reducida.** El explotador de aeródromo, en coordinación con el ATS, debe asegurarse de que se mantenga al mínimo absoluto el número de personal y vehículos autorizados para realizar algún servicio en el área de movimiento durante períodos de visibilidad reducida.

b. **Conductores de vehículos de superficie**.

1. El explotador de aeródromo debe implementar disposiciones internas que aseguren que los conductores de vehículos de superficie tienen el adecuado conocimiento de las normas internas y de fraseología aeronáutica.

2. Los conductores de vehículos de superficie deben:

   i. ajustarse a los reglamentos internos del aeródromo

   ii. cumplir las instrucciones del ATC

   iii. actuar con el debido cuidado y prestar la necesaria atención con objeto de evitar colisiones entre sus vehículos y las aeronaves, y entre sus vehículos y otros vehículos

3. Es responsabilidad del explotador del aeródromo controlar que los conductores de vehículos cuenten con la debida capacitación.

4. Es responsabilidad del explotador del aeródromo controlar que los conductores de vehículos, que operen en el área de maniobras cuenten con la debida capacitación.

c. Servicio de dirección en la plataforma

1. Cuando en los aeródromos la dirección del tránsito en la plataforma no está bajo responsabilidad de la dependencia de control de tránsito aéreo (ATS), y se establezca un servicio de dirección en la plataforma encargado de la seguridad de los movimientos de las aeronaves en la plataforma, todas las reglas aplicables a los movimientos de aeronaves deben ser compatibles con las reglas aplicables en el área de maniobras.

2. Se debe establecer un procedimiento para notificar aquellas situaciones que puedan afectar el normal desarrollo de las operaciones en el aeródromo y que puedan tener un impacto negativo en las operaciones aéreas.

3. En tales casos, el servicio de dirección en la plataforma y la dependencia ATS deben mantener una comunicación permanente mediante procedimientos coordinados reflejados en cartas de acuerdo (ver numeral 3.1.2 párrafo "e" de este APÉNDICE).

d. **Servicios de tránsito aéreo** El explotador de aeródromo debe suscribir con el Servicio de Tránsito Aéreo (ATS) una carta de acuerdo en la que se establezcan los procedimientos operacionales que formen parte del SMGCS (ver Numeral 3.1.2., párrafo "e" de este APÉNDICE), asignando funciones y responsabilidades a cada organización, para lo cual deben ser tomados en cuenta los siguientes criterios para las coordinaciones respectivas:

1. **Determinación de las rutas de rodaje que han de seguirse.** Los servicios ATS y el explotador de aeródromo deben determinar conjuntamente las rutas de las aeronaves y de los vehículos para el encaminamiento del tránsito lo más rápido y ordenado posible.

2. **Utilización de procedimientos de comunicaciones y fraseología aeronáutica.** La comunicación entre el ATS y los vehículos de superficie y de salvamento y extinción de incendios que circulen en el área de maniobras deben cumplir las disposiciones específicas sobre el particular de la DGAC, tanto en lo que respecta a la fraseología como a los procedimientos y al idioma.

3. **Volumen de comunicaciones aeronáuticas.** En los aeródromos de gran densidad de tránsito, la carga de trabajo del controlador puede ser muy elevada, y los sistemas SMGCS deben proyectarse de modo que reduzcan al mínimo la necesidad de las comunicaciones aeronáuticas.

4. **Control del funcionamiento de las ayudas del sistema SMGCS.**

   i. El explotador de aeródromo, en coordinación con la dependencia ATS, debe verificar periódicamente el funcionamiento del sistema SMGCS y remediar cuanto antes cualquier falla.

   ii. Como parte de las inspecciones diarias se debe efectuar una vigilancia visual de las luces, teniendo en cuenta los reportes de pilotos, además de efectuar el control eléctrico de los componentes eléctricos y electrónicos del sistema.

5. **Funcionamiento de la guía visual y de las ayudas de control.**

   i. El servicio de control de aeródromo debe tener a su cargo la operación de los componentes visuales del sistema de control, incluso las barras de parada, las luces de eje de calle de rodaje y letreros, para lo cual el explotador de aeródromo debe proporcionar las instalaciones necesarias.

   ii. Los sistemas de iluminación instalados en la plataforma (luces de eje de calle de rodaje en la plataforma, luces de guía para maniobras de aeronaves en el puesto de estacionamiento y sistemas de guía de estacionamiento y atraque), deben contar con un responsable en el aeródromo que encargará de su funcionamiento, pudiendo ser parte del servicio ATS.

6. **Puesta en vigor y cese de la utilización de los procedimientos aplicables en condiciones de visibilidad reducida.** Toda vez que la puesta en vigor y el cese de los procedimientos aplicables a las operaciones en condiciones de visibilidad reducida es atribución de la dependencia de control de tránsito aéreo, la carta de acuerdo entre el ATS y el explotador de aeródromo debe incluir la cadena de notificación respectiva y la visibilidad a partir de la cual debe declararse aeródromo cerrado.

3.3.3. Establecimiento de Rutas de Rodaje Normalizadas para las Aeronaves

a. El explotador de aeródromo, en coordinación con el ATS, debe analizar y evaluar la necesidad

del establecimiento de rutas de rodaje normalizadas, manteniendo registro de dicho proceso (ver Numeral 3.1.2, párrafo “e” de este APÉNDICE).

b. Cuando se identifique la necesidad de disponer de rutas de rodaje normalizadas, las mismas deben ser determinadas mediante cartas de acuerdo entre el explotador de aeródromo y el ATS, en las que se establezcan rutas directas, simples, y que puedan utilizarse en condiciones de buena y mala visibilidad, según se determine de acuerdo a la necesidad operacional. Las rutas de rodaje deben ofrecer el riesgo mínimo de incompatibilidades con las rutas que sigan otras aeronaves o vehículos. Dichas rutas deberán ser directas, simples y, siempre que sea posible, diseñadas para evitar conflictos de tránsito. Las rutas normalizadas para el rodaje de aeronaves se identificarán mediante designadores claramente distintos de los utilizados para las pistas y rutas ATS.

c. Deben adoptarse precauciones con objeto de asegurar que las rutas de rodaje normalizadas sean adecuadas para las aeronaves de mayores dimensiones susceptibles de utilizarlas y de que las aeronaves que las utilicen no presenten ningún problema, se deben tomar por lo menos las siguientes precauciones:

1. de interferencia con las ayudas para la navegación;
2. de penetración de la zona libre de obstáculos y, donde sea posible, de penetración de otras superficies de limitación de obstáculos;
3. de perturbación de las transmisiones radar;
4. de obstrucción física (por ejemplo, margen insuficiente con respecto a una aeronave en posición de espera para el despegue desde un punto intermedio en la pista); o
5. de chorro de los reactores.

d. Un plan de rutas de rodaje normalizado debe prever el paso ordenado de un modo operacional a otro, por ejemplo, después de un cambio de pista o, en el caso de una aeronave que, después de haber efectuado el rodaje para el despegue, deba regresar a la plataforma.

e. En los aeródromos donde se hayan establecido rutas de rodaje normalizadas, los detalles de esas rutas deben figurar en las publicaciones de información aeronáutica (AIP) correspondientes y en los planos de aeródromo. Las rutas de rodaje normalizadas deben identificarse mediante designadores claramente diferentes de los designadores de pistas, calles de rodaje y rutas de salida por instrumentos.

f. Cuando una ruta comprenda el rodaje entre áreas sometidas al control del ATS y del servicio de dirección en la plataforma, los puntos de transición deben mostrarse en el plano de aeródromo o bien en el plano de movimientos en superficie.

3.3.4. Control de Vehículos Terrestres

a. En las plataformas pavimentadas se deben disponer líneas de seguridad para definir los límites de las áreas reservadas a los vehículos de superficie y al equipo destinado al servicio de las aeronaves (ver RAP 314, Volumen I, Capítulo 5).

b. Las vías destinadas a los vehículos de superficie que conducen al terminal o desde una carretera de la parte aeronáutica a un puesto de estacionamiento, y de un puesto de estacionamiento a otro, deben indicarse mediante líneas pintadas en la superficie del pavimento (ver RAP 314, Volumen I, Capítulo 5).

c. El área de maniobras debe ser protegido de cualquier intrusión accidental por personas y vehículos de superficie a partir de las vías de vehículos de la parte aeronáutica, mediante letreros, luces de detención o equipos que prevengan el paso inadvertido o no autorizado. No se debe permitir el movimiento de personas a pie en las pistas o calles de rodaje a menos que sea absolutamente necesario.

d. En caso de que por trabajos de construcción u otras actividades se requiera el libre movimiento en determinada zona, los límites de un área temporalmente cerrada deben señalarse según se

prescribe en la RAP 314, Volumen I, Capítulo 7, y cualquier movimiento fuera de dicha área debería efectuarse conforme al manual del aeródromo o reglamento ordinario del aeródromo.

3.3.5. Sistema de Control de Funcionamiento de Ayudas

a. No debe haber más del 20% de luces de pista o calle de rodaje fuera de servicio. Para este fin, las inspecciones visuales deben efectuarse diariamente con objeto de garantizar la suficiencia del sistema de iluminación de calles de rodaje, manteniendo un registro en el que se especifiquen las luces fuera de servicio y el porcentaje que representan con relación al total de luces del mismo tipo.

b. Cuando las condiciones de visibilidad impidan verificar visualmente si están encendidas las luces de superficie del aeródromo, el control consistirá en:

   1. observación de los indicadores luminosos en el tablero de control de iluminación; y

   2. verificación de la fuente de energía y de los indicadores de estado del circuito.

c. El sistema de control de funcionamiento debe permitir al controlador detectar oportunamente cualquier defecto que pudiera influir en la seguridad operacional o plantear problemas de rodaje en tierra en el área que tiene a su cargo. El sistema debe mantener el recordatorio sobre el defecto mientras esté vigente. (Véase RAP 314, Volumen I, Capítulo 8)

d. La integridad del suministro eléctrico de los sistemas de control, debe asegurarse mediante una fuente autónoma de alimentación. (Véase RAP 314, Volumen I, Capítulo 8) con respecto a las especificaciones relativas a la aplicación y características de una fuente secundaria de energía eléctrica).

3.3.6. Inspecciones del SMGCS

a. El área de movimiento debe ser objeto de inspecciones periódicas y frecuentes que verifiquen minuciosamente la superficie del área de movimientos pavimentada.

b. Las superficies no pavimentadas que puedan utilizarse por las aeronaves (franjas, RESAS, etc.) se deben inspeccionar tan frecuentemente como las áreas pavimentadas adyacentes.

c. Las demás áreas de césped se deben inspeccionar a intervalos adecuados para poder detectar cualquier posible deterioro de la superficie.

3.3.7. Mantenimiento de Ayudas del SMGCS

a. Se debe efectuar periódicamente la inspección, limpieza, servicio y mantenimiento de las ayudas del sistema SMGCS indicadas en la **Tabla 3**, de acuerdo a las disposiciones del capítulo 10 de la RAP 314, volumen I, y se debe mantener registro de inspecciones y actividades de mantenimiento (ver Numeral 3.1.2, párrafo “e” de este APÉNDICE).

b. La integridad y fiabilidad del sistema SMGCS deben ser equivalentes a las de las demás ayudas visuales y no visuales para la navegación.

c. Deben establecerse programas de pintura periódica de las señales de pista y de calles de rodaje, de las señales y letreros de punto de espera en rodaje para mantener estos componentes en un estado apropiado a las condiciones de visibilidad para las cuales se han previsto operaciones.

d. La integridad de los componentes luminosos del SMGCS dependerá del diseño de los circuitos internos del aeródromo y de la fuente externa de energía. La fiabilidad del sistema dependerá de la calidad de la inspección y del programa de mantenimiento preventivo adoptado. El número máximo de luces fuera de servicio en el sistema de control y guía visual dependerá de su espaciado y de los límites de visibilidad dentro de los cuales se ha proyectado el sistema para proporcionar guía.

e. **Verificaciones especiales**. En los casos en que se han previsto operaciones en condiciones de visibilidad reducida, las inspecciones de ayudas visuales antes de utilizarlas con poca

visibilidad, deben constatar que el estado de servicio de dichas ayudas permite proporcionar guía continua, y que no hay dos o más luces consecutivas del eje de calle de rodaje ni una o más luces de barra de parada, a un lado u otro del eje de calle de rodaje que estén fuera de servicio.

f. Cuando se instalen luces de eje de calle de rodaje y de barras de parada de alta intensidad para operaciones en condiciones de visibilidad reducida, debe prestarse atención especial a la limpieza de las luces de eje de calle de rodaje y de las luces de barra de parada, así como a la visibilidad de las señales de eje de calle de rodaje y de guía en la plataforma.

g. Deben efectuarse inspecciones especiales antes de la puesta en servicio de un tramo de calle de rodaje, si este había quedado cerrado debido a la realización de trabajos de mantenimiento, limpieza de nieve o por otros motivos.

h. Cuando se produzca un defecto durante las operaciones en condiciones de visibilidad reducida, se debe determinar si el sistema puede continuar proporcionando guía y control seguros sin reparar inmediatamente el defecto, o si es preciso restringir las operaciones hasta que se haya reparado el defecto. Cuando se haya decidido que no es preciso reparar un defecto, entonces debe permitirse que los vehículos de superficie tengan acceso al área de maniobras y, en este caso, debe proporcionarse la necesaria separación/protección con respecto a otro tránsito.

3.3.8. Instrucción del SMGCS

a. Se debe impartir instrucción inicial a todos los nuevos empleados y recién llegados a una determinada dependencia del aeródromo donde el personal sea autorizado para llevar a cabo actividades en el área de movimiento o que intervenga en el sistema SMGCS. Con carácter enunciativo mas no limitativo, la instrucción inicial comprenderá las siguientes materias:

1. procedimientos de comunicaciones aeronáuticas
2. disposición general de aeródromo
3. procedimientos de aeródromo
4. procedimientos de aeródromo en caso de emergencia
5. procedimientos de aeródromo en condiciones de visibilidad reducida
6. procedimientos especiales de aeródromo
7. reconocimiento de aeronaves
8. procedimientos relativos a la utilización de vehículos

b. Se debe proporcionar instrucción periódica apropiada cada doce meses, o cuando exista un cambio operacional que afecte el sistema SMGCS, al personal autorizado para llevar a cabo actividades en el área de movimiento o que intervenga en el sistema SMGCS. La instrucción debe orientarse a la seguridad operacional y las consecuencias resultantes de la aplicación indebida de un procedimiento de aeródromo, pudiendo ser de distinto orden según el grado de participación del funcionario.

c. Debe documentarse y mantenerse debido registro de la instrucción inicial y periódica impartida a cada funcionario del explotador de aeródromo autorizado para llevar a cabo actividades en el área de movimiento o que intervenga en el sistema SMGCS.

3.4. PROCEDIMIENTOS

3.4.1. Procedimientos de Emergencia

a. Cuando ocurra una emergencia en el aeródromo, el SMGCS debe estar sujeto al plan de emergencia de aeródromo establecido en cumplimiento a las disposiciones sobre el particular de la RAP 314, Volumen I, Capítulo 9, incluyendo la cadena de notificaciones prevista.

b. Deben preverse procedimientos y recursos para un caso de emergencia en el área de movimiento en condiciones de visibilidad 2 o 3 (inferior al límite de observación visual del ATC), a fin de permitir el cumplimiento de las siguientes acciones:

1. Conocimiento de que ha ocurrido un incidente de cualquiera de las siguientes fuentes:
   i. de mensajes de comunicaciones aeronáuticas de la aeronave de que se trate;
   ii. de mensajes de comunicaciones aeronáuticas de otra aeronave;
   iii. de la información comunicada por los conductores de vehículos de superficie, agentes de seguridad u otras personas;
   iv. de indicaciones visuales (por ejemplo, resplandor en la niebla);
   v. de indicaciones SMR;
   vi. de indicaciones auditivas; y
   vii. de la falta de respuesta de una aeronave a una llamada de comunicaciones aeronáuticas;
2. iniciación de medidas de emergencia;
3. determinación del lugar del incidente o accidente. Esto suele resultar evidente, en cierto grado, de la información obtenida en a) anterior;
4. ayuda a los vehículos de extinción de incendios, la cual puede comprender:
   i. información transmitida al servicio de comunicaciones radiotelefónicas (RTF) respecto al lugar del incidente;
   ii. encendido de las luces de calle de rodaje para guiar los vehículos de emergencia; y
   iii. utilización del SMR para ayudar a los vehículos de emergencia;
5. protección del tránsito en el área de movimiento, lo cual comprenderá:
   i. paralización de los movimientos de todo el tránsito de superficie;
   ii. consideración de la suspensión de las operaciones de vuelo; y
   iii. restricción de entrada al área de movimiento de otro tránsito;
6. enlace con el puesto de mando de las operaciones de emergencia;
7. la reanudación del movimiento restringido en la superficie cuando la situación haya sido determinada con precisión:
   i. mediante la desviación del tránsito con objeto de que quede aislado del lugar del accidente; y
   ii. mediante la reorganización del sistema de encaminamiento del tránsito para que puedan proseguirse las actividades del aeródromo;
8. evaluación de la capacidad de movimientos en la superficie en las nuevas condiciones y la comunicación de esta evaluación a los interesados;
9. facilitación de los movimientos de los vehículos de superficie que participen en el traslado de aeronaves o de vehículos que hayan sufrido daños;
10. toma de disposiciones encaminadas a la inspección del lugar del accidente o del incidente y a la evaluación de los daños causados a la superficie, a las luces y a otras instalaciones del aeródromo.

3.4.2. Procedimientos y Fraseología aeronáutica

El personal que se encuentre en el área de movimiento debe comunicarse mediante la utilización

correcta de la fraseología y la observancia de los procedimientos conexos que sobre el particular ha establecido la DGAC.

3.4.3. Operaciones en Condiciones de Visibilidad Reducida

Antes de implementar operaciones en condiciones de visibilidad reducida, el explotador del aeródromo, en coordinación con el ATS, debe determinar la frecuencia de las condiciones de visibilidad reducida, el volumen de tránsito que se espera que opere en tales condiciones, la evaluación de las necesidades del momento y del equipo disponible; y la justificación de tales operaciones.

a. **Grupo de trabajo de operaciones en condiciones de visibilidad reducida**

1. Deben examinarse todos los aspectos de utilización de un aeródromo que pudieran afectar la implantación de procedimientos aplicables en condiciones de visibilidad reducida. Para este fin, se conformarán grupos de trabajo integrado por representantes de todas las partes interesadas en tales operaciones, que puede formar parte de comité o equipos existentes. El grupo de trabajo tendrá que determinar los siguientes aspectos aplicables a las operaciones cuando el RVR sea inferior a 350 m:

   i. la necesidad de equipo terrestre más fiable y de sistemas de a bordo suplementarios;

   ii. los requisitos especiales relativos a la instrucción y competencia de la tripulación de vuelo y del personal en tierra;

   iii. los rigurosos criterios necesarios para el franqueamiento de obstáculos;

   iv. la disposición general del aeródromo y la naturaleza del terreno circundante;

   v. las restricciones para la protección de la señal ILS;

   vi. la suficiencia de las pistas y calles de rodaje, así como de la iluminación y señalamiento para la aproximación, pistas y calles de rodaje;

   vii. la necesidad de un control más completo del movimiento del tránsito en la superficie; y

   viii. el despliegue de los servicios de salvamento y de extinción de incendios.

2. El grupo de trabajo debe formular un programa de trabajo, basado en un calendario, con arreglo al cual puedan examinarse los aspectos del punto anterior.

b. **Evaluación operacional**

1. Se deben efectuar estudios en la etapa de planificación inicial con objeto de decidir si se justifican o no operaciones en condiciones de visibilidad reducida. Estos estudios deben tener en cuenta factores tales como:

   i. la incidencia de la poca visibilidad en la regularidad de las operaciones,

   ii. el volumen de tránsito existente y pronosticado,

   iii. la proximidad de aeródromos de desviación apropiados; y

   iv. la necesidad existente de mejorar la regularidad de las operaciones y/o procedimientos de seguridad de seguridad operacional.

   v. Debe mantenerse registro del estudio efectuado.

2. Además de la puesta en vigor y revisión de los procedimientos aplicables en condiciones de visibilidad reducida, el grupo de trabajo también debe tomar decisiones con respecto a los componentes visuales y no visuales del sistema SMGCS y a los métodos de control empleados.

c. **Evaluación de la seguridad operacional y procedimientos**

1. El grupo de trabajo debe hacer una evaluación completa de la seguridad operacional del aeródromo.Se debe tener en cuenta el valor RVR más bajo en que se tiene la intención de

mantener abierto el aeródromo, así como el volumen previsto de los movimientos del tránsito en el aeródromo.

2. La evaluación debe tener especialmente en cuenta el incremento del riesgo operacional debido a la inexistencia de control visual que puede ejercerse por el ATC a medida que disminuye la visibilidad.

3. Considerando que la situación más vulnerable de una aeronave es cuando aterriza o despega, el grupo de trabajo debe concentrar su trabajo en la prevención de incursiones en pistas por las aeronaves en rodaje y/o los vehículos que circulan en la superficie, debiéndose adoptar por lo menos las siguientes medidas:

   i. examen del proyecto del área de movimiento, prestándose atención especial a los itinerarios de aeronaves entre áreas de plataforma y pistas, puntos de control de tránsito terrestre y accesos al área de movimiento;

   ii. examen de las instrucciones ATS, directrices de circulación y reglas de las empresas aplicables al conjunto de circunstancias de los movimientos en tierra;

   iii. examen de los registros de información meteorológica y datos de movimiento relativos a aeronaves y otros vehículos;

   iv. examen de antecedentes con respecto a incursiones de pistas. Si no se dispone de información, puede que sea preciso determinar el índice de incidentes mediante conversaciones con los controladores, dependencias encargadas de las inspecciones, etc., o bien servirse de la experiencia general adquirida en el ámbito internacional;

   v. examen de los procedimientos en vigor con respecto a la seguridad operacional de los aeródromos (véase también el Numeral 3.4.5. - Medidas de protección de las pistas). No es considerable la posibilidad de que haya incursiones en las pistas como acto agresivo, en comparación con la posibilidad de intrusión accidental, si bien la aplicación de procedimientos generales de seguridad puede tener un efecto importante en la probabilidad general de intrusión; y

   vi. una amplia y minuciosa inspección de toda el área de movimiento efectuada conjuntamente con los expertos pertinentes y los servicios competentes, durante la cual se deberían verificar las conclusiones a que se haya llegado en relación con los párrafos i. a v.

4. La evaluación de la seguridad operacional debe ser examinada por el grupo de trabajo como parte de un sistema SMGCS completo, y debe concluirse oportunamente en las etapas iniciales de los preparativos. Cuando se considere que en algunas zonas de utilización del sistema, el riesgo es muy elevado, se debe adoptar medidas de protección suplementarias así como procedimientos conexos.

d. **Implementación de procedimientos con visibilidad reducida**

1. Si luego del análisis se determina la necesidad de implementar procedimientos con visibilidad reducida, se deben suscribir cartas de acuerdo entre el explotador de aeródromo y el ATS sobre el particular.

2. En las Tablas 3 y 5 del presente Apéndice, se especifican los requisitos para la elección de determinados componentes del sistema SMGCS para la condición de visibilidad 3, con el dato sobre documentos de referencia respectivos.

3. Antes de implementarse operaciones en condiciones de visibilidad reducida (RVR inferior a 350 m), el explotador del aeródromo debe dictar procedimientos y reglamentos internos precisos aplicables en condiciones de visibilidad reducida, en los que se especifique el momento apropiado de su puesta en vigor.

4. No se debe permitir a ningún proveedor de servicio actuar al margen de las disposiciones internas del aeródromo para este tipo de operaciones. El punto en el que se pongan en

vigor los procedimientos aplicables en condiciones de visibilidad reducida, debe ajustarse a las condiciones locales, por lo que variará de un aeródromo a otro, debiendo coordinarse con el servicio ATS los procedimientos necesarios, incluyendo el de declaración de condiciones de visibilidad reducida con la respectiva cadena de notificación, debiendo mantenerse debido registro de las coordinaciones y comunicaciones sobre el particular (ver numeral 3.1.2, párrafo “e” del presente Apéndice).

5. Los procedimientos aplicables en condiciones de visibilidad reducida, elaborados para un determinado aeródromo deben tener en cuenta las condiciones locales, además de los siguientes operaciones básicas adecuadamente implementadas:

   i. Todos los conductores y demás personal autorizado para ingresar al área de movimiento, deben haber sido capacitados debidamente en estos procedimientos y estar enterados de los cometidos suplementarios que deben desempeñar con poca visibilidad.

   ii. Deben retirarse del área de maniobras todos los vehículos y personal no esencial, por ejemplo, contratistas de obras y equipos de mantenimiento.

   iii. Se mantienen al mínimo absoluto los vehículos autorizados para entrar en el área de maniobras, permitiendo la presencia únicamente a aquellos vehículos especificados en el SMGCS, los cuales deben mantenerse en permanente comunicación con el ATC.

   iv. Cuando haya posibilidad de ingresar de manera accidental en el área de maniobras y en los casos en que no sea factible la prevención de ingresos mediante medios físicos, por ejemplo, entre el área de mantenimiento de aeronaves y el área de maniobras, se debe vigilar los puntos de entrada mientras estén en vigencia las operaciones con visibilidad reducida. Si una entrada es demasiado amplia para que pueda realizarse la vigilancia visual, entonces se debe patrullar con regularidad las áreas con intenso movimiento de vehículos.

   v. Todas las puertas y entradas no vigiladas del área de movimiento deben mantenerse cerradas y ser inspeccionadas frecuentemente mientras estén en vigencia las operaciones con visibilidad reducida.

   vi. Se ha previsto debidamente advertir a las líneas aéreas y a otras dependencias que tienen acceso al área de movimiento de la puesta en vigor de los procedimientos aplicables en condiciones de visibilidad reducida. Esta advertencia es especialmente importante en el caso en que las compañías ejercen el control de sus propias áreas de plataforma y de las instalaciones de mantenimiento adyacentes al área de maniobras.

   vii. Todo el personal cuya presencia en el área de movimiento no sea esencial para las operaciones debe retirarse.

   viii. Deben elaborarse procedimientos de emergencia apropiados (ver Numeral 3.4.1).

6. Se debe tomar en consideración el cierre de calles de rodaje con acceso a las pistas, que no sean esenciales para la entrada o salida de una determinada pista. Esto puede lograrse mediante luces de espera intermedio, barras de prohibición de acceso, barras de parada o mediante el cierre de la calle de rodaje utilizando los letreros de mensaje variable especificados en la RAP 314, Capítulo 5, sección 5.4.1.2.

7. En los aeródromos donde se pongan en vigor los procedimientos aplicables en condiciones de visibilidad reducida, se debe examinar constantemente la eficacia de los procedimientos y, cuando sea necesario, enmendarlos o actualizarlos.

3.4.4. Operaciones de Elevado Volumen de Tránsito

a. En aeródromos con elevado volumen de tránsito, se debe contar con medios y procedimientos que puedan satisfacer los siguientes objetivos principales:

1. protección de las pistas activas de las incursiones por aeronaves, vehículos y peatones;

2. mantenimiento eficaz del movimiento del tránsito, principalmente entre los edificios del terminal y las pistas, pero también entre otras zonas, por ejemplo, plataformas y áreas de mantenimiento; y

3. aminoración de incompatibilidades entre las aeronaves, vehículos y peatones.

4. En la sección 3.2 del presente documento se establecen los requisitos para la implantación de un SMGCS en aeródromos con densidad de tránsito intensa (I).

b. **Planificación y Simulación**

1. El explotador de aeródromo debe desarrollar y mantener actualizada una base de datos del número de movimientos que se registran cada hora. En el Numeral 3.2.4, del presente apéndice, se establecen los requisitos sobre la evaluación y mejora de un sistema SMGCS existente, así como con respecto al proyecto de un nuevo sistema.

2. Los objetivos de planificación con respecto a las operaciones de elevado volumen de tránsito, deben comprender:

   i. establecimiento de rutas de rodaje con el mínimo número de intersecciones (es decir puntos de cruce entre aeronaves, o tránsito de aeronaves y vehículos y/o de peatones) compatible con las necesidades previstas del tránsito;

   ii. utilización máxima de calles de rodaje de un solo sentido y de rutas circulares, especialmente en relación con las rutas de rodaje normalizadas que se examinan en el Numeral 3.3.3 del presente documento;

   iii. establecimiento, en la medida de lo posible, de carreteras de servicio por separado para la circulación de vehículos que no tienen necesidad de utilizar el área de maniobras (incluso el tránsito hasta las áreas de mantenimiento, y servicios de abastecimiento de comidas, y desde dichas áreas); y

   iv. instalación de medios de comunicación aeronáutica suficientes.

3. Además de las condiciones anteriores, en operaciones de elevado volumen de tránsito se debe prestar especial atención a las medidas de protección de pistas y a la identificación de rutas de rodaje normalizadas, de acuerdo a las disposiciones de las Secciones 3.3 y 3.4 del presente documento.

