

INDICE GENERAL  
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
TOMO 1		RESUMEN EJECUTIVO
TOMO 2	A	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO DE INGENIERÍA
	A.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS CIVILES, DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO
	A.2.	CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES Apéndice 1: Planos
	A.3.	TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO Apéndice 1: Planos
TOMO 3	A.4.	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DEL PROYECTO Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registros de calicatas Apéndice 3: Ensayos de permeabilidad in situ Apéndice 4: Registros de la investigación geofísica
		Apéndice 5: Ensayos de laboratorio Apéndice 6: Cálculos analíticos de estabilidad en el frente Apéndice 7: Planos
TOMO 4		
TOMO 5	A.5.	TRAZO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y SUPERESTRUCTURA DE VÍA DE LA LÍNEA PRINCIPAL
	A.5.1.	Diseño del Trazado Apéndice 1: Planos
TOMO 6	A.5.2.	Tipo de Superestructura de vía Apéndice 1: Planos
	A.5.3.	Parámetros de diseño y conservación de la vía férrea incluyendo sus tolerancias geométricas Apéndice 1: Planos
	A.5.4.	Estudio funcional de la superestructura de vía Apéndice :Simulaciones cinemáticas
	A.5.5.	Estudio de ruido y vibraciones Apéndice 1: Estudio de ruido y vibraciones secundario
TOMO 7	A.6.	TUNEL
	A.6.1.	Memoria descriptiva general de túneles Apéndice 1: Planos
	A.6.2.	Selección del diámetro del túnel Apéndice 1. Memoria de cálculo de gálibos UIC505 y determinación de gálibos Apéndice 2. Planos de secciones tipo Apéndice 3. Esquema de evacuación de emergencia
	A.6.3.	Excavación Métodos TBM y NATM en Línea Principal Apéndice 1. Planos
	A.6.4.	Memoria de Cálculo de las Estructuras Permanentes Apéndice 1. Modelización numérica para la comprobación del revestimiento primario Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos. Apéndice 3. Modelización numérica revestimiento definitivo Apéndice 4. Dimensionamiento del revestimiento definitivo del túnel de línea Apéndice 5. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de cavemas
TOMO 8	A.6.5.	Selección de TBM
	A.6.6.	Pozos de ataque para TBM
	A.6.6.1.	Pozos de ataque para TBM Apéndice 1. Cálculo pozo de ataque Gambetta Apéndice 2. Cálculo pozo Extracción L2. Apéndice 3. Cálculo pozo extracción L4. Apéndice 4. Planos
	A.6.6.2.	Logística TBM Apéndice 1: Planos
	A.6.7.	Medidas de Protección de Edificios y Servicios Públicos. Apéndice 1: Cálculos de subsidencias de la L2 Apéndice 2: Cálculos de subsidencias de la L4 Apéndice 3. Planos
	A.6.8.	Sistema de Monitoreo y Auscultación. Apéndice 1: Planos
TOMO 9	A.8.9.	Excavación en trinchera (método Cut & Cover) Apéndice 1. Cálculos ramales Bocanegra Apéndice 2. Cálculos Terceras Vías Apéndice 3. Cálculos ramales Santa Anita Apéndice 4. Planos
	A.8.10.	Excavación en cavema Apéndice 1. Esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos Apéndice 2. Modelización numérica para la obtención de esfuerzos en el revestimiento definitivo

INDICE GENERAL  
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
	<p>Apéndice 3. Dimensionamiento del revestimiento definitivo de las cavemas</p> <p>Apéndice 4. Planos</p>
TOMO 10	<p><b>A.7. ESTACIONES DE PASAJEROS</b></p> <p><b>A.7.1.</b> Memoria Descriptiva General por estación</p> <p>Apéndice 1: Planos definición funcional</p> <p><b>A.7.2.</b> Arquitectura por tipología de estación.</p> <p>Apéndice 1: Planos. Estaciones tipo</p> <p><b>A.7.3.</b> Excavación y tratamiento de consolidación por tipología</p> <p>Apéndice 1: Planos. Proceso constructivo estaciones</p>
TOMO 11	<p><b>A.7.4.</b> Memoria de cálculo de las estructuras permanentes por tipología.</p> <p>Apéndice 1: Dimensionamiento estructural. Estaciones C&amp;C</p> <p>Apéndice 2: Dimensionamiento estructural. Estaciones cavema</p> <p>Apéndice 3: Planos. Estructuras de estación.</p>
TOMO 12	<p><b>A.7.5.</b> Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes.</p> <p>Apéndice 1. Cálculos de evacuación</p> <p>Apéndice 2. Niveles de servicio de estaciones tipo</p> <p>Apéndice 3: Planos de rutas de evacuación</p> <p><b>A.7.6.</b> Instalaciones ferroviarias en estación</p> <p><b>A.7.6.1</b> Sistema de alimentación eléctrica</p> <p><b>A.7.6.2</b> Sistema de las puertas de andén</p> <p><b>A.7.6.3</b> Sistema de control de pasajeros</p> <p><b>A.7.6.4</b> Sistema de telecomunicaciones</p> <p><b>A.7.6.5</b> Sistema de señalización</p> <p><b>A.7.6.6</b> Dimensionamiento de torniquetes</p>
TOMO 13	<p><b>A.7.7.</b> Simulaciones del flujo de pasajeros</p> <p>Apéndice 1. Cálculos de Evacuación</p> <p>Apéndice 2. Informes de simulación</p> <p><b>A.7.8</b> Instalaciones no ferroviarias o equipamiento electromecánico por tipología de estación</p> <p><b>A.7.8.1.</b> Instalaciones no ferroviarias.</p> <p><b>A.7.8.2.</b> Hidrología y drenaje</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <p><b>A.8. INTEGRACIÓN FÍSICA E INSERCIÓN URBANA</b></p> <p><b>A.8.</b> Memoria descriptiva de integración física e inserción urbana</p> <p>Apéndice 1: Matriz de alteración del entorno urbano</p> <p><b>A.8.1.</b> Estaciones Línea 2</p> <p>Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-2</p> <p><b>A.8.2.</b> Estaciones Línea 4</p> <p>Apéndice 1: Planos de inserción urbana. L-4</p>
TOMO 14	<p><b>A.8.3.</b> Soluciones de Ingeniería</p> <p><b>A.8.4.</b> Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Línea 2</p> <p><b>A.8.5.</b> Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia Ramal Av. Faucett- Av. Gambatta Línea 4</p> <p><b>A.8.6.</b> Patios talleres (Santa Anita y Bocanegra)</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <p><b>A.9. PATIOS TALLERES Y POZOS DE VENTILACIÓN Y/O SALIDAS DE EMERGENCIA</b></p> <p><b>A.9.1.</b> Memoria descriptiva general</p> <p><b>A.9.2.</b> Diseño funcional y dimensionamiento de los patios taller</p> <p>Apéndice 1: Equipos</p> <p>Apéndice 2: Planos generales</p>
TOMO 15	<p><b>A.9.3</b> Arquitectura de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o salidas de emergencia</p> <p><b>A.9.3.1.</b> Arquitectura de los Patios Taller.</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <p><b>A.9.3.2.</b> Arquitectura de los Pozos de ventilación y salidas de emergencia</p> <p>Apéndice 1: Planos definición geométrica</p> <p><b>A.9.4</b> Estructuras de los Patios Talleres y Pozos de Ventilación y/o Salidas de Emergencia</p> <p><b>A.9.4.1.</b> Estructuras de los Patios Taller.</p> <p>Apéndice 1: Planos de edificios y nave taller</p> <p><b>A.9.4.2.</b> Estructuras de los Pozos de ventilación y emergencia</p> <p>Apéndice 1: Planos de estructuras y procedimientos constructivos</p>
	<p><b>A.9.5</b> Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes</p> <p><b>A.9.5.1.</b> Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Patios taller</p> <p><b>A.9.5.2.</b> Memoria de Cálculo para las Estructuras Permanentes. Pozos</p> <p>Apéndice 1: Pozos laterales sin presencia de nivel freático</p> <p>Apéndice 2: Pozos conitales sin presencia de nivel freático</p> <p>Apéndice 3: Pozo cenital tramo túnel TMB en presencia de nivel freático</p> <p><b>A.9.6.</b> Esquema ferroviario y Diseño de la superestructura de vía férrea, alimentación eléctrica y señalización de los Patios talleres</p> <p><b>A.9.6.1.</b> Esquema ferroviario y superestructura de vía de los patios talleres</p>

011714

INDICE GENERAL  
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO
TOMO 16	<p>A.9.6.2. Apéndice 1: Planos</p> <p>A.9.6.3. Esquema alimentación eléctrica de los patios talleres.</p> <p>A.9.7. Esquema ferroviario y Señalización de los patios talleres.</p> <p>A.10. Instalaciones no ferroviarias de patios taller y pozos de ventilación y emergencia</p> <p>DESVIOS</p> <p>Apéndice 1: Planos macrodesvíos</p>
	<p><b>B</b></p> <p><b>B1</b></p> <p><b>DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES</b></p> <p>Equipos y materiales para el proyecto, las obras civiles y el equipamiento</p> <p><b>Equipos</b></p> <p>B.1.a.1 Selección de procedencia y tecnología</p> <p>B.1.a.2 Seguridad, oportunidad y optimización</p> <p>B.1.a.3 Gestiones y ruta crítica</p> <p>Gestiones. Transporte a pie de obra</p> <p>Gestiones. Importación</p> <p>Gestiones. Requerimientos de montaje y desmontaje</p> <p>Ruta crítica.Cronograma de suministro</p> <p><b>Materiales</b></p> <p>B.1.b.1 Selección de procedencia y tecnología</p> <p>B.1.b.2 Seguridad, oportunidad y optimización</p> <p>B.1.b.3 Gestiones y ruta crítica</p> <p>Gestiones. Transporte a pie de obra</p> <p>Gestiones. Importación</p> <p>Gestiones. Acopios</p> <p>Ruta crítica.Cronograma de suministro</p>
TOMO 17	<p><b>C</b></p> <p><b>DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DE SISTEMA Y DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO</b></p> <p><b>C.1</b></p> <p><b>INSTALACIONES FERROVIARIAS</b></p> <p>C.1.1. Diseño, suministro e instalación de la superestructura de vía</p> <p>Apéndice 1: Planos</p> <p>C.1.2. Instalaciones ferroviarias</p> <p><b>Diseño</b></p> <p>C.1.2.1 Señalización y control</p> <p>C.1.2.2 Puertas de andén</p> <p>C.1.2.3 Mando y control centralizado</p> <p>C.1.2.3.1 SCADA-DWH</p> <p>C.1.2.3.2 IWS</p> <p>C.1.2.3.3 Service Availability</p> <p>C.1.2.4 Control de pasajeros</p> <p>C.1.2.5 Sistema de Alimentación</p> <p>C.1.2.6 Sistema de tracción eléctrica</p> <p>C.1.2.7 Sistemas de telecomunicaciones</p> <p>C.1.2.7.1 Subsistema de Radiocomunicaciones (radio tierra-tren)</p> <p>C.1.2.7.2 Subsistema de Video Vigilancia</p> <p>C.1.2.7.3 Subsistema de Retejería</p> <p>C.1.2.7.4 Subsistema de Paneles de Indicación (SPI)</p> <p>C.1.2.7.5 Subsistema de Difusión Sonora</p> <p>C.1.2.7.6 Subsistema de Comunicación Primaria</p> <p>C.1.2.7.7 Subsistema de Telefonía Automática de Servicio</p> <p>C.1.2.7.8 Subsistema de Telefonía de Emergencia y de Interfonía</p> <p>C.1.2.7.9 Subsistema Data Communication System (DCS)</p> <p>C.1.2.7.10 Subsistema Integrated Communication Control System (ICCS)</p> <p>C.1.2.7.11 Fleet Data Collector</p> <p>C.1.2.7.12 Subsistema de a bordo</p> <p>C.1.2.8 Puesto Central de comando y control</p> <p>C.1.2.9 PLAN PRELIMINAR DE RAMS DEL SISTEMA</p> <p><b>Suministro e Instalación</b></p> <p>C.1.2.10 Suministro e instalación</p>
TOMO 18	<p><b>C.2</b></p> <p><b>INSTALACIONES NO FERROVIARIAS</b></p> <p>C.2.1. Diseño de las instalaciones no ferroviarias</p> <p>Apéndice 1: Cálculos</p>
TOMO 19	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 20	Apéndice 1: Cálculos
TOMO 21	Apéndice 1: Cálculos Apéndice 2: Planos
TOMO 22	Apéndice 2: Planos

INDICE GENERAL  
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
TOMO 23	C.2.2.	Suministro e instalación
	D	DISEÑO, FABRICACIÓN Y PRUEBAS DEL MATERIAL RODANTE
	D1	DISEÑO, FABRICACIÓN, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FABRICA, TRANSPORTE, ENSAMBLE Y ACOPLÉ, PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA E INTEGRACIÓN DEL MATERIAL RODANTE
	D.1.1.	Configuración del tren
	D.1.2.	Vida útil de los trenes y ciclos de servicio.
	D.1.3.	Gálibo
	D.1.4.	Capacidad de transporte del tren
	D.1.5.	Características de los trenes
	D.1.6.	Prestaciones de los trenes
	D.1.7.	Sistema de diagnóstico y transmisión de fallas de los trenes al Puesto Central de Operaciones, Sistema de señalización y comunicación
	D.1.8.	Salidas de emergencia del tren
	D.1.9.	Composición estructural de las cajas
	D.1.10.	Cronograma de suministro del Material Rodante para Primera Etapa A, Primera Etapa B y Segunda Etapa del Proyecto
	D.1.11.	Design Book
TOMO 24	E	METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO
	E.1.	METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, PROVISION DE MATERIAL RODANTE, DE LA OPERACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CONTRATO Y RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.1.a	Memoria descriptiva
	E.1.a.1	Plan de construcción de las obras civiles Metodología constructiva de las obras civiles Informe técnico del procedimiento de construcción de túneles Metodología constructiva con tuneladora Estrategia del uso de tuneladoras.Planta de dovelas
	E.1.a.2	Relación de repuestos estratégicos y críticos
	E.1.b	Procedimiento de construcción para los túneles y la planta de dovelas
	E.1.c	Listado de equipos y herramientas especiales
	E.1.d	Diagrama espacio-tiempo del desarrollo del proyecto
	E.2	RELACIÓN DE REPUESTOS ESTRATÉGICOS Y CRÍTICOS
	E.3	LA PROVISIÓN DEL MATERIAL RODANTE Y OPERACIÓN
TOMO 25	F	ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO EN LAS DISTINTAS FASES DEL PROYECTO
	F.1.	Organización del equipo de trabajo en las distintas fases del proyecto
	G	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	G.1.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
	H	PROPUESTA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO
	H.1	PROPUESTA DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN POR BUCLES
	H.2	TIEMPO DE VIAJE PROPUESTO
	H.3	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL SISTEMA EN PASAJEROS POR HORA POR DIRECCIÓN
	H.4	FRECUENCIAS DE SERVICIO
	H.5	PROPUESTA DE NIVELES DE SERVICIO POR CADA ETAPA
	H.6	FLEXIBILIDAD EN LA OPERACIÓN
	H.7	PLAN DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL
	H.8	PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE LA CONCESIÓN
	H.9	DISTRIBUCIÓN Y CONSUMO ENERGÉTICO EN LA OPERACIÓN
	H.10	PLAN DE EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), DE SEGURIDAD Y CONTINGENCIAS.
	H.11	PLAN DE DESARROLLO COMERCIAL DE LAS ESTACIONES Y TRENES
	I	PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE
	I.1	ESTÁNDARES Y NORMAS TÉCNICAS A SER ADOPTADAS
	I.2	INDICADORES DE MANTENIMIENTO
	I.3	TIPOS DE INTERVENCIÓN POR CADA SUBSISTEMA
	I.4	EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO
	I.5	TECNOLOGÍA APLICABLE
	I.6	AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE LA INTERFACE RUEDA - RIEL IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y TELECOMUNICACIONES DEL SISTEMA. DIAGNÓSTICO COMPUTARIZADO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA FÉRREA Y CATENARIA.
	I.7	PERSONAL REQUERIDO
	I.8	LISTADO DE EQUIPOS FIJOS Y MÓVILES

011716



INDICE GENERAL  
DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA

TOMO	CONTENIDO	
	I.9	OTROS QUE SE CONSIDERARAN APLICABLES
TOMO 26	J	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.	PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
	J.1.1.	Plan General de Calidad. Apéndice 1. Certificados de Calidad
	J.1.2.	Plan de Calidad de Diseño
	J.1.3.	Plan de Calidad durante la ejecución de las obras
	J.1.4.	Plan de Calidad de la Tecnología del Sistema y de Equipamientos Civiles
	J.1.5. J.1.6.	Plan de Calidad del Material Rodante Plan de Calidad en Explotación
	J.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL CONTENIDO DEL MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD
TOMO 27	K	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE SEGURIDAD Y SALUD
	K.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE
	K.1.1.	Gestión Ambiental
	K.1.1.1	Gestión Ambiental Diseño y Construcción Apéndice 1: Identificación y evaluación del cumplimiento legal. Apéndice 2: Matrices ambientales Apéndice 3: Fichas ambientales Apéndice 4: Cartas dirigidas al grupo de interés Apéndice 5: Plan de gestión de residuos Apéndice 6: Planes de emergencia medioambientales Apéndice 7: Informe de evaluación arqueológica Subapéndice 7.1: Procedimientos administrativos Subapéndice 7.2: Fichas de evacuación arqueológica Subapéndice 7.3: Fichas técnicas de registro Subapéndice 7.4 : Fichas técnicas de hallazgos Apéndice 8: Planos de gestión ambiental Apéndice 9: Planos arqueología
TOMO 28	K.1.1.2	Gestión Ambiental Explotación Apéndice 1: Certificados de Gestión Ambiental
	K.1.2.	Plan de Seguridad y Salud
	K.1.2.1	Plan de Seguridad y Salud de diseño y construcción Apéndice 1: Fichas de inspección
	K.1.2.2	Plan de Seguridad y Salud en Explotación Apéndice 1: Certificados de Seguridad y Salud
TOMO 29	L	PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	L.1	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
	M	MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
	M.1	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA
	M.2	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE
	N	DESCRIPCION DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)

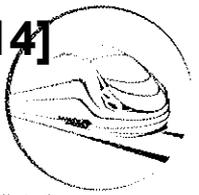
011717

**INDICE GENERAL**  
**DOCUMENTO N° 4. PROPUESTA TÉCNICA**

TOMO		CONTENIDO
	N.1. N.2.	HITOS DE OBRAS POR ETAPAS HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS
TOMO 30	O	INGENIERÍA DE DETALLE DE LA PRIMERA ETAPA A
	O.1. O.1.1. O.1.2.	ESTUDIOS BÁSICOS Topografía de detalle Apéndice 1: Planos Estudio geotécnico Apéndice 1: Registro de sondeos mecánicos Apéndice 2: Registro de calicata Apéndice 3: Registro de la investigación geofísica Apéndice 4 Ensayos de laboratorio
TOMO 31	O.1.3.	Apéndice 4 Ensayos de laboratorio Apéndice 5: Planos Análisis de riesgo sísmico Apéndice 1: Mapa neotectónico del Perú Apéndice 2: Curvas de probabilidad de excedencia para aceleración espectral T=0 s. Apéndice 3: Espectros de peligro uniforme Apéndice 4: Espectros de diseño sísmico
	O.1.4.	Estudio de desvíos de tráfico Apéndice 1 :Planos
	O.1.5.	Estudio de interferencias Apéndice 1: Planos
	O.2. O.2.1.	GEOMETRIA (Trazado) Trazado de las vías Apéndice 1: Planos
	O.3. O.3.1. O.3.2.	TÚNELES Memoria descriptiva con definición de los métodos constructivos Diseño de las secciones tipo de túnel Apéndice 1. Modelización numérica (flac3d) revestimiento primario. Apéndice 2. Obtención de los esfuerzos en el revestimiento por métodos analíticos. Apéndice 3. Modelización numérica (phase2d) revestimiento definitivo. Apéndice 4. Dimensionamiento revestimiento definitivo del túnel de línea Apéndice 5. Cálculos de daños a estructuras sensibles. Apéndice 6. Cálculos de la cubeta de subsidencias. Apéndice 7. Planos
TOMO 32	O.3.3.	Diseño de la conexión subterránea con Patio Santa Anita (Ramal a Talleres) Apéndice 1: Cálculos de ramales Santa Anita Apéndice 2: Planos
	O.3.4.	Pozos de ataque (ventilación) Apéndice 1: Planos
	O.4. O.4.1.	ESTACIONES Memoria descriptiva de las estaciones Apéndice 1. Planos
	O.4.2. O.4.3.	Arquitectura de estaciones Accesibilidad del sistema y dimensionamiento de los andenes. Apéndice 1. Cálculos de evacuación Apéndice 2: Planos Apéndice 3: Simulaciones de flujo en estación
	O.4.4.	Estructuras Apéndice 1. Memoria de cálculo estructural. Estación de Evitamiento
TOMO 33		Apéndice 2. Memoria de cálculo estructural. Estación Ovalo Santa Anita
TOMO 34		Apéndice 3. Planos
TOMO 35	O.5. O.5.1.	PATIO TALLER SANTA ANITA Memoria descriptiva del Patio de Santa Anita. Descripción funcional Apéndice 1: Planos
	O.5.2.	Excavaciones y muros de contención. Estructuras Apéndice 1: Planos
	O.5.3.	Arquitectura del Patio Taller Santa Anita Apéndice 1: Planos
	O.5.4.	Plan de movimiento de tierras
	O.6. O.6.1.	CRONOGRAMA Cronograma detallado Primera Etapa A

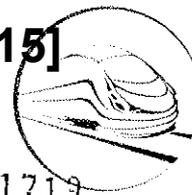

**CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA**  
**ALFONSO JUAN BASABE GARCIA**  
 REPRESENTANTE LEGAL





# L. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS





# L.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS





Índice

011720

<b>1 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS.....</b>	<b>3</b>
1.1 Descripción general.....	3
1.2 Terminología y Acrónimos.....	6
1.2.1 Acrónimos .....	6
1.2.2 Terminología.....	6
<b>2 ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS Y SUPERVISIÓN.....</b>	<b>8</b>
2.1 Roles y responsabilidades.....	9
2.1.1 Planificación de pruebas. ....	10
2.1.1.1 Plan de pruebas del sub-sistema (SSTP).....	10
2.1.1.1.1 Plan de pruebas del sub-sistema en fábrica .....	10
2.1.1.1.2 Plan de pruebas del sub-sistema en campo.....	11
2.1.1.2 Plan de pruebas de integración del sistema (SITP).....	12
2.1.1.2.1 Plan de pruebas de integración de sistema para la pista de Pruebas en marcha en blanco .....	12
2.1.1.2.2 Pruebas de integración de sistema para la sección funcional.....	13
2.1.1.2.3 Plan de pruebas de integración de sistema para toda la línea.....	14
2.1.1.2.4 Plan de Pruebas de marcha en blanco.....	14
2.1.2 Documentación de evaluación .....	15
2.1.2.1 Plan de control de calidad - Tabla de pruebas (QCP).....	15
2.1.2.2 Especificaciones y procedimientos de la pruebas de integración del sistema 16	
2.1.2.3 Informes de pruebas y puesta en marcha.....	17
2.1.3 Procedimiento para la falta de cumplimiento.....	17
2.1.4 Requisitos para el equipo de evaluación.....	18
<b>3 PLAN DE PRUEBAS DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS Y DEL MATERIAL RODANTE.....</b>	<b>18</b>
3.1 Objeto del Plan de Pruebas.....	18
3.2 Pruebas de materiales, componentes y equipos.....	20
3.3 Pruebas de sub-sistemas.....	21
3.3.1 Descripción de las Pruebas de sub-sistemas .....	21
3.3.2 Pruebas Subsistemas. ....	21
3.4 Pruebas del material rodante.....	24
3.4.1 Estructura del plan de pruebas del Material Rodante.....	24
3.4.2 Descripción de pruebas.....	24
3.5 Pruebas de la integración del sistema .....	25
3.6 Pruebas de marcha en blanco .....	26
3.7 Pruebas durante el servicio de ingreso .....	26
<b>4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA.....</b>	<b>26</b>
4.1 Generalidades.....	26
4.1.1 Pruebas Tipo.....	27
4.1.2 Pruebas Serie .....	27
4.2 Pruebas durante la ejecución del montaje.....	27