3.4.5. Protección de las Pistas

a. Con objeto de lograr un elevado grado de seguridad en las pistas, los explotadores de aeródromos, en coordinación con el servicio ATS y las organizaciones que tienen acceso al área de movimientos, debe asegurarse de que:

1. el área de movimiento está protegida por un cerco perimetral (véase Sección 9.10 RAP 314, Volumen I);

2. todos los puntos de entrada al área de movimiento están vigilados;

3. los conductores de vehículos en superficie que acceden al área de movimientos, deben poseer un elevado grado de conocimientos, competencia y pericia;

4. todas las calles de rodaje y sistemas de vías de circulación interna están lo suficiente y debidamente provistas de letreros, señales y luces;

5. una pista en servicio esté provista de señales claras e inconfundibles que la identifiquen como tal para el tránsito de superficie;

6. todo el tránsito del área de maniobras se ajuste a los procedimientos de comunicaciones reconocidos;

7. los caminos periféricos de servicio permitan el acceso a las ayudas para la navegación, o

desde un área de servicio a otra. Es necesario evitar en lo posible que los caminos de la parte aeronáutica crucen las pistas y las calles de rodaje, o que afecten el funcionamiento de las ayudas para la navegación. Si es necesario que una vía de circulación interna cruce la prolongación del eje de una pista, la vía debe situarse de tal modo que los vehículos que circulen por ella no se conviertan en obstáculos para las operaciones aéreas.

8. en los casos en que sea posible, el permiso verbal para entrar en una pista se confirme mediante una señal visual, por ejemplo, supresión de la barra de parada e iluminación de las luces de eje de calle de rodaje; y

9. en los casos en que la visibilidad, la complejidad del aeródromo y la densidad del tránsito lo exija, se disponga de equipo electrónico de protección no visual, tal como el radar de movimiento en la superficie (SMR), de ser necesario.

b. Los criterios fundamentales de la protección de las pistas deben basarse en la utilización de procedimientos aprobados. Todo el personal debe conocer estas reglas y las autoridades competentes deben establecer un sistema de verificación que mantenga los niveles de calidad más elevados posible. Ningún equipo puede ser un elemento que sustituya a estos criterios fundamentales.

c. El método principal de protección debe ser el suministro de información visual a los pilotos y a los conductores, que indique que se están acercando a una pista en servicio con objeto de que se ajusten a los procedimientos aprobados.

d. Para fines de prevención de incursiones en pista se debe disponer las ayudas visuales establecidas en la Sección 3.2, Tabla 3 del presente documento, en base a las condiciones de operación previstas y de acuerdo a los requisitos especificados en el Capítulo 5 de la RAP 314, Volumen I. Son requisito mínimo los letreros:

1. de punto de espera
2. de intersección de calle de rodaje
3. PROHIBIDA LA ENTRADA
4. de punto de espera en la vía de vehículos.

3.4.6. Procedimiento de prevención de incursión en pista

a. Cada aeródromo deberá tener un Procedimiento de Incursión en Pista (PIP) que tiene por objetivo establecer acciones permanentes de prevención de incursión en pista que involucren a todos los usuarios del aeródromo.

b. Un PIP de Prevención de Incursión en Pista deberá incluir:

1. Responsabilidades: Se deberá estipular para cada área, las responsabilidades que le compete a cada una de ellas.
2. Coordinaciones: Establecer los medios que serán utilizados para efectuar las coordinaciones entre las áreas.
3. Disposiciones locales orientadas a:

   i. Permitir el trabajo cohesionado de los proveedores de servicios y los usuarios del aeródromo con el fin de mitigar la posibilidad de ocurrencia de incursiones en pista;
   ii. Recolectar información de seguridad en pista, análisis y su difusión;
   iii. Estandarizar las comunicaciones;
   iv. Determinación de los puntos críticos

4. El equipo Local de Seguridad en Pista (RST): deberá indicar los integrantes de dicho equipo, sus funciones, obligaciones y su rol en el procedimiento de incursión de pista.

3.4.7. Distribución del Documento de Prevención de Incursiones en Pista (PIP)

a. Cada Explotador de Aeródromo debe mantener vigente su documento de Prevención de Incursiones en Pista en los Aeródromos y además:

1. Disponer de un ejemplar completo y actualizado del documento de Incursiones en Pista aprobado, en la administración de cada aeródromo correspondiente, el cual debe estar a disposición de la DGAC en caso de requerir para su inspección.
2. Distribuir copia completa y actualizada del documento de Incursiones en Pista aprobado entre todo el personal responsable de su implementación.
3. Entregar a la DGAC un ejemplar completo y actualizado del documento de Incursiones en Pista del Aeródromo aprobado.
4. Entregar copia completa y actualizada del documento de Incursiones en Pista del Aeródromo a todos los organismos que intervienen en el mismo.
5. Tramitar la publicación del plano en el AIP con los puntos críticos identificados

b. El explotador debe emitir material de sensibilización el cual puede ser utilizado como una herramienta de éxito para reducir el riesgo de incursiones en pista. Estos materiales pueden incluir boletines, carteles, afiches y otro material informativo que considere necesario.

APENDICE 13

Estudios Aeronáuticos

1. Generalidades

a. El estudio aeronáutico, es un estudio comprensivo que se debe realizar cuando existen:

   i. desviaciones de las normas o regulaciones, o

   ii. modificaciones en los aeródromos, que impliquen modificaciones en las operaciones de los aeródromos.

b. El objetivo de la realización de un estudio aeronáutico, el cual necesariamente debe incluir una evaluación de riesgo de la seguridad operacional, es el de resolver un problema específico, en las circunstancias mencionadas anteriormente, para garantizar que las operaciones llevadas a cabo en la condición planteada, se lleve a cabo dentro de niveles de riesgo aceptables, bajo la condición de la aplicación de las medidas de mitigación aceptadas por la DGAC.

c. En aeródromos existentes, pueden permitirse operaciones con desviaciones respecto de las normas vigentes a las que se especifican en la RAP 314, cuando un estudio aeronáutico evalúe el impacto de las desviaciones con respecto a la norma. La DGAC determinará, posterior a su análisis, si dichas desviaciones no afectan la seguridad de las operaciones y tendrá la facultad de aceptar o rechazar dicho estudio. El estudio aeronáutico realizado con el fin de evaluar si medios alternativos garantizarán la seguridad de las operaciones aéreas, evaluará la efectividad de cada alternativa y recomendará procedimientos para compensar la desviación. El estudio aeronáutico deberá considerar la capacidad del aeródromo y la eficiencia de las operaciones.

d. El Explotador del aeródromo debe prescindir de la realización de estudios aeronáuticos como herramienta de justificación para llevar a cabo acciones o crear condiciones o medidas operacionales que se aparten de la normativa vigente.

e. La evaluación debe considerar el cumplimiento de la norma y también la gestión de cualquier riesgo a la seguridad operacional, que se extiende más allá del cumplimiento del reglamento evitando así que se generen otros riesgos.

f. Cuando un cambio o desviación impacta a varios usuarios del aeródromo (operador/explotadores de aeronaves, servicio de navegación aérea o proveedores de servicio en tierra, etc.) se debe involucrar a todos los usuarios en el proceso de evaluación de la seguridad operacional / estudio aeronáutico.

g. En algunos casos, los usuarios impactados por el cambio, deben realizar su propio estudio aeronáutico para cumplir con los requerimientos de su SMS y coordinar la interacción con otros usuarios que sean relevantes.

2. Aplicación

2.1 Un estudio aeronáutico debe considerar el impacto de una desviación específica o cambio en todos los factores relevantes que se ha determinado que afectan la seguridad operacional.

2.2 Un estudio aeronáutico es aplicable a:

   a. características físicas del aeródromo, incluyendo configuraciones de pistas, longitudes de pistas, calles de rodaje, y de acceso, configuraciones de plataforma, puertas, puentes aéreos, ayudas visuales, infraestructura y capacidades del servicio SEI;

   b. tipos de aeronaves y sus dimensiones y características de rendimiento diseñados para operar en el aeródromo;

   c. densidad y distribución del tráfico;

   d. Servicios de apoyo en tierra del aeródromo;

e. tipo y capacidades de los sistemas de vigilancia, y la disponibilidad de sistemas que prestan control de las funciones de apoyo y alerta;

f. los procedimientos de vuelo por instrumentos y equipos de aeródromos relacionados;

g. los procedimientos operacionales complejos, tales como la toma de decisiones colaborativos (CDM);

h. Las instalaciones del aeródromo técnicas, tales como Sistemas de control avanzados de guía de movimiento en superficie (A-SMGCS) o ayudas a la navegación (NAVAIDS);

i. obstáculos o actividades peligrosas en o en las proximidades del aeródromo;

j. planes de construcción o trabajos de mantenimiento en o en las proximidades del aeródromo;

k. cualquier fenómeno meteorológico significativo de índole local o regional;

l. los cambios organizacionales que afectan las operaciones de aeródromo;

m. complejidad del espacio aéreo, la estructura de rutas ATS y la clasificación del espacio aéreo, lo que puede cambiar el patrón de las operaciones o la capacidad del mismo espacio aéreo, afectando las condiciones operacionales del aeródromo.

2.3 El Explotador del aeródromo es responsable de controlar la aplicación de las medidas de mitigación identificadas por el estudio aeronáutico.

2.4 La DGAC debe revisar el estudio aeronáutico proporcionado por el Explotador del aeródromo y las medidas de mitigación resultante, procedimientos operacionales y las restricciones operativas, que sean necesarias, y es responsable de su decisión y la supervisión posterior de su aplicación.

3. Aprobación o aceptación de un estudio aeronáutico.

3.1 La DGAC establece el tipo de evaluaciones de la seguridad operacional que están sujetas a aprobación y determina el proceso empleado para dicho fin.

3.2 La DGAC debe analizar la evaluación de la seguridad operacional y comprobar que:

a) Una adecuada coordinación se ha realizado entre las partes interesadas en el cambio;

b) Los riesgos han sido debidamente evaluados, con base en argumentos documentados (Por ejemplo, estudios físicos o de factores humanos, análisis de accidentes e incidentes anteriores);

c) Las medidas de mitigación propuestas son coherentes con el objetivo de reducir los riesgos identificados y los objetivos de seguridad, si procede;

d) Los plazos de la ejecución prevista de los cambios son aceptables.

3.3 La DGAC debe dar la aprobación al Explotador del aeródromo sobre la modificación propuesta, las medidas de mitigación y plazos para su ejecución, debiendo tener en cuenta que:

a) Si algunos riesgos han sido subestimados o no han sido identificados, se debe coordinar con el operador/explotador del aeródromo para llegar a un acuerdo sobre las medidas de mitigación revisados o

b) Si no se alcanza un acuerdo, debe imponerle la adopción de medidas de mitigación o rechazar la propuesta.

3.4 La DGAC establecerá acciones de vigilancia continua para evaluar si las medidas de mitigación o métodos alternos aprobados cumplen los objetivos de controlar o mitigar los riesgos.

4. **Publicación de la Información de las conclusiones de un estudio aeronáutico**

4.1 A fin de garantizar la adecuada difusión de la información a la comunidad aeronáutica o interesados, las conclusiones de los estudios aeronáuticos serán publicadas en la documentación relevante del aeródromo, documento de Publicación de Información Aeronáutica o la Página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

4.2 El explotador del aeródromo determinará el método más apropiado para la comunicación de la información de seguridad operacional a la comunidad del aeródromo y se asegura de que todas las conclusiones pertinentes de la evaluación de seguridad sean comunicadas de manera adecuada.

———————————

APENDICE 14

SUPERFICIES DE PROTECCION A LAS AYUDAS A LA NAVEGACION AEREA

1. Generalidades

a. Las superficies limitadoras de obstáculos de ayudas a la navegación aérea son establecidas en función del tipo de ayuda a la navegación aérea.

b. Las superficies limitadoras de obstáculos de ayudas a la navegación aérea tienen por finalidad proteger a las ayudas visuales y ayudas no visuales a la navegación aérea de modo que garantice la integridad de las señales electromagnéticas o señales luminosas transmitidas por estas ayudas.

c. Las superficies de protección de ayudas a la navegación aérea deben incluir todas las ayudas para la navegación aérea, de acuerdo con este Apéndice, instalados dentro del área patrimonial del aeródromo y también aquellos instalados fuera del área patrimonial para satisfacer las necesidades operacionales de ese aeródromo.

d. Para efecto de este capítulo, los sistemas vigilancia ATS son considerados ayudas a la navegación aérea.

2. Superficies Limitadoras de Obstáculos.

2.1 **Equipo Medidor de Distancias - DME.** La superficie de protección del DME está compuesta por dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones se indican en la ***Figura 0-0-1 y en la Tabla 0-0-1***.

2.1.1 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de base de la antena.

2.1.2 La sección en pendiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. pendiente medida con respecto al plano horizontal que contiene la base de la antena.

2.2 **Radiofaro no direccional - NDB.** La superficie de protección del NDB está formada por dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones son establecidos en la ***Figura 0-0-2 y Tabla 0-0-1***.

2.2.1 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la torre; y

b. altura igual a la cota de la base de la torre.

2.2.2 La sección en pendiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. pendiente medida con relación al plano horizontal que contiene la base de la torre.

2.3 **Radiofaro Omnidireccional en VHF - VOR.** La superficie de protección del VOR está compuesta por dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones están establecidos en la ***Figura 0-0-3 y en la Tabla 0-0-1***.

2.3.1 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de la base de la estructura.

2.3.2 La sección en pendiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior que coincide con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. ángulo medido con relación al plano horizontal que contiene la base de la estructura.

2.4 Radiofaro omnidireccional en VHF (Doppler) - DVOR. La superficie de protección del DVOR está formada por dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones están establecidos en la ***Figura 0-0-4, y en la Tabla 0-0-1***.

2.4.1 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de la base de la antena.

2.4.2 La sección en pendiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. ángulo medido con relación al plano horizontal que contiene la base de la antena.

2.5 Sistema de aumentación basado en tierra - GBAS. Está constituido de los siguientes subsistemas cuyas superficies de limitación de obstáculos están descritas a la continuación: VDB y Estaciones de Referencia.

2.5.1 La superficie de protección del VDB está formada por dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones están establecidos en la ***Figura 0-0-5 y en la Tabla 0-0-1***.

2.5.2 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de base de la antena.

2.5.3 La sección en pendiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. pendiente medido con respecto al plano horizontal que contiene la base de la antena.

2.5.4 La superficie de protección de la estación de referencia comprende dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones son establecidos en la ***Figura 0-0-6 y en la Tabla 0-0-1***.

2.5.5 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de base de la antena.

2.5.6 La sección en pendiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. pendiente medida con relación al plano horizontal que contiene la base de la antena.

2.6 Sistema de Aterrizaje por Instrumentos - ILS. Se compone por los siguientes subsistemas, cuyas superficies limitadoras de obstáculos se describen a continuación: Trayectoria de Planeo (GP), Localizador (LOC) y Marcador (MARKER).

2.6.1 La superficie de protección del GP está compuesta de dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones están establecidas en la ***Figura 0-0-7 y en la Tabla 0-0-1***.

2.6.2 La sección horizontal tiene:

a. forma rectangular cuyo ancho es la distancia desde el lado de la pista hasta la antena, sumada a una determinada extensión, perpendicular a la alineación del eje de la pista;

b. longitud igual a una distancia determinada, en el sentido del umbral de la pista más cercana de la antena; y

c. altura igual a la cota de la base de la estructura de soporte de la antena.

2.6.3 La sección en pendiente contiene:

a. formato rectangular con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. el borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal y con lo mismo ancho; y

c. pendiente medida con relación al plano horizontal que contiene la base de la estructura de soporte de la antena.

2.6.4 La superficie de protección del LOC está compuesta por una sección horizontal, cuyos parámetros y dimensiones se presentan en la ***Figura 0-0-8 y en la Tabla 0-0-1***.

2.6.5 La sección horizontal tiene:

a. forma rectangular que inicia en el umbral de la pista, frente a la que están instaladas las antenas;

b. ancho que comprende toda la extensión lateral de las antenas con el fin de envolverla de forma simétrica, y longitud con distancia comprendida entre el umbral de la pista y el eje de las antenas, sumado a una distancia determinada; y

c. altura igual a la cota de la estructura de soporte de las antenas.

2.6.6 En el caso de instalación de LOC OFFSET (no alineado con el eje de pista), la superficie de protección tendrá las mismas características con un ancho que abarca toda la extensión lateral de la antena con el fin de envolverlo de forma simétrica y de una longitud con una distancia entre el umbral opuesto de la pista virtual establecida y el eje de las antenas, más una determinada distancia.

2.6.7 La superficie de protección de las balizas está compuesto por una sección horizontal, cuyos parámetros y dimensiones están establecidos en la ***Figura 0-0-8 y en la Tabla0-0-1***.

2.6.8 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de la estructura de soporte de las antenas.

2.7 Sistema de iluminación de aproximación - ALS. La superficie de protección del ALS se compone de dos secciones: una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones están establecidos en la ***Figura 0-0-9 y en la Tabla 0-0-1***.

2.7.1 La sección horizontal tiene:

a. forma rectangular con inicio en el umbral de la pista, con un ancho determinado y simétrico al eje de la pista y longitud que sobrepasa la última barra de luces con una distancia determinada; y

b. altura igual a la cota del umbral de pista.

2.7.2 La sección en pendiente tiene:

a. forma rectangular con un borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. pendiente medida con relación al plano horizontal que contiene el umbral de pista.

2.8 Sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación- PAPI y APAPI. La superficie de protección de los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación (PAPI y APAPI) está compuesta de una sección en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones se indican en la ***Figura 0-0-10 y en Tabla 0-0-2***:

2.8.1 La sección en pendiente tiene:

a. un borde interior, horizontal y perpendicular a la extensión del eje de pista de aterrizaje con elevación igual a del umbral, con determinado ancho y ubicada en una distancia anterior al sistema;

b. dos bordes laterales originadas en los extremos del borde interior divergentes uniformemente a una determinada razón en relación a extensión del eje de pista; y

c. un borde exterior, horizontal y perpendicular a la extensión del eje de pista de aterrizaje, ubicada en una determinada distancia del borde interior.

2.9 Radar de vigilancia - ASR. La superficie de protección del radar de vigilancia se compone de dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones se establecen en la ***Figura 0-0-11 y en la Tabla 0-0-1***.

2.9.1 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de base de la antena;

2.9.2 La sección en pendiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior que coincide con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. ángulo medido en el plano horizontal que contiene la base de la antena.

2.9.3 La superficie de protección del radar de vigilancia es también aplicable para la protección del radar meteorológico.

2.9.4 Cuando se tratar de turbinas eólicas dentro de los limites laterales de la superficie de protección de un radar primario, considerando que la velocidad de rotación de las palas puede causar el mismo efecto de una aeronave en desplazamiento (velocidad Doppler compatible), la superficie de protección del radar puede, a criterio de la AAC bajo criterios establecidos por los expertos CNS, ser definida por el diagrama de visión directa del radar afectado, en el nivel equivalente a la media de la altura de las palas de las turbinas eólicas.

2.10 Radar de Aproximación de Precisión - PAR. La superficie de protección del PAR se compone de tres secciones, dos horizontales y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones se indican en la ***Figura 0-0-12 y en la Tabla 0-0-1***.

2.10.1 La sección horizontal 1 tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de base de la estructura del PAR.

2.10.2 La sección horizontal 2 tiene:

a. forma de sector circular con el centro coincidente con el eje de la antena y límite exterior en el punto de contacto, que se encuentra a una cierta distancia cerca del umbral de pista; y

b. altura igual a la cota de la base de la estructura del PAR.

2.10.3 La sección en pendiente tiene:

a. forma de sector de cono truncado invertido con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal 2;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal 2; y

c. ángulo medido con relación al plano horizontal que contiene la base de la estructura del PAR.

2.10.4 La cantidad de secciones horizontales y en pendiente dependerá de umbrales para aterrizaje en las pistas apoyadas por el PAR.

2.10.5 Cuando el radar PAR pertenece a un sistema de radar de aproximación de precisión, asociado con un radar de vigilancia, todas las superficies de protección deben ser consideradas, prevaleciendo la superficie más restrictiva, en los puntos de superposición.

2.11 Sistema de Vigilancia Dependiente Automática Radiodifundido – ADS-B. La superficie protección del ADS-B se compone de dos secciones, una horizontal y otra en pendiente, cuyos parámetros y dimensiones se establecen en la ***Figura 0-0-11 y en la Tabla 0-0-1***.

2.11.1 La sección horizontal tiene:

a. forma circular con el centro coincidente con el eje de la antena; y

b. altura igual a la cota de base de antena.

2.11.2 La sección en endiente tiene:

a. forma de cono truncado invertido con el borde inferior coincidente con el límite exterior de la sección horizontal;

b. borde superior localizado a una altura determinada sobre la sección horizontal; y

c. ángulo medido con respecto al plano horizontal que contiene la base de la antena.

Tabla 0-0-1 - Dimensiones de Superficies Limitadoras de Obstáculos de las Zonas de Protección de Ayudas para la Navegación Aérea

SECCIONES	DME o DVOR	NDB	VOR	GBAS		ILS			ALS	ASR o ADS-B	PAR
				VDB	ESTACIÓN	LOC	GP	OM, MM o IM			
Sección Horizontal											
Tipo	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	Rectangular	Rectangular	Circular	Rectangular	Circular	Circular Sector anillo[5]
Longitud (m)	-	-	-	-	-	75[2]	600	-	100[4]	-	-
Ancho (m)	-	-	-	-	-	150	120[3]	-	120	-	-
Centro	Eje de antena	Eje de torre	Eje de antena	Eje de antena	Eje de antena	-	-	Eje de antena	-	Eje de antena	Eje de antena
Divergencia (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,40[5][6] 17,63
Radio (m)	100	Altura de torre	100	100	50	-	-	15	-	100	100 Hasta punto de contacto[5]
Cota	Base de antena	Base de torre	Base de estructura	Base de antena	Base de antena	Base de antena	Base de estructura	Base de antena	Umbral	Base de antena	Base de estructura
Sección En Pendiente											
Tipo	Cono truncado	Cono truncado	Cono truncado	Cono truncado	Cono truncado	-	Rectangular	-	Rectangular	Cono truncado	Cono truncado
Longitud (m)	-	-	-	-	-	-	9000	-	9000	-	-
Ancho (m)	-	-	-	-	-	-	120[3]	-	120	-	-
Centro	Eje de antena	Eje de antena	Eje de antena	Eje de antena	Eje de antena	-	-			Eje de antena	Eje de antena
Divergencia (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,40[6] 17,63
Radio Menor (m)	100	Altura de torre (H)	100	100	50	-	-	-	-	100	(8)
Radio Mayor (m)	5100	H + 200	15100	5100	5050	-	-	-	-	5100	5000[8]
Cota inferior	Base de antena	Base de torre	Base de estructura	Base de antena	Base de antena	-	Base de estructura	-	Umbral	Base de antena	Base de estructura
Cota superior (m)[1]	200	Altura de torre (H)	300	250	250	-	180	-	180	250	100
Ángulo (%)	4	H /200	2	5	5	-	2	-	2	5	2

(1) La cota superior se mide desde la cota inferior de cada superficie.

(2) Deberá incrementarse la distancia desde el umbral hasta el eje de las antenas.

(3) Deberá incrementarse la distancia desde los lados de la pista hasta la antena.

(4) Distancia medida desde la última barra del ALS. Deberá incrementarse la distancia desde el umbral hasta la última barra del ALS.

(5) Estos parámetros se refieren a la sección horizontal 2 de la superficie de protección PAR.

(6) La divergencia de 36.80% será por un lado de la pista y del 17,63% por el lado opuesto de la pista.

(7) Distancia de la antena hasta el punto de contacto.

(8) Distancia establecida desde el final de la extremidad del segundo sector.

Tabla 0-0-2 - Dimensiones de las Superfícies Limitadoras de Obstáculos – PAPI y APAPI

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN PAPI y APAPI	VISUAL					IFR NO PRECISIÓN IFR PRECISIÓN			
	Clave de Referencia de Aeródromo								
	1	2	3	4		1	2	3	4
Ancho del borde interior (m)	60	80	150	150		150	150	300	300
Distancia desde el sistema (m)	D1+30	D1+60	D1+60	D1+60		D1+60	D1+60	D1+60	D1+60
Divergencia (%)	10	10	10	10		15	15	15	15
Longitud (m)	7500	7500	15000	15000		7500	7500	15000	15000
Gradiente PAPI (%)	-	Â – 0,99	Â – 0,99	Â – 0,99		Â – 0,99	Â – 0,99	Â – 0,99	Â – 0,99
Gradiente APAPI (%)	Â – 1,57	Â – 1,57	-	-		Â – 1,57	Â – 1,57	-	-

Â – Ángulo de Transición Bajo obtenido por intermedio de la inspección en vuelo.

D1 - Distancia entre el sistema visual indicador de pendiente de aproximación y el umbral, antes de efectuar cualquier desplazamiento para remediar la penetración del objeto en la superficie de protección. El inicio de la superficie de protección se fija al emplazamiento del sistema visual indicador de pendiente.

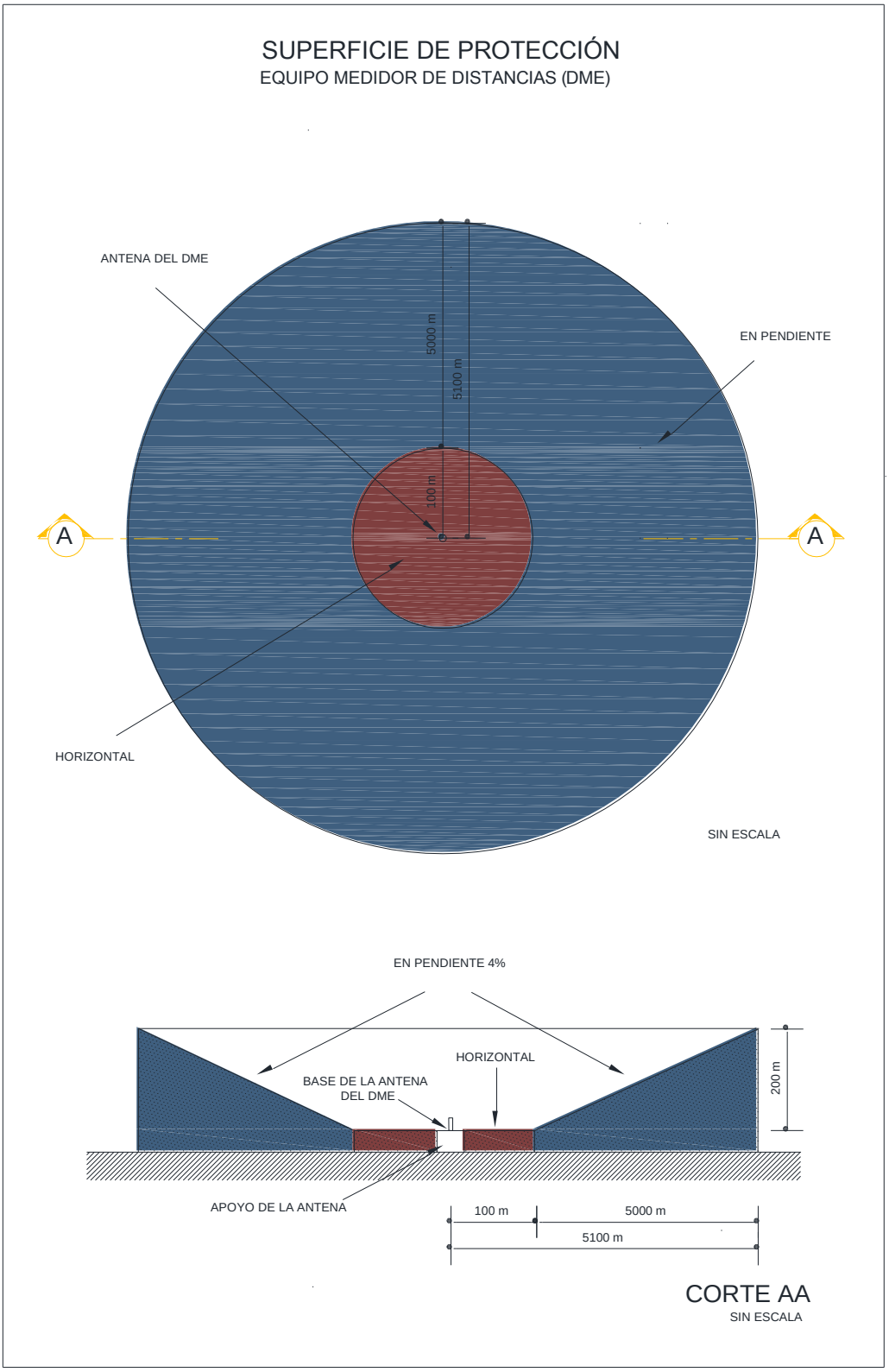

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIAS (DME)
ANTENA DEL DME
EN PENDIENTE
5000 m
5100 m
100 m
A
A
HORIZONTAL
SIN ESCALA
EN PENDIENTE 4%
HORIZONTAL
BASE DE LA ANTENA
DEL DME
200 m
APOYO DE LA ANTENA
100 m
5000 m
5100 m
CORTE AA
SIN ESCALA