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





011721

4.3	<i>Pruebas de aceptación en fábrica.</i>	27
4.4	<i>Pruebas de cualificación y tipo en los componentes y sistemas del Material Rodante.</i>	28
4.5	<i>Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en bogies del Material Rodante.</i>	29
4.6	<i>Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en cajas del Material Rodante.</i>	31
4.7	<i>Pruebas rutinarias en el vehículo en fábrica del Material Rodante.</i>	33
4.8	<i>Pruebas tipo en el vehículo en fábrica del Material Rodante.</i>	33
5	<b>PRUEBAS EN CAMPO.</b>	35
5.1	<i>Generalidades.</i>	35
5.2	<i>Pruebas de instalación.</i>	35
5.3	<i>Pruebas de aceptación del Subsistemas.</i>	35
5.4	<i>Pruebas rutinarias en el vehículo en el emplazamiento del Material Rodante.</i>	37
5.5	<i>Pruebas tipo en el vehículo en el emplazamiento del Material Rodante.</i>	37
6	<b>PRUEBAS DE INTEGRACIÓN.</b>	40
6.1	<i>Pruebas de integración del sistema</i>	40
6.2	<i>Pruebas de integración del sistema en la sección funcional</i>	40
6.3	<i>Pruebas de integración del sistema en toda la línea.</i>	41
6.4	<i>Pruebas FINALES de Integración de Sistemas.</i>	41
7	<b>PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO: PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA ANTES DE LA PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL.</b>	44

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





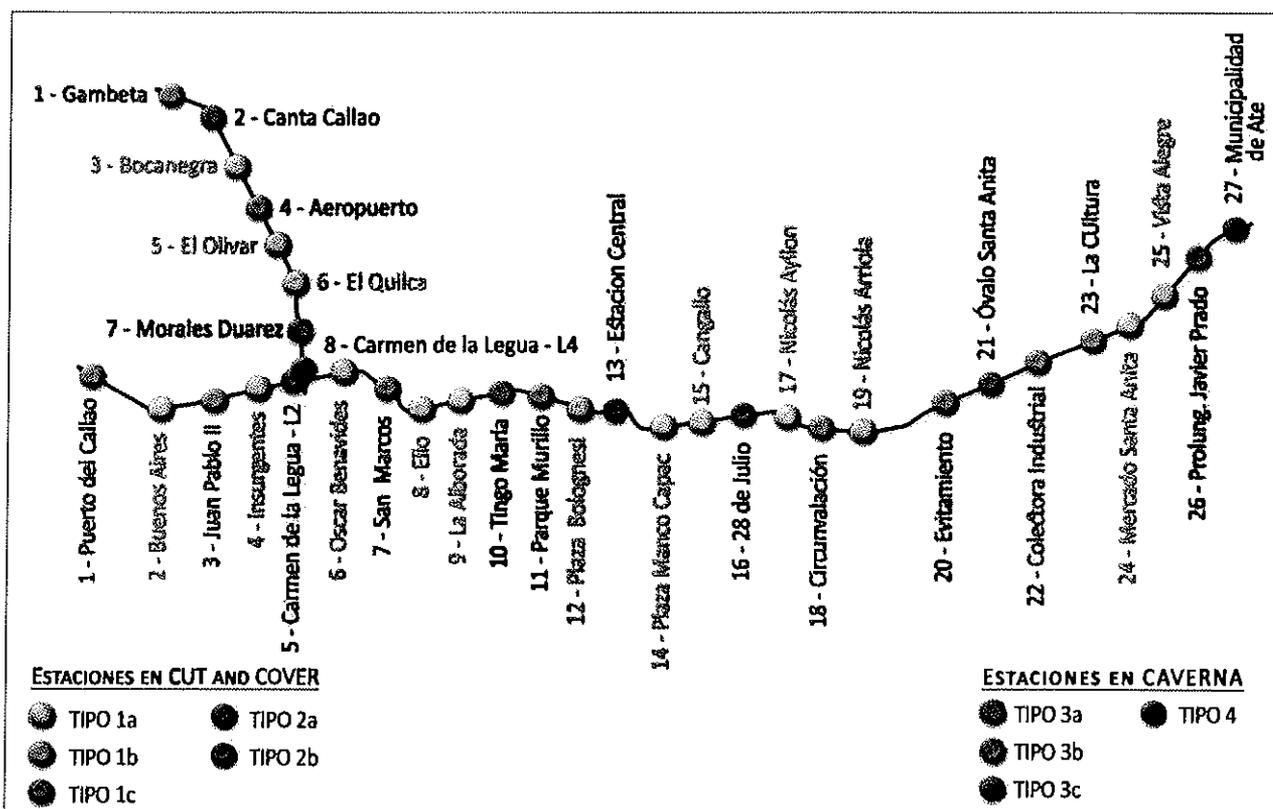
011722

**1 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS.**

**1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.**

Las actividades de pruebas y puesta en marcha se organizarán según el Contrato de concesión del proyecto "Línea 2, Ramal Av. Faucett – A. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao" y adoptará los procesos, procedimientos y la experiencia de las empresas integrantes del Consorcio que se obtuvo anteriormente durante la puesta en marcha de otros sistemas metropolitanos sin conductores.

Las pruebas y puesta en marcha del sistema se realizarán en diferentes fases. Se delinearán un plan maestro de pruebas y puesta en marcha (Testing and Commissioning Master Plan-TCMP) para describir la manera en que se verificará el cumplimiento de los requisitos de los componentes, los sistemas y el sistema como un todo a lo largo de las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto



El proyecto formado por la línea 2 y línea 4, se van a construir en 8 tramos dividido en tres etapas:

- Primera etapa 1.
- Primera etapa 1B.
- Segunda etapa.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



La etapa 1A, que corresponde con el tramo 5, es de longitud aproximada de 5 Km. desde la estación Evitamiento hasta la estación Mercado Santa Anita y comprende la realización parcial del taller de Santa Anita.

**L. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**

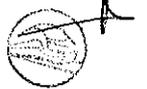
La etapa 1B, realizada por medio de los tramos 3, 4 y 6, es aproximadamente 10Km desde la estación central hasta la estación Municipalidad de Ate, excluyendo la primera etapa A.

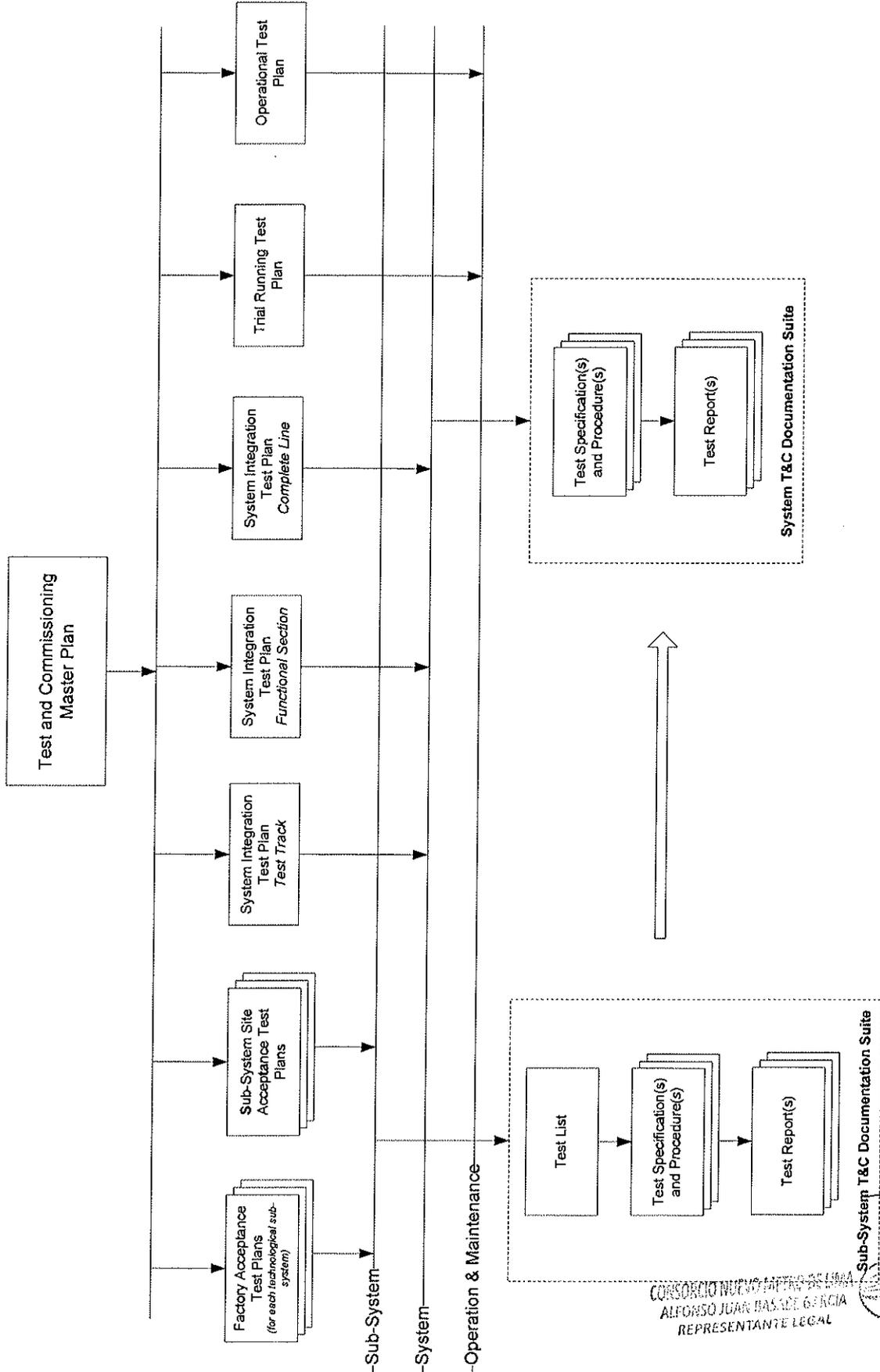
La etapa 2, realizada por medio de los tramos 1, 2, 7 y 8, comprende la finalización de la línea 2 aproximadamente 12Km desde la Estación Puerto del Callao hasta la estación central y el ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4), de aproximadamente 8Km desde la estación Gambetta hasta estación Carmen de la Legua L4 incluido en el taller.

La puesta en funcionamiento del proyecto se prevé en tres (3) etapas:

- 2016: Primera etapa 1A – Línea 2.
- 2017: Primera etapa 1B – Línea 2.
- 2019: Segunda etapa - Línea 2.
- 2019: Ramal Av. Faucett - Gambetta (tramo de la línea 4).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASCOTE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**1.2 TERMINOLOGÍA Y ACRÓNIMOS**

Este capítulo explica todos los términos y acrónimos utilizados en el plan maestro de pruebas y puesta en marcha.

Los términos y acrónimos siguientes con sus definiciones son algunos ejemplos:

**1.2.1 Acrónimos**

<b>Acrónimo</b>	<b>Definición</b>
ATC	Control automático de trenes
C&A	Certificación y acreditación
COC	Centro de operaciones centrales
FAT	Prueba de aceptación en fábrica
O&M	Operación y mantenimiento
QCP	Plan de control de calidad
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
SITP	Plan de pruebas de integración del sistema
SSTP	Plan de pruebas del sub-sistema
T&C	Pruebas y puesta en marcha
TCMP	Plan maestro de pruebas y puesta en marcha

**1.2.2 Terminología**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

<b>Término</b>	<b>Definición</b>
<b>Prueba de aceptación en fábrica (FAT)</b>	Verificación de la cumplimiento con las especificaciones del sub-sistema de todos los equipos y/o piezas importantes de un sistema complejo en un ambiente de planta, antes de enviar al sitio.
<b>Sección funcional</b>	La configuración mínima de la línea y las estaciones que, al conectarse con el depósito, facilita la verificación de los elementos más importantes de la funcionalidad del sistema.
<b>Pruebas funcionales</b>	Cumplimiento de cada uno de los sub-sistemas sobre sus requisitos de rendimiento.
<b>Pruebas de fabricación</b>	Actividades de pruebas en fábrica realizadas durante el proceso de fabricación y montaje para determinar si un sistema satisface sus criterios de aceptación.
<b>Pruebas de instalación</b>	Durante la fase de instalación de cada sub-sistema y sistema, se realiza un conjunto de inspecciones y pruebas de verificación para asegurar la cumplimiento con los requisitos de su instalación y de que cumple con lo especificado tras su instalación o puesta en marcha en la línea o estación
<b>Pruebas de interfaz</b>	Verificación de la funcionalidad correcta de cada sub-sistema que tenga una interfaz con un sub-sistema cercano y que esté



	relacionado funcionalmente con éste	011726
<b>Integrador de sistema</b>	El proveedor es responsable de realizar todas las Pruebas del sistema de integración	
<b>Proveedor del sistema de transporte</b>	El proveedor con la responsabilidad general de entregar una solución de transporte al cliente. También conocido como "Contratista principal".	
<b>Pruebas de tipo</b>	Pruebas de cumplimiento de la primera unidad de la serie, o de una muestra importante de la producción de un producto para una especificación/norma de un proyecto/producto específico.  Son las pruebas sobre el primer elemento o "prototipo" de una serie de fabricación, las cuales incluyen comprobaciones más profundas sobre las características que debe cumplir toda la serie.	

Terminología concreta del material rodante:

- AB : AnsaldoBreda S.p.A
- ASTS: Ansaldo STS
- NA : Instalación de producción de AB en Nápoles
- PT : Instalación de producción de AB en Pistoia
- RC : Instalación de producción de AB en Reggio Calabria
- UCF: Unidad de Control del Freno
- UCC: Unidad de Control Central
- CC: Corriente continua
- CEM: Compatibilidad Electromagnética
- UDI: Unidad de Detección de Incendios
- UCH: Unidad de Control Hidráulico
- HVAC: Sistema de Climatización
- REE: Registro de Eventos Estático
- LMCO: Prueba en componentes
- LMBO: Prueba en subsistemas (bogíe)
- LMCAR: Prueba rutinaria en caja
- LMCAT: Prueba tipo en caja
- LMVFR: Pruebas rutinarias en el vehículo finalizado en fábrica
- LMVFT: Pruebas tipo en el vehículo finalizado en fábrica
- LMVLR: Prueba rutinaria en el vehículo finalizado en el emplazamiento
- LMVLT: Prueba tipo en el vehículo finalizado en el emplazamiento
- N.A.: No Aplicable
- SIP: Sistema de Información para Pasajeros
- PCF: Por confirmar
- SSCT: Sistema de Supervisión y Control del Tren
- UCT: Unidad de Control de Tracción
- PDEF: Por definir
- PP: Plan de Pruebas

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

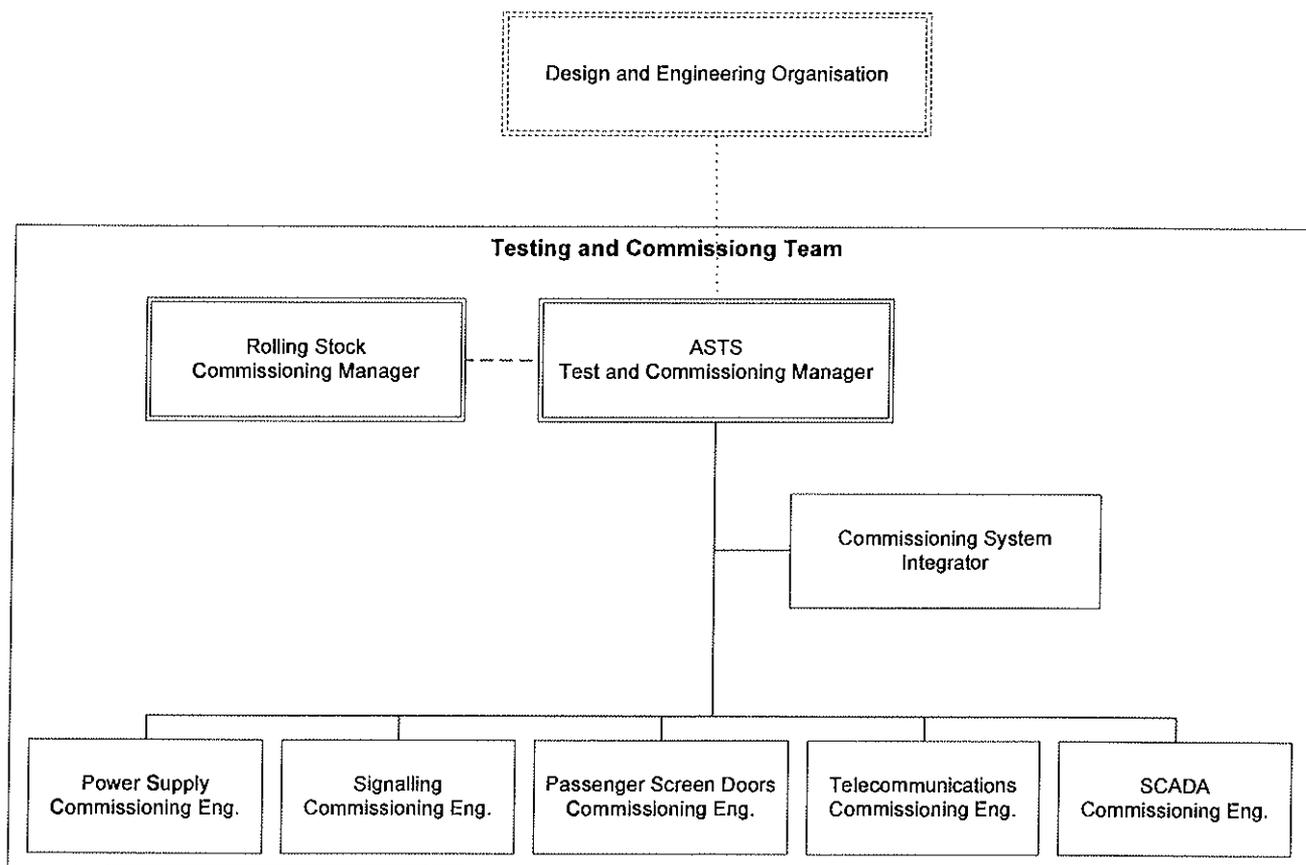




- A (Hold point): Punto de retención (es necesario que el cliente esté presente)
- A1 (Hold point on the first vehicle): Punto de retención en el primer vehículo; pasa a ser T en el resto de vehículos
- T (Witness point): Punto de presencia (una vez que se informa al cliente de la prueba, puede asistir a la realización de la misma. En cualquier caso, no se prevé una suspensión de las actividades.
- INFORME DE APROBACIÓN: La prueba realizada sobre los componentes y subsistemas con respecto a la cual AB enviará un informe de aprobación/certificado de prueba y cuyos resultados son los mismos que los obtenidos a partir de componentes o subsistemas utilizados en vehículos similares (por ejemplo para las líneas L1 y L2 del metro urbano pesado de Milán, o el proyecto HMR del metro de Roma).

**2 ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS Y SUPERVISIÓN.**

Para proveer la coordinación necesaria de las actividades de pruebas y puesta en marcha, se propone la siguiente estructura de organización:



- Director de pruebas y puesta en marcha (Test and Commissioning Manager –TCM-): es responsable de coordinar el plan de pruebas y puesta en marcha, informando e interconectándose con el cliente sobre el estado de las actividades de puesta en marcha y coordinando las Pruebas integradas cuando haya involucrado más de un sub-sistema.

El TCM será asistido por Ingenieros de puesta en marcha exclusivos, responsables del funcionamiento de cada sub-sistema, para coordinar las actividades de puesta en marcha de los sub-sistemas de manera individual e integral.





- Director de puesta en marcha del material rodante (RSCM): **es responsable de coordinar las actividades de pruebas relacionadas con el material rodante. El RSCM se reporta con el TCM y de igual manera es asistido por ingenieros exclusivos de cada sub-sistema. El RSCM junto con su personal de asistencia, cooperará y como consecuencia coordinará actividades con el TCM para realizar las Pruebas integradas y de rendimiento del sistema.**
- Organización de diseño e ingeniería (D&E): **Colaborará con el TCM para definir la estrategia de la evaluación, preparar los procedimientos de evaluación, evaluar los resultados y definir acciones correctivas**

Durante las fases de evaluación, el equipo de pruebas y puesta en marcha será ayudado por técnicos capacitados provistos por los proveedores de los sub-sistemas evaluados.

### 2.1 ROLES Y RESPONSABILIDADES

Cada proveedor de sub-sistema será completamente responsable de preparar y ejecutar (ya sea directamente o mediante sub-contratistas) todas las actividades de verificación y pruebas necesarias para demostrar la cumplimiento de su sub-sistema provisto de las especificaciones técnicas. Esta actividad será llevada a cabo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, comenzando desde la demostración del cumplimiento de los materiales y componentes con los requisitos contractuales, hasta la demostración del rendimiento del sub-sistema y sistema completo durante las Pruebas de integración.

El proveedor del sistema de transporte desarrollará y coordinará la ejecución de las Pruebas de integración del sistema y realizará sus propias pruebas de nivel de sistema. Estas Pruebas comenzarán en la zona que se determine de Pruebas en marcha en vacío y continuarán durante las Pruebas finales de conjunto, denominadas marcha en blanco.

Como regla general, todas las actividades de pruebas deben definirse en un "plan de evaluación". Estos documentos proveerán:

- Una guía a lo largo de cada fase de evaluación,
- Definir las reglas de cada fase de evaluación,
- Describir la organización de las Pruebas durante cada fase y
- Definir los requerimientos/prerrequisitos para cada fase de evaluación,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASADE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Como mínimo, un plan de pruebas acompañará cada sub-sistema y cada fase de las Pruebas de integración del sistema. En la sección 2.1.1 se incluirá una descripción del contenido mínimo requerido en los planes de pruebas para las distintas fases.

La programación de las Pruebas estará sujeta a un "programa de evaluación" descrito en el apartado 2.1.2, que se detallará al mismo tiempo del comienzo de cada fase de evaluación.

La evidencia documental de las Pruebas planeadas y ejecutadas y el registro de los resultados se asegurarán mediante la disponibilidad de planes de control de calidad completos (descritos en detalle en la sección 2.1.2.1), las especificaciones y procedimientos de pruebas relevantes y los eventuales informes de evaluación. El detalle requerido por este tipo de documentos se cubrirá en la sección 2.1.2.2 y 2.1.2.3.-

Para todas las actividades que caen dentro de sus respectivas responsabilidades, el proveedor del sistema de transporte, el proveedor de sub-sistema y/o sus sub-contratistas, prepararán y asegurarán en tiempo y forma la aprobación de toda la documentación de pruebas según el siguiente procedimiento:

- El documento aprobado por el proveedor del sub-sistema o sus sub-contratistas será objeto de aprobación del proveedor de sistema de transporte



- El proveedor del sistema de transporte indicará qué Pruebas deberían presentarse indicando con R, W o H (como se describe en sección 2.1.2) y propondrá qué Pruebas le sugerirá al cliente para realizarse durante las distintas fases
- El Plan de control de calidad será objeto de la aprobación del cliente, y confirmarán su aceptación de su tipo de participación durante las actividades de pruebas o requerirá correcciones a su tipo de participación.