Figura 0-0-1

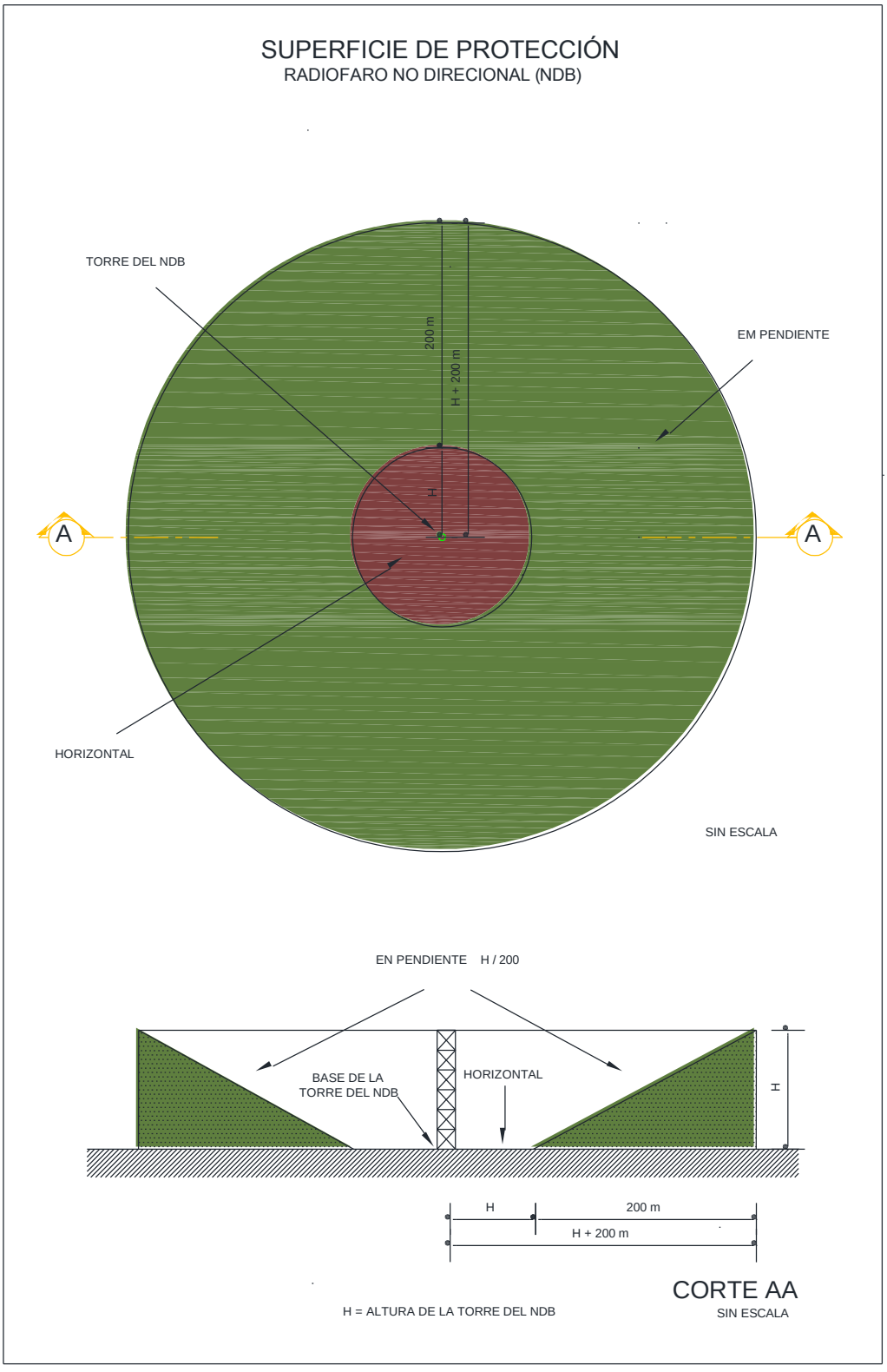

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
RADIOFARO NO DIRECIONAL (NDB)
TORRE DEL NDB
EM PENDIENTE
200 m
H + 200 m
H
A
A
HORIZONTAL
SIN ESCALA
EN PENDIENTE H / 200
BASE DE LA TORRE DEL NDB
HORIZONTAL
H
H
200 m
H + 200 m
CORTE AA
SIN ESCALA
H = ALTURA DE LA TORRE DEL NDB

Figura 0-0-2

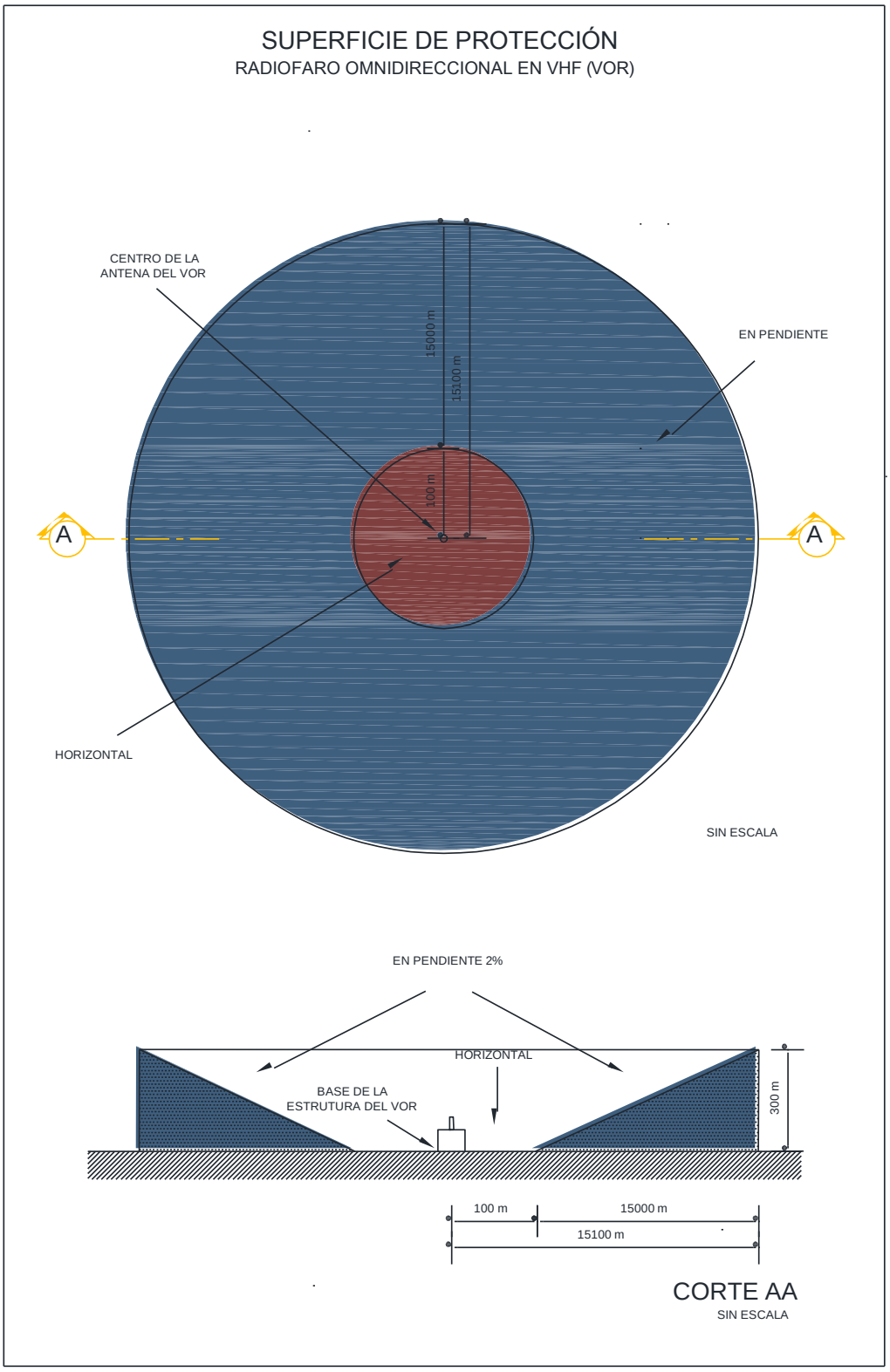

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL EN VHF (VOR)
CENTRO DE LA ANTENA DEL VOR
EN PENDIENTE
15000 m
15100 m
100 m
A
A
HORIZONTAL
SIN ESCALA
EN PENDIENTE 2%
HORIZONTAL
BASE DE LA ESTRUTURA DEL VOR
300 m
100 m
15000 m
15100 m
CORTE AA
SIN ESCALA

Figura 0-0-3

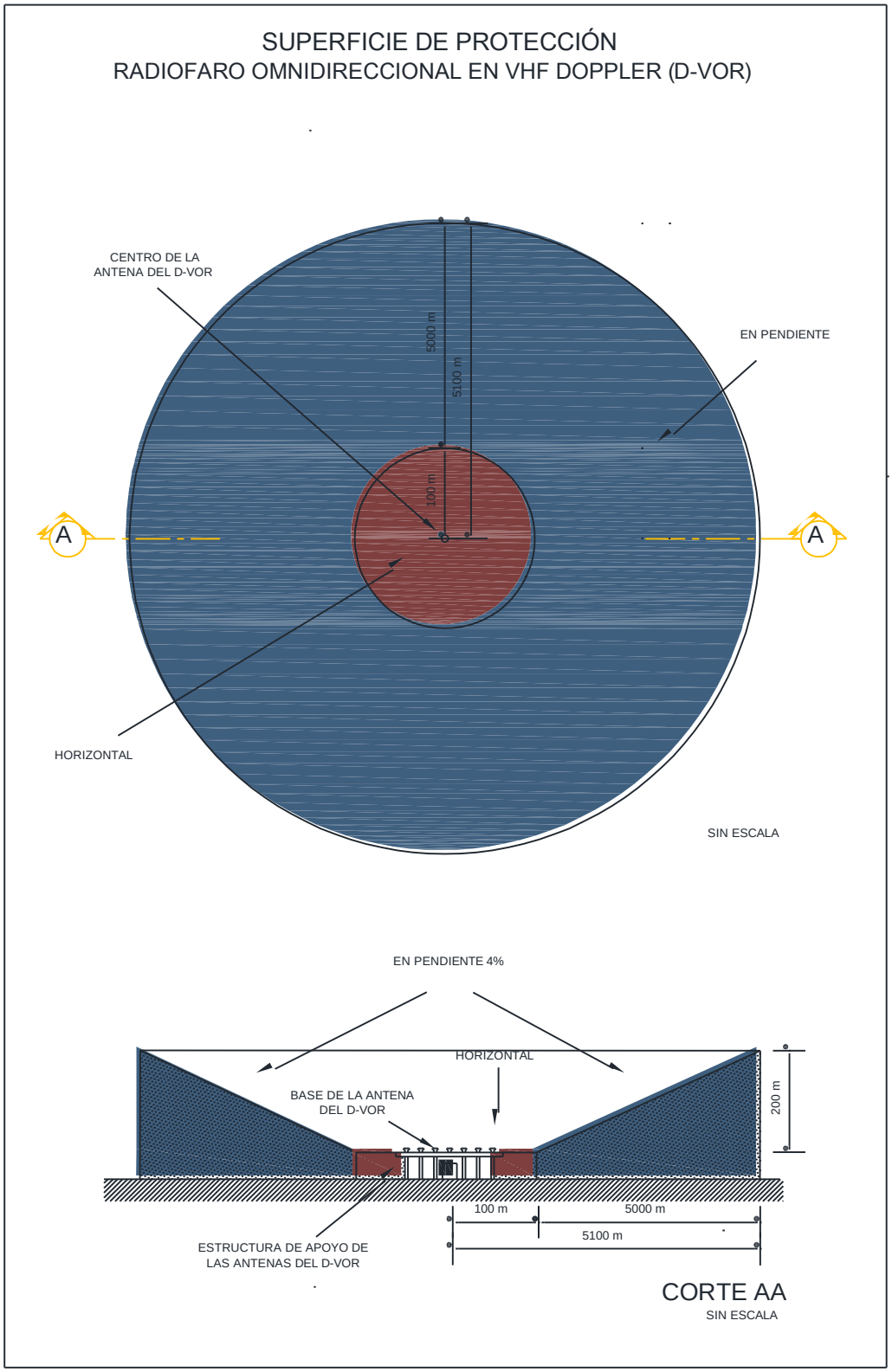

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL EN VHF DOPPLER (D-VOR)
CENTRO DE LA ANTENA DEL D-VOR
EN PENDIENTE
5000 m
5100 m
100 m
A
A
HORIZONTAL
SIN ESCALA
EN PENDIENTE 4%
HORIZONTAL
BASE DE LA ANTENA DEL D-VOR
200 m
100 m
5000 m
5100 m
ESTRUCTURA DE APOYO DE LAS ANTENAS DEL D-VOR
CORTE AA
SIN ESCALA

Figura 0-0-4

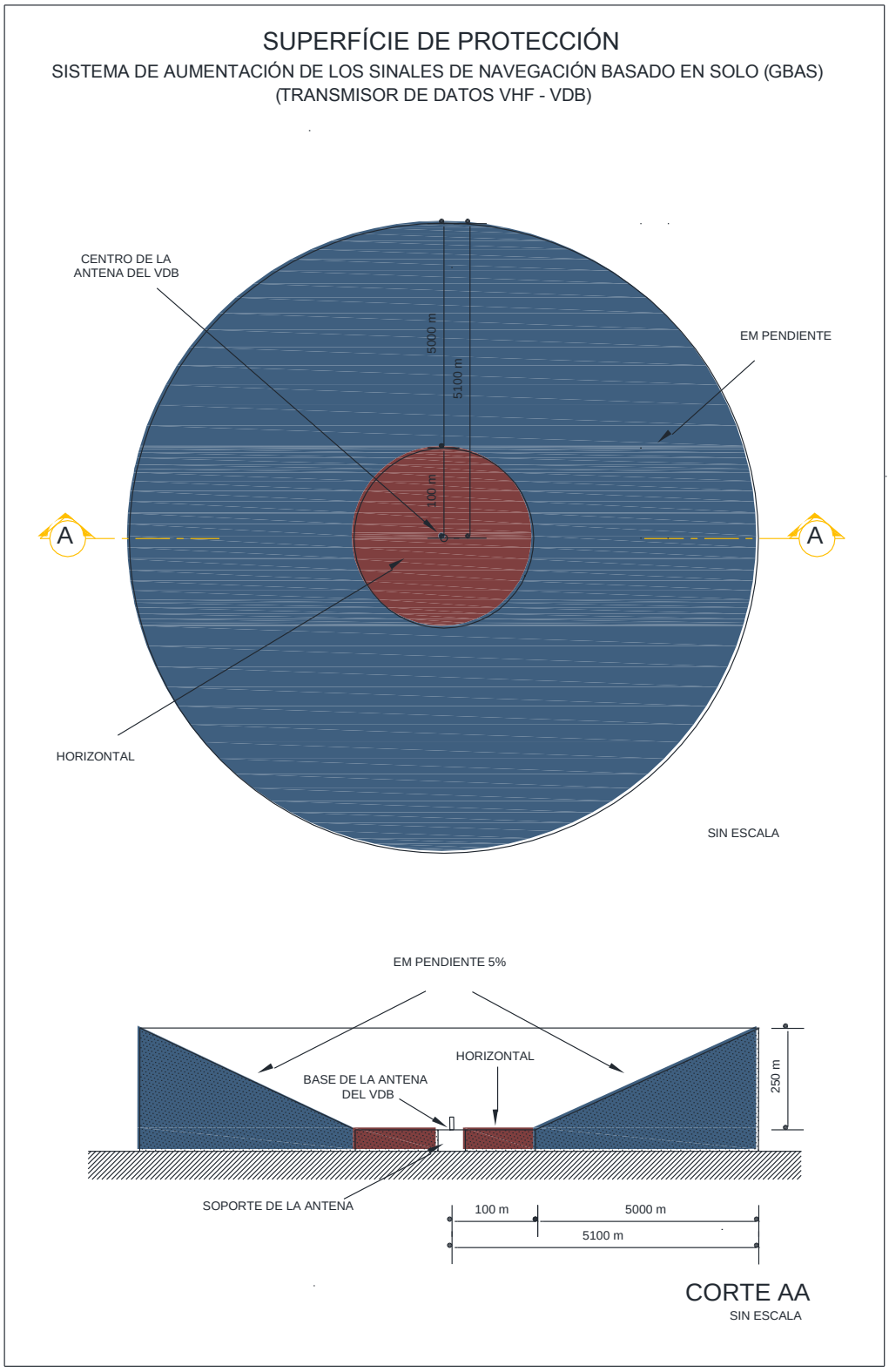

SUPERFÍCIE DE PROTECCIÓN
SISTEMA DE AUMENTACIÓN DE LOS SINALES DE NAVEGACIÓN BASADO EN SOLO (GBAS)
(TRANSMISOR DE DATOS VHF - VDB)
CENTRO DE LA ANTENA DEL VDB
EM PENDIENTE
5000 m
5100 m
100 m
A
A
HORIZONTAL
SIN ESCALA
EM PENDIENTE 5%
HORIZONTAL
BASE DE LA ANTENA DEL VDB
250 m
SOPORTE DE LA ANTENA
100 m
5000 m
5100 m
CORTE AA
SIN ESCALA

Figura 0-0-5

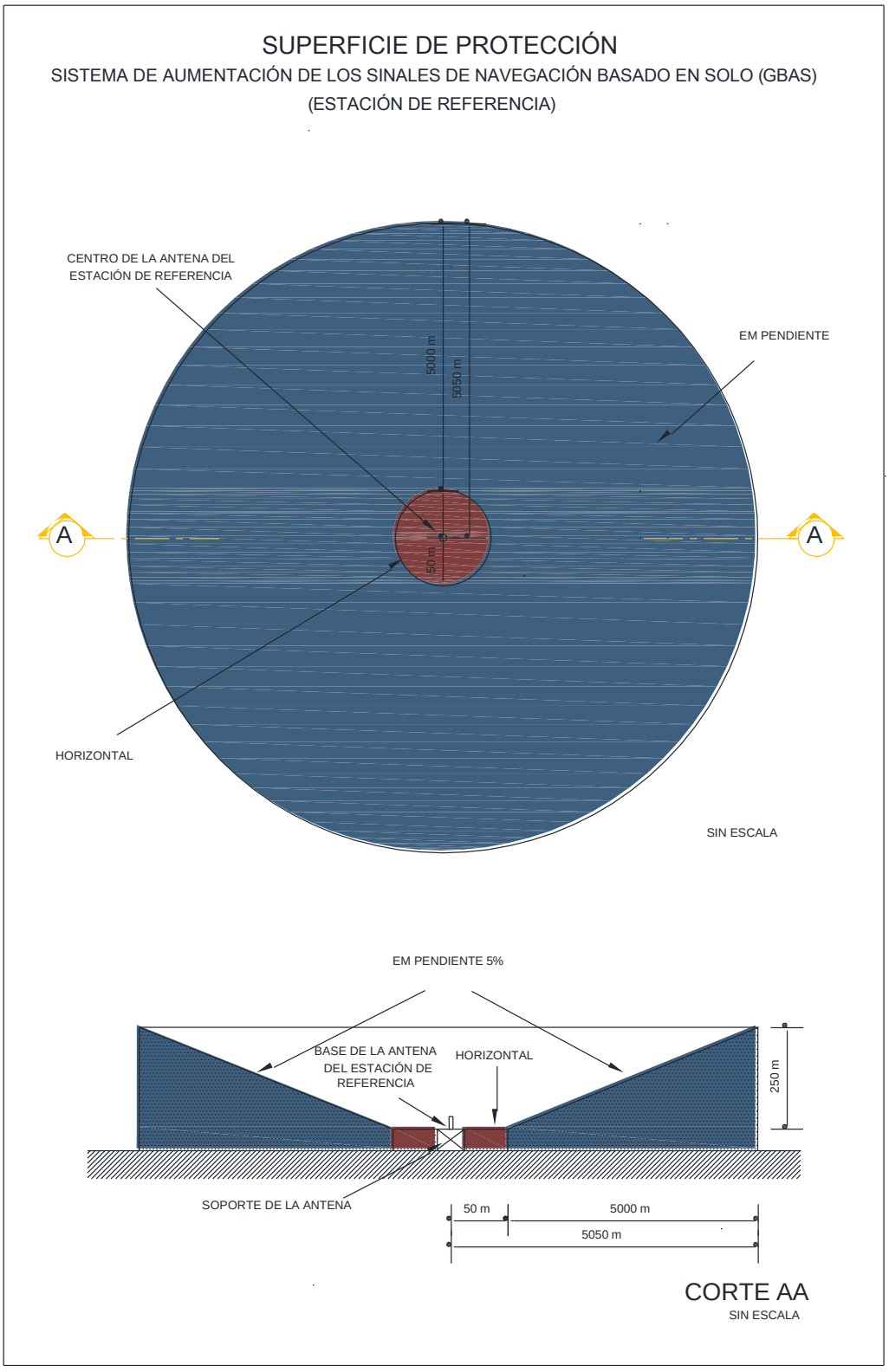

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
SISTEMA DE AUMENTACIÓN DE LOS SINALES DE NAVEGACIÓN BASADO EN SOLO (GBAS)
(ESTACIÓN DE REFERENCIA)
CENTRO DE LA ANTENA DEL ESTACIÓN DE REFERENCIA
EM PENDIENTE
5000 m
5050 m
50 m
A
A
HORIZONTAL
SIN ESCALA
EM PENDIENTE 5%
BASE DE LA ANTENA DEL ESTACIÓN DE REFERENCIA
HORIZONTAL
250 m
SOPORTE DE LA ANTENA
50 m
5000 m
5050 m
CORTE AA
SIN ESCALA

Figura 0-0-6

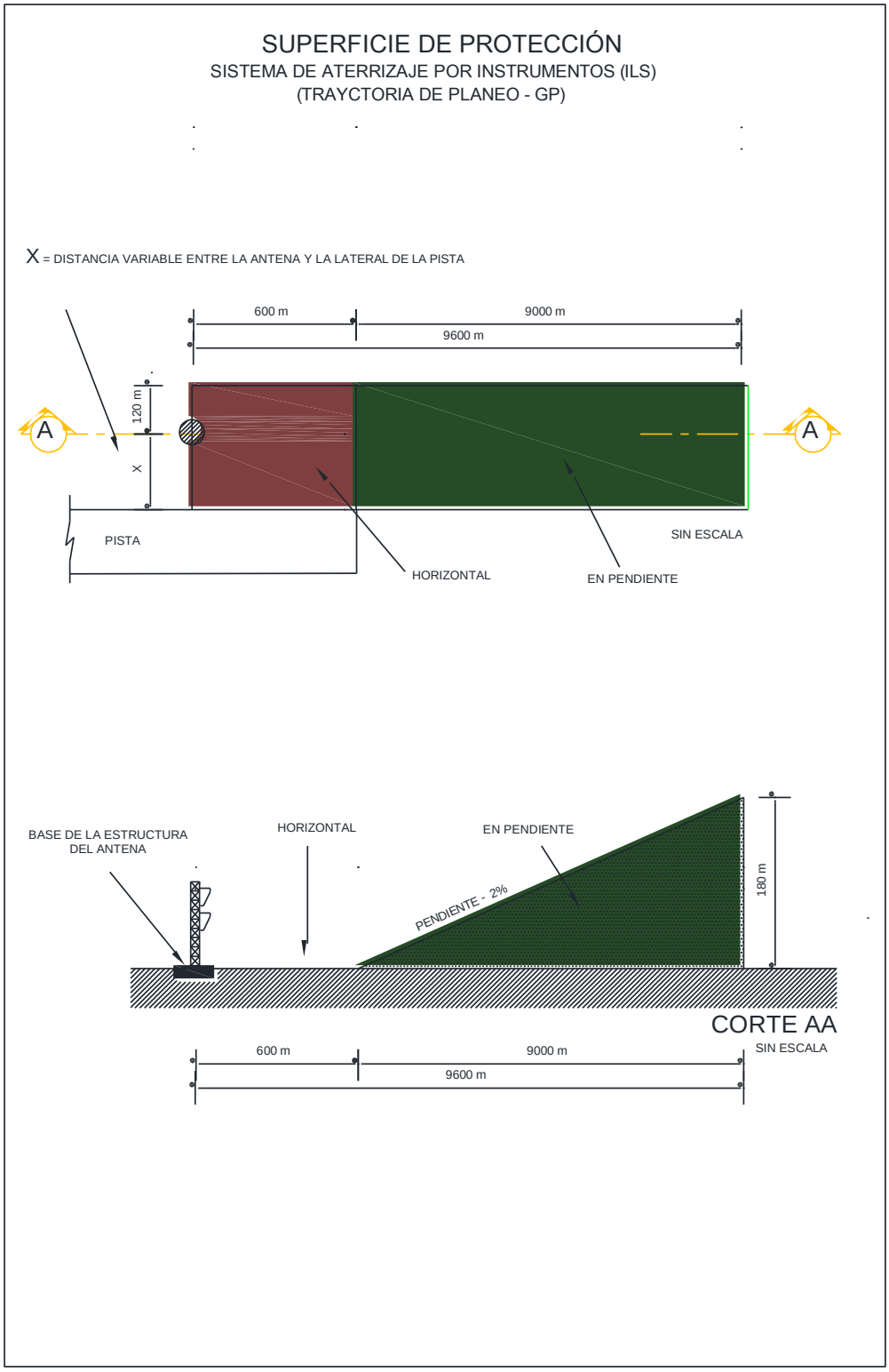

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS (ILS)
(TRAYCTORIA DE PLANEO - GP)
X = DISTANCIA VARIABLE ENTRE LA ANTENA Y LA LATERAL DE LA PISTA
600 m
9000 m
9600 m
120 m
X
A
A
PISTA
HORIZONTAL
EN PENDIENTE
SIN ESCALA
BASE DE LA ESTRUCTURA DEL ANTENA
HORIZONTAL
EN PENDIENTE
PENDIENTE - 2%
180 m
CORTE AA
SIN ESCALA
600 m
9000 m
9600 m

Figura 0-0-7

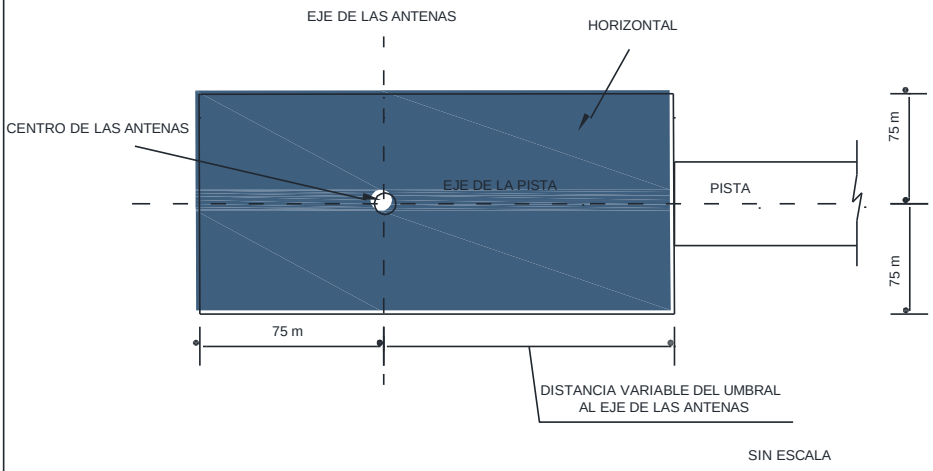
SUPERFICIE DE PROTECCIÓN

SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INTRUMENTOS (ILS)

(LOCALIZADOR - LOC)

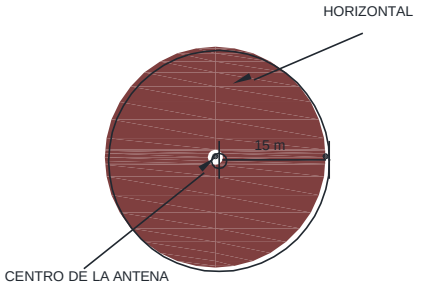
(RADIOBALIZA)

A) LOCALIZADOR



SIN ESCALA

B) RADIOBALIZA



SIN ESCALA

Figura 0-0-8

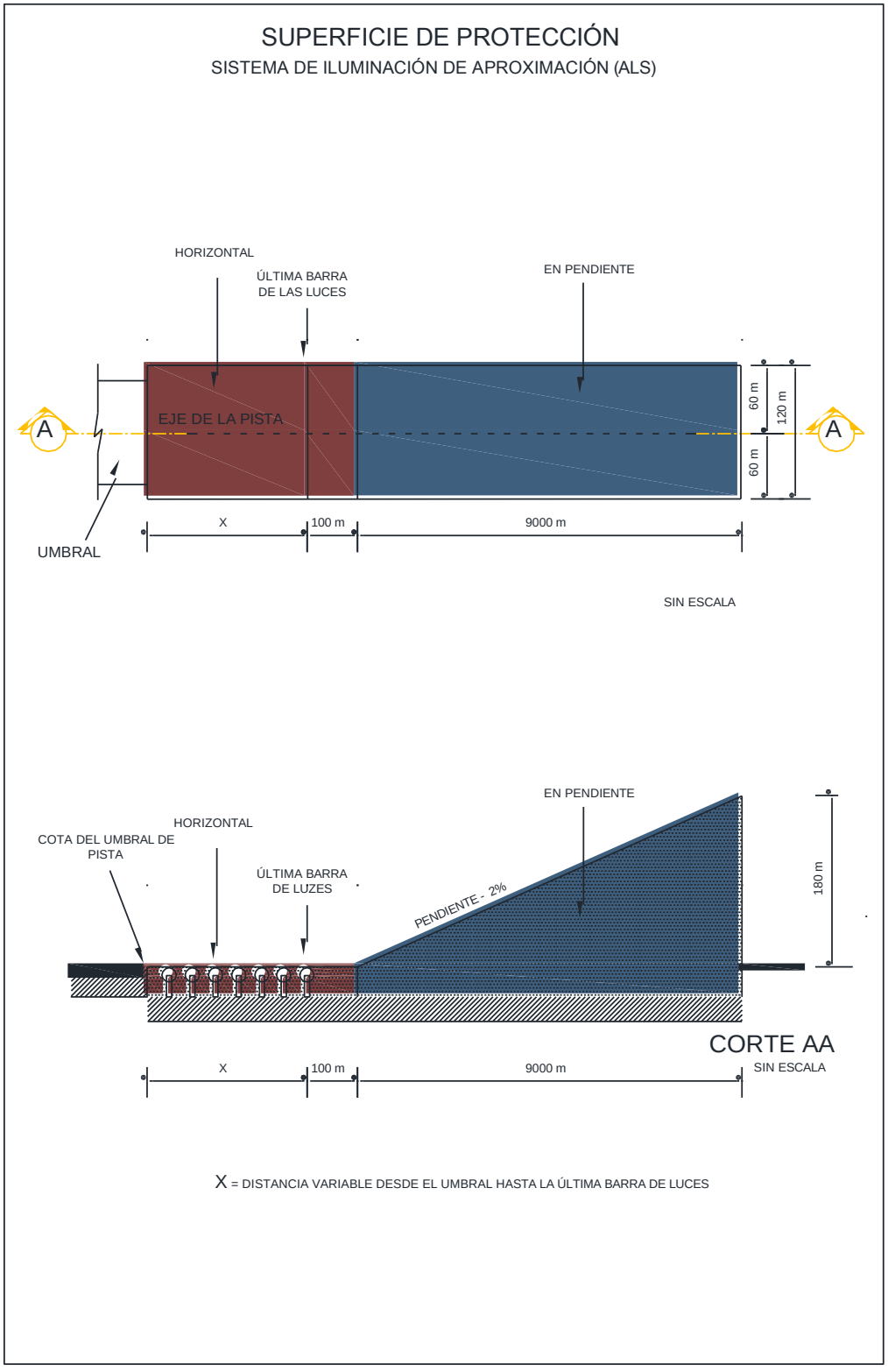

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE APROXIMACIÓN (ALS)
HORIZONTAL
ÚLTIMA BARRA DE LAS LUCES
EN PENDIENTE
EJE DE LA PISTA
A
A
60 m
120 m
60 m
UMBRAL
X
100 m
9000 m
SIN ESCALA
EN PENDIENTE
HORIZONTAL
COTA DEL UMBRAL DE PISTA
ÚLTIMA BARRA DE LUZES
PENDIENTE - 2%
180 m
CORTE AA
X
100 m
9000 m
SIN ESCALA
X = DISTANCIA VARIABLE DESDE EL UMBRAL HASTA LA ÚLTIMA BARRA DE LUCES

Figura 0-0-9

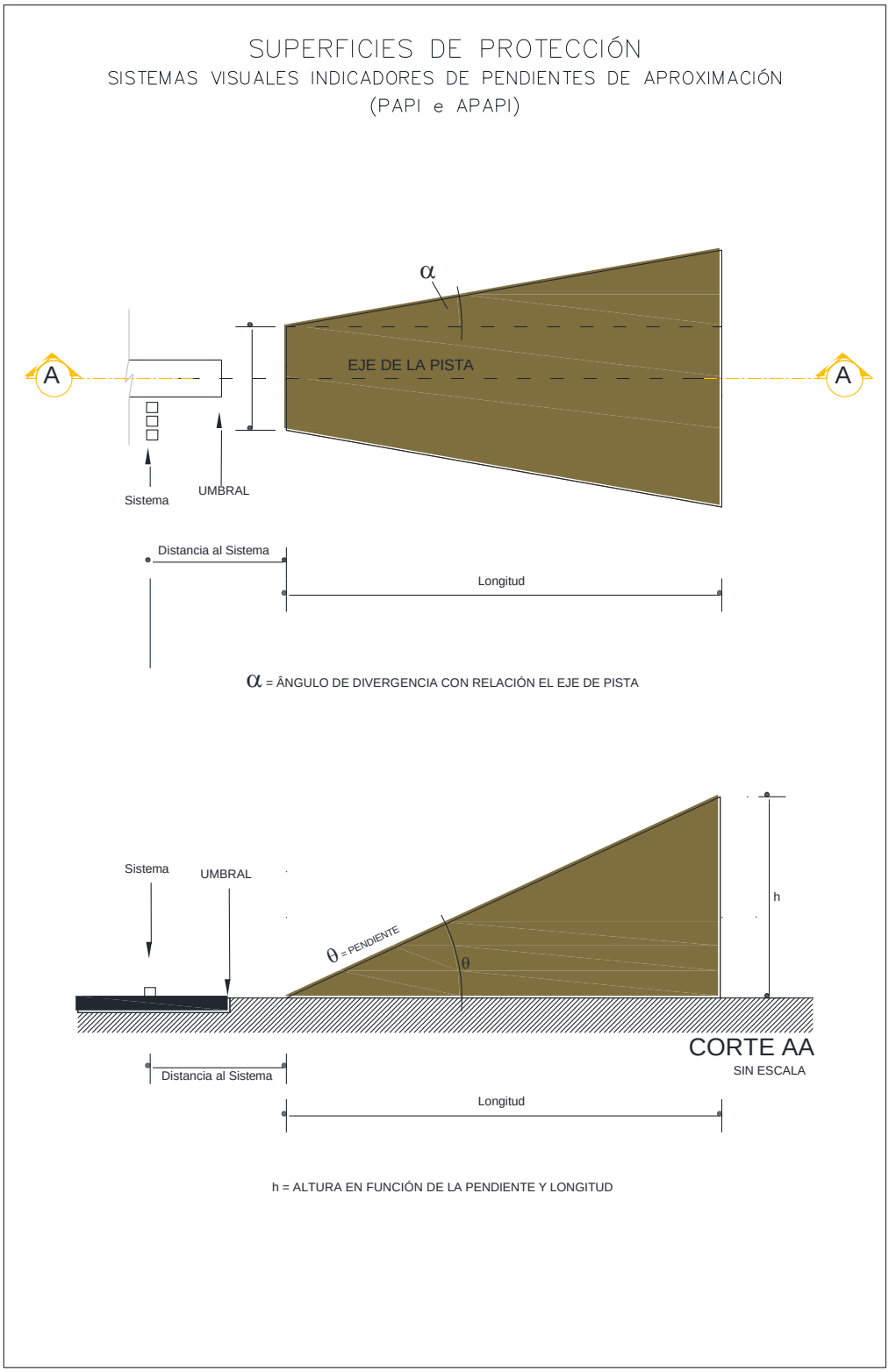

SUPERFICIES DE PROTECCIÓN
SISTEMAS VISUALES INDICADORES DE PENDIENTES DE APROXIMACIÓN
(PAPI e APAPI)
α
A
EJE DE LA PISTA
A
Sistema
UMBRAL
Distancia al Sistema
Longitud
α = ÁNGULO DE DIVERGENCIA CON RELACIÓN EL EJE DE PISTA
Sistema
UMBRAL
θ = PENDIENTE
θ
h
CORTE AA
SIN ESCALA
Distancia al Sistema
Longitud
h = ALTURA EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE Y LONGITUD

Figura 0-0-10

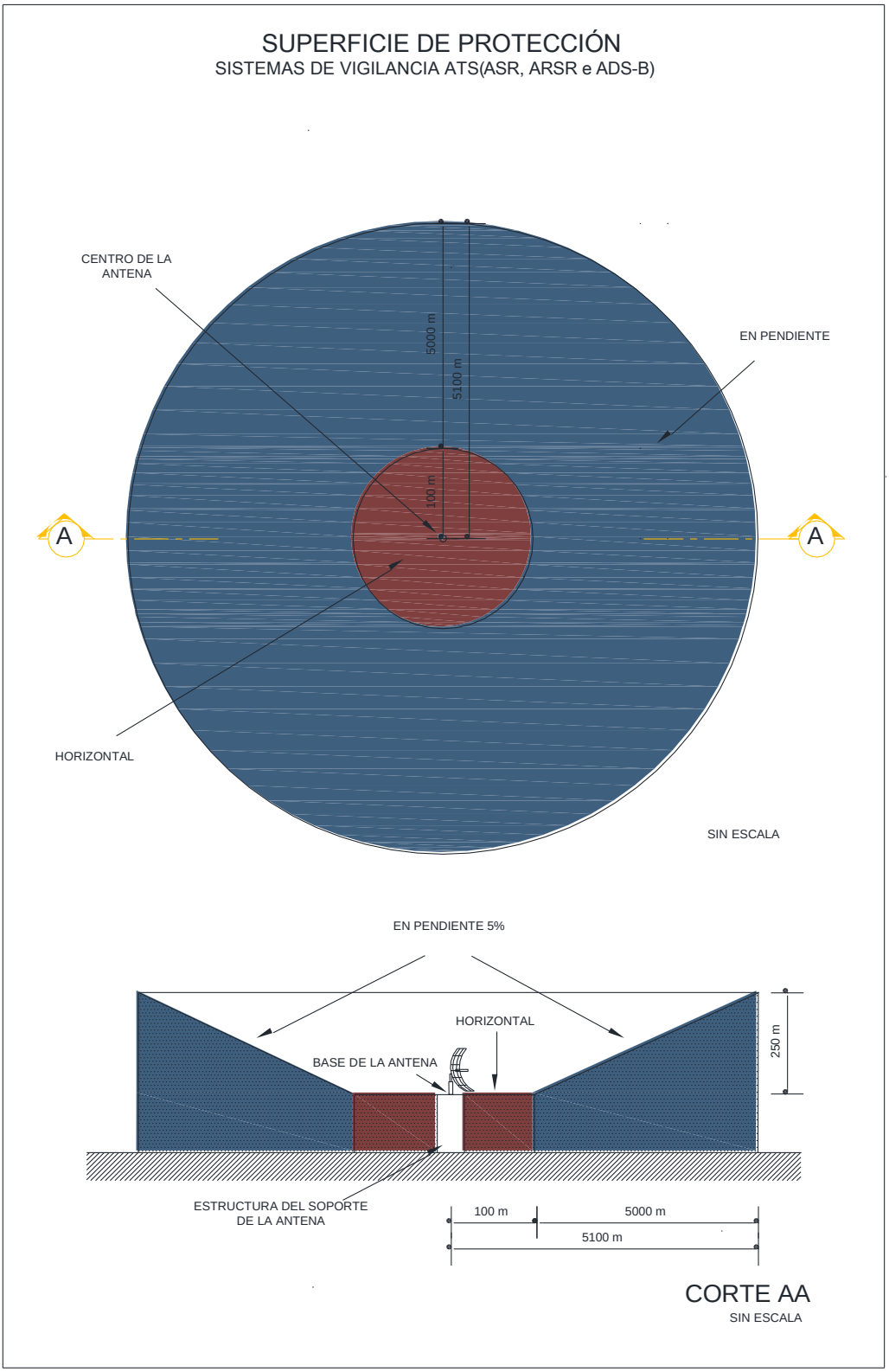

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
SISTEMAS DE VIGILANCIA ATS(ASR, ARSR e ADS-B)
CENTRO DE LA ANTENA
EN PENDIENTE
5000 m
5100 m
100 m
A
A
HORIZONTAL
SIN ESCALA
EN PENDIENTE 5%
HORIZONTAL
BASE DE LA ANTENA
250 m
ESTRUCTURA DEL SOPORTE DE LA ANTENA
100 m
5000 m
5100 m
CORTE AA
SIN ESCALA

Figura 0-0-11

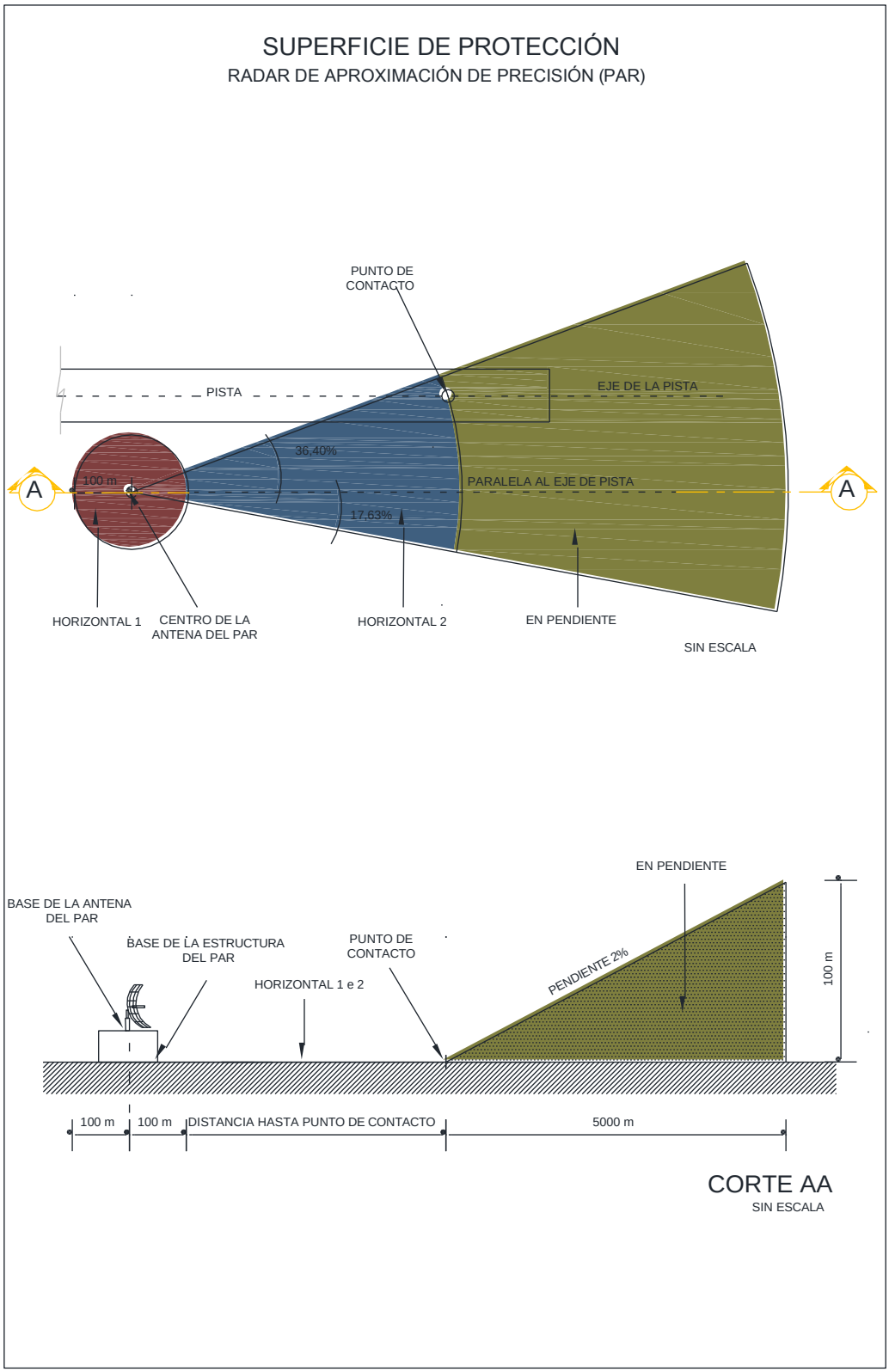

SUPERFICIE DE PROTECCIÓN
RADAR DE APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN (PAR)
PUNTO DE CONTACTO
PISTA
EJE DE LA PISTA
36,40%
100 m
A
A
PARALELA AL EJE DE PISTA
17,63%
HORIZONTAL 1
CENTRO DE LA ANTENA DEL PAR
HORIZONTAL 2
EN PENDIENTE
SIN ESCALA
EN PENDIENTE
BASE DE LA ANTENA DEL PAR
BASE DE LA ESTRUCTURA DEL PAR
PUNTO DE CONTACTO
HORIZONTAL 1 e 2
PENDIENTE 2%
100 m
100 m
100 m
DISTANCIA HASTA PUNTO DE CONTACTO
5000 m
CORTE AA
SIN ESCALA

Figura 0-0-12

APENDICE 15
SISTEMA DE GESTION DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL PARA EXPLOTADORES DE AERÓDROMO

1. DISPOSICIONES PRELIMINARES

1.1. Objetivo

1.1.1. Establecer la descripción general de los aspectos que los explotadores de aeródromos deben considerar para la implantación de un Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) de conformidad con lo establecido en la Regulación Aeronáutica del Perú RAP 139 y RAP 314.

1.1.2. El manual de SMS debe estar incluido en el Manual de Aeródromo, para el caso de aeropuertos internacionales; para los demás aeródromos se incluirá en el manual de operaciones del aeródromo.

1.1.3. Este Apéndice establece requisitos mínimos aceptables, sin embargo, el explotador de aeródromo puede establecer requisitos más rigurosos para mantener el adecuado equilibrio entre operación y protección.

1.2. Aplicabilidad

1.2.1. El presente apéndice es aplicable a:

a) Aeródromos con operaciones internacionales de acuerdo a lo establecido en la RAP 139.315(a)(1) y RAP 314 párrafo 1.5.4.

b) Aeródromos cuyo volumen de operaciones anual sea superior a 2000.

1.2.2. Los explotadores de aeródromos de uso público y privado que no se encuentren comprendidos en los literales (a) y (b), debidamente sustentado podrán solicitar la implementación del SMS a la DGAC.

1.3. Responsabilidad

1.3.1. El explotador de aeródromo debe establecer e implementar un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) que resulte aceptable a la DGAC.

1.3.2. El explotador de aeródromo, en el SMS debe identificar al ejecutivo responsable de la seguridad operacional (Gerente o gestor) como responsable directo de:

a) Identificar los peligros y evaluar los riesgos de seguridad operacional;

b) Asegurar que se aplican las medidas de mitigación necesarias, para mantener un nivel aceptable de seguridad operacional;

c) Prever la supervisión permanente y la evaluación periódica del nivel de seguridad operacional logrado; y

d) Tener como meta, contribuir a la mejora continua del nivel global de seguridad operacional.

1.3.3. El explotador del aeródromo debe definir en el SMS, las líneas de responsabilidad en lo relacionado con la seguridad operacional, incluyendo la identificación del ejecutivo responsable así como las funciones y obligaciones que le son asignadas en este aspecto.

1.3.4. El explotador del aeródromo es responsable de la seguridad operacional de los servicios que proporciona el aeródromo y de los productos contratados, comprados o tercerizados a otras organizaciones.

2. Generalidades

a) Todo explotador de aeródromo debe establecer y mantener un sistema de gestión de seguridad operacional (SMS) apropiado al tamaño o dimensión, naturaleza y complejidad de las operaciones que se llevan a cabo en el aeródromo, el cual incluya procedimientos para identificar los peligros y una gestión de riesgos de seguridad operacional eficaz.

b) Para el establecimiento de un SMS, el explotador de aeródromo debe desarrollar una cultura de seguridad operacional.

2.1. Seguridad operacional en los Aeródromos

2.1.1. La seguridad operacional en los aeródromos requiere que el explotador de aeródromo enfoque la gestión para que las operaciones aéreas se realicen con seguridad, regularidad y eficiencia.

2.1.2. El explotador de aeródromo debe:

a) Establecer un SMS basado en un enfoque sistemático de la seguridad operacional, a fin de mantener la operación del aeródromo en condiciones seguras.

b) Establecer en el SMS un mecanismo de coordinación con los explotadores de aeronaves, proveedores de servicios de navegación aérea y toda otra parte interesada con el objeto de garantizar la seguridad de las operaciones.

c) Asegurar que todos los usuarios del aeródromo, incluido los operadores de servicio especializado aeroportuario y otras organizaciones que realizan de forma independiente actividades relativas al despacho de vuelos o aeronaves, cumplan con los requisitos de seguridad operacional establecidos.

d) Desarrollar un programa de prevención de incursiones y otros temas de seguridad operacional en la pista, estableciendo en el aeródromo, un equipo de seguridad operacional en la pista, sirviendo como coordinador.

2.1.3. El equipo local de seguridad operacional en la pista, deberá crear términos de referencia para operar, que incluyan mecanismos para elaborar un plan de acción sobre seguridad operacional en la pista, y brindar el asesoramiento correspondiente a la administración en relación con posibles problemas de incursión en la pista y recomendar estrategias para eliminar los peligros y mitigar el riesgo residual.

2.1.4. El equipo deberá estar conformado por representantes del área de operaciones del aeródromo, los proveedores de servicios de tránsito aéreo, las líneas aéreas o explotadores de aeronaves, las asociaciones o representantes de pilotos y de controladores de tránsito aéreo (de existir) y cualquier otro grupo que participe directamente en operaciones en la pista.

2.1.5. Los factores que pueden representar peligros en las operaciones aéreas con un potencial de riesgo que ocurra un evento son:

a) volumen y mezcla de tráfico (regular y no regular, chárter y especiales);

b) vulnerabilidad de las aeronaves en tierra (dificultad de movimiento, fragilidad, etc.);

c) condiciones meteorológicas adversas (temperaturas, vientos, precipitación y visibilidad reducida);

d) presencia de fauna (aves y animales);

e) señalización inadecuada, fuera de norma, borrosa o confusa;

f) presencia de edificios, árboles y estructuras que limitan la visibilidad directa al control de tránsito aéreo;

g) falta de identificación de los puntos críticos del aeródromo, incursiones en pista;

h) ayudas visuales inadecuadas (p.ej., letreros, señales e iluminación) y elementos de montaje de las ayudas visuales no frangibles;

i) incumplimiento de los procedimientos establecidos (especialmente en los aeródromos no controlados);

j) movimiento de vehículos en el área de movimiento;

k) presencia de FOD en las áreas de movimiento.

l) presencia de personas o vehículos no autorizados en el área de movimiento.

m) control en tierra y en la plataforma (a veces comprometido por la congestión del espectro de frecuencias, el empleo de fraseología no estandarizada, dificultades de idioma, distintivos de llamada equivocados, etc.);

n) ayudas visuales y no visuales para el aterrizaje que no son adecuadas ni fiables;

o) obstrucciones no balizadas;

p) trabajos de construcción, ampliación y mantenimiento en el aeródromo;

q) Aprovisionamiento de combustible a las aeronaves; y

r) Características físicas del aeródromo fuera de norma

2.2. Notificación de Sucesos a la DGAC

Todo explotador de aeródromo debe establecer en el SMS un procedimiento para informar a la DGAC sobre los sucesos de seguridad operacional que ocurran en el aeródromo, de conformidad con el Apéndice 16 *"Sucesos de Notificación Obligatoria Relacionados a los Aeródromos".*

2.3. Estructura del SMS en Aeródromos

2.3.1. El explotador de Aeródromo, debe establecer un Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS), e incluirlo en el manual de aeródromo, de manera obligatoria el cual deberá ser aceptado por la DGAC.

2.3.2. La estructura del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) debe contener los componentes y elementos descritos en la Tabla 2.3.

3. Política y objetivos de seguridad operacional

3.1. Requisitos generales

3.1.1. El operador de aeródromo debe definir la política de seguridad operacional de la organización, la misma que debe estar firmada por el ejecutivo responsable de la organización.

3.1.2. La política de seguridad operacional debe ser:

a) Compatible y cumplir con todos los requisitos legales aplicables, las normas internacionales, así como, las mejores prácticas de la industria y reflejará el compromiso organizacional con respecto a la seguridad operacional.

b) Comunicada a toda la organización, debiendo mantener un registro de conformidad la organización.

3.1.3. La política de seguridad operacional debe incluir una declaración firme y clara sobre la asignación de los recursos humanos y financieros necesarios para su puesta en práctica.

3.1.4. La política de seguridad operacional, entre otras cosas, incluye:

a) Compromiso para poner en ejecución un SMS;

b) Compromiso con la mejora continua en el nivel de seguridad operacional;

c) Compromiso con la gestión de los riesgos de seguridad operacional;

d) Compromiso para alentar a los empleados que reporten los problemas de seguridad operacional;

e) Establecimiento de normas claras de comportamiento aceptable;

f) Identificación de las responsabilidades de la dirección y de los empleados con respecto al desempeño de seguridad operacional;

g) Asegurar que no se adoptará sanciones punitivas contra ningún empleado que identifique y notifique alguna situación de peligro que ponga en riesgo la seguridad operacional en el aeródromo, utilizando un sistema de notificación de peligros voluntarios, implementado formalmente; se exceptuará de ésta situación cuando se haya violado intencionalmente las Regulaciones Aeronáuticas del Perú y normas técnicas.

h) Compromiso para el cumplimiento de las normas de seguridad operacional aplicables al aeródromo;

i) Promoción de la seguridad operacional como responsabilidad principal del explotador de aeródromo; y

j) Asegurar que la política se comprende, se cumple y mantiene en todos los niveles de la organización del aeródromo.

3.1.5. La política de seguridad operacional debe ser revisada periódicamente mediante un procedimiento incluido en el Manual de SMS, para asegurar que sigue siendo relevante y adecuada a la organización.

3.1.6. El explotador del aeródromo debe establecer los objetivos de seguridad operacional para el SMS, los cuales deben estar relacionados con los indicadores de desempeño de seguridad operacional, metas de desempeño de seguridad operacional y requisitos mínimos de cumplimiento normativo.

3.1.7. Los objetivos de seguridad operacional deben:

a) Identificar lo que la organización desea lograr en términos de gestión de la seguridad

b) Establecer las etapas que debe emprender para lograr esos objetivos.

c) Relacionarse con los indicadores y los objetivos de eficacia de la seguridad y los planes de acción del SMS.

3.1.8 Obligación de rendición de cuentas y responsabilidades en materia de seguridad operacional

a) El ejecutivo responsable debe tener autoridad para tomar decisiones en nombre de la organización, controlar los recursos, tanto financieros como humanos, ser responsable de asegurar que se adoptan medidas apropiadas para enfrentar problemas y riesgos de seguridad operacional.

b) Definir las líneas de responsabilidad específicas de todos los miembros de la administración y sus funciones en relación con el SMS debiendo reflejar la forma en que pueden contribuir hacia una cultura de seguridad operacional positiva.

c) La obligación de rendición de cuentas, las responsabilidades y las atribuciones de seguridad operacional deben documentarse y comunicarse en toda la organización.

d) La obligación de rendición de cuentas en materia de seguridad operacional de los administradores debe incluir también la asignación de los recursos humanos, técnicos, financieros o de otro tipo para el funcionamiento eficaz y eficiente del SMS.

Nota.— El concepto de "obligación de rendición de cuentas" se refiere a las obligaciones que no pueden delegarse y "responsabilidades" se refiere a las funciones y actividades que pueden delegarse.

3.2. Designación del Personal Clave de Seguridad Operacional

3.2.1. El explotador de aeródromo debe disponer de un Gerente de Seguridad Operacional, que lleve a cabo la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional y gestione su funcionamiento, cuyo nombramiento está a cargo del Ejecutivo Responsable de la Organización.

3.2.2. El Gerente de Seguridad Operacional, es responsable y será punto focal del desarrollo y mantenimiento de un SMS efectivo y aceptable a la DGAC.

3.2.3. El Gerente de Seguridad Operacional no debe estar ligado a ninguna tarea operacional relativa a la seguridad operacional del aeródromo. Este debe ser un cargo administrativo superior que no sea inferior jerárquicamente o subordinado a las funciones de producción u operacionales de la organización

3.2.4. El Gerente de Seguridad Operacional aconseja al ejecutivo responsable y a los otros gerentes de la organización sobre los asuntos de gestión de la seguridad operacional y es responsable de coordinar y comunicar temas de seguridad operacional dentro de la organización, así como también, con miembros externos de la comunidad de aviación.

3.2.5. El Gerente de Seguridad Operacional es responsable de coordinar y comunicar los aspectos de la seguridad operacional dentro de la organización, agencias externas, contratistas y grupos de interés según sea apropiado.

3.2.6. Las funciones del Gerente de Seguridad Operacional, entre otros, incluyen:

a) administrar el plan de implementación del SMS en nombre del Ejecutivo responsable de la organización;

b) realizar y facilitar la identificación de peligros y el análisis de gestión de riesgos;

c) supervisar las medidas correctivas y evaluar sus resultados;

d) proporcionar reportes periódicos sobre el performance de seguridad operacional de la organización y notificar a la AAC;

e) mantener los registros y la documentación de seguridad operacional;

f) planificar y organizar el entrenamiento de seguridad operacional del personal;

g) monitorear las inquietudes que tengan los usuarios de la industria de la aviación y su impacto percibido sobre la seguridad operacional a nivel organizacional; y

h) coordinar y comunicar en forma periódica a la AAC y las otras agencias según sea necesario sobre las acciones que se relacionan con la seguridad operacional.

3.2.7. El Gerente de Seguridad Operacional actúa de enlace directamente con los responsables de las distintas áreas (operaciones, mantenimiento, ingeniería, capacitación, etc.) del explotador de aeródromo.

3.2.8. El Gerente de Seguridad Operacional debe cumplir con la recolección y análisis de los datos de seguridad operacional sobre los peligros, y poner en

conocimiento del Comité de Seguridad Operacional para la toma de decisiones basada en la Gestión de Riesgo y los mecanismos de mitigación para garantizar la seguridad operacional.