Los proveedores de sub-sistema y el proveedor del sistema de transporte prepararán y mantendrán un programa detallado de las pruebas que se encuentran dentro de su responsabilidad. La intención es la de ser un medio para proveer notificaciones actualizadas de la programación de pruebas a los accionistas interesados en presentarse durante las actividades de evaluación.

Una vez que la fase de pruebas está completa, cada proveedor de sub-sistemas entregará y solicitará la aprobación de sus respectivos informes de pruebas según los procedimientos de proyecto establecidos como se detalla en el plan de control de calidad (que contendrá los detalles de ejecución de las pruebas).

### **2.1.1 Planificación de pruebas.**

Es el documento enfocado en la planificación de las actividades de pruebas para los sub-sistemas y para el sistema como un todo, se denomina "plan de evaluación".

#### ***2.1.1.1 Plan de pruebas del sub-sistema (SSTP)***

El proveedor de cada sub-sistema (o sus sub-contratistas) determinará un plan para todas las Pruebas relacionadas con el sub-sistema del que es responsable (es decir, el plan de pruebas del sub-sistema - SSTP).

El SSTP proporcionará una visión completa y racionalizada de todas las Pruebas y verificaciones comenzando con aquellas relacionadas con el suministro y la fabricación de componentes mediante pruebas en el lugar del sub-sistema específico. Cuando sea apropiado y posible, se hará referencia a los requisitos contractuales y/o a las especificaciones del proyecto.

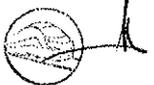
Este plan incluirá o se referirá a una lista de los componentes usados en los sub-sistemas relacionados, por lo tanto permitirá la identificación única de la configuración de cada componente. Estas identificaciones únicas se detallarán en la documentación de pruebas subsiguiente para asegurar una relación unívoca entre las pruebas y la configuración de los componentes (hardware y software) instalados.

El SSTP se puede dividir en dos secciones que pueden ser detalladas en dos documentos separados:

1. Pruebas a realizarse en un ambiente de fábrica antes de enviarse al lugar de instalación
2. Pruebas a realizarse en el lugar de la instalación, dedicadas a verificar la instalación correcta, funcionalidad, interfaces y rendimiento del sub-sistema.

El proveedor del sub-sistema será responsable de obtener la aprobación del SSTP para una fase de evaluación, antes del comienzo y de las Pruebas en la fase de pruebas correspondiente.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



#### **2.1.1.1.1 PLAN DE PRUEBAS DEL SUB-SISTEMA EN FÁBRICA**

Este plan de pruebas contendrá todas las actividades que se llevarán a cabo en factoría, tales como las Pruebas de tipo, Pruebas de fabricación y las Pruebas de aceptación en fábrica (FAT).

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Lista de todas las pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

El plan de pruebas se desarrollará según el sistema de calidad de los proveedores e incluirá:

- Los componentes y equipos que son objetos de la pruebas de tipo con una lista de especificaciones y procedimientos de pruebas y los planes de control de calidad correspondiente que serán elaborados.
- Los criterios de aceptación de las Pruebas de fabricación, y una definición detallada de estas Pruebas , acompañados por una lista de especificaciones y procedimientos de pruebas y los planes de control de calidad correspondientes a elaborarse
- Las Pruebas de aceptación en fábrica se realizarán en los componentes o elementos de cada sub-sistema, antes de ser enviados al lugar de instalación y cubrirán los siguientes aspectos:
  - a. Prestaciones
  - b. Requisitos ambientales
  - c. Requisitos estructurales
  - d. Requisitos de mantenimiento
  - e. Verificación de la funcionalidad de software

#### 2.1.1.1.2 PLAN DE PRUEBAS DEL SUB-SISTEMA EN CAMPO

El plan de pruebas en cuestión contendrá todas las actividades de pruebas que se llevarán a cabo en el lugar de instalación , tales como las Pruebas de instalación, Pruebas funcionales, Pruebas de interfaz y Pruebas de integración en el nivel de los sub-sistemas. Estos planes tienen como objetivo demostrar la cumplimiento del sub-sistema con los requisitos de rendimiento y contractuales en un ambiente de trabajo real y con todas las interfaces conectadas y funcionales.

La realización de las actividades de pruebas en el lugar será responsabilidad del proveedor del sub-sistema y las coordinará con el proveedor del sistema de transporte.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Estrategia de evaluación
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las Pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

El plan de pruebas se desarrollará según el sistema de calidad de los proveedores e incluirá:

- a) Las Pruebas de instalación que se llevarán a cabo con referencia a los diseños estandarizados para cada ubicación geográfica en las que el sub-sistema se instalará, para verificar la cumplimiento de la instalación con las especificaciones de diseño y los requisitos de instalación impuestos



- b) Las Pruebas funcionales que se llevarán a cabo con referencia a los diseños estandarizados para cada ubicación geográfica en la que se instalará el sub-sistema, para verificar la funcionalidad correcta y la cumplimiento del sub-sistema individual a las especificaciones correspondientes a sus interfaces internas (físicas y funcionales).
- c) Las Pruebas de interfaz que se llevarán a cabo con referencia a los diseños estandarizados para cada ubicación geográfica en el que se instalará el sub-sistema, para verificar la interconexión correcta con todos los demás sub-sistemas
- d) Pruebas de integración de todos los componentes o elementos con el sub-sistema, que demuestren que en su configuración final, el sub-sistema cumple con los requisitos de rendimiento especificados (teniendo en cuenta las interfaces entre los elementos del sub-sistema y con otros sub-sistemas)

Las verificaciones considerarán los siguientes aspectos:

- e) Prestaciones
- f) Requisitos ambientales
- g) Requisitos estructurales
- h) Requisitos de mantenimiento
- i) Verificación de la funcionalidad de software

#### **2.1.1.2 Plan de pruebas de integración del sistema (SITP)**

El proveedor del sistema de transporte o el integrador del sistema, elaborará los siguientes planes de evaluación:

- Plan de pruebas de integración de sistema para la pista de Pruebas en marcha en blanco (SITPTT)
- Plan de pruebas de integración de sistema para la sección funcional (SITPFS)
- Plan de pruebas de integración de sistema para toda la línea (SITPWL)
- Plan de Pruebas de marcha en blanco

El objetivo principal de los documentos del plan de pruebas es definir todas las Pruebas necesarias para integrar los distintos sub-sistemas y por lo tanto poner en marcha gradualmente todo el sistema.

Los planes de pruebas servirán también de referencia para cualquier actividad de pruebas de los sub-sistemas que se realicen en las diferentes zonas geográficas o que estén involucradas funcionalmente con las actividades de pruebas propuestas en las pruebas de integración del sistema.

En cada plan de pruebas se proporcionará un resumen de las pruebas que realizará cada proveedor de sub-sistema, que se definirá en detalle en sus planes de pruebas correspondientes.

Los planes antes mencionados se desarrollarán basándose en los planes de pruebas maestros

#### **2.1.1.2.1 PLAN DE PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMA PARA LA PISTA DE PRUEBAS EN MARCHA EN BLANCO**

El objetivo principal del plan de pruebas de integración de sistema “en pista de pruebas” en marcha en blanco, será identificar todas las pruebas integradas que verifiquen la adecuación de la pista de pruebas en marcha en blanco, tales como que todos los vehículos sean capaces de realizar sus pruebas de aceptación en lugar (estática, dinámica e interconectada con equipo fijo lateral) usando la configuración mínima de la pista de Pruebas en marcha en blanco.

Las Pruebas se planearán y llevarán a cabo en una secuencia lógica para asegurar que el vehículo es capaz de conducirse tanto en modo manual como automático.





Además de ser capaz de identificar cualquier problema inicial que podría ocurrir con la integración de los sub-sistemas, este plan de pruebas también considerará los escenarios funcionales y de ser posible verificará los requisitos del proyecto usando la configuración mínima de la pista de Pruebas en marcha en blanco.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

Para cada pruebas detallada en el plan de evaluación, se elaborará una "especificación y procedimiento de evaluación" correspondiente que prescribirá efectivamente los pasos de pruebas a ejecutarse.

#### 2.1.1.2.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMA PARA LA SECCIÓN FUNCIONAL

El objetivo principal del plan de pruebas de integración para la sección funcional será el de identificar todas las pruebas integradas que pueden realizarse en una sección "funcional" de la línea completa.

La realización de estas pruebas en la sección funcional permitirá el tiempo suficiente para identificar cualquier problema crítico con la integración del sistema y resolverlo con un impacto mínimo en el programa.

La "sección funcional" deberá tener una configuración mínima de la línea y las estaciones. Esta sección funcional debe estar conectada con la terminal, y permitirá la verificación de las características del sistema y la funcionalidad general de sistema, como por ejemplo:

- Rendimiento de los vehículos, las características mecánicas y la señalización del sub-sistema.
- Verificación del software usado para administrar el sistema
- Integración de los diferentes sub-sistemas y del vehículo

Las pruebas propuestas considerarán además los escenarios funcionales y cuando es posible validar las características de diseño identificadas en la matriz de seguimiento de los requisitos del proyecto.

En general, el plan de pruebas tendrá en cuenta las actividades de pruebas coexistentes que ocurran en los sub-sistemas involucrados en la sección funcional, mientras se ponen en marcha. Como resultado, este plan considerará llevar a cabo pruebas de verificación de las interfaces de los sub-sistemas y la funcionalidad general del sistema, evaluando efectivamente las características del sistema como se menciona anteriormente.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





2.1.1.2.3 PLAN DE PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DE SISTEMA PARA TODA LA LÍNEA

El objetivo principal del plan de pruebas de integración para toda la línea es identificar todas las pruebas del sistema integrado que se llevarán a cabo cuando la toda la línea esté completa, para demostrar la funcionalidad del sistema completo y por lo tanto, la cumplimiento del sistema con los requisitos contractuales.

En general, el plan de pruebas definirá las pruebas de sistema integradas, es decir, todas las pruebas llevadas a cabo con cada sub-sistema interconectado por completo con sus elementos y con el resto del sistema (es decir, el sistema como un todo), para asegurar la cumplimiento con las especificaciones contractuales, antes de comenzar el Pruebas de marcha en blanco y de entrar de lleno al servicio comercial con pasajeros.

El plan definirá en detalle todos los tipos de pruebas de integración del sistema relacionados con:

- Rendimiento del sistema
- Pruebas ambientales
- Funcionamiento del sistema según con la programación de operación planeada
- Demostración de la aplicación efectiva de los procedimientos de respuesta en emergencia.
- Demostración de la capacidad del sistema de realizar operaciones en modo degradado
- Demostración de cumplimiento con los requisitos EMC
- Demostración de las capacidades del sistema de señalización en las distintas zonas, (incluso en el depósito)
- Demostración de la funcionalidad correcta del equipo correspondiente a los procedimientos de seguridad

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

Para cada prueba detallada en el plan de evaluación, se elaborará una “especificación y procedimiento de evaluación” correspondiente que prescribirá efectivamente los pasos de pruebas a ejecutarse.

2.1.1.2.4 PLAN DE PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO

El objetivo principal del plan de pruebas de marcha en blanco es identificar y validar el sistema completo incluyendo el plan de operación con el movimiento completo de trenes similar a la operación real, por medio de las pruebas que se desarrollarán considerando las siguientes áreas:

- El funcionamiento del sistema en las distintas configuraciones de programación, simulando cambios en los programas diarios, semanales y estacionales, según los procedimientos funcionales establecidos.
- La inserción de fallos de equipamiento importantes en el sistema, tales como que el personal de operaciones ignore el tipo de falla introducida o cuándo ocurrirá. El tipo y la cantidad de fallas para introducir estará predeterminado junto con el cliente y/o con el proveedor O&M.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASAÑE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



- La simulación de la presencia de pasajeros problemáticos que usen el sistema, tales como que el personal de operaciones ignore el tipo de escenario introducido o cuándo ocurrirá. El tipo y la cantidad de escenarios estará predeterminado junto con el cliente y/o con el proveedor O&M.
- La simulación de la presencia de un gran grupo de pasajeros que usen el sistema y al mismo tiempo la simulación de cierres de la estación y la implementación de rutas alternativas, tales como que el personal de operaciones ignore el tipo de evento introducido o cuándo ocurrirá
- La simulación de un incendio en un túnel (si se aplica) o en otro lugar de la línea y la evacuación de emergencia de los pasajeros que se produce como consecuencia.
- La inserción de eventos anormales u otros factores externos, tales como la falta de electricidad, un incendio dentro del vehículo o en una estación, disrupción física de la línea debido a actos de terrorismo, terremotos, etc.

Este documento contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Objetivo y el alcance del plan
- Organización y responsabilidades
- Ambiente, logística y recursos de la evaluación
- Secuencia lógica de todas las Pruebas
- Especificaciones y procedimientos de evaluación
- Plan de control de calidad

Para cada prueba detallada en el plan de evaluación, se elaborará una “especificación y procedimiento de evaluación” correspondiente que prescribirá efectivamente los pasos de pruebas a ejecutarse.

### **2.1.2 Documentación de evaluación**

Esta sección describe las reglas que se aplicarán a la documentación relacionada a todas las Pruebas que se realizarán en el sistema.

Estas reglas las aplicarán y respetarán los proveedores de cada sub-sistema y también el integrador del sistema, desde las Pruebas que se realicen en la fábrica hasta las Pruebas que se realicen en marcha en vacío y , luego finalmente, marcha en blanco..

Las pruebas se considerarán listas sólo cuando toda la documentación correspondiente las haya preparado, verificado y aprobado oficialmente el cliente o sus representantes.

#### **2.1.2.1 Plan de control de calidad - Tabla de pruebas (QCP)**

El proveedor de cada sub-sistema utilizará el plan de control de calidad (se proporciona un ejemplo en el apéndice A) con cada plan de pruebas producido por sus sub-sistemas respectivos.

Los planes de control de calidad son documentos que corresponden a componentes o sistemas físicos (hardware o software), que son identificables de manera única o como un lote de los mismos componentes.

El objetivo del QCP es definir una lista detallada de Pruebas para realizarse en el componente/elemento del sub-sistema en cuestión. La lista además identificará la fase de pruebas(es decir, fabricación, montaje, instalación o integración) y el procedimiento de pruebas aplicable, dirigiéndose al documento asociado.

El QCP además preverá la inclusión de los datos de pruebas y la firma de los accionistas y en consecuencia actuar como certificado de asistencia para todos los accionistas presentes durante la evaluación. Asimismo, el QCP incluirá una referencia al informe de evaluación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





Cada componente, sub-montaje o pieza relevante de un sub-sistema tendrá una referencia en uno o más QCP e incluirá la identificación de cada componente aplicable. Como resultado, será posible rastrear la historia de pruebas final de cada componente instalado dentro del sistema

Los QCP satisfarán las siguientes funciones:

- Un programa detallado de las actividades de pruebas para cada componente/sub-montaje o sub-sistema con identificación única y definirá claramente en qué fase del ciclo se realizarán dichas Pruebas. Además incluirá una lista de Pruebas de aceptación para el material entrante usado durante la fabricación.
- La identificación de los procedimientos de pruebas únicos que se aplicarán, que definirán los parámetros que se monitorearán, las técnicas de monitoreo, los criterios de aceptación, los recursos materiales (herramientas) y los recursos humanos (técnicos).
- Un registro de las Pruebas realizadas en cada componente y/o sub-montaje (que incluye referencias a los informes de pruebas resultantes).

Dado lo dicho anteriormente, el QCP incluirá la siguiente información de cada evaluación:

- La fase del ciclo (es decir, fabricación, montaje o instalación) en la que se realizará la evaluación
- La identificación de procedimiento y especificación de pruebas aplicable
- El tipo de participación requerida por los accionistas correspondientes, tal como el proveedor de sistema de transporte, el cliente y/o las autoridades de seguridad responsable para la certificación y acreditación del sistema (C&A).
- La fecha en la que se realiza la evaluación
- La firma de los accionistas presentes en la evaluación
- La identidad del informe de pruebas resultante

Los procedimientos anteriores también se aplican a las Pruebas de integración del sistema, para proporcionar un recuento histórico de la introducción paulatina de los sub-sistemas y sus elementos mientras se instala el sistema completo.

#### **2.1.2.2 Especificaciones y procedimientos de la pruebas de integración del sistema**

El proveedor del sistema de transporte o el integrador del sistema, elaborará una "Especificación y procedimiento de evaluación" para cada pruebas detallada en el plan de pruebas respectivo.

Los documentos pueden ser proporcionados combinados o por separado. De cualquier forma habrá una identificación única como mínimo que contendrá:

- Introducción
- Condiciones de pruebas generales
- Especificación de evaluación
- Procedimiento de pruebas (que incluye un certificado de evaluación)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



En la sección "Especificación de evaluación, el objetivo de la pruebas se proporcionará junto con una breve descripción de las Pruebas a realizarse. Además, describirá los prerrequisitos que deben cumplirse antes de comenzar las Pruebas, cualquier recurso y herramienta requerida para implementar las Pruebas y las condiciones iniciales (ambiente de evaluación) de las Pruebas.

En la sección "Procedimiento de evaluación" se proporcionará una descripción de todos los pasos de pruebas necesarios en una secuencia lógica.

Cuando los procedimientos de pruebas definan fases separadas, se desarrollarán de tal forma que las condiciones de pruebas se puedan lograr independientemente de las fases



correspondientes. Además, la definición de las fases por separado identificará cómo se verifica la progresión a lo largo de cada fase aplicable a la funcionalidad del sistema.

Todos los pasos de pruebas se detallarán en un cuadro que incluya la siguiente información de cada paso:

- Descripción del paso de evaluación.
- El tiempo de ejecución.
- Cualquier discrepancia encontrada.
- Cualquier nota pertinente.

La sección "Procedimiento de evaluación" además proporcionará los criterios de aceptación que se cumplirá para considerar que las Pruebas son válidas. Además, esta sección contendrá un "certificado de evaluación", se proporciona un ejemplo en el Apéndice B.

El cuadro de "Procedimiento de evaluación" con los pasos detallados y el "Certificado de pruebas serán la base del "Informe de evaluación".

### **2.1.2.3 Informes de pruebas y puesta en marcha**

A medida que se completa cada evaluación, el resultado obtenido se documentará en un "Informe de evaluación" que será objeto de las aprobaciones de documentación necesarias como se define en los procedimientos de proyecto establecidos. Estos "Informes de evaluación" pueden ser documentos individuales asociados con una Especificación y procedimiento de pruebas correspondiente o un documento que tenga varios casos de pruebas agrupados y asociados a varias especificaciones y procedimientos de evaluación. De cualquier forma, el QCP correspondiente se adjuntará a estos informes de evaluación.

Acerca de las "Pruebas de integración de sistema", el proveedor de sistema de transporte o el integrador del sistema, elaborará un "Informe de evaluación" para cada pruebas de integración realizada con todos los resultados de pruebas obtenidos.

El documento contendrá principalmente el cuadro con los pasos de pruebas completos que se encuentran en el procedimiento de evaluación, el certificado de pruebas compilado y cualquier otro documento necesario que proporcione evidencia de los resultados obtenidos para la evaluación.

Todos los "Informes de evaluación" producidos se archivarán/almacenarán en el lugar (como copia o en su formato original) para que siempre estén disponibles para inspección y verificación futura.

### **2.1.3 Procedimiento para la falta de cumplimiento**

Cuando se registra una falta de cumplimiento en uno o más de los criterios de aceptación, el elemento evaluado (y su falta de cumplimiento) se registrará en una lista específica que será objeto de acciones correctivas.

El tipo de falta de cumplimiento se distingue por:

- Falla para satisfacer uno (o más) de los criterios de aceptación para el elemento en cuestión
- Falla para satisfacer las especificaciones, montaje incorrecto o uso inadecuado de las herramientas por parte del operador

Las acciones correctivas se definirán según los procedimientos específicos definidos en el procedimiento de garantía de calidad del proveedor de sistema de transporte.

Acerca de las faltas de cumplimiento descubiertas durante las Pruebas en fábrica, las acciones correctivas y las anomalías se resolverán antes de enviar el elemento al lugar de instalación. Acerca de las faltas de cumplimiento descubiertas durante las Pruebas en el lugar, las acciones correctivas/anomalías se resolverán antes del servicio de ingreso.





#### 2.1.4 Requisitos para el equipo de evaluación

El proveedor de cada sub-sistema, y sus sub-contratistas, será responsable de asegurar que toda la instrumentación de pruebas (herramientas, medidores, etc.) esté disponible cuando sea necesario y que sea confiable y esté certificada (calibrada) adecuadamente.

Igualmente, el proveedor del sistema de transporte y el integrador del sistema serán responsables de asegurar que toda su instrumentación de pruebas esté disponible cuando se requiera, certificada y confiable.

El equipo y la instrumentación de pruebas del proveedor, cumplirá las especificaciones contenidas en su plan de garantía de calidad, teniendo un especial cuidado con la calibración. La organización de pruebas de cada proveedor será responsable de evaluar la adecuación de todos sus equipos y su instrumentación de evaluación, antes de llevar a cabo la evaluación. Asimismo, cada proveedor, tendrá a su disposición (campo, todas las certificaciones concernientes al estado de calibración de su equipo de evaluación, en caso de que sea solicitado por las organizaciones que autorizan/acreditan.

Toda la calibración será certificada por organizaciones acreditadas oficialmente.

### 3 PLAN DE PRUEBAS DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS Y DEL MATERIAL RODANTE.

#### 3.1 Objeto del Plan de Pruebas.

Las actividades de pruebas y puesta en marcha verificarán el cumplimiento de los componentes, el equipo, los sub-sistemas y el sistema completo con los requisitos aprobados del proyecto y sus especificaciones contractuales.

La garantía de finalización y efectividad del proceso de verificación que se aplica de un modo consistente en el sistema, se obtiene por lo general mediante un conjunto sistemático y comprehensivo de Pruebas y verificaciones, que serán programadas a lo largo del proyecto. Este proceso comienza con las Pruebas de fabricación e instalación, continua con las pruebas funcionales de cada sub-sistema, progresa con la pruebas de integración entre todos los sub-sistemas y culmina con las Pruebas del sistema completo. Este plan se aplicará también al desarrollo de todos los planes de pruebas de software, que tendrán un conjunto equivalente de actividades de pruebas de fabricación e instalación.

Los capítulos siguientes describirán la metodología que se aplicará a lo largo de las diferentes fases de integración del sistema por grupos definidos y los tipos de Pruebas para programar y desarrollar durante la implementación del sistema.