3.2.9. El Gerente de Seguridad Operacional debe tener, como mínimo, las siguientes competencias:

a) Experiencia de gestión operacional;

b) Capacitación técnica calificada para comprender los sistemas que respaldan las operaciones;

c) Capacitación y competencias específicas en gestión de la seguridad operacional

d) Destrezas para manejo de personas (liderazgo);

e) Destrezas para análisis y solución de los problemas seguridad operacional;

f) Destrezas de gestión de proyectos; y

g) Destrezas de comunicaciones orales y escritas

3.3. Comité de Seguridad operacional

3.3.1. El Comité de seguridad operacional de la organización, es un órgano de alto nivel conformado por:

a) Ejecutivo responsable (Presidente del comité);

b) Directores o Responsables de: Mantenimiento, Operaciones, Seguridad Aeroportuaria, Financiera y Talento Humano;

c) Gerente de Seguridad Operacional;

d) En caso de requerirse, Jefes o Coordinadores de: SSEI, ATC del aeródromo, AIS, Meteorología, o Control de Fauna.

3.3.2. El Comité de seguridad operacional de la organización tiene como funciones:

a) Evaluar el desempeño de la seguridad con referencia a la política y objetivos de seguridad;

b) Determinar la eficacia del plan de implementación del SMS;

c) Verificar la correcta gestión de los riesgos de seguridad operacional;

d) Monitorear la eficacia de la supervisión de la seguridad de las operaciones subcontratadas.

e) Evaluar la designación de recursos en busca de la mejora de la seguridad operacional y la correcta implementación del SMS.

f) Vigilar el cumplimiento del nivel aceptable de seguridad operacional dentro de la organización.

g) Apoyar al Gerente de Seguridad operacional en la gestión de riesgos.

3.3.3. **Reuniones del Comité de seguridad operacional**. El Comité de seguridad operacional debe reunirse:

a) Por lo menos una vez cada tres (3) meses.

b) Cuando se considere que existe un riesgo de seguridad operacional que deba ser gestionado por el Comité.

c) Cuando se presenten peligros que requieran la intervención del comité, p.e: Desastres naturales o inundaciones.

3.3.4. Estructura orgánica y declaración de responsabilidades y líneas de rendición de cuentas. El Explotador del Aeródromo debe incluir en el manual SMS un organigrama e indicar la relación oficiosa de rendición de cuentas que va de la oficina de seguridad operacional hasta el nivel ejecutivo.

3.4. Plan de implementación del SMS

3.4.1. El explotador de aeródromo debe establecer y desarrollar un plan de implementación del SMS.

3.4.2. El plan de implementación del SMS debe ser determinado por el explotador de aeródromo mediante una aproximación sistemática definido por la organización, con la finalidad de cumplir con los requerimientos de seguridad operacional especificados en la RAP 139 y RAP 314.

3.4.3. El plan de implementación de SMS incluirá lo siguiente:

a) Política y objetivos de seguridad operacional;

b) Descripción del sistema;

c) Análisis de carencias;

d) Componentes del SMS;

e) Funciones y responsabilidades de seguridad operacional;

f) Política de reporte de seguridad operacional;

g) Entrenamiento de seguridad operacional;

h) Indicadores del desempeño de seguridad operacional;

i) Medición del desempeño de seguridad operacional;

j) Comunicación de seguridad operacional; y

k) Revisión del desempeño de seguridad operacional.

3.4.4. El plan de implementación del SMS debe ser aprobado por la alta dirección de la organización y debe ser presentado a la DGAC para su aceptación y seguimiento.

3.4.5. Dependiendo del tamaño del aeródromo y la complejidad de sus operaciones, el plan de implementación del SMS puede ser elaborado por una persona, o por un grupo de planificación que comprenda una base de experiencia apropiada y preferentemente incluya especialistas de las áreas operativas más importantes del aeródromo. El progreso del plan de implementación debe ser evaluado regularmente por la Alta Dirección de aeródromo.

3.4.6. El sistema debe incluir descripciones sobre:

a) Las interfaces e interacciones del sistema con otros procesos internos y externos;

b) Las funciones del sistema;

c) Las consideraciones del desempeño humano requeridas para la operación del sistema;

d) El medio ambiente operacional;

3.4.7. El explotador de aeródromo debe efectuar un análisis de carencias como parte de la planificación para:

a) Identificar los convenios, compromisos y estructura del Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional de la organización del explotador de aeródromo;

b) Identificar la necesidad de realizar acciones de mejora y/o adecuación de las condiciones del aeródromo o de organización para garantizar el cumplimiento normativo aceptable; y

c) Determinar las medidas necesarias y adicionales de seguridad operacional requeridas para la implementación y mantenimiento del SMS de la organización

3.5. Coordinación de la Planificación de la respuesta a la emergencia

3.5.1. El explotador de aeródromo debe incluir en el plan de respuesta a la emergencia, los procedimientos y mecanismos de coordinación mediante los cuales, todos

los prestadores de servicios y organismos inherentes al funcionamiento del aeropuerto, desarrollen su rol en las tareas de respuesta a la emergencia, en función del objetivo trazado en dicho plan.

3.5.2. El Plan de Emergencia debe asegurar:

a) La transición ordenada, segura y eficiente de las operaciones normales a las operaciones de emergencia y el regreso a las operaciones normales tan pronto como sea posible;

b) la designación de la autoridad de la emergencia;

c) la asignación de las responsabilidades de la emergencia;

d) la coordinación de esfuerzos para hacer frente a la emergencia; y

e) la compatibilidad con otros planes de respuesta ante emergencias de otras organizaciones.

3.5.3. El desarrollo de las operaciones durante la ejecución del plan de respuesta a emergencias, deben ser realizadas dentro de un nivel de riesgo aceptable, de forma de evitar daños adicionales a los que pudieran haber sido ocasionados por el suceso que motivo la activación de dicho plan.

3.6. Manual del SMS

3.6.1. El explotador de aeródromo debe elaborar y mantener un manual del sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS).

3.6.2. El Manual del SMS debe ser aprobado por el funcionario responsable de la organización y aceptado por la DGAC.

Nota: El Adjunto C "GUÍA SOBRE EL DESARROLLO DE UN MANUAL DE SMS DEL EXPLOTADOR DE AERÓDROMO" de la presente Regulación proporciona orientación sobre el contenido del manual SMS para un Explotador de Aeródromo.

4. GESTIÓN DEL RIESGO DE SEGURIDAD OPERACIONAL

4.1. Ámbito de gestión de la seguridad operacional en los aeródromos

4.1.1. El explotador de aeródromo en el Manual del SMS debe:

a) Determinar el alcance del SMS

b) Describir:

i. El ámbito de aplicación del SMS, los procesos de identificación de peligros y la gestión de riesgos

ii. Los métodos y procedimientos para mitigar y/o eliminar las condiciones latentes y peligros presentes en el sistema y en la operación del aeródromo.

c) Designar al responsable de la gestión del riesgo.

4.1.2. El explotador de aeródromo debe monitorear las actividades de los explotadores aéreos y usuarios del aeródromo para garantizar la regularidad, efectividad y eficiencia de las operaciones.

4.2. Notificación de sucesos relacionados con la seguridad operacional

4.2.1. Todo explotador de aeródromo debe establecer un procedimiento para la recolección y procesamiento de datos de seguridad operacional (SDCPS).

4.2.2. El explotador de aeródromo debe desarrollar procedimientos para la notificación de sucesos de seguridad operacional del aeródromo mediante la implementación de un sistema de reportes voluntarios y obligatorios, el mismo que debe:

a) favorecer la notificación y la protección de la información confidencial de seguridad operacional,

b) carecer de un carácter punitivo, y

c) que permita capturar la deficiencia y mejorar el sistema.

4.2.3. La notificación de sucesos relacionados a seguridad operacional debe considerar los siguientes aspectos: formatos de reporte, confidencialidad, diseminación de reportes y acciones preventivas, proceso de evaluación e investigación.

4.2.4. El explotador de aeródromo debe estandarizar el procedimiento de reportes de seguridad operacional para asegurar que el mismo sea eficaz, incluyendo la aplicación de las condiciones de protección contra acciones disciplinarias y/o administrativas, que eviten la aplicación de sanciones punitivas y con la finalidad de mejorar el sistema.

4.3. Metodología de notificación de sucesos de seguridad operacional

4.3.1. Los métodos de notificación deben ser:

a) obligatorios para accidentes e incidentes;

b) voluntarios para sucesos relacionados con la seguridad operacional; y

c) confidenciales con efectos de protección al informante o la fuente de información

4.3.2. El sistema de reporte desarrollado por el explotador de aeródromo, debe comprometer a todas las organizaciones que actúan en el aeródromo, incluidos los operadores de aeronaves, operadores de servicio especializado aeroportuario y otras entidades, para que participen activamente en el sistema de notificación de sucesos.

4.3.3. La metodología de notificación de sucesos de seguridad operacional debe incluir métodos reactivos, y proactivos de recolección de datos de seguridad operacional y deben proveer la identificación de los peligros y el análisis, evaluación y mitigación de los riesgos de seguridad operacional.

4.4. Identificación del peligro

4.4.1. La identificación de los peligros, debe ser una combinación de métodos reactivos y proactivos para recopilar datos sobre seguridad operacional.

4.4.2. El proceso de identificación del peligro debe considerar los posibles peligros que puedan existir en el ámbito de las actividades aeronáuticas, incluyendo las interfaces con otros sistemas, tanto dentro como fuera de la organización. Una vez identificado los peligros, debe determinarse sus consecuencias (es decir todo suceso o resultado específico y el proceso de identificación de peligros).

4.4.3. El proceso de identificación de peligros debe incluir los siguientes pasos:

a) Reporte de los peligros, eventos o condiciones presentes que puedan afectar a la seguridad operacional;

b) Recolección y almacenamiento de los datos de seguridad operacional, que incluye sistemas de reportes obligatorios, voluntarios y confidenciales;

c) Análisis de los datos de seguridad operacional, para eliminarlos o mitigarlos; y

d) Distribución de la información de seguridad operacional obtenida de los datos de la seguridad operacional.

4.5. Recopilación y calidad de los datos de seguridad operacional

4.5.1. La recopilación de datos de seguridad operacional debe incluir accidentes e incidentes, eventos, no cumplimientos o desvíos e informes de peligros.

4.5.2. La calidad de los datos usados para respaldar la gestión de riesgos de seguridad operacional y los procesos de aseguramiento de la seguridad operacional deben cumplir los siguientes criterios:

a) **Validez.** Los datos recopilados son aceptables según los criterios establecidos para su uso previsto.

b) **Integridad.** No falta ningún dato relevante.

c) **Congruencia.** Se puede reproducir el grado hasta donde la medición de un parámetro determinado es congruente y evita errores.

d) **Accesibilidad.** Los datos están fácilmente disponibles para su análisis.

e) **Puntualidad.** Los datos son relevantes para el período de interés y están disponibles de forma oportuna.

f) **Seguridad.** Los datos están protegidos contra modificación accidental o maliciosa.

g) **Precisión.** Los datos no contienen errores.

Nota: *Al considerar estos siete criterios para la calidad de datos, los análisis de datos de seguridad operacional generarán la información más precisa posible que se usará para respaldar la toma de decisiones estratégica.*

4.6. Análisis de datos de la seguridad operacional

4.6.1. El explotador de aeródromo, debe realizar el análisis de los datos de seguridad operacional recopilados para identificar peligros y controlar sus consecuencias potenciales.

4.6.2. El explotador de aeródromo, debe usar cualesquiera de los siguientes métodos de análisis de seguridad operacional:

a) análisis estadístico;

b) análisis de tendencia;

c) comparaciones normativas;

d) simulación y prueba;

e) grupo de expertos; y

f) análisis de costo-beneficios

4.6.3. El resultado del sistema de recopilación y análisis de datos debe ser descrito en formato de diagramas, gráficos, matrices u otros reportes.

4.7. Indicadores de Seguridad Operacional y Control de Rendimiento

El explotador de aeródromo en el SMS debe establecer los indicadores de seguridad operacional de resultados (lagging) y avanzados (leading) determinando los objetivos, metas, control de rendimiento y métodos de mitigación, así como indicadores de rendimiento que deberán ser aceptados por la DGAC.

4.7.1 Los indicadores (SPI) de resultados (lagging) se dividen en dos tipos:

a) Baja probabilidad/alta gravedad: resultados tales como accidentes o incidentes graves. La baja frecuencia de los resultados de alta gravedad significa que la agregación de datos (a nivel de segmento industrial o nivel regional) puede dar como resultado un análisis más significativo. Un ejemplo de este tipo de SPI de resultados serían los daños a los aviones y al motor debidos a choques con aves.

b) Alta probabilidad/baja gravedad: resultados que no se manifestaron necesariamente en un accidente o incidente grave. A veces también se los denomina indicadores de sucesos precursores. Los SPI para resultados de alta probabilidad/baja gravedad se utilizan principalmente para vigilar problemas de seguridad específicos y medir la eficacia de las mitigaciones de riesgos de seguridad existentes. Un ejemplo de este tipo de SPI precursor sería

"detecciones de aves en el radar", que indica el nivel de actividad de las aves en lugar de la cantidad real de choques con las mismas.

4.7.2 Los indicadores avanzados (leading) son medidas que se centran en los procesos y aportes que se implementan para mejorar o mantener la seguridad operacional. También se conocen como "SPI de actividad o proceso" dado que vigilan y miden las condiciones que tienen el potencial de convertirse en un resultado específico o contribuir al mismo. Ejemplo como "porcentaje del personal que ha completado con éxito la instrucción de seguridad operacional a tiempo" o "la frecuencia de las actividades de ahuyentamiento de aves".

Nota. — *el operador debe garantizar la coordinación de los indicadores de seguridad operacional definidos por la DGAC.*

4.8. Gestión del riesgo

4.8.1. El explotador de aeródromo debe elaborar y mantener procedimientos que garanticen el análisis, la evaluación y el control de riesgos de seguridad operacional en las operaciones de aeródromos a un nivel aceptable.

4.8.2. Los riesgos resultantes de cada peligro identificado deben ser el producto del análisis en términos de probabilidad y severidad del evento, y evaluados por su tolerabilidad.

4.8.3. El procedimiento debe detallar:

a) Las personas que efectúan el análisis, la metodología y la forma en que se controlan los peligros, las medidas que se adoptan posteriormente,

b) Los criterios en los que se basa el análisis; y

c) El mecanismo empleado para archivar y registrar dichas evaluaciones.

4.8.4. El explotador de aeródromo debe definir en el manual SMS:

a) Métodos de gestión a implementar para tomar las decisiones de eliminar o mitigar estos peligros.

i. Controles de seguridad operacional para cada peligro identificado y realizar la gestión del riesgo, definido mediante matrices de evaluación Matrices para la Gestión de Riesgos

ii. Matriz de Probabilidad del Evento

iii. Matriz de Severidad del Evento

iv. Matriz de Evaluación del Riesgo

v. Matriz de Tolerabilidad del Riesgo

vi. Índice de tolerabilidad

vii. Métodos de Control/Mitigación del Riesgo (Estrategias)

4.8.5. El explotador de aeródromo debe:

a) Contar con un programa de auditorías de la seguridad operacional que incluye un programa de instrucción para las personas que realizan tareas relativas a la seguridad operacional.

b) Contar con un proceso para promocionar y promover la divulgación de información relativa a la seguridad operacional.

5. ASEGURAMIENTO DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL

5.1. Generalidades

5.1.1.El explotador de aeródromo debe:

a) Desarrollar y mantener procedimientos para medir la eficacia y eficiencia del sistema de gestión de la seguridad operacional implementada por la organización y establecer controles de la gestión de riesgos de seguridad operacional mediante auditorias.

b) Garantizar la elaboración y operación del SMS efectuando verificaciones por muestreo del cumplimiento de los requisitos y de las condiciones de operación del aeródromo.

5.1.2. La eficacia del sistema de gestión de la seguridad operacional debe ser verificado mediante indicadores y cumplimiento de metas establecidas.

5.2. Observación y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional

5.2.1. El explotador de aeródromo debe:

a) Implementar y desarrollar un programa de auditoría interna/externa de la seguridad operacional que abarque todas las actividades realizadas en el aeródromo y que resulte aceptable a la DGAC. Esta supervisión de la seguridad operacional debe abarcar también el análisis de los problemas de los factores humanos relativos a grupos de empleados, de forma tal que permita proporcionar un buen conocimiento de los peligros relacionados con la seguridad operacional.

b) Establecer procedimientos para verificar el desempeño de seguridad operacional de la organización, de acuerdo a los lineamientos establecidos en las políticas y los objetivos de seguridad operacional aprobados por la organización y aceptados por la DGAC, así como, validar la eficacia de los controles de que determinan el nivel de riesgo de seguridad operacional, implantados.

c) Identificar en el SMS las desviaciones/exenciones, estableciendo la evaluación permanente.

5.2.2. Los medios de supervisión y medición del desempeño de seguridad operacional deben incluir:

a) Reporte de seguridad operacional;

b) Auditorias de seguridad operacional;

c) Encuestas de seguridad operacional;

d) Revisiones de seguridad operacional;

e) Estudios de seguridad operacional; e

f) Investigaciones internas y/o externas de seguridad operacional.

5.2.3. Las auditorias periódicas deben efectuarse mediante un ciclo en el que conste:

a) Por lo menos una auditoria del SMS;

b) Verificación por muestreo de temas específicos; y/o

c) Cuando se sospeche que la seguridad operacional está en peligro.

5.3. Gestión del cambio

5.3.1. El explotador de aeródromo deberá establecer un proceso formal que permita identificar los cambios que podrían afectar el nivel de riesgos de seguridad operacional asociados con sus productos o servicios e identificar y gestionar los riesgos de seguridad operacional que puedan emerger de aquellos cambios.

5.3.2. El explotador de aeródromo para la gestión del cambio debe:

a) Identificar los cambios tanto a nivel operacional, como de la organización, que puedan afectar los procesos y servicios establecidos, así como los cambios a las interfaces del SMS con organizaciones externas;

b) Tareas de rutina (inspecciones al área de movimiento, ayudas visuales, letreros, áreas no pavimentadas y otros) y cambios específicos (características físicas, instalaciones o equipos, tipos de operación, estructura organizacional, procedimientos operacionales, y otros).

c) Describir los arreglos para asegurar el desempeño de seguridad operacional antes de implantar los cambios; y

d) Eliminar o modificar los controles de riesgo de seguridad operacional que ya no se requieren debido a los cambios en el ambiente operacional.

e) Tener un archivo de la documentación de la gestión de cambio

5.3.3. Todos los cambios previstos que el explotador de aeródromo planifique implementar en el aeródromo, deben ser evaluados en función de la categoría de los mismos antes de la aplicación efectiva de estos cambios.

Nota: *Cuando el cambio se relaciona con un tipo/modelo de avión nuevo para el aeródromo, se debe llevar a cabo un estudio de compatibilidad, como se especifica en la* ***Sección 5.5 de este Capítulo****.*

5.4. Mejora continua del sistema de seguridad operacional

5.4.1. El explotador de aeródromo como parte de las actividades de garantía de seguridad operacional del SMS, debe:

a) Identificar las causas de bajo desempeño del SMS

b) Determinar las implicaciones para su operación, y

c) Rectificar las situaciones que implican estándares de desempeño bajo a fin asegurar la mejora continua del SMS.

5.4.2. La mejora continua del sistema de seguridad operacional debe incluir:

a) Evaluaciones proactivas y reactivas de las instalaciones, equipamiento, documentación y procedimientos, y la verificación de la eficacia de las estrategias de control de los riesgos de seguridad operacional;

b) Evaluación proactiva del desempeño individual y verificación del cumplimiento de las responsabilidades de seguridad operacional; y

c) Revisión periódica del sistema de gestión de seguridad operacional que incluya revisar la política y los objetivos trazados por la alta gerencia, como así también evaluar si los procedimientos del sistema son adecuados a las condiciones actuales y previstas a nivel operacional y organizacional.

5.5. Compatibilidad de aeródromos (Estudio de compatibilidad)

5.5.1. Cuando un aeródromo da cabida a un avión que supera las características certificadas (del aeródromo), el explotador de aeródromo, debe evaluar la compatibilidad entre las operaciones de los aviones y la infraestructura y operaciones del aeródromo.

5.5.2. Debe llevarse a cabo un estudio de compatibilidad conjunto entre las partes interesadas afectadas, entre ellas, el explotador de aeródromo, explotadores aéreos, servicios especializados aeroportuarios (handling) y los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP).

5.5.3. El explotador de aeródromo, debe establecer en el Manual de Aeródromo o equivalente, las etapas del arreglo, que debe documentarse convenientemente, entre el explotador aéreo y el explotador del aeródromo para introducir un tipo/subtipo de avión nuevo para el aeródromo, entre ellos:

a) Solicitud presentada por el explotador aéreo solicitando al explotador de aeródromo operar un tipo/subtipo de avión nuevo para el aeródromo;

b) Determinación de los medios posibles, establecidos por el explotador de aeródromo, para dar cabida al tipo/subtipo de avión, lo que incluye el acceso

a áreas de movimientos y, de ser necesario, considerar la posibilidad y viabilidad económica de mejorar la infraestructura del aeródromo; y

c) Evaluación conjunta (el explotador de aeródromo y el explotador de aeronaves) de la evaluación del explotador de aeródromo, y si es posible dar cabida a las operaciones del tipo/subtipo de avión y, en caso afirmativo, en qué condiciones.

5.5.4. Deben incluirse en el estudio de compatibilidad del aeródromo los siguientes procedimientos:

a) Identificar las características físicas y operacionales del avión;

b) Identificar los requisitos normativos aplicables;

c) Determinar la idoneidad de la infraestructura e instalaciones del aeródromo respecto de los requisitos del nuevo avión;

d) Identificar los cambios requeridos al aeródromo;

e) Examinar las superficies limitadoras de obstáculos del aeródromo, si corresponde;

f) Documentar el estudio de compatibilidad; y

g) Efectuar las evaluaciones necesarias de la seguridad operacional, que se determinó realizar durante el estudio de compatibilidad.

5.5.5. Los resultados del estudio de compatibilidad deben permitir la toma de decisiones y brindar:

a) al explotador de aeródromo la información necesaria para que decida si permite:

(i) la operación del avión específico en el aeródromo;

(ii) los cambios que requieren la infraestructura e instalaciones del aeródromo a fin de garantizar la seguridad de las operaciones del aeródromo tomando en consideración el desarrollo del aeródromo

b) a la DGAC la información necesaria para la vigilancia de la seguridad operacional y el control permanente de las condiciones de operación especificadas en la certificación del aeródromo y la autorización de funcionamiento, cuando sea aplicable.

5.5.6. El Estudio de compatibilidad debe ser aceptado por la DGAC, ser incluido en el Manual de Aeródromo o equivalente y publicado en la AIP.

6. PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL

6.1. Instrucción y educación

6.1.1. El explotador de aeródromo debe:

a) Elaborar un programa de entrenamiento y capacitación de seguridad operacional que asegure que el personal cuente con la instrucción y competencias necesarias para cumplir con sus funciones establecidas el marco del SMS.

b) Desarrollar y mantener el programa de entrenamiento de seguridad operacional que asegure que el personal esté adecuadamente entrenado y competente para el cumplimiento de las obligaciones del SMS.

6.1.2. El programa de entrenamiento y capacitación en seguridad operacional debe ser aceptado por la DGAC.

6.1.3. El entrenamiento del personal del explotador de aeródromo debe ser registrado y actualizado periódicamente, debiendo ser presentado a los inspectores de la DGAC cuando lo soliciten.

6.2. Comunicación de la seguridad operacional

6.2.1. El explotador de aeródromo debe:

a) Establecer procedimientos y mecanismos para la comunicación y difusión sobre seguridad operacional que asegure que todo el personal aeronáutico conozca del alcance del SMS.

b) Comunicar periódicamente el objetivo de determinadas medidas o cambios que afecten la seguridad operacional y cada vez que se introducen o modifican procedimientos de seguridad operacional.

6.2.2. El explotador de aeródromo, podrá utilizar los siguientes medios de comunicación:

a) Circulares de noticias;

b) Boletines;

c) Panfletos y/o

d) Cualquier medio que se considere conveniente.

7. ANÁLISIS DE BRECHAS DEL SMS

7.1. Análisis de brechas

7.1.1. El explotador de aeródromo para la puesta en práctica del SMS debe establecer los procedimientos para determinar el análisis de brechas, con la finalidad de identificar cuáles son los componentes y elementos del SMS que están actualmente funcionando y qué componentes y elementos se deben agregar o modificar para alcanzar las metas propuestas. Este análisis se conoce como análisis de brechas (GAP análisis) e implica la comparación entre los requisitos del SMS y los recursos existentes del operador de aeródromo (ver Adjunto B).

7.1.2. El análisis de brechas debe ser documentado, debiendo los resultados servir para la evaluación de los componentes y los elementos que debe contener la estructura del SMS así como identificar los elementos que necesitan ser desarrollados lo cual formará la base del plan de implementación del SMS.

7.2. Plan de acción y tareas de implantación

7.2.1. El explotador de aeródromo debe elaborar un plan detallado sobre las acciones y tareas a implementar sobre las brechas determinadas y como transformar éstas en tareas requeridas específicas relacionadas con los procesos y procedimientos de la organización.

7.2.2. El explotador de aeródromo debe asignar a una persona o grupo de personas las tareas correspondientes para que asuma las acciones respectivas.

7.3. Cronograma de implantación de las tareas/acciones

7.3.1. El explotador de aeródromo debe desarrollar el cronograma de implementación del SMS basado en las tareas y acciones determinadas, definiendo los hitos con puntos de inicio y fin de cada tarea, dicho cronograma deberá ser presentado a la DGAC.

7.3.2. En el enfoque de implantación por etapas, cada tarea/acción requerida debe estar organizada de acuerdo con sus elementos y etapas respectivas. Si la cantidad de tareas requeridas y los hitos resultantes son demasiados, se puede optar por utilizar una carta tipo Gantt.

Nota. — *El explotador de aeródromo para el análisis de brechas también puede guiarse por la lista de verificación del Análisis de Brechas del numeral 9.7 del Manual de Gestión de la Seguridad Operacional del Doc. 9859 de OACI. (*www.icao.int/SMI)

———————

APENDICE 16
SUCESOS DE NOTIFICACIÓN OBLIGATORIA RELACIONADOS A LOS AERÓDROMOS

1. Generalidades

En conformidad con la RAP 314, párrafo 1.3.4, es obligatorio que los explotadores de aeródromos informen accidentes, incidentes graves, incidentes u otros sucesos relacionados con la seguridad operacional en la aviación a la Dirección de Seguridad Aeronáutica de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

1.1. Los explotadores de aeródromos deben informar de accidentes e incidentes graves, entre ellos:
   a) salidas de pista;
   b) aterrizajes demasiado cortos;
   c) incursiones en la pista;
   d) aterrizaje o despegue en una calle de rodaje; y
   e) sucesos relacionados con choques con fauna silvestre.

1.2. Además de los accidentes e incidentes graves, los explotadores de aeródromo deberán comunicar los sucesos de seguridad operacional de los siguientes tipos:
   a) sucesos relacionados con objetos extraños (FOD) y daños producidos por objetos extraños;
   b) otras salidas (de calle de rodaje o plataforma);
   c) otras incursiones (en calle de rodaje o plataforma); y
      colisiones en tierra.

1.3. Los explotadores de aeródromo de notificar e informar de los sucesos establecidos en el numeral 2 del presente apéndice, según el cronograma establecido en la Tabla 1.1.

	Notificación a la DGAC o a la CIAA*	**Envió del Informe a la DGAC o a la CIAA**	**Informe de Investigación a la DGAC****
ACCIDENTE	Inmediato/lo antes posible	Dentro de las 24 horas	90 días
INCIDENTE GRAVE	Inmediato/lo antes posible	Dentro de las 48 horas	60 días
INCIDENTE	N/A	Dentro de las 72 horas	30 días (Donde sea necesario)
OTROS SUCESOS	N/A	Dentro de las 72 horas	30 días (Donde sea necesario)

* El teléfono o correo electrónico constituirá, en la mayoría de los casos, los medios más adecuados y rápidos para enviar una notificación.
** Esta columna no se aplica a los informes de investigación de la CIAA.

Tabla 1.1

Los explotadores de aeródromos deben coordinar con todos los usuarios del aeródromo, incluidos los explotadores de aeronaves, los servicios especializados aeroportuarios, los proveedores de servicios de navegación aérea y otras partes interesadas, para que la recopilación de sucesos de seguridad operacional y sus datos críticos correspondientes sea más completa y precisa.

2. DATOS CRÍTICOS RELATIVOS A SUCESOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL INFORMADOS EN LOS AERÓDROMOS

Cuando se informa de sucesos de seguridad operacional del tipo que se detalla a continuación, deben recabarse los datos críticos que se enumeran, siempre que sea pertinente y factible. Para ello puede ser necesario un esfuerzo de colaboración del explotador de aeródromo, el proveedor de servicio de navegación aérea (ANSP) y otras partes que intervienen según la gravedad del riesgo potencial atribuido a cada suceso.