Los principios básicos de la metodología antes mencionada son los siguientes:

- El proveedor de cada sub-sistema preparará y llevará a cabo una pruebas comprehensiva y un plan de puesta en marcha que incluya las Pruebas que se lleven a cabo en la fábrica y campo para demostrar:
  1. la adecuación de todos los componentes
  2. cumplimiento a las especificaciones del sub-sistema y
  3. la capacidad del sub-sistema para satisfacer los requisitos contractuales y de rendimiento
- Este plan de pruebas y puesta en marcha cubrirá la fabricación, instalación e implementación a lo largo del proyecto. Además incluirá las Pruebas funcionales para cada sub-sistema así como las Pruebas de interfaz de cada sub-sistema conectado al primero.
- El proveedor del sistema de transporte definirá y preparará, junto con los proveedores de los sub-sistemas, un plan de pruebas de integración del sistema que se ejecutará siguiendo las Pruebas y puesta en marcha de los sub-sistemas. Las Pruebas de

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





integración se realizarán en una zona de Pruebas en marcha primero <sup>011728</sup> para marcha en vacío y, posteriormente en blanco. La zona de pruebas inicial consiste en una sección inicial de la pista que consiste en una configuración mínima del sistema (es decir, sección funcional) que se utiliza para anticipar la resolución de todos los problemas de interfaz descubiertos antes en la fase de pruebas y para verificar la respuesta de los sub-sistemas a las especificaciones y los requisitos contractuales. Estas pruebas se desarrollarán, luego, y en detalle a lo largo de toda la línea; y su objetivo será demostrar la adecuación y la cumplimiento de las interfaces de cada sub-sistema integrado.

- Finalmente, la realización de todas estas Pruebas tendrán como objetivo demostrar, no solo la adecuación del sistema como un todo, pero también la cumplimiento del rendimiento del sistema a los requisitos del contrato
- Con respecto a la fase de Pruebas en marcha en blanco, el integrador del sistema funcionara con el proveedor de operación y mantenimiento (O&M) para definir todos los escenarios de pruebas necesarios para validar la operación del sistema antes de la apertura para el servicio de ingresos; estas Pruebas las realizará el integrador del sistema y/o el personal del O&M futuro, según los términos y condiciones contractuales del proyecto.
- Las Pruebas operacionales que se solicitó que fueran realizadas específicamente durante el servicio de ingresos en el contrato se identificarán en el plan de pruebas del servicio de ingresos.

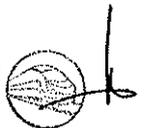
Con el objetivo de preparar los planes de pruebas y puesta en marcha y de definir los roles y responsabilidades referidos al sistema evaluado, se han identificados las siguientes categorías de pruebas y puesta en marcha:

- Pruebas de materiales, de los componentes y equipos,
- Pruebas de cada sub-sistema con sus piezas relevantes para verificar la funcionalidad solicitada,
- Pruebas de integración entre sub-sistemas (Pruebas de integración de sistema).

Con respecto al lugar de evaluación, se han identificado las siguientes categorías:

- Pruebas de aceptación en fábrica,
- Pruebas de aceptación campo,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



La siguiente sección elabora las reglas y regulaciones para la documentación de las actividades relacionadas con la evaluación. La disponibilidad de un plan de pruebas para cada fase y las especificaciones y procedimientos de pruebas correspondientes para cada prueba individual será un prerrequisito obligatorio para llevar a cabo las Pruebas. Una fase de pruebas solo se considerará completa una vez que toda la documentación de pruebas relevante esté disponible para la fase de evaluación.

Las pruebas que se realizarán en el material rodante propuestas para Metro Lima, en particular serán las siguientes:

- Pruebas tipo y rutinarias sobre los componentes y sistemas (en fábrica/laboratorio)
- Pruebas tipo y rutinarias en el armazón de la caja y los bogies (en fábrica)
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en fábrica

- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en el emplazamiento

La prueba tipo se realizará por lo general en el primer elemento obtenido de la cadena de producción, o en un prototipo, de ser necesario (por ejemplo, la prueba mecánica en la caja y bogie).

Asimismo, se llevará a cabo una fase de creación de prototipos para configurar el sistema con anterioridad a las pruebas tipo.

Todas las pruebas garantizarán que el vehículo cumple los requisitos especificados, el Plan de Calidad y las normas y procedimientos operativos de AnsaldoBreda.

Las normas estarán indicadas y detalladas en cada uno de los procedimientos de prueba, que se remitirán al cliente al menos 15 días antes de la fecha de realización de la prueba en cuestión.

La lista de pruebas propuesta para el proyecto Metro Lima constituyen el procedimiento estándar de AnsaldoBreda para vehículos de metro no tripulados, aprobado por la Autoridad de Homologación Italiana (USTIF) para el proyecto de las líneas L1 y L2 del metro urbano de Milán y el proyecto HMR del metro de Roma.

Para la Línea 1 se prevén dos configuraciones de vehículo: 6 coches y 7 coches (opcional)

La prueba tipo realizada en los componentes, sistemas, coches y vehículo que sea igual para ambos tipos de vehículo solamente se realizará una vez.

La prueba tipo dinámica y la prueba rutinaria dinámica se realizarán en la línea de Lima en las condiciones (velocidad máxima, gradiente, curvas, etc.) admitidas por la línea disponible para la realización de las pruebas.

### **3.2 PRUEBAS DE MATERIALES, COMPONENTES Y EQUIPOS**

Las pruebas de los materiales, componentes y equipos se deben dedicar a la validación de las elecciones de diseño o a verificar el cumplimiento de cada componente o equipo con las normas relevantes. Se deben realizar estas Pruebas:

- En un ambiente de fábrica en componentes comprados, fabricados o ensamblados
- Campo para verificar su correcta instalación

El alcance de esta categoría de pruebas y puesta en marcha es para demostrar:

- La cumplimiento de la primera de una serie de un ciclo de producción o una muestra importante de un lote de un ciclo de producción relacionada a los requisitos específicos para la utilización del equipo propuesto (es decir, pruebas de tipo) si no es posible probar satisfactoriamente su uso en la aplicación pretendida
- La cumplimiento con las especificaciones relacionadas con las actividades de fabricación y montaje de componentes producidos específicamente para la instalación pretendida (es decir, Pruebas de fabricación), verificadas mediante Pruebas e inspecciones durante el ciclo de fabricación o del producto final.
- La cumplimiento con las especificaciones relacionadas a las actividades de instalación (es decir, Pruebas de instalación) verificadas mediante inspecciones y controles durante la instalación y del componente instalado o como muestra de todas las instalaciones como se define en la documentación del proyecto

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





### 3.3 PRUEBAS DE SUB-SISTEMAS

#### 3.3.1 Descripción de las Pruebas de sub-sistemas

Un sub-sistema (o una parte substancial de él) con funciones específicas, en la configuración que se instalará en una ubicación específica (por ejemplo, sección, estación, tren, etc.), se evaluará para su aceptación en el ambiente de fábrica y en campo (tras su instalación) para asegurar el cumplimiento de las especificaciones del sub-sistema y su integridad con los componentes y sub-sistemas interconectados con éste.

El objetivo de esta categoría de pruebas y puesta en marcha es demostrar:

- La funcionalidad correcta de un equipamiento complejo o las piezas relevantes de un sub-sistema antes de ser enviado al lugar de instalación, siempre y cuando sea practicable razonablemente en un ambiente de fábrica (Pruebas de aceptación de fábrica). En el caso de un equipo complejo que será instalado repetidamente en ubicaciones diferentes, las Pruebas se realizarán en cada conjunto de equipos antes de ser enviado al lugar de instalación.
- El cumplimiento con las especificaciones al respecto del rendimiento de las piezas de un sub-sistema instaladas en una ubicación específica. Estas pruebas se conducirán en el lugar luego de la finalización de la instalación, verificando cada función lo que sea lo suficientemente practicable (Pruebas de aceptación en sitio –SAT- de sub-sistemas).
- La interfaz correcta de cada parte de un sub-sistema con los demás sub-sistemas conectados a éste. Estas Pruebas se llevarán a cabo después de la finalización de las Pruebas de aceptación sobre el terreno (en las líneas, talleres o estaciones del Metro de Lima) del sub-sistema y verificarán la corrección y cumplimiento de cada parte interconectada físicamente y su respectivo cumplimiento con los elementos con que deba interconectarse, verificando la compatibilidad de los parámetros necesarios para que la interconexión funcione adecuadamente; esto es que los subsistemas interconectados dialogan correctamente y se intercambian las alimentaciones y los datos analógicos y digitales precisos para el funcionamiento fiable y seguro de ambos..

#### 3.3.2 Pruebas Subsistemas.

A continuación se muestra una lista no exhaustiva de las principales actividades y pruebas del sistema tecnológico.

#### VIAS

- Dimensiones y Gálibos;
- Comprobaciones geométricas y estado de la vía, y de los aparatos de vía.
- Aislamiento de los raíles
- Pruebas eléctricas de las juntas de aislamiento
- Comprobar plano de rodadura y perfil del rail en los lugares donde se hayan efectuado soldaduras. Comprobación por ensayos no destructivos (END) de éstas
- Verificación de fijaciones de carriles y de sus soportes y amortiguadores plásticos.
- Placas de negativo y Retorno de corriente a subestaciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**SUBESTACIÓN DE ALIMENTACIÓN DE POTENCIA AUXILIAR, DE TRACCIÓN Y DE ALTA TENSIÓN**

- Inspección visual de todo el equipamiento e instalación de cables.
- Prueba de configuración.
- Tests Generales (Aislamiento, potencia, señales. Etc)
- Prueba funcional
- Verificación de calibraciones de relés de protección con la simulación activación.

**LINEA AÉREA DE CONTACTO**

- Inspección visual de todo el equipamiento e instalación de cables.
- Verificar configuración correcta
- Verificación de todas las pruebas geométricas y mecánicas
- Continuidad de línea y prueba de aislamiento
- Prueba de interruptores seccionadores
- Prueba de la resistencia del lazo del circuito.
- Verificación del correcto funcionamiento automático, mandos y operaciones
- Soportes, anclajes y aisladores.
- Conexiones de alimentación en positivo

**ATC**

- Pruebas de equipos de vía
- Pruebas de vehículos.
- Pruebas centralizadas.
- Prueba de integración principal de equipos de vía y vehículos.
- Pruebas de interfaz entre el ATC y otros sistemas.
- System and performance test
- Prueba de rendimiento del sistema.
- Prueba de persecución
- Prueba en GoA1
- Prueba en GoA2
- Prueba en GoA3
- Prueba en GoA4
- Prueba de encierre y salida automática de trenes de patios de talleres.
- Vuelta automática

**TELECOMUNICACIONES**

- Sistema de Pruebas cobertura de radio y de radio
- Tests integrated system of central place;
- Prueba del sistema integrado centralizado.
- Pruebas del sistema de vigilancia de vídeo
- Pruebas del sistema de sincronización horaria.
- Servicio del sistema de teléfono y de emergencia
- Prueba de integración de sistemas



## L. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS



- Prueba del sistema de grabación de sonido.
- Pruebas del subsistema de distribución eléctrica a las telecomunicaciones

### PUERTAS DE ANDÉN

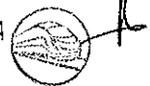
- Pruebas mecánicas de preoperación
- Pruebas eléctricas de preoperación:
- Prueba de aislamiento, continuidad y potencia.
- Prueba de circuito de impedancia y comprobación de tensión.
- Prueba de funcionamiento.
- Validación de la operación de retorno a posición inicial de la puerta.
- Validación de la interfaz vital y cable no viable. ATC-PSD
- Validación de los circuitos vitales de bloqueo y cierre.
- Validación de la operación local
- Validación de la operación según selector de modo.
- Validación de la eficiencia del desbloqueo de emergencia
- Validación de señalización de fuga a tierra.
- La validación de la inhibición de una sola puerta
- Validación de pre-aviso de cierre
- Validación de la conmutación del micro-controlador del MIP
- Validación de la operación del muelle en el caso de un fallo de una sola puerta
- Validación de implementación de modo de obstrucción
- Pruebas Mecánica post-ignición
- Veces de apertura/cierre
- Detección de obstáculos
- Ensayo acelerado de vida útil

### SCADA

- Prueba de funcionamiento
- Prueba de comunicación entre SCADA-TLC
- Prueba de comunicación entre SCADA - ATC

### VEHICULOS DE SERVICIO

- Pruebas funcionales y de seguridad
- Prueba de ruido
- Speed and braking test on functional section;
- Prueba en velocidad y freno de sección tipo funcional
- Test vehicle coupling passenger-vehicle service;
- Prueba de acoplamiento con vehículo de servicio.
- Test towing flat wagons.
- Prueba de remolcado.

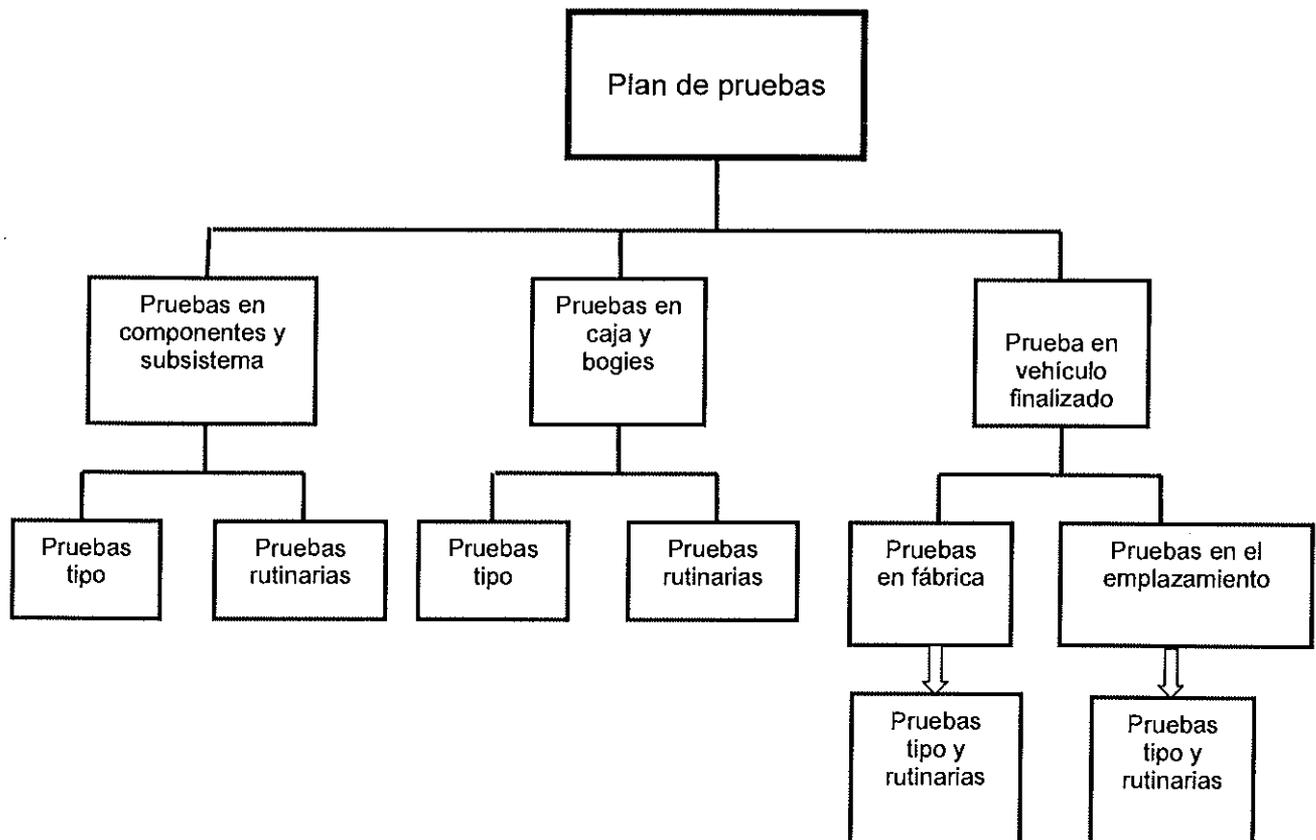




**3.4 Pruebas del material rodante.**

**3.4.1 Estructura del plan de pruebas del Material Rodante.**

La estructura del plan de pruebas se representa de la siguiente manera:



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**3.4.2 Descripción de pruebas.**

El alcance del presente documento es describir de manera general todas las pruebas que se realizarán en el material rodante propuestas para Metro de Lima, las siguientes:

- Pruebas tipo y rutinarias sobre los componentes y sistemas (en fábrica/laboratorio)
- Pruebas tipo y rutinarias en el armazón de la caja y los bogies (en fábrica)
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en fábrica
- Pruebas tipo y rutinarias en el vehículo realizadas en el emplazamiento

La prueba tipo se realizará por lo general en el primer objeto de producción, o en un prototipo, de ser necesario (por ejemplo, la prueba mecánica en la caja y bogie).

Asimismo, se llevará a cabo una fase de creación de prototipos para configurar el sistema con anterioridad a las pruebas tipo.

Todas las pruebas garantizarán que el vehículo cumple los requisitos especificados, el Plan de Calidad y las normas y procedimientos operativos de AnsaldoBreda.

Las normas estarán indicadas y detalladas en cada uno de los procedimientos de prueba, que se remitirán al cliente al menos 15 días antes de la fecha de realización de la prueba en cuestión.

La lista de pruebas propuesta para el proyecto Metro Lima constituyen el procedimiento estándar de AnsaldoBreda para vehículos de metro no tripulados, aprobado por la Autoridad de Homologación en proyectos similares a confirmar por la autoridad del Metro de Lima.

Para la Línea 1 se prevén dos configuraciones de vehículo: 6 y 7 coches.

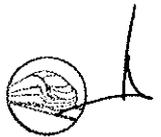
La prueba tipo realizada en los componentes, sistemas, coches y vehículo que sea igual para ambos tipos de vehículo solamente se realizará una vez.

La prueba tipo dinámica y la prueba rutinaria dinámica se realizarán en la línea de Lima en las condiciones (velocidad máxima, gradiente, curvas, etc.) admitidas por la línea disponible para la realización de las pruebas.

Los grupos de pruebas a realizar serán los siguientes:

- Pruebas de cualificación y tipo/prototipo en los componentes y sistemas.
- Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en bogies.
- Pruebas tipo/prototipo y rutinarias en cajas.
- Pruebas rutinarias en el vehículo en fábrica.
- Pruebas tipo en el vehículo en fábrica.
- Pruebas rutinarias en el vehículo en el emplazamiento.
- Pruebas tipo en el vehículo en el emplazamiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



### **3.5 PRUEBAS DE LA INTEGRACIÓN DEL SISTEMA**

Una vez que se han completado las Pruebas funcionales para cada sub-sistema, puede comenzar la integración progresiva de los diversos sub-sistemas. Verificará que las funciones interdependientes de cada sub-sistema se incorporen al contexto general del sistema completo, y así el sistema puede ponerse en marcha gradualmente.

Las pruebas de integración del sistema comenzará en la pista de Pruebas en marcha en blanco donde se encuentra disponible una configuración mínima del sistema completo (pruebas de integración del sistema en pista de Pruebas en marcha en blanco). Posteriormente las Pruebas se desarrollarán progresivamente en una sección inicial de la línea que se denominará "sección funcional".

Las Pruebas en esta fase cubrirán características importantes del sistema y las interfaces relevantes entre los sub-sistemas, tomando en cuenta la funcionalidad del sistema y la capacidad del material rodante disponible en ese momento. La intención de estas pruebas es identificar cualquier anomalía en el sistema lo más temprano posible en la fase de pruebas y confirmar completamente las elecciones del diseño (pruebas de integración de sistema en la sección funcional).

Las pruebas de integración del sistema se desarrollarán en la línea completa y verificará lo siguiente:

- La cumplimiento con los requisitos funcionales de cada sub-sistema en el contexto del sistema como un todo,



011745

- La integración correcta entre los diferentes sub-sistemas interconectados y
- La cumplimiento de cada sub-sistema y del sistema como un todo con los requisitos estructurales, funcionales y ambientales así como con los requisitos operacionales y de seguridad establecidos a lo largo de la documentación contractual (pruebas de la integración del sistema en la línea completa)

La conclusión de las Pruebas de integración del sistema debe asegurar que toda la verificación realizada demuestre que el sistema cumple con su uso pretendido como se define en los requisitos contractuales y de rendimiento.

### **3.6 PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO**

Al final de las Pruebas de integración del sistema y antes de comenzar el servicio de ingresos, se llevará a cabo un periodo conocido como Pruebas en marcha en blanco que consiste en operaciones simuladas sin pasajeros.

Durante este periodo, se realizará la simulación de eventos y anomalías relevantes que pueden ocurrir durante el servicio de ingresos. Estas simulaciones se llevarán a cabo mediante la aplicación de procedimientos operacionales que también se validarán como consecuencia. El objetivo principal del Pruebas en marcha en blanco es verificar que el personal responsable por la operación y mantenimiento (personal O&M) del sistema son capaces de realizar sus deberes.

### **3.7 PRUEBAS DURANTE EL SERVICIO DE INGRESO**

Cuando se haya completado el Pruebas en marcha en blanco y hayan sido garantizadas todas las certificaciones y acreditaciones (C&A) necesarias por parte de las autoridades de seguridad, se puede comenzar con el servicio de ingreso. En esta fase, siempre que esté solicitado específicamente en el contrato, los datos del sistema (relacionados con sus características funcionales) se recolectarán y en consecuencia se medirán para demostrar la eficiencia del sistema (particularmente la disponibilidad del sistema y su adhesión a la agenda de funcionamiento).

## **4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA**

### **4.1 GENERALIDADES**

Todas las fases de suministro y fabricación para cada componente y montaje de los sub-sistemas, se acompañará con las actividades de pruebas correspondiente como se define en los documentos descritos en sección Planes de pruebas de sub-sistemas.

Los planes de pruebas en esta fase, tienen como objetivo principal el asegurar que todo el material enviado al lugar de instalación cumpla las características y los requisitos de rendimiento prescriptos en la documentación del proyecto. El cumplimiento de los requisitos del proyecto y las especificaciones contractuales se aseguran mediante la aplicación de los planes de control de calidad, a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

Los protocolos sólo se elaborarán una vez que el proveedor sea capaz de definir las bases técnicas del sub-sistema (es decir, la arquitectura del mismo) y la logística de la cadena de suministro. Siendo así:

- La pruebas de tipo de componentes requeridos estarán definidas explícitamente,
- La estrategia de entrega de los lotes de productos basada en la lógica de instalación se describirá,

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- La lógica de pruebas durante la fabricación y el montaje se definirá y
- Las Pruebas funcionales en los componentes/sub-montajes en un ambiente de fábrica serán identificadas

Con la primera versión del SSTP se adjuntará un documento de programación que proporcionará una visión general de la duración y la programación de actividades de pruebas asociada con cada sub-sistema.

#### **4.1.1 Pruebas Tipo**

Cada proveedor de sub-sistema demostrará la adecuación de la selección de los componentes principales del sub-sistema o de los sub-montajes, basado en evidencia documental (obtenida mediante la pruebas o la experiencia operacional), que satisfaga las características técnicas y/o funcionales correspondientes. Si esta documentación no se encuentra disponible o si el proveedor del sistema de transporte considera que la documentación es insatisfactoria, se requerirá que los componentes/sub-montajes se sometan a una prueba tipo.

#### **4.1.2 Pruebas Serie**

Las pruebas para toda la serie, al contrario que las pruebas tipo que se realizan solo en el primer componente de una serie: inspección de prototipo o primer artículo; se realizarán durante la producción de toda la serie de fabricación de las unidades y componentes.

### **4.2 PRUEBAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL MONTAJE**

Estas Pruebas pueden incluir:

- La aceptación del material basada en el rendimiento del producto final,
- Verificación mediante la medición de los parámetros durante el proceso de fabricación,
- Verificación de la aplicación correcta de los procedimientos y métodos de fabricación y montaje

Estas actividades interactúan directamente con los medios de producción y por lo tanto serán objeto de planeación precisa y oportuna para asegurar la alineación con las actividades de producción.

Debido al hecho de que algunas Pruebas importantes se realizan durante la entrega de los componentes/sub-montajes, en fases subsiguientes de pruebas se verificará y administrará cualquier acción correctiva que resulte de la experiencia de las fases de pruebas anteriores.