2.1. **Salidas de pista**

a) tipo de suceso (desviación lateral, aterrizaje demasiado largo);
b) aterrizaje/despegue;
c) tipo de aproximación en caso de tratarse de un aterrizaje;
d) fecha y hora (hora local o UTC);
e) tipo de avión;
f) pista:
   1) dimensiones (anchura/longitud);
   2) pendientes;
   3) umbral desplazado (sí/no, en caso afirmativo, distancia entre el umbral y el borde de la pista);
   4) área de seguridad de extremo de pista (RESA) (sí/no, en caso afirmativo, orientación, dimensiones y estructura);
   5) pista contaminada (sí/no, en caso afirmativo, tipo de contaminante (nieve fundente, nieve, hielo, agua, otros (especificar), espesor del contaminante);
g) viento (dirección y velocidad);
h) visibilidad;
i) detalles de la salida:
   1) velocidad de salida o estimación;
   2) ángulo del avión respecto del borde de la pista;
   3) distancia entre la toma de contacto y la salida;
   4) descripción de la trayectoria del avión cuando se encuentra en la franja de pista y/o RESA; y
   5) detalles de la ubicación del avión al detenerse.

Nota 1. — *En caso de aterrizaje demasiado largo, debe incluirse en el informe la posición longitudinal respecto de la ubicación del umbral y/o el final de la superficie de la pista y la posición lateral respecto del borde lateral de la pista o el eje de la pista.*

Nota 2. — *Se considera a las salidas de pista incidentes graves, si no son accidentes, de conformidad con el Anexo 13, Adjunto C de la OACI.*

2.2. **Aterrizaje demasiado corto (fuera de la pista)**

a) tipo de suceso (aterrizaje demasiado cortó, fuera de la pista, contactos laterales y cualquier suceso donde el tren de aterrizaje hace contacto fuera de la pista);
b) tipo de aproximación;
c) guía vertical basada en tierra disponible y en funcionamiento (sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), indicador de trayectoria de aproximación de precisión (PAPI), indicador simplificado de trayectoria de aproximación de precisión (APAPI);
d) fecha y hora (hora local o UTC);
e) velocidad (incluyendo ráfagas), descripción (calmo/variable) y dirección del viento;
f) visibilidad;
g) tipo de avión;
h) pista:
   1) dimensiones (anchura/longitud);
   2) pendientes;
   3) umbral desplazado (sí/no, en caso afirmativo, distancia entre el umbral y el borde de la pista);
   4) RESA (sí/no, en caso afirmativo, dirección magnética de la pista (QFU), dimensiones y estructura);
   5) pista contaminada (sí/no, en caso afirmativo, tipo de contaminante (nieve fundente, nieve, hielo, agua, otros (especificar), espesor del contaminante);
i) detalles del aterrizaje demasiado corto (velocidad del avión durante la toma de contacto, distancia entre la toma de contacto y el borde de la pista, causas del suceso):
   1) descripción de la trayectoria del avión tras la toma de contacto.

Nota. — *Se considera a los aterrizajes demasiados cortos incidentes graves e incluso accidentes, según el Anexo 13, Adjunto C de la OACI.*

2.3. **Incursión en la pista**

a) elementos que intervienen (avión/vehículo; avión/avión; avión/persona);
b) fecha y hora (hora local o UTC);
c) tipo de avión, aterrizaje/despegue, tipo de aproximación;
d) tipo de vehículo, ubicación;
e) pista:
   1) dimensiones (anchura/longitud);
   2) pendientes/visibilidad directa;
   3) umbral desplazado (sí/no, en caso afirmativo, distancia entre el umbral y el borde de la pista);
   4) salidas rápidas;
   5) viento;
   6) visibilidad;
f) detalles de la incursión:
   1) descripción de la trayectoria y velocidad de ambos vehículos/aviones;
   2) distancia estimada (horizontal y vertical) entre los elementos que intervienen;
   3) superficies operacionales contaminadas en la zona de la incursión (sí/no, en caso afirmativo, tipo de contaminante (nieve fundente, nieve, hielo, agua, otros (especificar), espesor del contaminante).

Nota 1. — *Se considera a las incursiones en la pista clasificadas con gravedad a incidentes graves, según el Anexo 13, Adjunto C de la OACI.*

Nota 2. — *En el Manual sobre la prevención de incursiones en la pista (Doc 9870), se incluyen textos de orientación sobre la prevención de las incursiones en la pista, incluida la clasificación de la gravedad.*

2.4. **Aterrizaje o despegue en calle de rodaje**

a) aterrizaje/despegue;
b) tipo de aproximación, si procede;
c) fecha y hora (hora local o UTC);
d) viento;
e) visibilidad;
f) tipo de avión;
g) calle de rodaje:
   1) dimensiones (anchura/longitud);
   2) pendientes;
h) detalles del suceso:
   1) factores que pueden contribuir (por ejemplo, iluminación inadecuada, procedimiento no aplicado, obras, señalización inadecuada o confusa).

Nota. — *Se considera a los aterrizajes y despegues en calle de rodaje incidentes graves según el Anexo 13, Adjunto C de la OACI.*

2.5. **Sucesos relacionados con FOD**

a) tipo de suceso;
b) ubicación (pista, orientación, o calle de rodaje, puesto), ubicación del FOD, incluidas las posiciones lateral y longitudinal, de ser posible;
c) fecha y hora (hora local o UTC);
d) descripción del FOD:
   1) nombre (de ser posible);
   2) forma y dimensiones;
   3) material;
   4) color;
   5) origen [si se conoce: iluminación, infraestructura, obras, animales, aviones, condiciones ambientales (viento, etc.)].

2.6. **Otras salidas (es decir, de calle de rodaje o plataforma)**

a) tipo de suceso;
b) ubicación;
c) fecha y hora (hora local o UTC);
d) tipo de avión;

e) calle de rodaje:
   1) dimensiones (anchura/longitud);
   2) pendientes;
   3) si se encuentra en una sección curva: superficies de enlace (sí/no y características);
   4) calle de rodaje contaminada [sí/no, en caso afirmativo, tipo de contaminante: nieve fundente, nieve, hielo, agua, otros (especificar) y espesor del contaminante];
f) viento (dirección y velocidad);
g) detalles de la salida (velocidad de salida o estimación, ángulo del avión respecto del borde de la calle de rodaje, en una sección curva o recta, causas del suceso);
h) detalles de la ubicación del avión al detenerse.

2.7. **Otras incursiones (es decir, en calle de rodaje o plataforma)**

Mismos datos que en el punto 2.2 (aterrizaje demasiado corto).

2.8 Sucesos relativos a choques con aves y otros elementos de la fauna silvestre

Debe efectuarse de conformidad con los datos del sistema de notificación de la OACI de los choques con aves «IBIS» (ingestión, colisión, riesgo de colisiones o maniobras evasivas tomadas por una aeronave para evitar fauna salvaje en el área de movimiento de un aeródromo). Si no hubo colisión y se esquivó el animal, se debe precisar la ubicación del animal cuando se evitó la colisión.

Nota. – *Según el Doc. 9137 AN/898, Parte 3 "Control del Peligro que representa la fauna silvestre", se considera Incidentes Graves a los incidentes en los cuales la presencia de aves u otros animales silvestres en el aeródromo o sus inmediaciones haya afectado de algún modo a un vuelo, se hayan encontrado o no pruebas de algún choque*.

2.9 Colisiones en tierra

a) tipo de suceso (colisión en tierra);
b) ubicación:
   1) plataforma;
   2) área de maniobra;
   3) pista, calle de rodaje;
   4) contaminante (si procede: tipo y espesor);
   5) viento (si procede);
c) fecha y hora (hora local o UTC);
d) fase de vuelo (por ejemplo, salida de calle de rodaje, rodaje de salida, arranque de motor/empuje);
e) avión (aviones) que intervienen:
   1) tipo de avión y trayectoria;
f) vehículo(s) que interviene(n):
   1) tipo de vehículo y trayectoria;
g) daños materiales (a aviones y/o vehículos), daños a seres humanos y ubicación de los daños;
h) fase de operación, si afecta a los servicios especializados aeroportuarios;
i) descripción de la colisión:
   1) velocidad estimada de ambos vehículos y/o aviones;
   2) descripción de la trayectoria de los aviones y/o vehículos.

Nota 1. — *Las colisiones en tierra en las que intervienen aviones pueden considerarse incidentes, incidentes graves o accidentes. Si se las clasifica como incidentes, deben ser investigadas como parte del SMS del aeródromo. Si se las clasifica como incidentes graves o accidentes, implica que debe intervenir la DGAC/CIAA cuando corresponda, por lo tanto, se requiere establecer un mecanismo de coordinación con dichas autoridades.*

Nota 2. — *Las colisiones en tierra en las que no intervienen aviones pueden considerarse un incidente e investigarse como parte del SMS del aeródromo.*

2.10 Sucesos relativos a la asistencia en tierra de aeronaves

a) Tipo de suceso:

1) Transporte, intento de transporte o manipulación de mercancías peligrosas que han puesto en peligro, o que podrían haber puesto en peligro, la seguridad de la operación, o haber dado lugar a una situación de inseguridad (por ejemplo: incidente o accidente imputable a mercancías peligrosas según la definición de las Instrucciones Técnicas de la OACI).
2) Derrame significativo durante el reabastecimiento de combustible.
3) Fallo, malfuncionamiento o defecto de equipos de tierra utilizados para la asistencia en tierra que tengan o puedan tener como consecuencia daños a la aeronave [por ejemplo: barra de arrastre, arrancador neumático o unidad de potencia en tierra («GPU»).
4) Interferencia causada por vehículo o persona, durante el proceso asistido (push-back), retroceso autónomo con motor (power-back), y rodaje.
5) Colisión a aeronave provocada por equipos o vehículos de asistencia en tierra.
6) Cualquier suceso en el que el desempeño humano haya contribuido de forma directa, o podría haber contribuido a un accidente o incidente grave.

b) Ubicación:
1) plataforma;
2) área de maniobra;
3) pista, calle de rodaje;

c) fecha y hora (hora local o UTC);
d) avión (aviones) que intervienen:
1) tipo de avión
2) explotador aéreo
3) matricula

e) vehículo(s) que interviene(n):
1) Empresa
2) Placa de rodaje
3) Código
4) Tipo de vehículo

f) daños materiales (a aviones y/o vehículos y/o infraestructura), daños a seres humanos y ubicación de los daños;
g) fase de operación, si afecta a los servicios especializados aeroportuarios;
h) descripción del suceso.

2.11 Otros sucesos

a) Incendio, humo o explosiones en las instalaciones y equipo del aeródromo y sus proximidades, que ha puesto, o que podría haber puesto, en peligro la aeronave, a sus ocupantes o a cualquier otra persona.
b) Evento con haz de luz láser o luces no aeronáuticas en o las inmediaciones de los aeropuertos.
c) Cualquier suceso en el que el desempeño humano haya contribuido de forma directa, o podría haber contribuido, a un accidente o a un incidente grave.

FORMULARIO DE NOTIFICACION DE SUCESOS OBLIGATORIOS

Formulario de Notificación Obligatoria de Sucesos: Aeródromos	**Código:** **Revisión:** **Fecha:**

Esta notificación no tiene la naturaleza de denuncia ni puede dar lugar a la determinación de responsabilidades, salvo en supuestos de dolo o negligencia grave

Enviar a: sucesosdgac@mtc.gob.pe (Notificación según Apéndice 16 RAP 314). Si considera el hecho a notificar como accidente o incidente grave, contacte INMEDIATAMENTE con la CIAA llamando al teléfono 615-7488 Anx. 6267/1460, 920473511 o ciaa@mtc.gob.pe **(24H) (Ley 27261 Titulo XV, del 9 de mayo del 2000)**

1. TIPO DEL SUCESO	**1.1 Accidentes e Incidentes Graves**		**1.2 Sucesos de Seguridad Operacional**	
	a. Salidas de pista;	☐	a. Sucesos relacionados con objetos extraños (FOD).	☐
	b. Aterrizajes demasiado cortos;	☐	b. Salidas de calle de rodaje o plataforma;	☐
	c. Incursiones en la pista;	☐	c. Incursiones en calle de rodaje o plataforma;	☐
	d. Aterrizaje o despegue en una calle de rodaje;	☐	d. Colisiones en tierra.	☐
	e. Sucesos relacionados con choques con fauna silvestre.	☐	e. Sucesos relativos a la asistencia en tierra de aeronave.	☐
			f. Otros sucesos 1.- Incendio, humo, explosiones en las instalaciones y equipo del aeródromo 2.-Evento con haz de luz láser o luces no aeronáuticas. 3. Evento con Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) 4.-Cualquier otro suceso en el que el desempeño humano haya contribuido en forma directa o podría haber contribuido a un accidente o incidente grave	☐ ☐ ☐ ☐

2. Datos del Aeropuerto	2.1 Nombre	Datos se deben llenar automático al elegir código OACI	2.2 Ciudad	Datos se deben llenar automático al elegir código OACI
	2.3 COD OACI	Usar Tabla código OACI de base de datos de módulo de AGA	2.4 Nombre del Explotador	Datos se deben llenar automático al elegir código OACI
3. Información del Suceso	3.1 Fecha	dd/mm/aaaa	3.3 Ubicación del Suceso	Campo libre de 100 caracteres
	3.2 Hora (UTC)	hh:mm	3.4 Fase de Vuelo	Usar Tabla de fase de vuelo

3.4 Descripción del Suceso
Campo libre de 500 caracteres alfanuméricos

4. Instalaciones o elementos afectados	Aeronave (1)	Explotador aéreo		Matricula	Buscar Matricula
	Aeronave (1)	Explotador aéreo		Matricula	Buscar Matricula
	Vehículo (1)	Propietario	Campo libre de 50 caracteres	Placa de Rodaje Código AD	Campo libre de 50 caracteres
	Vehículo (2)	Propietario	Campo libre de 50 caracteres	Placa de Rodaje Código AD	Campo libre de 50 caracteres

5. DATOS DEL NOTIFICADOR	Marque esta casilla si desea ser contactado de forma confidencial por la DGAC en lo relativo a este suceso que notifica				☐
5.1 NOMBRE			**5.2 CARGO**		
5.3 ORGANIZACIÓN					
5.4 DIRECCIÓN					
5.5 TELÉFONO		**5.6 EMAIL**		**5.7 FECHA DE NOTIF.**	

ADJUNTO A
IMPLEMENTACIÓN DEL SMS POR ETAPAS

Nota 1. — Es posible que, en algunos documentos, al referirse a Etapas diga Fases.

1. Aplicabilidad

La implementación del SMS por etapas como se describe en el párrafo (2) se aplica solamente a explotadores descritos en el párrafo 1.2 del Apéndice 15 de la RAP 314. Los solicitantes de un Certificado de Operación y Servicios Aeroportuarios nuevo, deberán tener implementados y listos para su aplicación los 4 componentes y 12 elementos de su Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS), de una manera aceptable para la DGAC, al momento de la emisión del Certificado.

2. Generalidades

2.1. El objetivo de este Apéndice es introducir un ejemplo de las cuatro (4) etapas de implementación de SMS de manera sistemática.

2.2. Entre los motivos para un enfoque en etapas para la implementación de SMS se incluyen:

a) la disposición de una serie de pasos gestionables que se deban seguir para la implementación de un SMS, como la asignación de recursos;

b) la necesidad de permitir la implementación de elementos del marco de trabajo de SMS en varias secuencias, según los resultados de cada análisis de brechas del proveedor de servicios;

c) la disponibilidad inicial de los datos y procesos analíticos para respaldar las prácticas de gestión de la seguridad operacional reactiva, proactiva y

d) la necesidad de un proceso metodológico para garantizar la implementación de SMS eficaz y sustentable.

2.3. El enfoque en etapas reconoce que la implementación de un SMS completamente maduro es un proceso que toma varios años. Un enfoque de implementación en etapas permite que el SMS sea mucho más sólido a medida que se completa cada etapa de implementación. Se completan los procesos de gestión de la seguridad operacional fundamentales antes de pasar a etapas sucesivas que impliquen procesos de mayor complejidad.

2.4. Se proponen cuatro etapas de implementación para un SMS. Cada etapa se asocia con varios elementos (o subelementos) según el marco de trabajo del SMS de la OACI. Resulta aparente que la configuración particular de los elementos en este material guía no esté diseñada para ser absoluta. Los explotadores de aeródromo en coordinación con la DGAC podrán elegir hacer estos ajustes como mejor se considere según las circunstancias. En la Tabla 1 se muestra un resumen de las cuatro etapas de la implementación del SMS y sus elementos correspondientes.

3. Etapas de Implementación

3.1. ETAPA 1

a) El objetivo de la Etapa 1 de la implementación de SMS es proporcionar a los explotadores de aeródromo, un plano de cómo se cumplirán los requisitos del SMS y se integrarán en los sistemas de control de la organización, así como también, un marco de trabajo de responsabilidad para la implementación del SMS.

b) Durante la Etapa 1, se establece una planificación básica y la asignación de responsabilidades. Un aspecto central en la Etapa 1 es el análisis de brechas. A partir del análisis de brechas, una organización puede determinar el estado de sus procesos de gestión de la seguridad operacional existentes y puede comenzar a planificar el desarrollo de otros procesos de gestión de la seguridad operacional. El resultado importante de la Etapa 1 es el plan de implementación del SMS.

c) Al finalizar la Etapa 1, se deben finalizar las siguientes actividades de tal forma que cumplan las expectativas de la DGAC, como se establece en los requisitos y el material guía pertinentes:

(i) **Compromiso y responsabilidad de la gestión — Elemento 1.1 (i)**

(1) Identificar al ejecutivo responsable y las responsabilidades de seguridad operacional de los gerentes. Esta actividad se basa en los Elementos 1.1 y 1.2 del marco de trabajo del SMS de la OACI.

(2) Establecer un equipo de implementación del SMS; El equipo debe componerse de representantes de los departamentos pertinentes. El papel del equipo es impulsar la implementación de SMS desde la etapa de planificación hasta la implementación final. Otras funciones del equipo de implementación incluirán, entre otros:

- Desarrollar el plan de implementación de SMS;
- Garantizar la capacitación adecuada de SMS y experiencia técnica del equipo para implementar eficazmente los elementos del SMS y los procesos relacionados; y
- Controlar y notificar el progreso de la implementación del SMS, proporcionar actualizaciones regulares y coordinar con el ejecutivo responsable de SMS.

(3) Definir el alcance de las actividades de la organización según el cual el SMS será aplicable. El alcance de la aplicabilidad del SMS de la organización se deberá describir posteriormente en el documento del SMS.

(4) Realizar un análisis de brechas de los sistemas y procesos actuales de la organización en relación con los requisitos del marco de trabajo del SMS de la OACI (o los requisitos reglamentarios de SMS pertinentes).

(ii) **Desarrollo del Plan de implementación del SMS - Elemento 1.5 (i)**

(1) Desarrollar un plan de implementación del SMS acerca de cómo la organización implementará el SMS sobre la base del sistema identificado y las brechas del proceso que se generan del análisis de brechas.

(iii) **Nombramiento del personal de seguridad operacional – Elemento 1.3**

(1) Identificar la persona clave de SMS (seguridad operacional/calidad/función) dentro de la organización que será responsable de administrar el SMS en nombre del ejecutivo responsable.

(2) Establecer la oficina de servicios de seguridad operacional responsable de la administración y el mantenimiento del SMS.

(iv) **Capacitación y educación— Elemento 4.1 (i)**

(1) Realizar un análisis de las necesidades de capacitación.

(2) Organizar y configurar programas para la capacitación correcta de todo el personal, de acuerdo con sus responsabilidades individuales y su participación en el SMS.

(3) Desarrollar la capacitación de la seguridad operacional, considerando:

- capacitación inicial (seguridad operacional) específica del trabajo; y
- capacitación recurrente.
- costos asociados con la capacitación.
- Desarrollo de un proceso de validación que mide la eficacia de la capacitación.
- Establecimiento de un sistema de registros de capacitación de la seguridad operacional.

(v) **Comunicación de la seguridad operacional 4.2 (i)**

(1) iniciar canales de comunicación del SMS

(2) Establecer un medio para transferir información de seguridad operacional mediante cualquiera de las siguientes opciones:

- folletos informativos, noticias y boletines de seguridad operacional;
- sitios web, correo electrónico.

3.2. ETAPA 2

El objetivo de la Etapa 2 es implementar procesos de gestión de seguridad operacional fundamentales, mientras que al mismo tiempo de corrigen las posibles deficiencias en los procesos de gestión de seguridad operacional existentes. La mayoría de las organizaciones tendrán implementadas ciertas actividades de gestión de seguridad operacional básicas, en diferentes niveles de implementación. Esta etapa está orientada a consolidar las actividades existentes y desarrollar aquellas que todavía no existen.

(i) **Compromisos y responsabilidades de la gestión — Elemento 1.1 (ii)**

(1) Establecer la política de seguridad operacional,
(2) Solicitar que el ejecutivo responsable firme la política de seguridad operacional.
(3) Comunicar la política de seguridad operacional en toda la organización.
(4) Establecer un programa de revisión de la política de seguridad operacional para garantizar que sigue siendo pertinente y adecuada para la organización.
(5) Establecer objetivos de seguridad operacional para el SMS mediante el desarrollo de normas de rendimiento en materia de seguridad operacional en términos de:
- indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional;
- niveles de objetivos y alertas de rendimiento en materia de seguridad operacional; y
- planes de acción.

(6) Establecer los requisitos del SMS para los subcontratistas, entre ellos:
- los requisitos de SMS en el proceso contratante; y
- los requisitos de SMS en la documentación de licitación.

(ii) **Responsabilidades de la seguridad operacional — Elemento 1.2**

(1) Definir las responsabilidades de la seguridad operacional y comunicarlas en toda la organización.
(2) Establecer el grupo de acción de seguridad operacional (SAG).
(3) Establecer el comité de coordinación de la seguridad operacional/SMS.
(4) Definir las funciones claras para el SAG y el comité de coordinación de la seguridad operacional/SMS.
(5) Establecer líneas de comunicación entre la oficina de servicios de seguridad operacional, el ejecutivo responsable, el SAG y el comité de coordinación de la seguridad operacional/SMS.
(6) Asignar un ejecutivo responsable como el líder del comité de coordinación de seguridad operacional/SMS.
(7) Desarrollar un programa de reuniones para la oficina de servicios de seguridad operacional para reunirse con el comité de coordinación de seguridad operacional/SMS y el SAG, según sea necesario.

(iii) **Coordinación de la planificación de respuesta ante emergencias – Elemento 1.4**

(1) Revisar la descripción del ERP relacionado con la delegación de autoridad y asignación de responsabilidades de emergencia.
(2) Establecer procedimientos de coordinación para medidas mediante el personal clave durante la emergencia y volver a las operaciones normales.
(3) Identificar entidades externas que interactuarán con la organización durante situaciones de emergencia.
(4) Evaluar los ERP respectivos de las entidades externas.
(5) Establecer la coordinación entre los diferentes ERP.
(6) Incorporar información acerca de la coordinación entre los diferentes ERP en la documentación de SMS de la organización.

(iv) **Documentación del SMS - Elemento 1.5 (ii)**

(1) Crear un sistema de documentación de SMS para describir, guardar, recuperar y archivar toda la información y los registros relacionados con el SMS, al:
   a) desarrollar un documento de SMS que sea un manual independiente o una sección distinta dentro de un manual institucional controlado existente;
   b) establecer un sistema de archivo de SMS para recopilar y mantener los registros actuales en relación con los procesos de SMS constantes de la organización;
   c) mantener registros para proporcionar una referencia histórica, así como también, el estado actual de todos los procesos de SMS, como por ejemplo: un registro de peligros; un índice de evaluaciones de seguridad operacional completadas; registros de capacitación de seguridad operacional; los SPI actuales y los objetivos de seguridad operacional asociados; informes de auditoría interna de SMS; actas de la reunión del comité de SMS/seguridad operacional y el plan de implementación de SMS;
   d) mantener registros que servirán como evidencia de la operación de SMS y las actividades durante la evaluación o auditoría internas o externas del SMS.

3.3. ETAPA 3

El objetivo de la Etapa 3 es establecer procesos de gestión de riesgos de la seguridad operacional. Hacia el final de la Etapa 3, la organización estará lista para recopilar datos de seguridad operacional y realizar los análisis de seguridad operacional basados en la información obtenida mediante diversos sistemas de notificación.

(i) Identificación de peligros— Elemento 2.1 (i)

(1) Establecer un procedimiento de notificación de peligros voluntaria. (Véase el Apéndice 5 del Anexo 6, Parte I de la OACI para guía).
(2) Establecer un programa para la revisión sistemática de todos los procesos relacionados con la seguridad.
(3) Establecer un proceso para la priorización y asignación de peligros identificados para la mitigación de riesgos.

(ii) Evaluación y mitigación de riesgos de seguridad operacional – Elemento 2.2

(1) Establecer procedimientos de gestión de riesgos de la seguridad operacional.
(2) Desarrollar y adoptar matrices de riesgos de seguridad operacional.
(3) Incluir matrices de riesgos de seguridad operacional adoptados e instrucciones asociadas en el material de capacitación de la gestión de riesgos o SMS de la organización.

(iii) Control y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional – Elemento 3.1(i)

(1) establecer procedimientos de notificación e investigación de sucesos;
(2) establecer un sistema de recopilación y procesamiento de datos de seguridad operacional;
(3) Establecer indicadores de seguridad operacional de resultado (baja probabilidad/alta gravedad, alta probabilidad/baja gravedad) e indicadores de avanzada y establecer una configuración de objetivos y alertas asociada (Ej. tasas de accidentes, tasas de incidentes graves y el control de los resultados de no cumplimiento de alto riesgo).

(4) Lograr un acuerdo con la DGAC sobre los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional y objetivos de rendimiento en materia de seguridad operacional.

(iv) Gestión de cambio – Elemento 3.2

(1) Establecer un procedimiento formal de la gestión de cambio que considere:
   (a) la vulnerabilidad de los sistemas y actividades;
   (b) la estabilidad de los sistemas y entornos operacionales;

(c) rendimiento pasado;
(d) cambios reglamentarios, industriales y tecnológicos.

(2) Garantizar que los procedimientos de la gestión de cambio aborden el impacto de los registros existentes de rendimiento en materia de seguridad operacional y de mitigación de riesgos antes de implementar nuevos cambios.

(3) Establecer procedimientos para garantizar que se lleve a cabo (o se considere) la evaluación de seguridad operacional de las operaciones, los procesos y los equipos relacionados con la seguridad operacional de la aviación, según corresponda, antes de ponerlos en servicio.

(v) Mejora continua del SMS – Elemento 3.3(i)

(1) desarrollar formularios para las evaluaciones internas
(2) establecer un programa interno de auditoría de la calidad;
(3) establecer un programa externo de auditoría de la calidad.
(4) desarrollar documentación pertinente para el aseguramiento de la seguridad operacional.

3.4. ETAPA 4

La Etapa 4 es la etapa final de la implementación de SMS. Esta etapa implica la implementación madura de la gestión de riesgos de la seguridad operacional y el aseguramiento de la seguridad operacional. En esta etapa, el aseguramiento de la seguridad operacional se evalúa mediante la implementación de control periódico, retroalimentación y una medida correctiva continua para mantener la eficacia de los controles de riesgos de seguridad operacional.

(i) Compromiso y responsabilidad de la gestión – Elemento 1.1(iii)

Mejorar el procedimiento disciplinario/la política existentes con una debida consideración de los errores o las equivocaciones accidentales de las infracciones deliberadas o graves.

(ii) Identificación de peligros – Elemento 2.1(ii)

(1) integrar los peligros identificados a partir de los informes de investigación de sucesos con el sistema de notificación de peligros voluntaria;
(2) integrar procedimientos de identificación de peligros y gestión de riesgos con el SMS del subcontratista o el cliente, donde corresponda.
(3) Si fuera necesario, desarrollar un proceso para priorizar peligros recopilados para la mitigación de riesgos según las áreas de mayor necesidad o preocupación.

(iii) Control y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional – Elemento 3.1(ii)

(1) Mejorar el sistema de recopilación y procesamiento de datos de seguridad operacional e incluir metas de rendimiento en materia de seguridad operacional.
(2) Establecer indicadores de seguridad operacional de resultados y avanzados relacionando con las metas de rendimiento en materia de seguridad operacional, niveles de alertas, según corresponda

(iv) Mejora continua del SMS – Elemento 3.3 (ii)

(1) Establecer programas de auditoría de SMS o integrarlos en programas de auditoría internos y externos existentes.
(2) Establecer otros programas de revisión/estudio de SMS operacional, donde corresponda.

(v) Capacitación y educación – Elemento 4.1(ii)

Completar el programa de capacitación de SMS para todo el personal pertinentes.

(vi) Comunicación de seguridad operacional – Elemento 4.2(ii)(i)

Establecer mecanismos para promover la distribución y el intercambio de información de seguridad operacional de forma interna y externa.

4. Elementos del SMS implementados progresivamente a través de las ETAPAS 1 a 4:

En la implementación del enfoque en etapas, los siguientes tres elementos clave se implementan progresivamente en cada una de las etapas:

4.1. Documentación del SMS — Elemento 1.5

A medida que el SMS madura progresivamente, el manual del SMS pertinente y la documentación de la seguridad operacional deben revisarse y actualizarse en conformidad. Esta actividad será inherente a todas las etapas de la implementación del SMS y también deberá mantenerse después de la implementación.

4.2. Capacitación y educación — Elemento 4.1 y Comunicación de la seguridad operacional — Elemento 4.2

Al igual que con la documentación de SMS, la capacitación, la educación y la comunicación de seguridad operacional son actividades continuas importantes en todas las etapas de la implementación del SMS. A medida que evoluciona el SMS, pueden entrar en vigencia nuevos procesos, procedimientos o normativa o los procedimientos existentes pueden cambiar para proveer los requisitos del SMS. Para garantizar que todo el personal que participa en las tareas relacionadas con la seguridad operacional comprende e implementa realmente estos cambios, es vital que la capacitación y comunicación sigan siendo actividades continuas en toda la implementación del SMS y luego de completarse.

TABLA 1

Etapa 1 (6 meses)*	*Etapa 2 (6 meses)*	*Etapa 3 (8 meses)*	*Etapa 4 (8 meses)*
1. Elemento 1.1 del SMS (i): a) identificar al ejecutivo responsable del SMS; b) establecer un equipo de implementación Manualdel SMS; c) definir el alcance del SMS; d) realizar un análisis de brechas de SMS. 2. Elemento 1.5 del SMS (i): a) desarrollar un plan de implementación del SMS. 3. Elemento 1.3 del SMS: a) establecer una persona/oficina clave responsable de la administración y el mantenimiento del SMS. 4. Elemento 4.1 del SMS (i):	1. Elemento 1.1 del SMS (ii): a) establecer la política y los objetivos de seguridad operacional, 2. Elemento 1.2 del SMS: a) definir las responsabilidades de la gestión de la seguridad operacional en los departamentos pertinentes de la organización; b) establecer un mecanismo/comité de coordinación de SMS/ seguridad operacional; c) establecer SAG por departamento/divisional, donde corresponda. 3. Elemento 1.4 del SMS: a) establecer un plan de respuesta ante emergencias. 4. Elemento 1.5 del SMS (ii): a) iniciar el desarrollo progresivo de un documento/manual de SMS y otra documentación de respaldo.	1. Elemento 2.1 del SMS (i): a) establecer un procedimiento de notificación de peligros voluntaria. 2. Elemento 2.2 del SMS: a) establecer procedimientos de gestión de riesgos de la seguridad operacional. 3. Elemento 3.1 del SMS (i): a) establecer procedimientos de notificación e investigación de sucesos; **b)** establecer un sistema de recopilación y procesamiento de datos de seguridad operacional c) desarrollar SPI de resultados y avanzados y una configuración de objetivos y alertas asociada. 4. Elemento 3.2 del SMS:	1. Elemento 1.1 del SMS (iii): a) mejorar el procedimiento disciplinario/la política existentes con una debida consideración de los errores o las equivocaciones accidentales de las infracciones deliberadas o graves. 2. Elemento 2.1 del SMS (ii): a) integrar los peligros identi- ficados a partir de los infor- mes de investigación de sucesos con el sistema de notificación de peligros voluntaria; b) integrar procedimientos de identificación de peligros y gestión de riesgos con el SMS del subcontratista o el cliente, donde corresponda. 3. Elemento 3.1 del SMS (ii): ~~a)~~ mejorar el sistema de recopilación y procesamiento de datos de seguridad operacional ~~para~~

a) establecer un programa de capacitación de SMS para el personal, con prioridad para el equipo de implementación del SMS. 5. Elemento 4.2 del SMS (i): a) iniciar canales de comunicación del SMS/seguridad operacional.		a) establecer un procedimiento de gestión de cambio que incluye la evaluación de riesgos de seguridad operacional. 5. Elemento 3.3 del SMS (i): a) establecer un programa interno de auditoría de la calidad; b) establecer un programa externo de auditoría de la calidad.	~~incluir eventos de bajo impacto;~~ b) Desarrollar indicadores de seguridad operacional de resultados y avanzados relacionando con las metas de rendimiento en materia de seguridad operacional, niveles de alertas, según corresponda 4. Elemento 3.3 del SMS (ii): a) establecer programas de auditoría de SMS o integrarlos en programas de auditoría internos y externos existentes; b) establecer otros programas de revisión/estudio de SMS operacional, donde corresponda. 5. Elemento 4.1 del SMS (ii): a) garantizar que se haya completado el programa de capacitación de SMS para todo el personal pertinentes. 6. Elemento 4.2 del SMS (ii): a) promover la distribución e intercambio de información de la seguridad operacional de forma interna y externa.
Elemento 1.5 del SMS: documentación del SMS (Etapas 1 a 4)			
Elementos 4.1 y 4.2 del SMS: capacitación, educación y comunicación de SMS (Etapas 1 y posteriores)			
Nota 1.- El período de implementación indicado es una aproximación. El período de implementación real depende del alcance de las medidas necesarias para cada elemento asignado y la envergadura/complejidad de la organización el cual será aceptado por la DGAC Nota 2.— Los números de elementos del SMS indicados corresponden a los números de elementos del SMS de la OACI. Los sufijos como a), b) y c) indican que el elemento se ha subdividido para facilitar el enfoque de implementación en etapas.			

———————

ADJUNTO B
ORIENTACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE BRECHAS DEL SMS

No.	*Aspecto a ser analizado o pregunta por responder*	*Respuesta*	*Estado de implantación*
Componente 1 – POLÍTICA DE SEGURIDAD Y OBJETIVOS			
Elemento 1.1 – Responsabilidad y compromiso de la administración			
1	¿Está implementada una política de seguridad operacional?	Si No Parcial	
2	¿Refleja la política de seguridad operacional el compromiso de la administración superior acerca de la gestión de la seguridad operacional?	Si No Parcial	
3	¿Es adecuada la política de seguridad operacional según la envergadura, naturaleza y complejidad de la organización?	Si No Parcial	
4	¿Es pertinente la política de seguridad operacional para la seguridad operacional de la aviación?	Si No Parcial	
5	¿Ha firmado el ejecutivo responsable la política de seguridad operacional?	Si No Parcial	
6	¿Se comunica la política de seguridad operacional, con un respaldo visible, en toda la Organización]?	Si No Parcial	
7	¿Se revisa periódicamente la política de seguridad operacional para garantizar que siga siendo pertinente y adecuada para la [Organización]?	Si No Parcial	
Elemento 1.2 - Responsabilidades de la seguridad operacional			
1	¿Ha identificado [Organización] a un ejecutivo responsable que, sin importar otras funciones, tenga la máxima responsabilidad, en nombre de [Organización], de la implementación y mantenimiento del SMS?	Si No Parcial	
2	¿Tiene el ejecutivo responsable total control de los recursos financieros y humanos necesarios para las operaciones autorizadas que se realizarán según el certificado de operaciones?	Si No Parcial	
3	¿Tiene el ejecutivo responsable la autoridad final sobre todas las actividades de aviación de su organización?	Si No Parcial	
4	¿Ha identificado y documentado [Organización] las responsabilidades de seguridad operacional de la gestión, así como también, del personal de operaciones, en relación con el SMS?	Si No Parcial	
5	¿Existe un comité de seguridad operacional o consejo de revisión para el propósito de revisión del SMS y el rendimiento en materia de seguridad operacional?	Si No Parcial	
6	¿Lidera al comité de seguridad operacional un ejecutivo responsable o un delegado asignado correctamente, confirmado debidamente en el manual del SMS?	Si No Parcial	
7	¿Incluye el comité de seguridad operacional a líderes de departamento u operacionales pertinentes, según corresponda?	Si No Parcial	

No.	*Aspecto a ser analizado o pregunta por responder*	*Respuesta*	*Estado de implantación*
8	¿Existen grupos de acción de seguridad operacional que trabajan junto con el comité de seguridad operacional (en particular para las organizaciones grandes/complejas)?	Si No Parcial	
Elemento 1.3 – Nombramiento del personal clave de seguridad operacional			
1	¿Ha asignado [Organización] a una persona calificada para gestionar y vigilar la operación diaria del SMS?	Si No Parcial	
2	¿Tiene la persona calificada acceso o notificación directa al ejecutivo responsable, acerca de la implementación y operación del SMS?	Si No Parcial	
3	¿Tiene el gerente responsable de administrar el SMS otra responsabilidad más que pueda entrar en conflicto o perjudicar su papel como gerente de SMS?	Si No Parcial	
4	¿Es el puesto de gerente de SMS un puesto administrativo superior que no es inferior jerárquicamente o subordinado a otros puestos operacionales o de producción?	Si No Parcial	
Elemento 1.4 – Coordinación de la planificación de respuesta ante emergencias			
1	¿Tiene [Organización] un plan de respuesta ante Emergencias/contingencia adecuado para la envergadura, naturaleza y complejidad de la organización?	Si No Parcial	
2	¿Aborda el plan de emergencia/contingencia todos los escenarios de emergencia/crisis posibles o probables, en relación con los suministros de productos o servicios de aviación de la organización?	Si No Parcial	
3	¿Incluye el PEA procedimientos para la producción, la entrega y el respaldo seguros y continuos de los productos o servicios de la aviación durante tales emergencias o contingencias?	Si No Parcial	
4	¿Existe un plan y registro para los ensayos o ejercicios en relación con el PEA?	Si No Parcial	
5	¿Aborda el PEA la coordinación necesaria de sus procedimientos de respuesta ante emergencias/contingencia con los procedimientos de contingencia de emergencia/respuesta de otras organizaciones, donde corresponda?	Si No Parcial	
6	¿Tiene [Organización] un proceso para distribuir y comunicar el PEA a todo el personal pertinente, incluidas las organizaciones externas pertinentes?	Si No Parcial	
7	¿Existe un procedimiento para la revisión periódica del PEA para garantizar su relevancia y eficacia continuas?	Si No Parcial	
Elemento 1.5 Documentación de SMS			
1	¿Existe un resumen de SMS de nivel superior o documento de exposición que esté aprobado por el gerente responsable y aceptado por la AAC?	Si No Parcial	
2	¿Aborda la documentación del SMS el SMS de la organización y sus componentes y elementos asociados?	Si No Parcial	
3	¿Está el marco de trabajo de SMS de [Organización] en alineación con el marco de trabajo del SMS reglamentario?	Si No Parcial	

No.	*Aspecto a ser analizado o pregunta por responder*	*Respuesta*	*Estado de implantación*
4	¿Mantiene [Organización] un registro de documentación de respaldo pertinente para la implementación y operación del SMS?	Si No Parcial	
5	¿Tiene [Organización] un plan de implementación de SMS para establecer su proceso de implementación de SMS, incluidas las tareas específicas y sus hitos de implementación pertinentes?	Si No Parcial	
6	¿Aborda el plan de implementación de SMS la coordinación entre el SMS del proveedor de servicios y el SMS de las organizaciones externas, donde corresponde?	Si No Parcial	
7	¿Respalda el ejecutivo responsable el plan de implementación de SMS?	Si No Parcial	
Componente 2 – GESTIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL			
Elemento 2.1 – Identificación de peligros			
1	¿Existe un proceso para la notificación de peligros/amenazas voluntaria de todos los empleados?	Si No Parcial	
2	¿Es simple la notificación de peligros/amenazas voluntaria, está disponible a todo el personal involucrado en tareas relacionadas con la seguridad operacional y es proporcional a la envergadura del pro- veedor de servicios?	Si No Parcial	
3	¿Incluye el SDCPS de [Organización] procedimientos para la notificación de incidentes/accidentes mediante personal operacional o producción?	Si No Parcial	
4	¿Es simple la notificación de incidentes/accidentes, es accesible para todo el personal involucrado en tareas relacionadas con la seguridad operacional y es proporcional a la envergadura del proveedor de servicios?	Si No Parcial	
5	¿Tiene [Organización] procedimientos para la investigación de todos los incidentes/accidentes notificados?	Si No Parcial	
6	¿Existen procedimientos para garantizar que los peligros/amenazas identificados o descubiertos durante los procesos de investigación de incidentes/accidentes se explican correctamente y se integran en la recopilación de peligros y el procedimiento de mitigación de riesgos de la organización?	Si No Parcial	
7	¿Existen procedimientos para revisar peligros/amenazas de informes industriales pertinentes para medidas de seguimiento o la evaluación de riesgos, donde corresponda?	Si No Parcial	
Elemento 2.2 – Evaluación y mitigación de riesgos de seguridad operacional			
1	¿Existe un procedimiento de identificación de peligros y mitigación de riesgos (HIRM) documentado que implique el uso de herramientas de análisis de riesgos objetivas?	Si No Parcial	
2	¿Aprobaron los gerentes de departamento o un nivel superior los informes de evaluación de riesgos, donde corresponda?	Si No Parcial	
3	¿Existe un procedimiento para la revisión periódica de los registros de mitigación de riesgos existentes?	Si No Parcial	

No.	*Aspecto a ser analizado o pregunta por responder*	*Respuesta*	*Estado de implantación*
4	¿Existe un procedimiento para explicar las medidas de mitigación cada vez que se identifican niveles de riesgos inaceptables?	Si No Parcial	
5	¿Existe un procedimiento para priorizar los peligros identificados para las medidas de mitigación de riesgos?	Si No Parcial	
6	¿Existe un programa para la revisión sistemática y progresiva de todas las operaciones, los procesos, las instalaciones y los equipos relacionados con la seguridad operacional de la aviación sujetos al proceso de HIRM, como lo identificó la organización?	Si No Parcial	
Componente 3 – ASEGURAMIENTO DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL			
Elemento 3.1 – Control y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional			
1	¿Existen indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional identificados para medir y controlar el rendimiento en materia de seguridad operacional de las actividades de aviación de la organización?	Si No Parcial	
2	¿Son los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional relevantes con la política de seguridad operacional así como con los objetivos y metas de seguridad asumidos por el ejecutivo responsable?	Si No Parcial	
3	¿Incluyen los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional alertas y objetivos de seguridad operacional que definan las regiones de rendimiento inaceptable y las metas de mejora establecidas?	Si No Parcial	
4	¿Se basa la configuración de niveles de alerta o los criterios fuera de control en principios de métricas de seguridad operacional objetivos?	Si No Parcial	
5	Incluyen los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional ¿un control cuantitativo de resultados de seguridad operacional de resultados (lagging) y avanzados (leading) determinando los objetivos, metas, control de rendimiento y métodos de mitigación. El explotador de aeródromo en el SMS debe establecer los indicadores de seguridad operacional de resultados (lagging) y avanzados (leading) determinando los objetivos, metas, control de rendimiento y métodos de mitigación, así como indicadores de rendimiento que deberán ser aceptados por la DGAC. Nota. — el operador debe garantizar la coordinación con los indicadores de seguridad operacional existentes definidos por la DGAC	Si No Parcial	
6	¿Están los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional y su configuración de rendimiento asociada desarrollados en función del acuerdo de la autoridad de aviación civil y sujetos a este?	Si No Parcial	
7	¿Existe un procedimiento para una medida correctiva o de seguimiento que puede tomarse cuando no se logran los objetivos o se violan los niveles de alerta?	Si No Parcial	
8	¿Se revisan periódicamente los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional?	Si No Parcial	
Elemento 3.2 La gestión del cambio			

No.	*Aspecto a ser analizado o pregunta por responder*	*Respuesta*	*Estado de implantación*
1	¿Existe un procedimiento para la revisión de instalaciones y equipos existentes relacionados con la seguridad operacional de la aviación (incluidos los registros de HIRM) cada vez que haya cambios pertinentes a aquellas instalaciones y equipos?	Si No Parcial	
2	¿Existe un procedimiento para revisar las operaciones y los procesos existentes relacionados con la seguridad operacional de la aviación pertinente (como cualquier registro de HIRM) cada vez que haya cambios a aquellas operaciones o procesos?	Si No Parcial	
3	¿Existe un procedimiento para revisar las nuevas operaciones y los procesos relacionados con la seguridad operacional de la aviación en busca de peligros/riesgos antes de implementarlos?	Si No Parcial	
4	¿Existe un procedimiento para revisar las instalaciones, los equipos, las operaciones o los procesos existentes pertinentes (incluidos los registros de HIRM) cada vez que existan cambios pertinentes que sean externos a la organización, como normas reglamentarias/industriales, mejores prácticas o tecnología?	Si No Parcial	
Elemento 3.3 – Mejora continua del SMS			
1	¿Existe un procedimiento para la evaluación/auditoría interna periódica del SMS?	Si No Parcial	
2	¿Existe un plan actual de la auditoría/evaluación de SMS interna?	Si No Parcial	
3	¿Incluye la auditoría de SMS la toma de muestras de las evaluaciones existentes completadas/de riesgos de seguridad operacional?	Si No Parcial	
4	¿Incluye el plan de auditoría del SMS la toma de muestras de los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional para conocer la actualidad de los datos y el rendimiento de su configuración de objetivos/alertas?	Si No Parcial	
5	¿Aborda el plan de auditoría de SMS la interfaz de SMS con los subcontratistas o clientes, donde corresponda?	Si No Parcial	
6	¿Existe un proceso para que los informes de auditoría/evaluación de SMS puedan enviarse o destacarse para la atención del gerente responsable, cuando sea necesario?	Si No Parcial	
Componente 4 – PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL			
Elemento 4.1 –Capacitación y educación			
1	¿Existe un programa para proporcionar la capacitación/familiarización de SMS al personal que participa en la implementación u operación del SMS?	Si No Parcial	
2	¿Ha tomado el ejecutivo responsable un curso de familiarización, sesión informativa o capacitación de SMS adecuado?	Si No Parcial	
3	¿Se brinda al personal que participa en la evaluación de riesgos capacitación o familiarización adecuadas de la gestión de riesgos?	Si No Parcial	
4	¿Existe evidencia de esfuerzos de educación o toma de conciencia del SMS a nivel de la organización?	Si No Parcial	

No.	*Aspecto a ser analizado o pregunta por responder*	*Respuesta*	*Estado de implantación*
Elemento 4.2 – Comunicación de la seguridad operacional			
1	¿Participa [Organización] en la distribución de información de seguridad operacional a proveedores de productos y servicios u organizaciones industriales externos pertinentes, incluidas las organizaciones reglamentarias de aviación pertinentes?	Si No Parcial	
2	¿Existe evidencia de una publicación, un circular o un canal de seguridad operacional (SMS) para comunicar la seguridad operacional y asuntos de SMS a los empleados?	Si No Parcial	
3	¿Hay un manual de SMS de [Organización] y material guía relacionado accesible o distribuido a todo el personal pertinente?	Si No Parcial	

ADJUNTO C
GUÍA SOBRE EL DESARROLLO DE UN MANUAL DE SMS DEL EXPLOTADOR DE AERÓDROMO

1. GENERALIDADES

1.1. Este apéndice sirve para guiar a las organizaciones en su compilación de un manual (o documento) de SMS de alto nivel para definir su marco de trabajo de SMS y sus elementos asociados. Puede ser un manual de SMS independiente o puede integrarse como una sección/capítulo de SMS consolidada dentro de un manual aprobado correspondiente de la organización (por ejemplo, el manual de exposición o el manual de la empresa de la organización). La configuración real puede depender de la expectativa reglamentaria.

1.2. Al usar el formato sugerido y los elementos del contenido en este apéndice y adaptarlos como corresponda, es una forma en que la organización puede desarrollar su propio manual de SMS de nivel superior. Los elementos del contenido real dependerán del marco de trabajo de SMS específico y los elementos de la organización. La descripción debajo de cada elemento será proporcional al alcance y la complejidad de los procesos de SMS de la organización.

1.3. El manual servirá para comunicar el marco de trabajo de SMS de la organización de forma interna, así como también, con las organizaciones externas pertinentes. El manual puede someterse al respaldo o aprobación de la DGAC como evidencia de la aceptación del SMS.

Nota. — Se debe hacer una distinción entre un manual de SMS y sus registros y documentos de respaldo operacional. El último hace referencia a registros y documentos históricos y actuales generados durante la implementación y operación de los diversos procesos del SMS. Estos constituyen evidencia documental de las actividades constantes de SMS de la organización.

2. FORMATO DEL MANUAL DE SMS

2.1. El manual de SMS puede asumir un formato de la siguiente manera:

a) encabezado de sección;
b) objetivo;
c) criterios;
d) documentos de referencia cruzada.

2.2. Debajo de cada “encabezado de sección” numerado se incluye una descripción del “objetivo” de esa sección, seguido de sus “criterios” y “documentos de referencia cruzada”. El “objetivo” es lo que intenta lograr la organización al hacer lo que se describe en esa sección. Los "criterios" definen el alcance de lo que se debe considerar al escribir esa sección. Los “documentos de referencia cruzada” vinculan la información con otros manuales pertinentes o SOP de la organización, los que contienen detalles del elemento o proceso, según corresponda.

3. CONTENIDO DEL MANUAL

3.1. Entre los contenidos del manual se pueden incluir las siguientes secciones:

a) Control de documentos;
b) Requisitos reglamentarios del SMS;
c) Alcance e integración del sistema de gestión de la seguridad operacional;
d) Política de seguridad operacional;
e) Objetivos de seguridad operacional;
f) Responsabilidades de la seguridad operacional y personal clave;
g) Notificación de seguridad operacional y medidas correctivas;
h) Identificación de peligros y evaluación de riesgos;
i) Control y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional;
j) Investigaciones relacionadas con la seguridad operacional y medidas correctivas;
k) Capacitación y comunicación de seguridad operacional;
l) Mejora continua y auditoría de SMS;
m) Gestión de los registros de SMS;

n) Gestión de cambio; y
o) Plan de respuesta ante emergencias/contingencia.

3.2. Adicionalmente, el manual SMS en su estructura debería contener:

- Índice
- Lista de páginas efectivas
- Control de revisiones
- Procedimientos para las enmiendas

3.3. A continuación se indica un ejemplo del tipo de información que puede incluirse en cada sección mediante el formato descrito en 2.2.

a) Control de documentos

Objetivo

Describir cómo los manuales se mantendrán actualizados y cómo garantizará la organización que el personal que participa en las tareas relacionadas con la seguridad operacional tenga la versión más actual.

Criterios

i) Copia impresa o medio electrónico controlado y lista de distribución.
ii) La correlación entre el manual de SMS y otros manuales existentes, como el manual de mantenimiento o el manual de aeródromo.
iii) El proceso de revisión periódica del manual y sus formularios/documentos relacionados para garantizar su sustentabilidad, suficiencia y eficacia constantes.
iv) El proceso de administración, aprobación y aceptación reglamentaria del manual.

Documentos de referencia cruzada

Manual de la calidad, manual de ingeniería, etc.

b) Requisitos reglamentarios del SMS

Objetivo

Abordar los reglamentos de SMS y el material guía actuales para obtener una referencia necesaria y toma de conciencia de todos los interesados.

Criterios

i) Explicar en detalle los reglamentos/normas actuales de SMS. Incluir el marco de tiempo del cumplimiento y las referencias del material de asesoramiento, según corresponda.
ii) Donde corresponda, elaborar o explicar la importancia y las implicaciones de los reglamentos para la organización.
iii) Establecer una correlación con otros requisitos o normas relacionados con la seguridad operacional, donde corresponda.

Documentos de referencia cruzada

Referencias de reglamentos/requisitos de SMS, referencias de documentos de guía de SMS, etc.

c) Alcance e integración del sistema de gestión de la seguridad operacional

Objetivo

Describir el alcance y extensión de las operaciones e instalaciones relacionadas con la aviación de la organización, dentro de las cuales se aplicará el SMS. También se debe abordar el alcance de los procesos, los equipos y las operaciones consideradas idóneas para el programa de identificación de peligros y mitigación de riesgos (HIRM) de la organización.

Criterios

i) Explicar la naturaleza del negocio de aviación de la organización y su posición o función dentro de la industria como un todo.

ii) Identificar las áreas, los departamentos, los talleres y las instalaciones principales de la organización, dentro de las cuales se aplicará el SMS.
iii) Identificar los procesos, las operaciones y los equipos principales que se consideran idóneos para el programa HIRM de la organización, especialmente aquellos que son pertinentes para la seguridad operacional de la aviación. Si el alcance de los procesos, las operaciones y los equipos idóneos de HIRM es demasiado detallado o extenso, se puede controlar de acuerdo con un documento complementario, según corresponda.
iv) Donde se espera que el SMS se opere o administre en un grupo de organizaciones o contratistas interconectados, defina y documente dicha integración y las responsabilidades asociadas, según corresponda.
v) Donde hayan otros sistemas de control/gestión relacionados dentro de la organización, como QMS, OSHE y SeMS, identifique su integración pertinente (donde corresponda) dentro del SMS de la aviación.

Documentos de referencia cruzada
Manual de la calidad.

d) Política de seguridad operacional

Objetivo
Describir las intenciones de la organización, sus principios de gestión y su compromiso con la mejora de la seguridad operacional de la aviación, en términos del proveedor de productos o servicios. Una política de seguridad operacional debe ser una descripción corta, parecida a una declaración de la misión.

Criterios
i) La política de seguridad operacional debe ser adecuada para la envergadura y complejidad de la organización.
ii) La política de seguridad operacional señala las intenciones de la organización, sus principios de gestión y el compromiso con la mejora continua en la seguridad operacional de la aviación.
iii) El ejecutivo responsable aprueba y firma la política de seguridad operacional.
iv) El ejecutivo responsable y el resto de los gerentes promueven la política de seguridad operacional.
v) La política de seguridad operacional se revisa periódicamente.
vi) El personal en todos los niveles participa en el establecimiento y mantenimiento del sistema de gestión de la seguridad operacional.
vii) La política de seguridad operacional se comunica a todos los empleados con la intención de crear conciencia de sus obligaciones de seguridad operacional individuales.

Documentos de referencia cruzada
Política de seguridad operacional de OSHE, etc.

e) Objetivos de seguridad operacional

Objetivo
Describir los objetivos de seguridad operacional de la organización. Los objetivos de seguridad operacional deben ser una declaración corta que describa a grandes rasgos lo que espera lograr la organización.

Criterios
i) Se hayan establecido los objetivos de seguridad operacional.
ii) Los objetivos de seguridad operacional se expresan como una declaración de nivel superior que describe el compromiso de la organización para lograr la seguridad operacional.
iii) Existe un proceso formal para desarrollar un conjunto coherente de objetivos de seguridad operacional.
iv) Los objetivos de seguridad operacional se difunden y distribuyen.

v) Se han asignado recursos para lograr los objetivos.
vi) Los objetivos de seguridad operacional se vinculan con los indicadores de seguridad operacional para facilitar el control y la medición, como corresponda.

Documentos de referencia cruzada
Documento de indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional, etc.

f) Responsabilidades de la seguridad operacional y personal clave

Objetivo
Describir las autoridades y responsabilidades de la seguridad operacional para el personal que participa en el SMS.

Criterios
i) El ejecutivo responsable se encarga de garantizar que el sistema de gestión de la seguridad operacional se implemente correctamente y se desempeñe según los requisitos en todas las áreas de la organización.
ii) Se asignó un gerente (oficina) de seguridad operacional correspondiente, un comité de seguridad operacional o grupos de acción de seguridad operacional, según corresponda.
iii) Las autoridades y responsabilidades de seguridad operacional del personal en todos los niveles de la organización están definidos y documentados.
iv) Todo el personal comprende sus autoridades y responsabilidades en relación con los procesos, las decisiones y las medidas de la gestión de seguridad operacional.
v) Se dispone de un diagrama de responsabilidades institucionales del SMS.

Documentos de referencia cruzada
Reglamento de Trabajo, Manual de Organización y Funciones, Manual de SOP, manual de administración, etc.

g) Notificación de seguridad operacional y medidas correctivas

Objetivo
Un sistema de notificación debe incluir medidas reactivas (informes de accidentes/incidentes, etc.) y proactivas (informes de peligros). Describir los sistemas de notificación respectivos. Entre los factores que se deben considerar se incluyen: el formato del informe, la confidencialidad, los destinatarios, los procedimientos de investigación/evaluación, las medidas correctivas/preventivas y la divulgación del informe.

Criterios
i) La organización tiene un procedimiento que proporciona la captura de sucesos internos, como accidentes, incidentes y otros sucesos pertinentes para el SMS.
ii) Se debe hacer una distinción entre los informes obligatorios (accidentes, incidentes graves, defectos importantes, etc.) que se deben notificar a la CIAA y otros informes de sucesos de rutina, que permanecen dentro de la organización.
iii) También existe un sistema de notificación de peligros/sucesos voluntaria y confidencial, que incorpora la protección de identidad/datos adecuada, según corresponda.
iv) Los procesos de notificación respectivos son simples, accesibles y proporcionales a la envergadura de la organización.
v) Los informes de seguridad operacional y las recomendaciones asociadas se abordan y revisan según el nivel de gestión correspondiente.
vi) Los informes se recopilan en una base de datos adecuada para facilitar el análisis necesario.

Documentos de referencia cruzada
SINOV

h) Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Objetivo

Describir el sistema de identificación de peligros y cómo se recopilan tales datos. Describir el proceso para la categorización de peligros/riesgos y su posterior priorización para una evaluación de seguridad operacional documentada.
Describir cómo se lleva a cabo el proceso de evaluación de seguridad operacional y cómo se implementan planes de acción preventiva.

Criterios

i) Los peligros identificados se evalúan, priorizan y procesan para la evaluación de riesgos, según corresponda.
ii) Existe un proceso estructurado para la evaluación de riesgos que implica la evaluación de gravedad, probabilidad, tolerabilidad y controles preventivos.
iii) Los procedimientos de identificación de peligros y evaluación de riesgos se centran en la seguridad operacional de la aviación, así como también, en su contexto fundamental.
iv) El proceso de evaluación de riesgos usa hojas de cálculo, formularios o software correspondientes a la complejidad de la organización y las operaciones involucradas.
v) El nivel de gestión correspondiente aprueba las evaluaciones de seguridad operacional completadas.
vi) Existe un proceso para evaluar la eficacia de las medidas correctivas, preventivas y de recuperación que se han desarrollado.
vii) Existe un proceso para la revisión periódica de las evaluaciones de seguridad operacional completadas y la documentación de sus resultados.

i) Control y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional

Objetivo

Describir el componente de control y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional del SMS. Esto incluye los indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional (SPI) del SMS de la organización.