#### **4.3 PRUEBAS DE ACEPTACION EN FÁBRICA.**

Como precondition al envío de componentes o piezas importantes de un sub-sistema al lugar de instalación, se requerirá que cada sub-sistema satisfaga sus Pruebas de aceptación en fábrica correspondientes. (FAT).

El proveedor, el proveedor del sistema de transporte y el cliente acordarán los siguientes detalles de FAT:

- La dimensión y complejidad de las Pruebas,
- La tipología y relevancia de las Pruebas factibles,
- La cantidad de componentes/sub-montajes involucrados en las pruebas y su relación con las ubicaciones propuestas en el lugar.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Como consecuencia, se describirá una secuencia lógica detallada de Pruebas en el SSTP.

En cuanto a los vehículos, cada uno deberá someterse a una FAT antes de ser enviado al lugar. Estas Pruebas se detallarán en la documentación correspondiente del vehículo además de las Pruebas realizadas "antes del envío". Como referencia para las pruebas de aceptación en fábrica del Material Rodante, se puede considerar la siguiente lista:

**L. MEMORIAL DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



**4.4 PRUEBAS DE CUALIFICACIÓN Y TIPO EN LOS COMPONENTES Y SISTEMAS DEL MATERIAL RODANTE.**

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. (1)	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de recepción Cliente	Punto de recepción Autoridad	COMENTARIO
LMCO 01	Prueba del motor de tracción	X					EN 60349-2	AB	AB/NA			
LMCO 02	Prueba del convertidor de tracción	X					EN 50207	AB	AB/NA			
LMCO 03	Prueba combinada del sistema de tracción	X					CEI 9	N.A.	AB/NA			Prueba en prototipo
LMCO 04	Pruebas del UCT	X					EN 50155	AB	AB/NA			
LMCO 05	Prueba del UCC	X					EN 50155	AB	AB/NA			
LMCO 06	Prueba del UCF	X					EN 50155	PDEF	Proveedor			
LMCO 07	Prueba del cargador de baterías	X					EN 50207	AB	AB/NA			
LMCO 08	Prueba del inversor auxiliar	X					EN 50207	AB	AB/NA			
LMCO 09	Registro de eventos estático (REE)	X					EN 50155	PDEF	Proveedor			
LMCO 10	Unidad de detección de incendios (UDI)	X					EN 50155	PDEF	Proveedor			
LMCO 11	Prueba del HVAC	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 12	Prueba de puertas	X					EN14752	PDEF	Proveedor			
LMCO 13	Prueba del reóstato de freno	X					IEC 60322	PDEF	Proveedor			
LMCO 15	Prueba de baterías	X						PDEF	Proveedor			



**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB. (1)	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMCO 15	Prueba del interruptor de alta velocidad	X					IEC 77 CEI 9-10	PDEF	Proveedor			
LMCO 16	Prueba de pantógrafo	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 17	Prueba de filtro de línea	X					EN 60310	PDEF	Proveedor			
LMCO 18	Prueba del pasillo de intercomunicaciones	X					ISO 15186-2 EN 12663	PDEF	Proveedor			
LMCO 19	Prueba del acoplador	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 20	Prueba del piso	X					pdef	PDEF	Proveedor			
LMCO 21	Prueba de los asientos	X					IEC 17050	PDEF	Proveedor			
LMCO 22	Prueba del parabrisas	X					UIC 651	PDEF	Proveedor			
LMCO 23	Prueba del compresor principal	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 24	Prueba de pastillas de freno	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 25	Prueba de caja de cambios	X						PDEF	Proveedor			
LMCO 26	Prueba de eje, ruedas y eje montado		X				EN 13261	PDEF	Proveedor			Ref. plan de fabricación y control

AB evaluar la posibilidad de remitir el informe de prueba del proyecto de las L1-L2 del metro urbano pesado de Milán



**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



**4.5 PRUEBAS TIPO/PROTOTIPO Y RUTINARIAS EN BOGIES DEL MATERIAL RODANTE**

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB. (1)	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMBO 01	Prueba de fatiga del bastidor de bogie	X				X	EN 13749	PDEF	AB/PT			Prueba en prototipo
LMBO 02	Prueba rutinaria del bogie motor: comprobación mecánica, dimensiones, rigidez, comprobación de cableado, y pruebas de aislamiento y dieléctricas		X				EN 50343	N.A.	AB/NA			Prueba por cada tipo de bogie
LMBO 03	Prueba rutinaria del bogie portante: comprobación mecánica, dimensiones, rigidez, comprobación de cableado, y pruebas de aislamiento y dieléctricas		X				EN 50343	N.A.	AB/NA			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



[12145]

011749

Pag

[30]



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**

**4.6 PRUEBAS TIPO/PROTOTIPO Y RUTINARIAS EN CAJAS DEL MATERIAL RODANTE.**



CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMCAT01	Prueba de resistencia de la estructura de la caja	X					EN 12663	PDEF	AB/PT			Prueba en prototipo (1)
LMCAT02	Prueba de gálibo (dimensión exterior)	X	X				IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(1)
LMCAT03	Prueba de peso (tipo)	X	X				IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(1)
LMCAT04	Prueba de espacio libre estático: Prueba de rotación de bogies/caja	X	X				IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(1)
LMCAT05	Seguridad frente a descarrilamiento en vías sinuosas	X	X			X	EN 14363	N.A.	Planta de AB			(1)
LMCAT06	Prueba de HVAC (cámara de climatización)	X					EN 14751	PDEF	AB/PT Cám. Clim.			(1)
LMCAT01	Armazón de la caja Comprobación dimensional		X					N.A.	AB/RC			(2)
LMCAT02	Caja: comprobación de cableado y pruebas de aislamiento y dieléctricas		X				EN 50343	N.A.	Planta de AB			(2)
LMCAT03	Prueba de estanqueidad al agua del vehículo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BARRERA GARCIA  
PRESIDENTE LEGAL



**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMCAR04	Prueba de peso (tara)		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)
LMCAR05	Nivelación del vehículo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)
LMCAR06	Comprobación de puesta a tierra		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			(2)

(1) Realizar en todos los tipos de coches

(2) A realizar en todos los coches

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



**4.7 PRUEBAS RUTINARIAS EN EL VEHÍCULO EN FÁBRICA DEL MATERIAL RODANTE.**

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMVFR01	Prueba funcional del sistema de baja tensión		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR02	Prueba de puertas		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR03	Prueba de iluminación interna y externa		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR04	Prueba del sistema neumático		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR05	Prueba del sistema de detección de humo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR06	Prueba estática del sistema de frenos		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR07	Prueba del convertidor auxiliar, el cargador de las baterías y el sistema de media tensión		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR08	Prueba del HVAC		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR09	Establecimiento del esfuerzo del pantógrafo		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFR10	Prueba estática de		X	X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			

[12148]

011752

Pa g

[33]

**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
	propulsión								AB			

**4.8 PRUEBAS TIPO EN EL VEHÍCULO EN FÁBRICA DEL MATERIAL RODANTE.**

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMVFT01	Prueba de capacidad de elevación del vehículo	X		X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			
LMVFT02	Prueba de intensidad de la iluminación interior	X		X			EN 13272	N.A.	Planta de AB			
LMVFT03	Prueba de capacidad de las baterías	X		X			IEC 61133	N.A.	Planta de AB			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE  
LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

Pag

[34]

[12149]

011753

**5 PRUEBAS EN CAMPO.**

011754

**5.1 GENERALIDADES.**

Se llevarán a cabo dos tipos de actividades campo:

1. Actividades de pruebas y puesta en marcha de la instalación relacionadas con cada sub-sistema
2. Pruebas de integración del sistema

Se considerará la verificación de:

- La instalación correcta
- La funcionalidad del sub-sistema
- La interconexión correcta de los componentes internos y otros sub-sistemas conectados con éstos y
- El rendimiento de los sub-sistemas individuales

Estas pruebas, generalmente divididas en pruebas de ubicación específica y posteriormente consolidadas en su conjunto en Pruebas de sub-sistemas, se implementarán bajo la coordinación del director técnico del sistema de transporte pero serán responsabilidad de los proveedores de cada sub-sistema.

El segundo conjunto de actividades de pruebas en el lugar, se rigen por el plan de pruebas de integración del sistema, que definirá el enfoque a la realización de todo el sistema. Su meta es verificar la funcionalidad, la interfaz y el rendimiento de los distintos sub-sistemas interconectados y la funcionalidad y rendimiento del sistema como un todo.

Estas actividades se implementarán bajo la coordinación del director de puesta en marcha del proveedor del sistema de transporte o del integrador del sistema. Cuando sea posible, la ejecución de las Pruebas de integración del sistema involucrarán/incorporarán la participación del Concesionario explotador (O&M). Asimismo, cada uno de los proveedores de los sub-sistemas deberá colaborar en la ejecución de dichas Pruebas.

**5.2 PRUEBAS DE INSTALACIÓN.**

Estas Pruebas se realizarán sobre cada componente/sub-montaje de cada sub-sistema individual a lo largo de la fase de instalación de cada sub-sistema, para verificar el cumplimiento de las especificaciones y requisitos de instalación.

Antes de comenzar la instalación, cada componente/sub-montaje se controlará para verificar que no haya ocurrido ningún daño durante el envío.

La realización de las Pruebas de instalación de un sub-sistema para una ubicación específica, completa las actividades de instalación en la ubicación correspondiente y por lo tanto, facilita el comienzo de las Pruebas de las interfaces y de la funcionalidad de dicho sub-sistema.

**5.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DEL SUBSISTEMAS.**

En cada lugar, sea en la línea o en una estación, los componentes/sub-montajes de cada sub-sistema se evaluarán para verificar su funcionalidad correcta y la corrección de sus interfaces (internas y externas). Todas las Pruebas se llevarán a cabo en una secuencia lógica de tal manera que los componentes/sub-montajes del sub-sistema evaluados se encuentren integrados por completo antes de la integración con otros sub-sistemas externos.

Antes de comenzar con estas actividades, se entregarán y aprobarán la especificación y los procedimientos correspondientes a la evaluación, mediante los procedimientos de calidad establecidos.

Cuando las Pruebas llevadas a cabo produzcan un resultado negativo, el proveedor del sub-sistema realizará los procedimientos necesarios de acción correctiva.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA



**L. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**

El director de puesta en marcha para cada sub-sistema siempre se coordinará y comunicará con el director de puesta en marcha del proveedor del sistema de transporte para asegurar la eficiencia de sus actividades en las pruebas correspondientes.

La finalización de las actividades de pruebas de cada sub-sistema se comunicará y como consecuencia transferirá desde el proveedor del sub-sistema al proveedor del sistema de transporte, según los procedimientos de organización establecidos para el lugar de instalación.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



**CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA**

**5.4 PRUEBAS RUTINARIAS EN EL VEHÍCULO EN EL EMPLAZAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE.**

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
LMVLR01	Prueba funcional y de los sistemas de seguridad del vehículo finalizado		X	X			IEC 61133	N.A.	Almacén de Lima			
LMVLR02	Prueba de aceleración en condiciones de tara		X		X		IEC 61133	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLR03	Prueba de desaceleración en condiciones de tara		X		X		EN13452-1	N.A.	Línea de Lima			(3)

(3) Prueba realizada en las condiciones (velocidad máxima, grado de desnivel, curva, etc.) presentes en la línea disponible para la realización de las pruebas

**5.5 PRUEBAS TIPO EN EL VEHÍCULO EN EL EMPLAZAMIENTO DEL MATERIAL RODANTE.**

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
RYVLT01	Espacio libre dinámico en curvas	X			X		EN14363	N.A.	Línea de Lima			Verificación del pasillo de intercomunicaciones en el radio mínimo y las curvas en S admitidas por la línea
RYVLT02	Prueba de rendimiento de	X			X		IEC 61133	N.A.	Línea de			(3)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**L. MEMOR DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



**CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA**

[12153]

011757

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL./TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEDO	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
	aceleración en condiciones de carga								Lima			
RYVLT03	Prueba de rendimiento de desaceleración en condiciones de carga	X			X		EN13452-1	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT04	Prueba antideslizamiento en condiciones de tara	X			X		EN13452-2	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT05	Prueba de rendimiento en condiciones degradadas	X			X			N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT06	Prueba de acoplamiento	X			X			N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT07	Prueba de rescate	X			X			N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT08	Prueba de estacionamiento e inmovilización	X		X			EN13452	N.A.	Línea de Lima			Disponible pendiente ascendente (3)
RYVLT09	Prueba de ruido interno (estática y dinámica)	X		X	X		ISO3381	N.A.	Línea de Lima			Según requisitos de prueba dinámica en línea de túnel (3)
RYVLT10	Prueba de ruido externo (estática)	X		X	X		ISO3095	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT11	Prueba de compatibilidad electromagnética	X			X		EN 50121; EN 61000	N.A.	Línea de Lima			(3)
RYVLT12	Prueba de calidad de la marcha	X			X		ISO 2631-1	N.A.	Línea de Lima			(3)



**L. MEMORANDO DESCRIPTIVA DE LOS PROTOCOLOS  
PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS**



**CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA**

CÓD. PRUEBA	TÍTULO	CUAL/TIPO	RUTINARIA	ESTÁTICA	DINÁMICA	INF. APROB.	Norma de ref.	PROVEEDOR	LUGAR DE PRUEBAS	Punto de retención Cliente	Punto de retención Autoridad	COMENTARIO
RYVLT13	Verificación de la capacidad térmica	X			X		EN 50215	N.A.	Línea de Lima			(3)

(3) Prueba realizada en las condiciones (velocidad máxima, grado de desnivel, curva, etc.) presentes en la línea disponible para la realización de las pruebas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



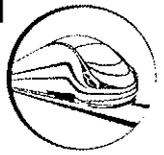
CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

Página

[39]

[12154]

011758



**6 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN.**

**6.1 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA**

Cuando el proyecto haya avanzado suficientemente y se hayan completado satisfactoriamente las pruebas estáticas y dinámicas en la vía de pruebas del sistema de transporte de Lima, el integrador del sistema tendrá la oportunidad de comenzar las pruebas de integración del sistema en una "zona de Pruebas en marcha en vacío". Además de las Pruebas necesarias que verifiquen la funcionalidad de la configuración de la zona de Pruebas en marcha en vacío, el integrador del sistema también realizará todas las Pruebas de integración posibles en esta mínima configuración. Tras estas pruebas en vacío, y una vez superadas satisfactoriamente las mismas, se realizarán las pruebas en blanco.

Las Pruebas en vacío se supervisarán desde el centro de operaciones central (COC) para verificar la integración completa de todos los sub-sistemas (incluso el vehículo) en el contexto del sistema completo.

El integrador del sistema realizará las Pruebas prescriptas en el plan de pruebas correspondiente según las "especificaciones y procedimientos de evaluación" producidas para cada prueba de integración.

Cuando la prueba realizada produzca resultados negativos, el integrador del sistema coordinará la implementación de las acciones correctivas apropiadas y programará la repetición de la prueba en una fase posterior (preferentemente durante las Pruebas de integración del sistema en la sección funcional). Este proceso se repetirá las veces que sea preciso hasta que todas las pruebas den resultado satisfactorio, y se eleve a definitivos sus resultados, documentándose apropiadamente, antes de dar por cerrado el proceso.

**6.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EN LA SECCIÓN FUNCIONAL**

Las Pruebas de integración en la sección funcional sólo comenzarán una vez que los sub-sistemas correspondientes utilizados en la sección funcional hayan completado sus Pruebas de aceptación en el área.

La configuración de la sección funcional seleccionada, junto con los sub-sistemas que serán completamente funcionales en esta sección para comenzar estas Pruebas de integración, se definirán en su plan de pruebas correspondiente.

Las actividades en esta fase las realizará la organización de puesta en marcha del proveedor del sistema de transporte o el Integrador del sistema, y las precederá una fase de relevo de todos los equipos instalados por la organización de construcción a la organización de puesta en marcha. Este relevo incluirá la verificación de todas las Pruebas de instalación y su documentación asociada.

Esta fase además proporcionará una oportunidad de ajustar y optimizar los procedimientos operacionales que implementará el proveedor O&M a todo el sistema.

Las Pruebas realizadas en esta fase, según las Pruebas descritas en su plan de pruebas correspondiente, tienen como objetivo verificar la funcionalidad correcta de todos los sub-sistemas en el contexto del sistema completo para anticipar una resolución oportuna de las acciones correctivas eventuales.

Todas las Pruebas de integración del sistema aplicarán los pasos prescriptos en las especificaciones y los procedimientos de pruebas correspondientes, elaborados para cada prueba individual.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





Cuando la pruebas realizada produzcan resultados negativos, el integrador del sistema coordinará la implementación de las acciones correctivas apropiadas y planeará la repetición de la pruebas en una fase posterior (preferentemente durante las Pruebas de integración del sistema en la línea completa), asegurando que se obtiene el resultado satisfactorio y documentándose apropiadamente, antes de dar por cerrado el proceso.

La verificación formal del cumplimiento del sistema con las especificaciones y los requisitos contractuales se llevará a cabo en la próxima fase, es decir en las Pruebas de integración del sistema en toda la línea.

### **6.3 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EN TODA LA LÍNEA**

Una vez que se han realizado las Pruebas funcionales para cada sub-sistema en cada ubicación a lo largo de la línea completa y en todas las estaciones, se realizarán las Pruebas de integración del sistema en toda la línea, como continuación de las Pruebas de integración de sistema realizadas en la sección funcional. La meta de esta fase de pruebas de demostrar que el sistema en su configuración final cumple con todos los requisitos de rendimiento especificados para el sistema como un todo.

El proveedor del sistema de transporte o el integrador del sistema realizará las Pruebas prescriptas en el plan de pruebas correspondiente y además planeará repetir cualquier prueba que haya producido un resultado negativo en las fases anteriores. Las Pruebas aplicarán los pasos prescriptos en las especificaciones y los procedimientos de pruebas correspondientes, elaborados para cada prueba individual. Se prestará especial atención, desde la perspectiva técnica y organizacional, a las Pruebas que demuestren el rendimiento de todo el sistema.

Si ocurre algún resultado negativo en estas Pruebas, se transferirá inmediatamente la evidencia apropiada que demuestre la falta de cumplimiento a la organización de ingeniería del sistema del proveedor del sistema de transporte para una acción correctiva apropiada.

Las Pruebas con resultado negativo que necesiten repetirse requerirán la presencia del proveedor para el (los) sub-sistema(s) evaluado(s).

### **6.4 PRUEBAS FINALES DE INTEGRACIÓN DE SISTEMAS.**

A continuación se describe una lista de pruebas no exhaustiva sobre las pruebas de integración finales a realizar, para evidenciar la adecuación de todas las tecnologías sobre el sistema, antes de la marcha en blanco:

#### **Medio Ambiente.**

- Ruido y vibraciones.
- Verificación del ruido y vibraciones en sistemas.

#### **EMI/EMC**

- Verificación de emisiones EMI/EMC.

#### **Estructural.**

- Ensayos de cortocircuito.
- Pruebas de circuitos eléctricos.
- Test de contacto con catenaria.
- Prueba de continuidad eléctrica y resistencia a cortocircuito.
- Prueba de gálibo dinámico.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- Distancia mínima a plataformas.

#### Operación y control en depósito en zona ATC.

- Comprobación del movimiento de trenes desde el area de cambio automatic-manual, a la zona de Lavado Exterior
- Entrada de tren en la zona manual desde la plataforma de transición
- Llegada del tren a zona de estacionamiento desde la línea principal
- Preparación de los trenes en la zona de estacionamiento.
- Zona para la entrada en servicio de pasajeros
- El movimiento de trenes desde la zona de estacionamiento a la línea principal
- Sistema de Tren de prueba de reingreso.
- Funcionamiento de la estación Terminal
- Fallo de puertas depósito.

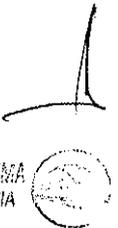
#### Operación Normal

- Operaciones en regulación.
- Operación en frecuencia.
- Alternative Routes Test.
- Diagnósis y verificación de alarmas.

#### Operaciones de guarda.

- Movimiento de vehículos de servicio.
- Prestaciones degradadas.
- Operación en vía única.
- Puerta de tren /puerta de andén bloqueada.
- Fallo en la cobertura de radio.
- Fallo en el sistema de detección y activación de intrusión.
- Liberación switch de emergencia.
- Operación de cambio de sentido.
- Tren en modo bypass.
- Tren en modo ATP.
- Operaciones sin parar.
- Fallo de radio embarcada.
- Fallo de comunicaciones y transmisión.
- Fallo SCADA
- Fallo en el subsistema de comunicaciones del vehículo.
- Operación de rescate.
- Fallo de puertas de andén.
- Fallo en la entrada / salida del taller.
- Fallo de los cambios (cruzamientos) entre las estaciones y terminales.
- Fallo de los cambios (cruzamientos) entre terminales y depósito.
- Situaciones de demanda de energía de emergencia.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**Operación de emergencia.**

- Fuego o humo en un tren en la estación.
- Parada de emergencia de tren en la estación.
- Activación de parada de emergencia.
- Activación de corte de energía manual.
- Activación de para de de emergencia manual.
- Activación de apertura de puertas manual.
- Detección de apertura de puertas no planificada.
- Activación de vehículo salvavidas.

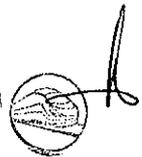
**Relacionadas con la seguridad.**

- Emergencia Metro Ventilación Activación y Fallo.
- Ventilación del túnel de emergencia.
- Control de Dirección de la ventilación de túneles.
- Señalización de Salida de Ventilación del túnel. Salida de emergencia Señal /
- La activación y el control de iluminación de emergencia en el túnel
- Detección de apertura de la puerta de andén no planificado y apertura de puerta de final de plataforma no planificado
- Comunicación entre los pasajeros y el Centro de Control en condiciones de emergencia
- Envío de la solicitud durante frenada de emergencia.
- Reacción ante Fallo del sistema de radio.

**Rendimiento.**

- Intervalo operacional.
- Diseño de intervalo.
- Tiempo de viaje.
- Exactitud de parada.
- Demanda de potencia.
- Prueba de carga eléctrica en servicio nominal.
- Prueba de carga eléctrica en modo degradado.
- Prueba de ciclo de vida.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**7 PRUEBAS DE MARCHA EN BLANCO: PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA ANTES DE LA PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL.**

Durante la finalización de las Pruebas del Sistema, el conjunto será entregado al responsable de O&M que llevará a cabo operaciones simuladas sin la presencia de pasajeros.

Esta fase de Pruebas en marcha en blanco facilitará la verificación de la adecuación de los procedimientos operacionales y de la preparación y subsiguiente acreditación del personal O&M, ya que la certificación y acreditación del sistema (C&A) necesaria se logra para permitir el servicio de ingreso.

La disponibilidad de personal O&M completamente entrenado para mantener un sistema completamente operativo es un prerequisite para el comienzo de la fase de Pruebas en marcha en blanco.

En esta fase, todo el personal O&M realizará sus roles asignados bajo una operación normal del sistema y practicarán todo los tipos de actividades previstas durante la fase de ciclo O&M. Los siguientes son ejemplos de los tipos de tareas simuladas durante el Pruebas en marcha en blanco:

- Operaciones normales del sistema
- Operaciones en condiciones degradadas
- Operaciones en condiciones de emergencia
- La colaboración entre el personal O&M con distintas funciones
- Los medios de comunicación internos y externos
- La implementación de los procedimientos de seguridad durante condiciones de emergencia.

El personal O&M propuesto para los distintos roles que requiera la operación del sistema se utilizará en sus roles respectivos a lo largo de la fase de Pruebas en marcha en blanco. Se verificará que el personal O&M sea capaz de operar el sistema en una variedad de situaciones complejas que requieran mantener una interrupción mínima a la operación del sistema.

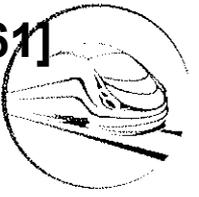
Al finalizar esta fase de Pruebas en marcha en blanco, el sistema (incluso todo el personal de planta y O&M estará en posición de lograr su C&A para comenzar el servicio de ingreso.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

[12160]

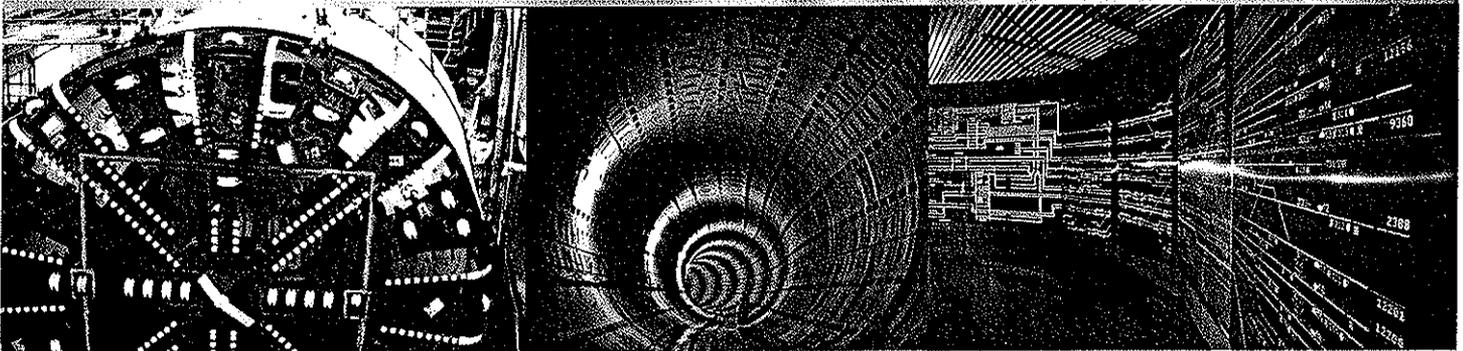


M.



011761

# M. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE



*[Handwritten signature]*

011765

M	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE
Nº DOCUMENTO	TIPO DE DOCUMENTO

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA  
RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO"

## **M. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y MATERIAL RODANTE**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





Índice

<b>1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUEL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.....</b>	<b>6</b>
1.1.1 MANUALES DE OPERACIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y VÍA.....	6
1.1.2 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES FERROVIARIAS.....	7
1.1.3 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES NO FERROVIARIAS.....	9
<b>1.2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA.....</b>	<b>10</b>
1.2.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES Y VÍA.....	10
1.2.1.1 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	11
1.2.1.1.1 Mantenimiento Preventivo.....	13
1.2.1.1.2 Mantenimiento Predictivo.....	14
1.2.1.1.3 Mantenimiento Correctivo.....	14
1.2.1.2 RECURSOS HUMANOS.....	15
1.2.1.3 RECURSOS TÉCNICOS.....	16
1.2.1.3.1 Herramientas y Equipos de Medida.....	16
1.2.1.3.2 Lista de Repuestos.....	17
1.2.1.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	18
1.2.1.4.1 Sistema de calidad y documentación base.....	18
1.2.1.4.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente.....	18
1.2.1.4.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento.....	18
1.2.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FERROVIARIAS.....	19
1.2.2.1 FILOSOFÍA Y ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....	20
1.2.2.1.1 Objetivos generales.....	21
1.2.2.1.2 Seguridad y salud.....	22
1.2.2.1.3 Disponibilidad y confiabilidad.....	22
1.2.2.1.4 Formación.....	23
1.2.2.1.5 Reducción y optimización de costos.....	24
1.2.2.2 DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE MANTENIMIENTO.....	26
1.2.2.3 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	26
1.2.2.3.1 Mantenimiento Preventivo.....	29
1.2.2.3.1.1 Proceso y Mantenimiento preventivo programado.....	32
1.2.2.3.2 Mantenimiento Predictivo.....	35
1.2.2.3.2.1 Mantenimiento Predictivo basado en estado.....	36
1.2.2.3.3 Mantenimiento Correctivo.....	37
1.2.2.3.3.1 Proceso de mantenimiento correctivo.....	38
1.2.2.4 TRABAJOS GENERALES DE MANTENIMIENTO. CUADRO DE FRECUENCIAS.....	43
1.2.2.4.1 Energía.....	43
1.2.2.4.2 Control de trenes basado en comunicaciones. CBTC.....	47
1.2.2.4.3 Puertas de andén.....	49
1.2.2.4.4 Telecomunicaciones.....	50

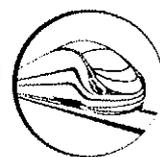




	011767	
1.2.2.4.5	Recolección automática de tarifas.....	51
1.2.2.4.6	SCADA .....	52
1.2.2.4.7	EQUIPO DE DEPÓSITO.....	52
1.2.2.5	RECURSOS HUMANOS.....	52
1.2.2.5.1	Herramientas y Equipos de Medida .....	54
1.2.2.5.2	Lista de Repuestos .....	54
1.2.2.6	SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	55
1.2.2.6.1	Sistema de calidad y documentación base .....	55
1.2.2.6.2	Sistema de seguridad laboral y medio ambiente.....	55
1.2.2.6.3	Sistema de gestión de dirección del mantenimiento.....	55
1.2.2.7	REVISIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	56
1.2.2.8	ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA.....	57
1.2.2.9	EXTERNALIZACIÓN.....	58
1.2.2.10	SISTEMA DE CALIDAD.....	59
1.2.2.10.1	Sistema de gestión de calidad .....	59
1.2.2.10.2	Planificación de Calidad .....	59
1.2.2.10.3	Garantía de Calidad.....	60
1.2.2.10.4	Control de Calidad.....	60
1.2.2.11	DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	60
1.2.2.11.1	Instrumentos de trabajo.....	62
1.2.2.12	SISTEMA DE SEGURIDAD LABORAL Y MEDIO AMBIENTE.....	63
1.2.3	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES NO FERROVIARIAS .....	64
1.2.3.1	TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO .....	65
1.2.3.1.1	Mantenimiento preventivo .....	67
1.2.3.1.2	Mantenimiento predictivo.....	71
1.2.3.1.3	Mantenimiento correctivo.....	72
1.2.3.2	RECURSOS HUMANOS.....	73
1.2.3.3	RECURSOS TÉCNICOS.....	74
1.2.3.3.1	Herramientas y equipos de medida .....	74
1.2.3.3.2	Lista de repuestos.....	74
1.2.3.4	SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	75
1.2.3.4.1	Sistema de calidad y documentación .....	75
1.2.3.4.2	Sistema de seguridad laboral y medio ambiente.....	76
1.2.3.4.3	Sistema de gestión de dirección del mantenimiento.....	76
1.3	ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA.....	77
2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE.....	85
2.1	MANUAL DE OPERACIONES (MOP).....	87
2.1.1	ESTRUCTURA .....	87
2.1.2	RESÚMENES .....	87
2.2	MANUALES DE MANTENIMIENTO (MM) .....	88
2.2.1	ESTRUCTURA .....	88
2.2.2	RESÚMENES .....	88

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO LUIS BASAVE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

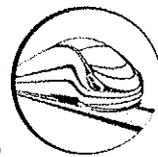




<b>2.3</b>	<b>MANUAL DE DESCRIPCIÓN TÉCNICA (DT)</b> .....	<b>88</b>
<b>2.4</b>	<b>MANUALES POR TIPO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO</b> .....	<b>89</b>
<b>2.4.1</b>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)</b> .....	<b>89</b>
<b>2.4.2</b>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)</b> .....	<b>90</b>
<b>2.4.3</b>	<b>MANUAL DE HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE PRUEBA (MHEEP)</b> .....	<b>90</b>
<b>2.5</b>	<b>CATÁLOGO ILUSTRADO DE PIEZAS (CIP)</b> .....	<b>91</b>
<b>2.5.1</b>	<b>ESTRUCTURA</b> .....	<b>91</b>
<b>2.5.2</b>	<b>RESÚMENES</b> .....	<b>91</b>
<b>2.6</b>	<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRESENTACIÓN</b> .....	<b>92</b>
<b>2.7</b>	<b>REVISIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>2.8</b>	<b>DOCUMENTACIÓN ELECTRÓNICA Y SISTEMA DE APOYO</b> .....	<b>92</b>
<b>3.</b>	<b>PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE</b> .....	<b>93</b>
<b>4.</b>	<b>LOGÍSTICA Y REPUESTOS DE LA INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTOS DEL SISTEMA Y DEL MATERIAL RODANTE</b> .....	<b>100</b>
<b>4.1</b>	<b>LISTADOS DE REPUESTOS</b> .....	<b>103</b>
<b>4.1.1</b>	<b>MATERIAL RODANTE</b> .....	<b>103</b>
<b>4.1.1.1</b>	<b>Repuestos críticos</b> .....	<b>104</b>
<b>4.1.1.2</b>	<b>Repuestos estratégicos</b> .....	<b>105</b>
<b>4.1.2</b>	<b>EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA</b> .....	<b>106</b>
<b>4.1.3</b>	<b>OBRA CIVIL</b> .....	<b>125</b>

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA  
INFRAESTRUCTURA**

El propósito de ésta memoria descriptiva es definir la filosofía y estructura de los manuales preliminares para la Operación y el Mantenimiento de la Infraestructura de Obras Civiles y Vía, Instalaciones Ferroviarias e Instalaciones No Ferroviarias.

Esta memoria está orientada a cubrir las necesidades documentales para la correcta explotación (operación y mantenimiento) de las infraestructuras del Sistema Ferroviario:

Obras Civiles y Vía:

- Talleres.
- Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.)
- Superestructura de Vía y Vía.

Instalaciones Ferroviarias:

- Energía.
- Línea Aérea.
- Puertas de Andén.
- Señalización Ferroviaria, Telecomunicaciones, Control y Seguridad

Instalaciones No Ferroviarias:

- Climatización/Ventilación.
- Escaleras Mecánicas y Ascensores.
- Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
- Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
- Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
- Instalación Contra Incendios.

**ALCANCE Y RESPONSABILIDADES**

Este manual de operación y mantenimiento cubre las infraestructuras del Sistema Ferroviario. El alcance del servicio de operación y mantenimiento de las infraestructuras se puede efectuar de la siguiente forma:

- Operar de acuerdo a los Manuales de Obras Civiles, Vía, Instalaciones Ferroviarias e Instalaciones No Ferroviarias.
- Mantener todos los subsistemas de las infraestructuras en condiciones de funcionamiento óptimo, por lo menos iguales a las condiciones en el comienzo de la prestación de servicio, siguiendo estrictamente los Manuales de Mantenimiento.
- Mantener adecuadamente todos los activos pertenecientes a las infraestructuras del Sistema Ferroviario con el fin de cumplir con una adecuada seguridad, disponibilidad, fiabilidad, calidad de servicio, con el objetivo de cumplir el coste del ciclo de vida.
- Gestión de los medios humanos y técnicos necesarios, con el fin de proporcionar los recursos adecuados para las actividades de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- **Proceso 05 “Seguimiento y Control de la Operación”:** Se desarrolla un procedimiento para el seguimiento y control de las operaciones de Talleres, Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.) y Superestructura de Vía y Vía.

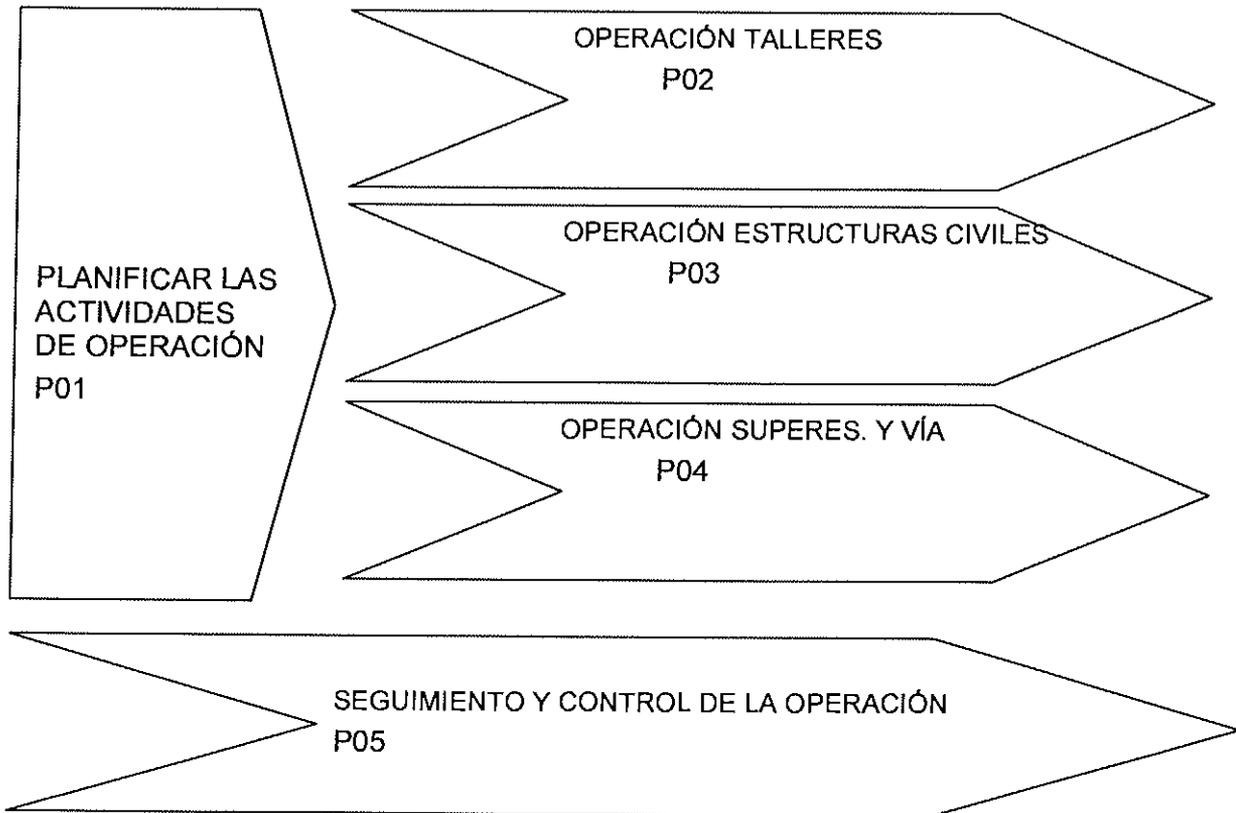


Figura 1: Diagrama de Procesos de la Operación de Obras Civiles y Vía

### **1.1.2 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES FERROVIARIAS**

El objeto de este apartado es el de establecer el Manual de Operación de las Instalaciones Ferroviarias, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

Al objeto de establecer un Manual de Operación de las Instalaciones Ferroviarias es necesario identificar y establecer las actividades y los procesos principales que se requieren para la correcta prestación del servicio:

- **Proceso 01 “Planificar las actividades de Operación”:** En este proceso se desarrolla cómo realizar la planificación de la operación de la Energía, Línea Aérea, Señalización Ferroviaria, Puertas de Andén y Telecomunicaciones, Control y Seguridad).
- **Proceso 02 “Operación de la Energía”:** Se desarrolla la operación de la energía para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.
- **Proceso 03 “Operación de la Línea Aérea”:** Se desarrolla la operación de la Línea Aérea para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.





- **Proceso 04 “Operación de Señalización Ferroviaria”:** Se desarrolla la operación de la Señalización Ferroviaria para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.
- **Proceso 05 “Operación de Puertas de Andén”:** Se desarrolla la operación de las Puertas de Andén para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.
- **Proceso 06 “Operación de las Telecomunicaciones”:** Se desarrolla la operación de las Telecomunicaciones, Control y Seguridad para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.
- **Proceso 07 “Seguimiento y Control de la Operación”:** Se desarrolla un procedimiento para el seguimiento y control de las operaciones de la Energía, Línea Aérea, Señalización Ferroviaria, Puertas de Andén y Telecomunicaciones.

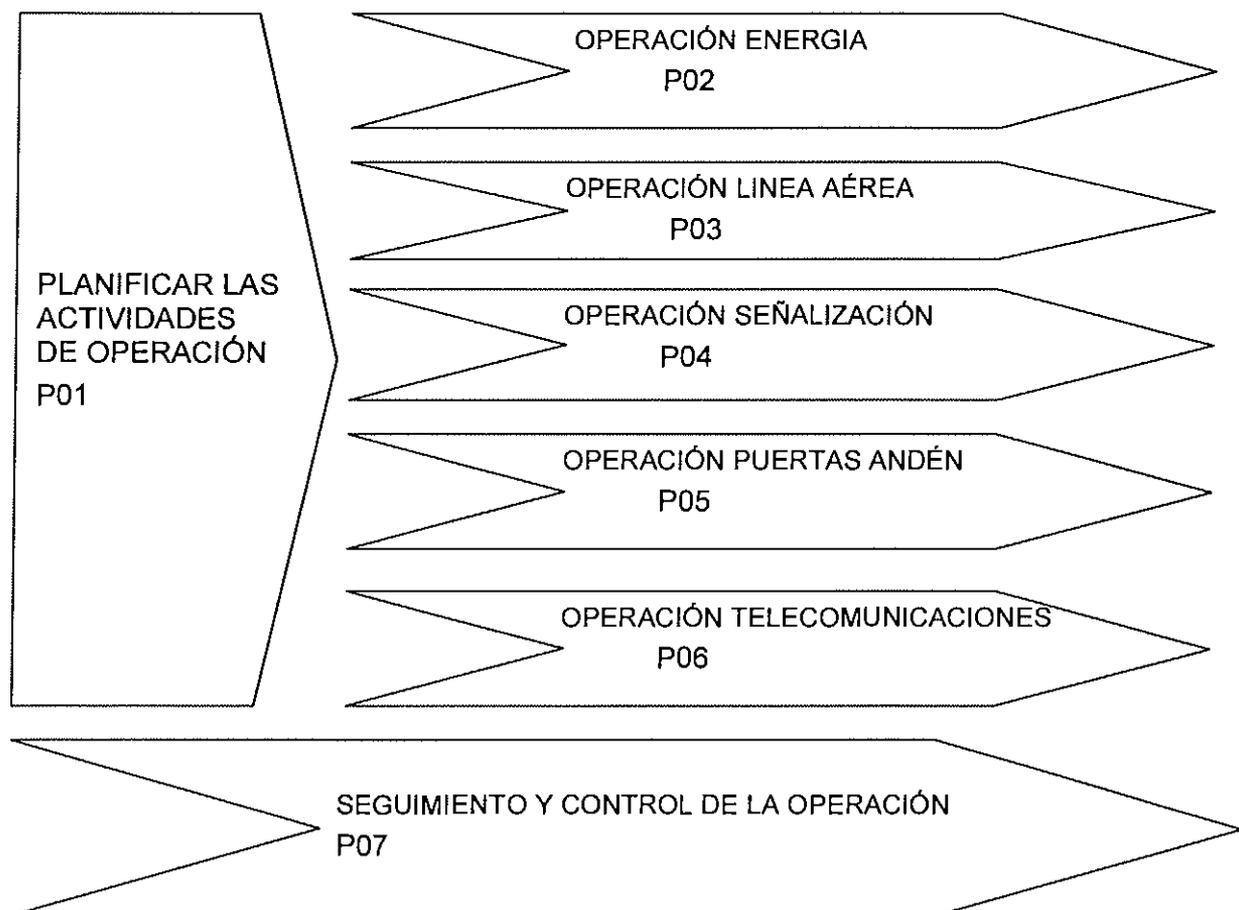


Figura 2: Diagrama de Procesos de la Operación de Instalaciones Ferroviarias



**LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

011770

**RCM:** Reliability Center Maintenance.

**CBTC:** Communications-Based Train Control

**GMAO:** Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador

**NORMATIVA APLICABLE**

- EN 13306-2010 – “Maintenance Terminology”
- EN 13460-2009 – “Documentation for Maintenance”
- EN 15341-2007 – “Maintenance Key Performance Indicators”
- IEC 60812 – “Analysis techniques for system reliability – Procedure for Failure Mode and Effects Analysis”

**1.1 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA**

Se describen a continuación las necesidades documentales para la correcta operación de las infraestructuras del Sistema Ferroviario, con el siguiente alcance:

- Obras Civiles y Vía:
- Instalaciones Ferroviarias:
- Instalaciones No Ferroviarias:

**1.1.1 MANUALES DE OPERACIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y VÍA**

El objeto de este apartado es el de establecer el Manual de Operación de las Obras Civiles y Vía, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

Al objeto de establecer un Manual de Operación de las Obras Civiles y Vía del Sistema Ferroviario es necesario identificar y establecer las actividades y los procesos principales que se requieren para la correcta prestación del servicio:

- **Proceso 01 “Planificar las actividades de Operación”:** En este proceso se desarrolla cómo realizar la planificación de la operación de la Talleres, Túneles y Estructuras Civiles Ferroviarias (pozos, galerías, etc.) y Superestructura de Vía y Vía.
- **Proceso 02 “Operación de los Talleres”:** Se desarrolla la operación en los Talleres para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.
- **Proceso 03 “Operación de Estructuras Civiles”:** Se desarrolla la operación en las Estructuras Civiles para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.
- **Proceso 04 “Operación de Superestructura y Vía”:** Se desarrolla la operación de la Superestructura y vía para garantizar su correcto funcionamiento, y cumplir la reglamentación y normativa vigente.

**1.1.3 MANUAL DE OPERACIÓN DE INSTALACIONES NO FERROVIARIAS 011773**

El objeto de este apartado es el de establecer el Manual de Operación de las Instalaciones No Ferroviarias (Estaciones), dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

Para establecer un Manual de Operación de las Instalaciones No Ferroviarias es necesario identificar y organizar las actividades y los procesos principales que se requieren para la correcta prestación del servicio de los sistemas:

- Climatización/Ventilación.
  - Escaleras Mecánicas.
  - Ascensores.
  - Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
  - Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
  - Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
  - Instalación Contra Incendios.
- 
- **Proceso 01 “Abrir las estaciones y gestionar sus elementos”:** Permite realizar la apertura del servicio en las estaciones de la Red y supervisar la situación de las instalaciones.
  
  - **Proceso 02 “Atención e información habitual al cliente”:** Documenta que el cliente tenga la información y asistencia adecuada para que pueda usar los servicios que le proporciona el Sistema Ferroviario de la forma más eficiente y segura.
  
  - **Proceso 03 “Atención a reclamaciones y sugerencias”:** Permite recibir por los diversos canales establecidos las reclamaciones y sugerencias formuladas y dar respuesta en los plazos departamentales fijados.
  
  - **Proceso 04 “Atención en la venta y canje billeteaje”:** Está orientado a facilitar al cliente el título de transporte solicitado independientemente de la forma de pago.
  
  - **Proceso 05 “Gestionar las incidencias operativas en la red y seguimiento”:** Se orienta a tratar de forma adecuada las incidencias operativas que puedan afectar al cliente. Tener constancia que las anomalías producidas durante la prestación del servicio se han gestionado siguiendo los procedimientos establecidos de la forma más adecuada.
  