Criterios

i) El proceso formal para desarrollar y mantener un conjunto de indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional y sus objetivos eficaces asociados.
ii) Correlación establecida entre los SPI y los objetivos de seguridad operacional de la organización, donde corresponda, y el proceso de aceptación reglamentaria de los SPI, donde sea necesario.
iii) El proceso de control del rendimiento de estos SPI, incluido el procedimiento de medidas correctivas, cada vez que se activen tendencias inaceptables o anormales.
iv) Cualquier otro criterio o proceso de control y medición del rendimiento en materia de seguridad operacional o de SMS complementario.

j) Investigaciones relacionadas con la seguridad operacional y medidas correctivas

Objetivo

Describir cómo se investigan y procesan los accidentes/incidentes/sucesos dentro de la organización, incluida la correlación con el sistema de identificación de peligros y gestión de riesgos del SMS de la organización.

Criterios

i) Procedimientos para garantizar que se investiguen de forma interna los accidentes e incidentes notificados.

ii) Divulgación interna de los informes de investigación completados al igual que a la CIAA, según corresponda.
iii) Un proceso para garantizar que se lleven a cabo las medidas correctivas tomadas o recomendadas y para evaluar sus resultados/eficacia.
iv) Procedimiento sobre la consulta y las medidas disciplinarias asociadas con los resultados del informe de investigación.
v) Condiciones definidas claramente según las cuales se podrían considerar medidas disciplinarias punitivas (por ejemplo, actividad ilegal, imprudencia, negligencia grave o conducta impropia deliberada).
vi) Un proceso para garantizar que las investigaciones incluyan la identificación de averías activas, así como también, factores y peligros que contribuyen.
vii) El procedimiento y el formato de la investigación proporcionan hallazgos sobre factores o peligros contribuyentes que se procesarán para la medida de seguimiento con el sistema de identificación de peligros y gestión de riesgos de la organización, donde corresponda.

k) Capacitación y comunicación de seguridad operacional

Objetivo
Describir el tipo de SMS y otra capacitación relacionada con la seguridad operacional que reciba el personal y el proceso para garantizar la eficacia de la capacitación. Describir cómo se documentan tales procedimientos de capacitación. Describir los procesos/canales de comunicación de seguridad operacional dentro de la organización.

Criterios
i) Se documenta el programa de capacitación, la idoneidad y los requisitos.
ii) Existe un proceso de validación que mide la eficacia de la capacitación.
iii) La capacitación incluye capacitación inicial, recurrente y de actualización, donde corresponda.
iv) La capacitación de SMS de la organización es parte del programa de capacitación general de la organización.
v) Se incorpora la toma de conciencia de SMS en el programa de empleo o adoctrinamiento.
vi) Los procesos/canales de comunicación de la seguridad operacional dentro de la organización.

l) Mejora continua y auditoría de SMS

Objetivo
Describir el proceso para la revisión y mejora continuas del SMS.

Criterios
i) El proceso para una auditoría/revisión interna regulares del SMS de la organización para garantizar su continua sustentabilidad, suficiencia y eficacia.
ii) Describir cualquier otro programa que contribuya con la mejora continua del SMS de la organización y el rendimiento en materia de seguridad operacional, por ejemplo, MEDA, estudios de seguridad operacional, sistemas ISO.

m) Gestión de los registros de SMS

Objetivo
Describir el método de almacenamiento de todos los registros y documentos relacionados con SMS.

Criterios
i) La organización tiene registros de SMS o un sistema de archivo que garantiza la conservación de todos los registros generados en conjunto con la implementación y operación del SMS.

ii) Los registros que deben guardarse incluyen informes de peligros, informes de evaluación de riesgos, notas de grupos de acción de seguridad operacional/reuniones de seguridad operacional, diagramas de indicadores de rendimiento en materia de seguridad operacional, informes de auditoría del SMS y registros de la capacitación de SMS.
iii) Los registros deben permitir que se rastreen todos los elementos del SMS y que estén accesibles para la administración de rutina del SMS, así como también, para propósitos de auditorías internas y externas.

n) Gestión de cambio

Objetivo
Describir el proceso de la organización para gestionar los cambios que pueden tener un impacto en los riesgos de la seguridad operacional y cómo tales procesos se integran con el SMS.

Criterios
i) Procedimientos para garantizar que los cambios institucionales y operacionales sustanciales consideran cualquier impacto que puedan tener en los riesgos existentes de la seguridad operacional.
ii) Procedimientos para garantizar que se lleva a cabo una evaluación de seguridad operacional correspondiente antes de la introducción de nuevos equipos o procesos que tengan implicaciones de riesgos de seguridad operacional.
iii) Procedimientos para la revisión de evaluaciones de seguridad operacional existentes cada vez que se apliquen cambios al proceso o equipo asociado.

Documentos de referencia cruzada
SOP de la empresa relacionado con la gestión de cambio, etc.

o) Plan de respuesta ante emergencias/contingencia.

Objetivo
Describir las intenciones de la organización acerca de situaciones de emergencia y sus controles de recuperación correspondientes, además de su compromiso para abordar dichas situaciones. Describir las funciones y responsabilidades del personal clave. El plan de respuesta ante emergencias puede ser un documento separado o puede ser parte del manual de SMS.

Criterios (como corresponda para la organización)
i) La organización tiene un plan de emergencia que describe las funciones y responsabilidades en caso de un incidente, una crisis o un accidente importante.
ii) Existe un proceso de notificación que incluye una lista de llamadas de emergencia y un proceso de movilización interno.
iii) La organización tiene disposiciones con otras agencias para recibir ayuda y la disposición de servicios de emergencia, según corresponda.
iv) La organización tiene procedimientos para las operaciones del modo de emergencia, donde corresponda.
v) Existe un procedimiento para vigilar el bienestar de todas las personas afectadas y para notificar al familiar más cercano.
vi) La organización ha establecido procedimientos para tratar con los medios de comunicación y temas relacionados con el seguro.
vii) Existen responsabilidades de investigación de accidentes definidas dentro de la organización.
viii) El requisito para preservar la evidencia, asegurar el área afectada y la notificación obligatoria/gubernamental está claramente declarada.
ix) Existe una capacitación de preparación y respuesta ante emergencias para el personal afectado.

x) La organización desarrolló un plan de evacuación en caso de un accidente con aeronave o un equipo averiado con el asesoramiento de propietarios de aeronaves/equipos, explotadores de aeródromo u otras agencias, según corresponda.
xi) Existe un procedimiento para registrar las actividades durante una respuesta ante emergencias.

Documentos de referencia cruzada

Plan de Emergencia, Planes de Contingencia, etc.

———————

APÉNDICE Nº 17

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL ÁERODROMO

I.- "PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LAS ÁREAS PAVIMENTADAS Y NO PAVIMENTADAS DEL AERÓDROMO"

1) GENERALIDADES

El correcto mantenimiento de las instalaciones aeroportuarias es importante tanto para la operación de las aeronaves en condiciones de seguridad como para la prolongación de la vida útil de las instalaciones.

De conformidad con lo indicado en el párrafo 10.1.1 y 10.2.1 de la presente regulación, el explotador del aeródromo debe establecer, incluyendo, cuando sea apropiado, un programa de mantenimiento preventivo en el aeródromo que permita la fiabilidad y mantenibilidad de cada una de las instalaciones del área de movimientos del aeropuerto.

Adicionalmente, el párrafo 10.2.2 precisa que la superficie de las pistas debería mantenerse en un estado que impida la formación de irregularidades dañosas o el desprendimiento de material que pudiera representar un peligro para el funcionamiento de las aeronaves. Esta especificación exige una vigilancia continua del estado del pavimento y su reparación, cuando sea necesario.

Nota: El programa de mantenimiento debe ser establecido para cada aeródromo en particular.

2) CONTROL DE LAS SUPERFICIES

a) Contaminación de las pistas y calles de rodaje

Los objetos que se hallan en la superficie de las pistas y calles de rodaje provienen de lo siguiente:

i) Restos del pavimento dañado
ii) Restos de los sellos de las juntas
iii) Restos de caucho de los neumáticos de las aeronaves
iv) Piedras arrojadas al cortar la hierba
v) Piezas metálicas o plásticas de las aeronaves y/o vehículos terrestres
vi) Arena y tierra aportada por vientos fuertes o por el chorro de los motores de las aeronaves
vii) Pájaros u otros animales muertos por el choque con aeronaves.

b) Contaminación de la plataforma de aeronaves

Las plataformas están expuestas a mayor contaminación que las otras zonas del movimiento de aeronaves del aeropuerto, debido al mayor número de usuarios, la concentración del tránsito, y a las actividades de carga que ahí se realizan. Los objetos que se encuentran en las plataformas son:

i) Piedras, botellas, tapones, tapas, herramientas perdidas, objetos personales, clavos, tornillos, restos de caucho, piezas plásticas y metálicas de todo tamaño, provenientes de cajas, contenedores, maletas y otro tipo de embalaje.
ii) Restos en la zona de manipulación de carga y cerca de las zonas de construcción.
iii) Otro tipo de contaminación es la provocada por el aceite hidráulico, el combustible y los lubricantes

c) Inspecciones

a. Las inspecciones deben efectuarse:
   i. cuatro veces al día (aeródromos H24),
   ii. tres veces al día (aeródromos H18), o
   iii. dos veces al día (aeródromos H12), o
   iv. antes del inicio y después de cada vuelo en aeródromos de escaso movimiento.
b. En pistas, calles de rodaje y plataformas deben realizarse al menos una vez al día.

3) CONTENIDO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El Programa de mantenimiento debe estar incluido en el Manual de Aeródromo.

1. Programa de inspecciones.

a. El programa de inspecciones debe asegurar que todas las áreas pavimentadas y no pavimentadas del área de movimiento sean cuidadosamente inspeccionadas y en su totalidad.
b. En condiciones meteorológicas adversas que puedan afectar negativamente el pavimento y en el área de movimiento se requerirán inspecciones adicionales.

2. Inspecciones diarias

c. Se deben realizar inspecciones diarias en toda el área de movimiento, documentando el resultado.
d. Las inspecciones diarias tendrán por objetivo: Identificar deterioros en la superficie del pavimento, objetos que puedan constituir FOD, presencia de contaminantes y acumulación de caucho en la superficie del pavimento.
e. Cuando se detecten deterioros de las condiciones superficiales que induzcan a que puedan comprometer la capacidad funcional o estructural del pavimento, se debe programar una inspección especializada para la evaluación por personal especializado.
f. Se inspeccionarán el estado de conservación de las señales horizontales.
g. Se inspeccionarán las áreas no pavimentadas del área de movimiento, para asegurar que las condiciones no atenten desfavorablemente en el desarrollo de las operaciones aéreas: estado de la vegetación en franja, niveles de las superficies de las franjas, estado de conservación de zanjas de drenaje y alcantarillas.

3. Inspecciones especializadas

El Explotador del Aeródromo deberá realizar inspecciones especializadas periódicas o cuando durante las inspecciones diarias detecten deterioros que pueden comprometer el pavimento o situaciones que puedan atentar en contra de la seguridad operacional.

4. Registro de inspecciones

a. Se debe documentar y mantener los registros debidamente organizados de todas las inspecciones y mantenimientos realizados.
b. Los registros de inspección deben documentar la condición de los deterioros, ubicación, tipo de deterioro, posibles causas.

5. Inventario del Sistema de Drenaje.

Representación a escala apropiada y georeferenciada de la ubicación de las zanjas de drenaje y alcantarillas.

6. Evaluaciones de campo.

a. El Explotador de Aeródromo, deberá efectuar evaluaciones para determinar y monitorear la capacidad funcional y estructural del pavimento que permitan tomar decisiones para conservar y mantener en estado que garantice la seguridad operacional y vida útil de la infraestructura del área de movimiento.
b. Evaluación funcional, orientado a evaluar las condiciones del pavimento mediante las siguientes metodologías:
   I. El Índice de Condición de Pavimentos (PCI).
   II. El coeficiente de rozamiento.
   III. La Rugosidad del Pavimento.
c. Evaluación estructural, orientado a evaluar las condiciones del pavimento mediante la siguiente metodología:
   I. Número de Clasificación del Pavimento – PCN.
d. Evaluación del sistema de drenaje y estado de conservación de las Alcantarillas.

e. La DGAC puede determinar, la ejecución de alguna metodología específica, de ser el caso.

7. Inventario del pavimento.

El Explotador del Aeródromo deberá identificar los deterioros del pavimento, el mismo que debe registrarse mediante:

a. Representación a escala apropiada y georreferenciada de la ubicación de la(s) pista(s), calles de rodaje y plataformas, dimensiones, tipo de pavimento, año de construcción, mejoramiento o rehabilitación.
b. Inventario del estado de mantenimiento de los pavimentos. Identificación del tipo de deterioros, ubicación georreferenciada de los deterioros.
c. Inventario del deterioro de los pavimentos del área de movimiento: tipo de deterioros, ubicación georreferenciada, causas de los deterioros.

Adicionalmente, deberán elaborarse documentos en donde se identifiquen: métodos de tratamiento o reparación, especificaciones técnicas, materiales, equipo, recursos humanos.

8. Evaluación del registro de inspecciones y del estado del pavimento.

a. Los registros de inspección serán evaluados para determinar las acciones y elaborar un programa de mantenimiento preventivo o correctivo que permita mantener el estado de los pavimientos y áreas no pavimentadas en condiciones que garanticen la seguridad, regularidad o eficiencia de la navegación aérea.
b. Como resultado de los registros de inspecciones, se programarán actividades que pueden comprender, entre otras: Limpieza de la superficie del pavimento, parchados, tratamiento/sellado de fisuras, subsanación de baches, Sellado asfáltico de las superficies, tratamiento de Juntas, remoción de caucho, pintado de la señalización horizontal, limpieza y conformación de franjas, control de vegetación o de arena, roce de vegetación, limpieza del sistema de drenaje, estabilización de taludes y control de erosión de franjas, nivelación de lugares puntuales en franja, vías perimetrales y vallas (cerco perimétrico).
c. De identificar áreas que induzcan a deterioros funcionales y estructurales que afecten al pavimento, se deberá solicitar una evaluación especializada según corresponda, para determinar las medidas correctivas, de ser el caso.
d. La implementación de un procedimiento de gestión de mantenimiento permitirá, utilizar los resultados de la evaluación funcional y estructural para establecer el momento adecuado para programar un mantenimiento o rehabilitación del pavimento.

9. Capacitación del personal.

Todo personal encargado de realizar las inspecciones diarias para verificar las condiciones de mantenimiento del área de movimiento, deberá ser previamente capacitado, cuando menos, en los siguientes temas: Identificación de FOD, construcción y deterioro de pavimentos, evaluación y notificación del estado de la superficie de la pista. Las capacitaciones deberán tener cuando menos una recurrencia anual.

El personal encargado de realizar inspecciones especializadas deberá tener conocimientos en Pavimientos: Diseño, construcción, evaluación y mantenimiento, Especificaciones Técnicas de Construcción, Regulación Aeronáutica del Perú – RAP 314.

10. Mantenimiento de registros.

a. Registro histórico de los mantenimientos realizados: fechas, magnitud, tipo de tratamientos realizados.
b. Registro histórico de la evaluación funcional de los pavimientos.
c. Registro histórico de evaluación estructural de los pavimentos.
d. Registro histórico del número de operaciones anuales, tipo de aeronaves, peso de aeronaves en operación, ACN de aeronaves en operación.

II.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LAS AYUDAS VISUALES Y SISTEMAS ELÉCTRICOS

1. Generalidades

a. El explotador del aeródromo debe establecer un programa de mantenimiento, que incluya el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, para asegurar que las instalaciones de luces, los letreros y las señales, se conserven en condiciones tales que, no afecten a la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea.

b. Los programas de mantenimiento serán desarrollados e incluidos dentro de los procedimientos del manual de aeródromo, aceptables a la DGAC.

c. El explotador del aeródromo debe disponer de personal debidamente capacitado con conocimiento completo de los equipos componentes del sistema de ayudas visuales instalados en el aeródromo, aceptable a la DGAC.

d. El explotador del aeródromo debe mantener los registros de capacitación actualizados y estén a disposición de la DGAC cuando esta así lo solicite.

e. El explotador del aeródromo para cumplir con el programa de mantenimiento preventivo debe disponer de las herramientas y equipos de medición necesarios, como así también lugares de reparación en ambiente controlado, que incluya:

   i. las herramientas adecuadas para realizar cualquier tarea;

   ii. los equipos de prueba para el mantenimiento y solución de problemas de cables de los circuitos de iluminación del aeródromo, localizadores de cables bajo tierra y conductos, medición de la resistencia de aislamiento de los conductores, medición la resistencia del sistema de puesta a tierra, mediciones fotométricas, medición de voltaje y corriente.

   iii. los repuestos en stock de los elementos que constituyen los sistemas eléctricos, conectores, transformadores, reguladores, balizas, filtros, etc.;

   iv. la base de datos y planos conforme la obra de todos los circuitos y centrales de energía;

   v. subestaciones y redes, debidamente actualizados y revisados por lo menos una vez al año o en cada modificación que se realice;

   vi. los manuales técnicos aplicables, necesarios para la solución de problemas y la calibración de los reguladores de corriente constante, luminarias y circuitos serie de la iluminación.

f. El explotador del aeródromo debe disponer como requerimiento mínimo para los procedimientos de las operaciones de mantenimiento los siguientes documentos:

   i. Guía de inspecciones de servicio que componen el programa de mantenimiento.

   ii. Registro de los resultados de cada actividad de mantenimiento, programadas o no programadas.

   iii. Reparaciones y resolución de problemas del equipo y los resultados de esas acciones, así como detalle de los síntomas relacionados con el mal funcionamiento.

   iv. Niveles de stock de partes de repuesto.

v. Certificados de calibración del equipamiento de medición, vigentes.

g. El explotador del aeródromo debe mantener actualizado el sistema de registros donde se compilen los datos que documentan la efectividad del programa de mantenimiento.

2. Mantenimiento preventivo y correctivo de Ayudas Visuales

a. El explotador del aeródromo debe asegurar que en el plan/programa de mantenimiento de ayudas visuales, se incluyan como mínimo, las inspecciones de mantenimiento preventivo, inspección visual, reparación, instalación, calibración y los procedimientos de mantenimiento no programado, que contengan la documentación técnica requerida conforme al fabricante o prácticas recomendadas que proporcione el nivel mínimo requerido para el movimiento seguro y eficiente de la aeronave durante el despegue, aterrizaje y operaciones de rodaje.

b. La medición de la intensidad, apertura de haz y orientación de las luces comprendidas en los sistemas de luces de aproximación en pista, para las pistas de aproximación de precisión de Categoría II o III deberá efectuarse con una unidad móvil de medición de suficiente exactitud como para analizar las características de cada luz.

c. El explotador del aeródromo debe basar la frecuencia de medición de las luces para pistas de aproximación de precisión de Categoría II o III en la densidad del tránsito, el nivel de contaminación local y la fiabilidad del equipo de luces instalado, y en la continua evaluación de los resultados de la medición sobre el terreno.

d. El explotador de aeródromo debe verificar periódicamente que todas las lámparas del sistema PAPI estén encendidas y son de igual intensidad, limpieza de los elementos ópticos difusores, filtros y reglaje en elevación (ángulo vertical) de los dispositivos o de las unidades.

e. El explotador del aeródromo, como parte de su plan/programa de Mantenimiento de ayudas visuales, debe inspeccionar todas las señales en las zonas pavimentadas por lo menos cada seis meses; en el programa de mantenimiento se debe incorporar la frecuencia de las inspecciones necesarias dependiendo de las condiciones locales para determinar el deterioro de las señales debido a las condiciones meteorológicas y a la decoloración por acción de los rayos ultravioletas, de la suciedad o debido a la contaminación por caucho de los neumáticos.

3. Requisitos de fiabilidad de las ayudas visuales

a. El explotador de aeródromo debe garantizar la fiabilidad del sistema de iluminación que conforma el sistema de las ayudas visuales del aeródromo, esencial para la seguridad operacional, capacidad y funcionamiento, especialmente para operaciones de baja visibilidad. Por lo tanto, el programa de mantenimiento preventivo establecido por el explotador del aeródromo debe garantizar un servicio confiable y operación continua mediante Inspecciones programadas, cuyas pruebas y calibraciones deben realizarse periódicamente cada 3 meses.

b. El explotador del aeródromo debe dar prioridad de mantenimiento cuando existan fallas en los equipos, informaciones falsas y el deterioro del sistema de ayudas visuales, evitando que los fallos puedan ocurrir en un momento crítico, donde la seguridad operacional se encuentre con un riesgo alto.

4. Circuitos serie de las ayudas visuales y reguladores RCC

a. El explotador del aeródromo debe realizar periódicamente controles de mantenimiento preventivo a los circuitos de iluminación del aeródromo, a fin de garantizar un funcionamiento fiable del sistema. Además, deben realizarse las pruebas de resistencia del aislamiento en todos los circuitos de la pista y rodaje.

b. El explotador del aeródromo debe medir la tensión de entrada de la sala de reguladores de corriente constante en varios momentos del día y/o de noche, así como las medidas de la corriente de salida del Regulador de Corriente constante para cada brillo y circuito de los sistemas de luces de las ayudas visuales para garantizar la fiabilidad de los circuitos.

c. El explotador del aeródromo debe realizar la medición de la resistencia de puesta a tierra para cada equipo.

5. Sistemas de control remoto de las ayudas visuales

El explotador del aeródromo debe establecer un programa de mantenimiento para sistema de control de las ayudas visuales que incluya la capacitación necesaria para el personal del mantenimiento del sistema y para el personal del aeródromo.

6. Mantenimiento de la energía eléctrica primaria y secundaria

a. El explotador de aeródromo debe asegurar el buen estado de servicio y la fiabilidad operacional de las instalaciones eléctricas de energía primaria y secundaria del aeródromo, requisito indispensable para el funcionamiento seguro de las. ayudas visuales, las instalaciones de navegación aérea (VOR, DME, NDB), las ayudas electrónicas para el aterrizaje, el RADAR del sistema de vigilancia, los equipos de comunicaciones del servicio de tránsito aéreo, el equipo de los servicios meteorológicos, la iluminación de la plataforma y edificios, aceptable a la DGAC.

b. El explotador del aeródromo debe asegurar que el plan/programa de mantenimiento de los sistemas eléctricos del aeródromo, permita proporcionar la energía eléctrica necesaria para las instalaciones de la/s pista/s en uso, ya sea para las condiciones de vuelo visual (VFR) o condiciones de vuelo por instrumentos (IFR), en el caso de un fallo extenso o de tipo catastrófico de la alimentación principal.

c. El explotador del aeródromo debe establecer el programa de mantenimiento de las Unidades de Energía ininterrumpible, debido a la criticidad de los equipos que reciben suministro de energía de estos sistemas para cada instalación.

d. El explotador del aeródromo debe comprobar periódicamente, el funcionamiento del grupo electrógeno, cuando la energía secundaria esté producida por este equipamiento.

e. El explotador del aeródromo debe implementar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas con personal calificado de ingenieros y/o técnicos electricistas competentes, en número y capacitados. Estos especialistas deben estar presentes durante las horas de funcionamiento del aeródromo para subsanar cualquier deficiencia que pudiera surgir y los registros de capacitación estarán a disposición de la DGAC cuando esta así lo solicite.

f. El explotador del aeródromo debe incluir en su programa de mantenimiento el control del intervalo de tiempo que transcurre entre la falla de la fuente primaria de energía eléctrica y el restablecimiento completo de los servicios según los requisitos de tiempo máximo de conmutación para las Ayudas Luminosas, y que sea aceptable a la DGAC.

g. Cuando se efectúen procedimientos en condiciones de mala visibilidad, el explotador de aeródromo debe imponer restricciones en las actividades de construcción o mantenimiento llevadas a cabo en lugares próximos a los sistemas eléctricos del aeródromo.

7. Contenidos del Programa de Mantenimiento

a. Para garantizar un alto nivel de confiabilidad en el funcionamiento de los sistemas de ayudas visuales y energía eléctrica, cada aeródromo debe contar con un programa de mantenimiento eficaz y eficiente y comprender por lo menos los siguientes sistemas:

i. Subestación de Ayudas Visuales
ii. Reguladores de Corriente Constante (RCC) de los circuitos serie
iii. Luminarias de los Sistemas de iluminación del área de Movimientos
iv. Letreros iluminados de pista y calles de rodaje.
v. Faros de aeródromo
vi. Iluminación de Indicadores de dirección del viento
vii. Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación (PAPI / APAPI)
viii. Luces identificadoras de umbral de pista (RETIL)
ix. Sistema de iluminación de aproximación de precisión (ALS)
x. Luces de Obstáculo
xi. Luces de Zona de Toma de Contacto y eje de Pista
xii. Proyectores de Iluminación de Plataformas
xiii. Energía secundaria – Planta de energía de emergencia y transferencia
xiv. Sistema de alimentación ininterrumpida - UPS
xv. Señalización del Área de Movimiento

b. El programa de mantenimiento preventivo, que debe realizar el operador del aeródromo para las instalaciones y equipos de ayudas visuales, de cada sistema especificado en párrafo anterior, como mínimo debe contener:

i. La inspección preventiva para cada subsistema importante con el procedimiento, y las instrucciones paso a paso que se deben realizar.
ii. La rutina recomendada que puede mejorarse para adaptarse a condiciones locales particulares del aeródromo.
iii. Determinación de las frecuencias, metodologías de verificación y los procedimientos.
iv. El equipo necesario y el personal idóneo para el mantenimiento.
v. Las frecuencias y horarios de inspección.
vi. Los registros de Inspección, en debido formato.
vii. El registro de los resultados de cada actividad de mantenimiento, programadas o no programadas, en debido formato.

c. Las tareas que debe incluir como mínimo el programa de mantenimiento de ayudas visuales y energía eléctrica, deben ser:

i. Orientación y nivelación de la Luminarias en azimut
ii. Vidrios, difusores, filtros y lámparas, rotos o con acumulación de suciedad
iii. Sustitución de lámparas quemadas y por debajo del 50% de su vida útil
iv. Sustitución de Lentes prismáticos y filtros de color o translucidos
v. Pedestal frangible en mal estado
vi. Comprobación de la fotometría
vii. Daños en luces de obstrucción
viii. Obstrucción por vegetación u otros obstáculos
ix. Daños en los conos de los indicadores de dirección de viento
x. Operatividad del Faro Giratorio
xi. Operación de subestaciones
xii. Operación de las transferencias de energía primaria a secundaria.
xiii. Operación de los generadores de energía secundaria

———————

APENDICE 18

OPERACIÓN DE AERONAVES CON ACN SUPERIOR AL PCN NOTIFICADO

18.1 Para operaciones de aeronaves con ACN superior al PCN notificado, donde la magnitud de la sobrecarga o la frecuencia de utilización del pavimento no justifiquen un estudio detallado, se deben considerar los siguientes criterios:

a) En el caso de pavimentos flexibles, el ACN debe ser menor que el PCN notificado incrementado en 10 %.
b) En el caso de pavimentos rígidos o compuestos, el ACN debe ser menor que el PCN notificado incrementado en 5 %.
c) El número anual de movimientos de sobrecarga no debe excederse de un 5 % de los movimientos totales anuales, exceptuando de estos las aeronaves con un peso máximo de despegue menor o igual a 5,700 Kg.
d) No se permiten movimientos de sobrecarga sobre los pavimentos que presenten señales de deterioro y/o falla severa, o su terreno de fundación pueda estar debilitado por presencia de la napa freática.

18.2 Cuando el explotador del aeródromo requiera justificar la magnitud de la sobrecarga y/o la frecuencia de las operaciones de aeronaves con ACN superior al PCN notificado, presentará un estudio a la DGAC para su evaluación.

18.3 A solicitud de la DGAC o cuando el explotador de aeródromos requiera actualizar el PCN notificado deberá presentar un estudio detallado a la DGAC para su evaluación y posterior modificación del resolutivo correspondiente.

18.4 Los explotadores de aeródromos mantendrán un registro de las operaciones de aeronaves con ACN superiores al PCN notificado, de acuerdo al formato de reporte del anexo adjunto y, se enviarán a la DGAC dentro de los cinco primeros días del año siguiente.

18.5 Los explotadores de aeródromos que no hayan notificado el PCN de los aeródromos bajo su administración deberán realizar el estudio de determinación del PCN y presentar a la DGAC para su evaluación y posterior modificación del resolutivo correspondiente, en un plazo que no exceda de un año de la entrada en vigencia de la presente regulación.

ANEXO

REPORTE DE OPERACIONES DE AERONAVES CON ACN SUPERIOR AL PCN NOTIFICADO

Fecha	DATOS DE LA AERONAVE							PCN Notificado	Máximo Peso Autorizado (Kg)	Peso con PCN incrementado 10 % (Flexible) 5 % (Rigido)
	Empresa	Tipo de Aeronave	N° de Matricula	Peso Máximo (Kg)	Peso Vacio (Kg)	ACN				
						Máximo	Mínimo			