  - **Proceso 06 “Cerrar el servicio”:** Documenta como completar y cerrar las estaciones una vez finalizado el servicio a los clientes.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



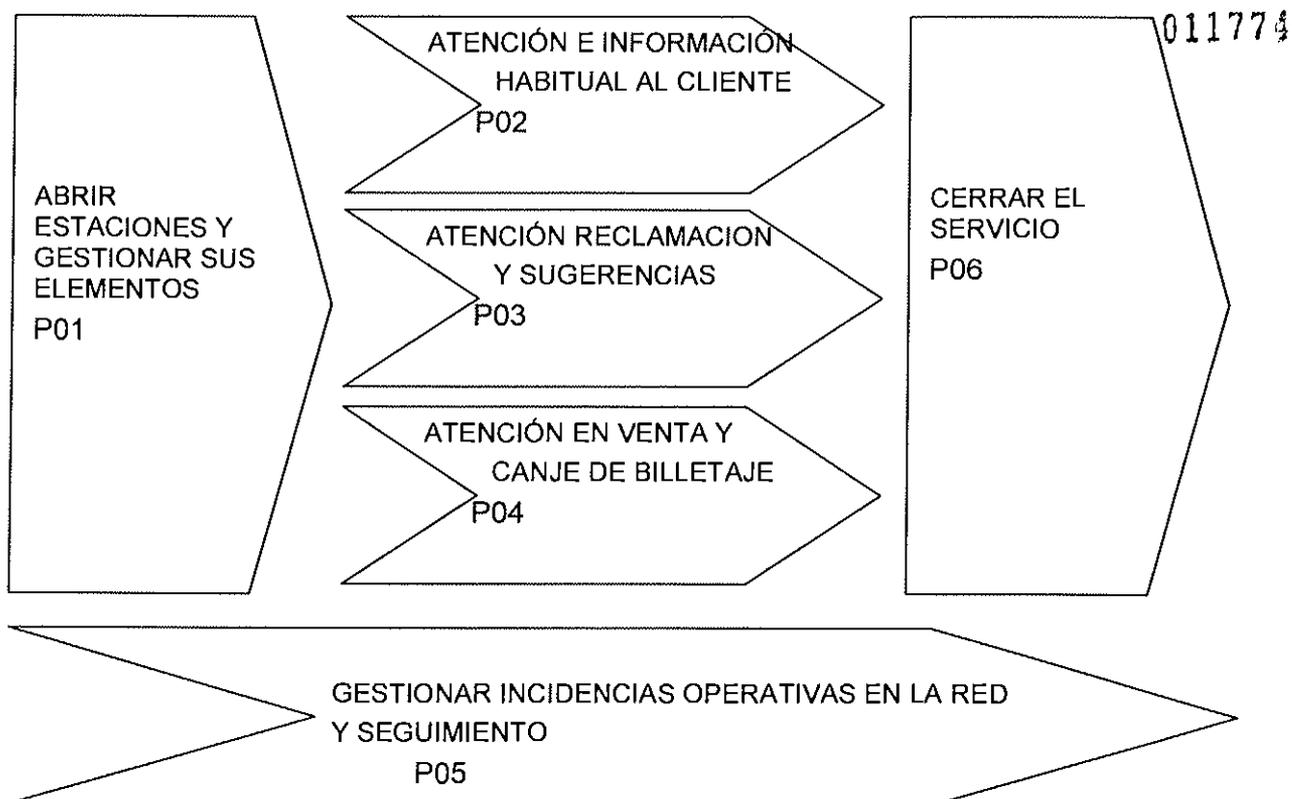


Figura 3: Diagrama de Procesos de la Operación de Instalaciones No Ferroviarias

## **1.2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LOS MANUALES DE MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA**

Se describen a continuación las necesidades documentales para el correcto mantenimiento de las infraestructuras del Sistema Ferroviario, con el siguiente alcance:

- Obras Civiles y Vía
- Instalaciones Ferroviarias
- Instalaciones No Ferroviarias

### **1.2.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES Y VÍA**

El objeto de este apartado es el de establecer el Plan de Mantenimiento de las Obras Civiles y Vía, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario.

El plan de mantenimiento se realizará en las condiciones técnicas óptimas sobre las instalaciones e incluye las medidas preventivas y predictivas que se deben tomar para tener una instalación fiable que garantiza estos objetivos principales:

- Proteger a las personas y las Instalaciones.
- Extender la vida útil de las instalaciones y equipos, y adoptar medidas que conduzcan a la utilización óptima de las instalaciones con un coste de mantenimiento mínimo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



- Asegurar y mantener las instalaciones dentro de los índices de fiabilidad y disponibilidad.

011775

Estos Objetivos se lograrán si se realizan los siguientes principios:

- Formación continua del personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad basado en la creación de un sistema de documentación, procesos y procedimientos. Este sistema será apropiado si se agregan los resultados de la experiencia y el apoyo de un sistema informático que facilite el análisis de los resultados, las estadísticas, etc.
- Aplicación de la regla de Salud, Seguridad y Protección Ambiental.

Para llevar a cabo este programa de mantenimiento, el personal asignado será dirigido por un técnico con experiencia probada en las instalaciones y con la asistencia de asesores con experiencia suficiente para el desarrollo de las tareas que se les asignen.

El trabajo que el personal de mantenimiento realice deberá estar contenido en un documento denominado "Libro de Registro de Mantenimiento", normalmente está informatizado. Con este documento se pueden mejorar los procesos de mantenimiento mediante el análisis estadístico de las averías y la aplicación de Técnicas avanzadas de mantenimiento como el Mantenimiento Predictivo y el RCM.

#### **1.2.1.1 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

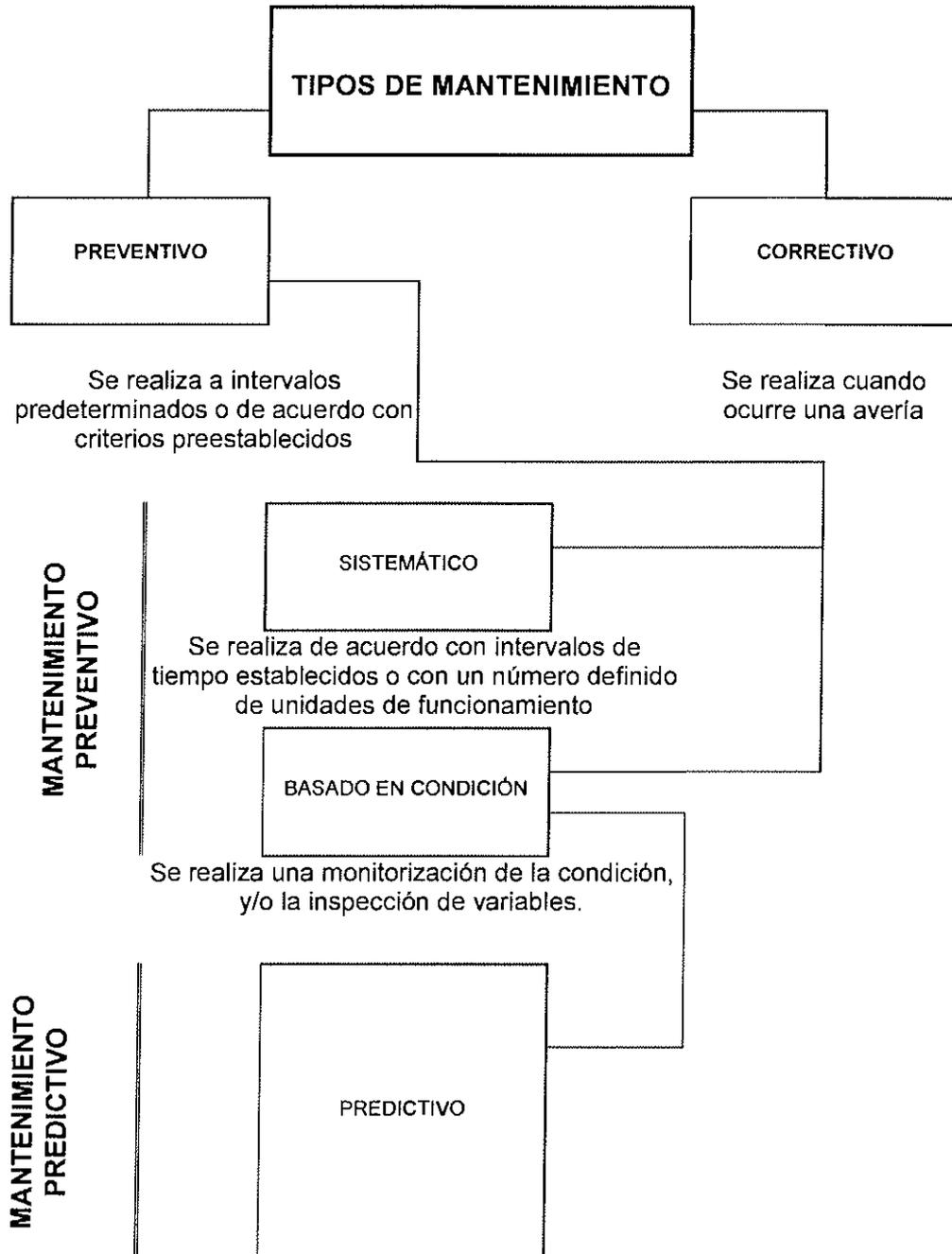
Se definen básicamente los siguientes tipos de mantenimiento, según norma EN 13306:

- **Mantenimiento preventivo:** mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios preestablecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad del fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. Se clasifica en dos tipos:
  - Mantenimiento Predeterminado (programado o sistemático): mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición.
  - Mantenimiento Legal o Normativo es un Mantenimiento Predeterminado (programado) establecido en una ley o norma (No contemplado en la EN 13306).
  - Mantenimiento Basado en la Condición: mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición, y/o la inspección, y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento.
  - Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la Condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.
- **Mantenimiento correctivo:** mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en el que pueda realizar la función requerida. Se clasifica en dos tipos:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 



- Mantenimiento correctivo inmediato: se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.
- Mantenimiento correctivo diferido: no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo a reglas dadas.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





1.2.1.1.1 Mantenimiento Preventivo

011777

Se desarrolla un Mantenimiento Preventivo de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes que garantice la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones, así como el cumplimiento de los indicadores de servicio exigidos para las mismas. Se detallan todas las operaciones y trabajos programados, periodicidades y contenido de cada revisión periódica, siguiendo las recomendaciones de la normativa aplicable.

El alcance de las revisiones, inspecciones y/o verificaciones que se prevén, podrá ser específico para cada instalación teniendo en cuenta las necesidades propias de la misma, en función del tráfico de viajeros, condiciones en su ubicación física, condiciones de funcionamiento, historial de incidencias, fabricante y modelo, siguiendo herramientas de mejora de la estrategia de mantenimiento como RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad), salvo las operaciones de mantenimiento legal, cuyas frecuencias y consistencias son de obligado cumplimiento.

Se adjunta un Ejemplo de Plan de Mantenimiento Preventivo de Estructuras Civiles:

<b>CON CARÁCTER ANUAL:</b>
Revisión general de los soportes y vigas de las estructuras metálicas
Control de humedades en los forjados de las estructuras metálicas
Control de humedades en los forjados reticulares de las estructuras de hormigón
Control de humedades en los forjados unidireccionales de las estructuras de hormigón
Repaso de los elementos pintados de los cerramientos
Inspección de los elementos metálicos estructurales y de soporte de los cerramientos
Revisión de tabiquería
Revisión de la banda de sellado del vidrio, comprobándose la estanqueidad de la misma.
Limpieza y repintado de esmaltes, temples, barnices...
Repaso de barnices y pintura de barandillas
Repaso de corrosiones en la instalación de fontanería
Revisión del pozo de registro de las instalaciones de evacuación, comprobando el estado de la arqueta de reparto y de los canalones
Revisión de la red general de tuberías reponiendo la pintura que se pudiera haber desprendido y comprobando anclajes.
Comprobación de las instalaciones de saneamiento y bombeo
<b>CADA 2 AÑOS:</b>
Engrase de los elementos de giro o movimiento de la carpintería de madera y metálica
Inspección del pavimento de terrazo, gres cerámico y asfalto
Repaso de la instalación de fontanería
<b>CADA 3 AÑOS:</b>
Inspección del estado de la protección contra la corrosión y contra el fuego de los soportes de hormigón, procediendo en caso necesario a una reparación o repintado.
Inspección de las vigas de hormigón apreciándose si existe una fecha excesiva u otro tipo de lesión
Inspección de la estructura de las placas de escalera
Pintado de las placas de escalera
Comprobación de las sujeciones del vidrio
<b>CADA 5 AÑOS:</b>
Inspección de las uniones de soportes y vigas de las estructuras metálicas
Inspección de zonas de fisuras y/o flechas excesivas en los forjados de las estructuras

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALEJONSO HUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



1.2.1.1.2 Mantenimiento Predictivo

El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable, que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, unas horas de funcionamiento, unas fechas, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.

La dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es, en primer lugar, la localización de dicha variable identificadora y, en segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles. En este apartado trataremos un gran número de las técnicas actualmente desarrolladas en el mercado, pero anticipamos que este tipo de mantenimiento no es de inmediata aplicación y precisa un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo.

La realidad es que este tipo de mantenimiento es una de las pocas alternativas que encontramos a la rutina de los mantenimientos periódicos establecidos y, antes de aplicar cualquier tipo de mantenimiento preventivo rutinario o sistemático hay que analizar, sobre todo por rentabilidad y eficacia, si el mismo se puede sustituir por un mantenimiento condicional.

El mantenimiento predictivo debe verse complementado por la utilización de técnicas estadísticas. No es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia solamente del operador o del técnico. Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallos y, a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema con base en las condiciones presentes que estamos midiendo.

**Técnicas Predictivas en Obras Civiles:**

1. Análisis de Vibraciones.
2. Análisis de Aceite Lubricante.
3. Termografía Infrarroja.
4. Auscultación geométrica de vía.
5. Auscultación geométrica de la línea aérea.

1.2.1.1.3 Mantenimiento Correctivo

La organización para la ejecución del mantenimiento correctivo será aquella que permita cumplir con la disponibilidad, fiabilidad, el tiempo de respuesta y tiempo de resolución de cada intervención, establecidos para estas instalaciones.

**Incidencia:** Se entienden bajo este concepto todos los avisos que acontezcan en el funcionamiento, operación o mantenimiento de las instalaciones, sistema de telemando o

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABÉ GARCÍA  
REPRESENTANTE LEGAL





monitorización, así como sistema contra incendios asociado. La incidencia puede, no conllevar, en todos los casos, el fallo del equipamiento, pudiéndose estar asociada a problemas de aspecto, confort, etc. 011779

**Averías:** Son todas aquellas incidencias con fallo que impiden o disminuyen las funcionalidades de las instalaciones.

Se deberá contar con son Sistema de Gestión del Mantenimiento que permita la comunicación de la incidencia/avería, resolución y notificación de las mismas. Se propone una codificación determinada para notificación de los trabajos realizados en sus instalaciones, al objeto de realizar un control y seguimiento estadístico del mantenimiento correctivo realizado en las instalaciones.

**Tipo de operación:** Descriptor del tipo de trabajo específico realizado, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

**Modo de fallo:** Descriptor del elemento, componente o sistema donde manifiesta la avería, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

**Causa de fallo:** Descriptor del motivo concreto causante del fallo, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

### **1.2.1.2 RECURSOS HUMANOS**

Debe garantizarse la prestación del Servicio durante las 24 horas del día, todos los días del año. Los trabajos de mantenimiento que sean susceptibles de planificar o programar se desarrollarán en el horario en el que exista la menor necesidad de disponibilidad de los elementos, esto es, con carácter general en horario nocturno, fuera del horario comercial.

El personal de mantenimiento deberá atender las solicitudes de trabajos de mantenimiento correctivo (avisos) con unos tiempos de respuesta y de resolución que permitan cumplir con los niveles de disponibilidad y fiabilidad establecidos para este equipamiento.

A continuación se definen los condicionantes horarios para la realización de trabajos en función del tipo de mantenimiento a realizar, y las necesidades y condiciones de operación del sistema:

- **Mantenimiento preventivo.** Las intervenciones de este tipo de mantenimiento se programarán y realizarán durante las franjas horarias que no tienen afección en el servicio de viajeros. No obstante, se podrá determinar en cualquier momento por condiciones de servicio coyunturales o estables, para ciertas instalaciones y con carácter obligatorio, la ejecución de trabajos de este tipo en otros horarios.
- **Mantenimiento correctivo.-** Se garantizará, tanto en días laborables como festivos, los 365 días del año, la atención del personal especializado necesario para la realización de los trabajos de reparación de incidencias, según los tiempos de respuesta y resolución estipulados.

Se deberá de disponer para el personal de los locales necesarios para vestuarios, centros u oficinas de gestión, almacenes de repuestos y talleres de reparaciones. etc.

Se dispondrá de una estructura operativa de recursos humanos que le permita cumplir con el servicio y niveles de calidad del servicio establecido. Esta estructura tendrá que ser contemplada en diversos conceptos, como: personal directivo, personal técnico, personal operario y personal de apoyo/administración.



En el Plan de Mantenimiento se detallarán los recursos humanos puestos a disposición para la realización correcta del servicio de mantenimiento de estas instalaciones.

Uno de los factores más importantes del mantenimiento es la formación continua del personal, en el que se le proporcionan los conocimientos técnicos y habilidades para la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo.

Dado que los Sistemas Ferroviarios son entornos industriales con unas condiciones de trabajo complejas y severas, habitualmente se imparte una formación inicial (3 a 6 meses) para el personal previamente seleccionado, consistente en:

- Conocimientos básicos del Sistema Ferroviario.
- Conocimientos técnicos de las instalaciones concretas montadas en el sistema por marca y modelo.
- Formación en seguridad ferroviaria e industrial.

De acuerdo con los niveles de mando, habrá dos niveles de cursos: básico y avanzado. La preparación de los cursos de formación y manuales de enseñanza estará a cargo de especialistas en mantenimiento de este tipo de instalaciones.

### **1.2.1.3 RECURSOS TÉCNICOS**

El personal de mantenimiento debe de disponer de las máquinas, aparatos, instrumentos, herramientas, software de diagnóstico, accesorios, equipos de protección individual, vehículos automóviles, para la prestación de los Servicios de Mantenimiento, así como su conservación y mantenimiento, de forma que se conserve en todo momento su funcionalidad original.

Asimismo deberá tener los equipos y sistemas de información e informáticos (GMAO), licencias de software y demás elementos que sean precisos para la comunicación de trabajos de mantenimiento efectuados en el sistema de gestión de mantenimiento de Metro.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

El proceso de gestión de las instalaciones de almacenamiento, vinculado a la orden de reemplazo, se llevará a cabo por medios electrónicos. Además, el sistema reservará material necesario en los trabajos futuros.

La gestión de compras con la ayuda del ordenador, se conecta con la base de proveedores aprobados, lo que permite optimizar la gestión de compras.

De acuerdo con el tipo de material y su uso, será posible establecer puntos de tiempo y la transferencia de puntos, para el transporte de materiales entre las existencias para evitar la falta de los materiales utilizados.

#### **1.2.1.3.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE MEDIDA**

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento las Herramientas y Equipos de Medida necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

Como concepto de herramientas necesarias para el mantenimiento se dispondrá de forma general con el siguiente equipamiento en el taller (4 sets en cada taller, un total de 8 sets):

- Gato/tornillo de apriete
- Tráctel de 1500 kg.
- Polipasto de 750 kg.
- Amoladora con disco de corte, de 230 mm (o en su defecto una lima).
- Cabeza cortadora hidráulica de 50mm.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



- Maza, cizalla y herramientas de mano (alicates, destornilladores, martillos, etc.)

#### 1.2.1.3.2 LISTA DE REPUESTOS

Los repuestos y materiales consumibles que son necesarios para la prestación de los servicios son exclusivamente los específicos para este tipo de instalación. Se incluyen los repuestos de inmovilizado (activos) y/o repuestos consumibles para una instalación tipo, excluyéndose los repuestos de propósito general y comerciales.

Se deberá disponer de una relación lo más detallada posible de las referencias y el stock de los repuestos y materiales consumibles para cada una de las marcas y modelos de equipos. Esta lista estará siempre actualizada.

Se tendrá que dimensionar y disponer en todo momento del stock de repuestos suficiente para mantener los indicadores de calidad, disponibilidad y fiabilidad.

Se utilizará siempre repuestos originales, salvo causas justificadas de eficiencia y, entre ellas, las derivadas de obsolescencia tecnológica –por ejemplo, la desaparición de un producto del mercado- o la desaparición del suministrador originario.

Se tendrá un almacén para la guarda, custodia y control de los materiales necesarios para la prestación de los servicios de mantenimiento. Se deberá contar con la organización y buen orden del almacén, tal que aseguren su funcionalidad, localización y distribución para su inmediata utilización.

Unos de los mayores problemas a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento para conseguir unos óptimos indicadores de disponibilidad es el de disponer de los repuestos y componentes necesarios para restablecer el servicio a la mayor brevedad, cuando se produce una avería en alguno de ellos.

Por lo tanto, es de vital importancia diferenciar que componentes de los repuestos de los sistemas son reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuáles no ya que el aseguramiento de un stock útil en el Almacén General tengan una alta disponibilidad depende de en gran medida de la decisión que se tome para cada repuesto.

A continuación se dan una serie de recomendaciones generales como criterios de decisión para diferenciar que repuestos deben ser tratados como reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuales como fungibles (**repuestos consumibles**):

- Inviabilidad técnica de la reparación: Por su diseño constructivo o mecanización hay repuestos que son técnicamente no reparables cuando se averían: pequeños transformadores, llaves de paso, etc.
- Valor económico de la reparación: Si se estima que la reparación (costes de la mano de obra por horas de trabajo más materiales) es superior al 70 % del valor de un repuesto nuevo, se recomienda sea tratado como repuesto fungible.
- Baja fiabilidad de la reparación: Existen repuestos cuya reparación no consigue obtener buenas fiabilidades una vez averiados: Relés, Ventiladores pequeños, etc.

Este proceso es complejo y debe basarse en la experiencia que se acumule en la reparación de repuestos, por lo que se recomienda que se elabore una Lista inicial de repuestos clasificados, para anualmente proceder a su revisión y ajuste.

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento los repuestos inmovilizados y consumibles necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

**1.2.1.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

011782

**1.2.1.4.1 Sistema de calidad y documentación base**

El sistema de calidad que se implementará en el mantenimiento, se basará en los sistemas de calidad regulados en las normas ISO 9000. Actuando de esta manera, nos aseguramos de los más altos estándares de calidad para el mantenimiento de las instalaciones del Proyecto.

La documentación del sistema de calidad se establece de acuerdo a las exigencias del contrato, sin embargo, como regla general, esta documentación se estructura en tres grandes bloques, de acuerdo con los requisitos establecidos por el Modelo de Aseguramiento de la Calidad en la serie de normas ISO 9000.

**Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad**

- Manual de Calidad
- Manual de Procedimientos Generales y Específicos.
- Documentación Técnica
- Documentación Industrial
- Dossier de Análisis de Operación

**1.2.1.4.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente**

Se deberá disponer de una relación nominal de los trabajadores adscritos a este servicio, así como de la formación profesional que dispone cada uno de ellos y de los cursos de prevención laboral conforme a la reglamentación en vigor, información que deberá actualizar permanentemente, tan pronto como se produzcan bajas o nuevas incorporaciones.

Se recomienda expedir tarjetas personales para la identificación y acceso a sus instalaciones del personal dedicado al servicio de mantenimiento, para lo cual el listado o relación que contenga estos datos se encontrará actualizado en todo momento.

Para los trabajos que impliquen la alteración de las condiciones de explotación del servicio a los viajeros o conlleven acceso a áreas restringidas de las instalaciones, serán necesarias las correspondientes autorizaciones previas de acceso por escrito.

- Acceso controlado a las instalaciones
- Normativa de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo
- Normativa técnica y operativa interna ó externa

**1.2.1.4.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



De acuerdo con las especificaciones, la eficiencia del sistema de gestión informatizada, permite la integración de la gestión de mantenimiento que se describen en la parte técnica.

Las ventajas más importantes que ofrece esta gestión integrada se detallan a continuación.

La documentación del sistema de módulos permite una versión "as built" de toda la documentación técnica, así que es un elemento clave para la gestión del mantenimiento exitoso.

En cualquier Sistema Ferroviario, la actividad de Mantenimiento se encuentra calificada como uno de los procesos del "core bussines" de la Empresa. Su importancia estratégica se fundamenta en tres indicadores o parámetros del negocio esenciales para la Empresa: 011783

**Disponibilidad del Sistema:** refleja la **eficacia** en la utilización de los recursos técnicos y humanos disponibles y que el Sistema Ferroviario es capaz de poner a disposición de los clientes.

**Fiabilidad del Sistema:** da una perspectiva de la **calidad y aseguramiento** del servicio prestado, para generar confianza y fidelidad en la utilización del Sistema Ferroviario por los clientes.

**Costes de Mantenimiento:** midiendo la **eficiencia** del proceso de mantenimiento.

### **1.2.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FERROVIARIAS**

El objeto de este apartado es el de establecer el Plan de Mantenimiento de las Instalaciones Ferroviarias, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario:

- Energía y suministro eléctrico
- Línea Aérea.
- Señalización Ferroviaria. CBTC (control de trenes basado en comunicaciones),
- Puertas de Andén.
- Telecomunicaciones, Control y Seguridad. PCS, SCADA
- Recolección automática de tarifas
- Equipos de depósito.

El plan de mantenimiento se realizará en las condiciones técnicas óptimas sobre las instalaciones e incluye las medidas preventivas y predictivas que se deben tomar para tener una instalación fiable que garantiza estos objetivos principales:

- Proteger a las personas y las Instalaciones.
- Extender la vida útil de las instalaciones y equipos, y adoptar medidas que conduzcan a la utilización óptima de las instalaciones con un coste de mantenimiento mínimo.
- Asegurar y mantener las instalaciones dentro de los índices de fiabilidad y disponibilidad, así como gestionar las piezas de repuesto, a fin de proporcionar medios adecuados para las actividades de mantenimiento.

Estos Objetivos se lograrán si se realizan los siguientes principios:

- Formación continua del personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad basado en la creación de un sistema de documentación, procesos y procedimientos. Este sistema será apropiado si se agregan los resultados de la experiencia y el apoyo de un sistema informático que facilite el análisis de los resultados, las estadísticas, etc.
- Aplicación de la regla de Salud, Seguridad y Protección Ambiental.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Para llevar a cabo este programa de mantenimiento, el personal asignado será dirigido por un técnico con experiencia probada en las instalaciones y con la asistencia de asesores con experiencia suficiente para el desarrollo de las tareas que se les asignen. 0011784

El trabajo que el personal de mantenimiento realice deberá estar contenido en un documento denominado "Libro de Registro de Mantenimiento", normalmente está informatizado. Con este documento se pueden mejorar los procesos de mantenimiento mediante el análisis estadístico de las averías y la aplicación de Técnicas avanzadas de mantenimiento como el Mantenimiento Predictivo y el RCM.

### **1.2.2.1 FILOSOFÍA Y ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO**

La filosofía de mantenimiento propuesta se orienta a los siguientes aspectos clave:

- Salud y seguridad de los pasajeros;
- Disponibilidad y confiabilidad del sistema;
- Lugar de trabajo saludable y seguro para el personal de trabajo;
- Análisis de costo-beneficio del ciclo de vida.

Los objetivos anteriores se lograrán con la implementación de una estrategia basada en:

1. La planificación adecuada de las actividades de mantenimiento:

Esta planificación estará orientada a:

- a. minimizar el impacto en el servicio de cobro de boletos y junto al departamento de Ingeniería y la División de Operaciones se acordarán reuniones para la planificación de trabajo periódico.
- b. minimizar la frecuencia de intervención por medio de un análisis histórico y la recopilación de datos sobre fallos a fin de optimizar constantemente el plan de mantenimiento.

2. Equipo de emergencia:

estará disponible las 24 h del día, los 7 días de la semana. A disposición del Operador en casos de intervenciones de emergencia, pero a la espera de emergencias el equipo puede trabajar en mantenimientos programados, como se hayan planificado.

3. Trabajo en turnos para tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de nivel 2 :

La estrategia se orienta a tener el menor impacto en el funcionamiento concentrándose en especial en el turno nocturno cuando dichas actividades pueden requerir el acceso a la línea.

4. Soporte técnico remoto:

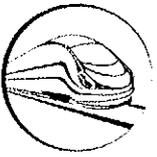
Por medio de una infraestructura especializada se realizarán diagnósticos y análisis remotos y de ser posible, se implementarán medidas de mitigación inmediatas o la resolución de problemas.

5. Gestión adecuada del inventario:

La estrategia implementada se orientará a la sustitución inmediata de piezas defectuosas y a la minimización del tiempo de reparación. A fin de minimizar costos, cuando resulte posible, la reparación se realizará en el sitio. La gestión de las piezas de repuesto y de la logística se centralizará y automatizará a través del uso de MMS.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





6. Monitoreo continuo de las condiciones del equipo:

Cada sub-sistema se diagnosticará de manera constante y adecuada. Los datos de diagnóstico serán datos de MMS que permitirán una respuesta rápida y un régimen de mantenimiento efectivo. Gracias a MMS será posible monitorear también la obsolescencia y la degradación del equipo a fin de mejorar la estrategia de mantenimiento.

7. Filosofía de la unidad reemplazable en línea para mantenimiento correctivo:

Las LRU se diseñan de modo tal que se pueda llevar a cabo el mantenimiento fuera de línea al cambiar las partes principales llamadas unidades reemplazables en línea (LRU). Este enfoque facilita el diagnóstico fuera de línea y la reparación de los componentes defectuosos, minimizando así el impacto de la disponibilidad del sistema.

1.2.2.1.1 OBJETIVOS GENERALES

Confeccionar el plan de mantenimiento para identificar las actividades de mantenimiento y su frecuencia, tales como listas de control para cada actividad de mantenimiento, lista de piezas de repuesto y listas de herramientas especiales. Este plan se redactará con la colaboración del operador para desarrollar una buena planificación de las actividades de mantenimiento compatibles con las necesidades de este. Se basará en los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) durante las fases de diseño e implementación del proyecto.

El diseño predictivo de RAMS, FMECA y el análisis de peligros del sistema optimizarán el diseño del sistema y la selección de componentes para garantizar el equilibrio entre la vida del diseño del producto, la calidad y el nivel de intervención para mantenimiento a fin de lograr el rendimiento requerido de manera rentable de acuerdo con los requisitos de integridad de la seguridad.

Los intervalos de servicio y la confiabilidad de los diferentes sistemas incluidos los sub-sistemas se basan en los datos que proporcionan los principales proveedores y la experiencia de ASTS para desarrollar la solución de mantenimiento propuesta. En este sentido, determina la frecuencia y la magnitud de los intervalos necesarios para el Mantenimiento Correctivo y Preventivo a fin de garantizar el logro de los objetivos de disponibilidad y confiabilidad del servicio. Por ende, es posible definir un nivel de recursos de trabajo, habilidades y un nivel de inventario necesarios para proporcionar la cantidad necesaria de intervención.

Las actividades y la duración previstas del Mantenimiento Correctivo y del Mantenimiento Preventivo se utilizan para calcular los intervalos de los ciclos de mantenimiento tanto en exámenes diarios como en mantenimiento mayores y los mantenimientos de inventario de las piezas de repuesto (de sub-sistemas completos a subconjuntos). Esto permitirá que el servicio esté disponible en todo momento.

En general, el régimen de mantenimiento incluirá la **planificación a largo plazo** en la cual se programan actividades de mantenimiento y se establecen pedidos de mantenimiento de acuerdo con el mantenimiento periódico y las características de rendimiento y la **planificación a corto plazo** en la cual se asigna el trabajo de acuerdo con el tiempo para

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA





trabajo en las vías y la disponibilidad de personal y del equipo, y de acuerdo con la capacidad de los centros de trabajo.

#### 1.2.2.1.2 SEGURIDAD Y SALUD

ASTS pondrá en funcionamiento un sistema de gestión de salud y seguridad para garantizar el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales en cuanto a salud y seguridad en el lugar de trabajo. Abarca el bienestar y la seguridad del personal de trabajo en el lugar y en situaciones de emergencia.

Se mejorará constantemente. Es la política de ASTS proporcionar un ambiente de trabajo seguro, donde no ocurran accidentes y sea saludable para los trabajadores, sub-contratistas y empleados. ASTS mejorará el ambiente de trabajo, centrándose en el cumplimiento diligente y cuidadoso de las políticas de la empresa.

Para lograr el éxito, empleados y supervisores de seguridad deben respetar las actitudes y las conductas adecuadas del programa a fin de prevenir lesiones y enfermedades. También requiere la cooperación en todos los asuntos de seguridad y salud, no solo en la seguridad entre supervisor y empleado, sino también entre todos los empleados, contratistas y empleados del empleador.

Todos son responsables de conocer los requisitos y los estándares de seguridad relacionados al trabajo que realizan. Los supervisores de seguridad deben inculcar una actitud positiva y conciencia por la seguridad de los empleados a través de compromiso personal, contacto personal, capacitación y reuniones sobre seguridad programadas. Es trabajo de todos los empleados llevar a cabo sus tareas con la mayor consideración por su seguridad y la de sus compañeros.

#### 1.2.2.1.3 DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD

Durante la fase de diseño, ASTS realizará predicciones de RAM en base a los datos de FMECA y de acuerdo con los modelos de confiabilidad para verificar que el diseño de cada sub-sistema sea apto para el cumplimiento del objetivo de disponibilidad general de los sub-sistemas electromecánicos y todos los objetivos asignados definidos de acuerdo con el proceso de asignación de RAM.

Para verificar la predicción de RAM y por consiguiente la exactitud de todo el proceso, ASTS definirá un proceso de Informe de fallos y acciones correctivas (FRACAS) y lo compartirá con el Empleador para la aprobación del registro de datos y el análisis de fallos para el control de RAM y el rendimiento de la seguridad en las siguientes fases:

- Fabricación;
- Instalación, pruebas y puesta en marcha (incluye pruebas en campo y pruebas del sistema integrado) para comenzar la recopilación de los registros de fallos, horas de funcionamiento y kilometraje del tren. Este período es parte de la eliminación de fallos del sistema y no del período de muestra de RAM;
- Validación del sistema (período de ensayo y de garantía, hasta el final del período de muestra de RAM);
- Funcionamiento y Mantenimiento

Además, el proceso FRACAS se empleará para:

- Promover el crecimiento de la disponibilidad y confiabilidad del equipo en cumplimiento de los valores de los objetivos;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





011787

- Monitorear el rendimiento de los componentes e identificar patrones de error a fin de poder llevar a cabo acciones correctivas;
- Verificar la capacidad y los problemas eventuales durante T&C (pruebas y puesta en marcha), ensayo, y puesta en marcha para garantizar que el nivel de confiabilidad del equipo sea adecuado para el proyecto.

El proceso FRACAS garantizará que todos los fallos relacionados con RAM correspondientes, que ocurren durante las fases del ciclo de vida de los sistemas pertinentes, se registren y analicen, y se identifiquen y lleven a cabo las acciones correctivas adecuadas para evitar o reducir su frecuencia de repetición.

Solo los fallos relevantes al rendimiento de RAM se registrarán en FRACAS. Más información acerca del procedimiento de FRACAS se proporcionará en el plan de demostración de RAM que se confeccionará durante la fase de diseño del proyecto.

Las actividades de demostración de RAM se llevarán a cabo a diario a fin de demostrar que todos los sub-sistemas electromecánicos están aptos para lograr los objetivos de disponibilidad técnica. El proceso general de la demostración de RAM será:

- Durante el período de muestra de RAM: las tendencias de fallos se monitorearán a diario y el cálculo de MTBF, MTTR y disponibilidad técnica de cada sub-sistema se llevará a cabo mensualmente, por medio de Informes de Rendimiento de RAM;
- Al final del Período de Muestra de RAM: se emitirá un período de muestra de RAM final, para demostrar que la disponibilidad técnica del sistema y sus sub-sistemas cumple los objetivos correspondientes después de dos años, propuesto por el Empleador o asignado por ASTS.

#### 1.2.2.1.4 FORMACIÓN

El personal de mantenimiento debe estar debidamente capacitado y tener conocimientos suficientes sobre la estructura del sistema a fin de obtener la mayor flexibilidad posible.

La capacitación del equipo técnico garantizará que el personal de mantenimiento cuente con los conocimientos necesarios sobre todos los sistemas que se relacionan con su campo de trabajo.

La capacitación y la transmisión de competencias se logrará por medio de:

- capacitación formal y calificaciones;
- capacitación en el sitio durante la puesta en marcha;
- capacitación en el sitio durante el ensayo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



El objetivo de la capacitación en el lugar de trabajo durante la puesta en marcha es lograr que el agente de mantenimiento se familiarice aún más con el sistema en vivo, y la formación en el lugar de trabajo durante el período de ensayo es para evaluar qué nivel de preparación tiene el personal de Mantenimiento para lidiar en situaciones normales y degradadas. Primero, se opera el Sistema en modo nominal y solo se evalúa la correcta ejecución del mantenimiento planificado; luego se presentan las situaciones de emergencia (reales o



simuladas) y los fallos a fin de evaluar si el personal involucrado implementa correctamente los procedimientos de funcionamiento y mantenimiento así como los modos degradados. Durante esta fase, la siguiente información se registrará en los informes de evaluación diarios:

- Procedimientos implementados y personas involucradas;
- Tareas llevadas a cabo satisfactoriamente;
- Puntos débiles;
- Mejoras sugeridas; repetición de capacitación, revisión/modificación de procedimientos, rediseño o mejoras organizacionales.

Como se especifica en el Contrato y como lo requiere el CONCEDENTE, los talleres de capacitación sobre funcionamiento y mantenimiento del sistema que llevará a cabo el personal se organizarán al menos dos veces al año y comenzarán el año en que el sistema comenzó a funcionar en su totalidad. Uno de los Supervisores del Sitio también coordinará esta actividad y determinará el tema, la oportunidad y la cantidad de asistentes.

#### 1.2.2.1.5 REDUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

Para reducir los costos de Mantenimiento y mejorar la confiabilidad y la disponibilidad de los sistemas, se aplicarán los siguientes principios:

- **Diseño operativo ante fallos:** los sistemas cuyo funcionamiento es fundamental para llevar a cabo el servicio se diseñarán con redundancia integrada u otros medios funcionales que proporcionen funcionamiento continuo total o parcial (lo que corresponda) del sistema con un parte del sub-sistema sin funcionar. Las capacidades operativas ante fallos pueden utilizarse para sostener el funcionamiento seguro de manera indefinida hasta que se pueda corregir adecuadamente o para sacar de funcionamiento el componente defectuoso y repararlo;
- **Diseño para la restauración rápida del servicio:** si se garantiza la restauración rápida del servicio luego de un fallo, se pueden alcanzar elevados niveles de fiabilidad del servicio. El diagnóstico de fallos, su aislamiento y las unidades reemplazables en campo son los pilares que permiten minimizar la interrupción del servicio. El apoyo que ofrecen los sistemas de monitoreo adecuados puede proporcionar una manera eficiente de aislar fallos a tiempo y, con sinopsis ad hoc, presentar la información necesaria ante el equipo de O&M (funcionamiento y mantenimiento). Cuando no es posible la detección en línea, los componentes se equiparán con dispositivos adecuados y puntos de prueba accesibles con el equipo montado para que los instrumentos externos y otros equipos se puedan utilizar con facilidad para determinar el sitio donde se produjo el fallo y verificar el correcto funcionamiento luego de reemplazo de la pieza defectuosa;
- **Monitoreo continuo de fallos a través de sistemas de diagnóstico.** (Por ejemplo, el sistema SCADA o el sistema de monitoreo de salud de los vehículos): mejora la confiabilidad del sistema al alertar al personal de O&M sobre condiciones anormales o fallos que pueden tener un impacto inmediato o posterior en el correcto funcionamiento del sistema. A este fin, se monitorearán una cantidad de puntos de prueba así como un conjunto de parámetros para cada sub-sistema/componente con el objetivo de detectar desviaciones indeseadas del funcionamiento normal. Los

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





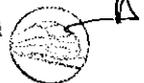
proveedores de los sub-sistemas proporcionarán evidencia de dichos parámetros los cuales deben estar sujetos a control continuo/intermitente a fin de detectar fallos;

- **Entorno operativo benigno.** Todo equipo complejo funciona con mayor confiabilidad cuando se encuentra en un entorno benigno. Los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos deben tener en cuenta las condiciones medioambientales para su funcionamiento. Cuando el componente no se puede ubicar en un entorno adecuado, es necesario llevar a cabo pruebas calificadoras rigurosas sobre el medio ambiente para garantizar la operabilidad de todos los componentes. Además, se implementarán medidas específicas para el equipo de arcén/tierra junto a las vías para soportar el clima del área de Doha (ver siguientes secciones).

Además de lo anterior, la mantenibilidad de los sistemas se llevará a primer nivel a través del uso exhaustivo de los siguientes principios:

- **Accesibilidad:** cada equipo en los sub-sistemas se realizará de modo que permita la fácil inspección, reparación, revisión y sustitución, teniendo en cuenta las dimensiones de las herramientas. Las cubiertas y los paneles de acceso se diseñarán de modo que se los pueda extraer rápidamente pero que a la vez impidan el acceso al personal no autorizado/público. Se necesitará solo una herramienta estándar para retirar el panel de acceso;
- **Facilidad para limpiar:** todo el equipo se diseñará de forma tal que permita acceder fácilmente a él para su limpieza. En cuanto al equipo público, se tendrán en cuenta las soluciones de diseño y las tipologías de los materiales que minimizan las operaciones de limpieza y la reparación de los daños;
- **Facilidad de extracción:** la extracción de cualquier montaje o sub-montaje no necesitará extraer, desplazar o desconectar otros montajes. La evaluación de la facilidad para extraer equipos considerará la necesidad de extraer partes del equipo y usar una cantidad reducida de herramientas estándar;
- **Facilidad de manipulación:** cada equipo desmontable se debe caracterizar por tener un peso razonable, en caso de que sea necesaria la extracción por una sola persona. Las partes transportadas deberán tener puntos de agarre y sujeción;
- **Modularidad:** en la mayor medida posible, los montajes deben diseñarse y construirse mejorando la modularidad;
- **Montaje:** las especificaciones relativas a los montajes excluirán la posibilidad de instalación incorrecta de los montajes. A este fin, se debe considerar el uso de soportes de montaje asimétricos, tarugos, pernos o clavijas de alineación;
- **Estandarización:** salvo que se requiera de otro modo, en el diseño y la construcción del montaje se utilizará tecnología especial y componentes estándar;
- **Juego de cables:** la extracción de partes o montajes no debe permitir la separación de los juegos de cables;
- **Idoneidad del lugar de trabajo:** debe haber espacio suficiente para que el personal de mantenimiento pueda trabajar en un equipo descompuesto sin tener que retirar el arnés o trabajar entre otros equipos. Se tomarán medidas para que el personal de mantenimiento no se exponga al peligro de las piezas en movimiento, a voltajes superiores a 60V, a materiales corrosivos o tóxicos, a calor excesivo, a "espacios reducidos" mientras realizan sus tareas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASASE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





### 1.2.2.2 DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE MANTENIMIENTO

El estándar [EN 13306] define líneas de mantenimiento como posiciones en una organización en la cual deben llevarse a cabo niveles específicos de mantenimiento sobre piezas y que se dividen de acuerdo con la habilidad especial del personal, las instalaciones disponibles, la ubicación y la complejidad de la tarea de mantenimiento.

En base a esta definición, las siguientes cuatro líneas de mantenimiento parecen ser las más adecuadas para el alcance del sistema de mantenimiento de JV:

- ◆ 1ra línea de mantenimiento: equipo de mantenimiento en campo.
- ◆ 2da línea de mantenimiento: equipo de mantenimiento en taller.

Incluye a expertos en el sistema, en todas las partes del sistema de señalización que requieren de la 1ra línea de mantenimiento al llevar a cabo acciones más complicadas que requieren un conocimiento más profundo del sistema. Cuando resulta necesario, el mantenimiento de 2da línea debe realizarse en el sitio.

- ◆ 3ra línea de mantenimiento: centro de competencia centralizado del contratista.

Consiste en expertos técnicos del contratista con un profundo conocimiento del sistema. Los problemas pasan a la 3ra línea de mantenimiento si son complicados y no se pueden resolver en la 2da línea de mantenimiento.

- ◆ 4ta línea de mantenimiento: fabricante del equipo original (OEM).

Comprende a expertos con conocimiento profundo del sistema o los componentes, su lugar de trabajo diario es en R&D o en el departamento de industrialización/fabricación del contratista u organización del OEM. Los problemas pasan a la 4ta línea de mantenimiento si son complicados y no se pueden resolver en la 3ra línea de mantenimiento.

Generalmente las cuatro líneas de mantenimiento llevan a cabo los niveles de mantenimiento 2 a 5 definidos anteriormente.

### 1.2.2.3 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



En base al estándar EN 13306 y a la experiencia sobre mantenimiento del consorcio, la propuesta es dividir las actividades de mantenimiento en cinco niveles. Por medio de cinco niveles se destacará la interacción y la interfaz entre las organizaciones encargadas de funcionamiento y mantenimiento, y se destacará también la participación de los prestadores de mantenimiento pertinentes.

Además, el estándar EN 13306 define los niveles de mantenimiento como una categorización de tareas de mantenimiento por complejidad. Los cinco niveles se definen del siguiente modo.

#### Nivel 1

Acciones simples llevadas a cabo con capacitación mínima en piezas de fácil acceso en un entorno de completa seguridad. Este nivel incluye las tareas de mantenimiento preventivo básicas y las inspecciones pertinentes relativas al funcionamiento. El mantenimiento de nivel 1 consiste en todas las actividades que no requieren el uso de ninguna herramienta o equipo de control. Estas actividades las puede realizar el personal sin instrucción técnica. En términos de mantenimiento correctivo, el mantenimiento de nivel 1 consiste en la toma de medidas para reducir el tiempo de inactividad de todo el sistema o parte de él en cumplimiento de los requisitos de seguridad. Estas operaciones se llevan a cabo aplicando las instrucciones operativas. El manejo final del fallo se traspasa al personal de mantenimiento de nivel 2. El mantenimiento correctivo de nivel 1 es una



operación paliativa realizada por el personal encargado del funcionamiento; el fallo no se resuelve definitivamente sino hasta que el departamento de mantenimiento se encarga de él.

### Nivel 2

A este segundo nivel de mantenimiento corresponden las acciones básicas llevadas a cabo por personal cualificado mediante el uso de procedimientos simples y/o equipo fácil de usar o implementar. El mantenimiento de nivel 2 incluye operaciones llevadas a cabo en equipos ubicados en su lugar de funcionamiento habitual (en sitio), por ejemplo, las vías. Estas operaciones pueden ser llevadas a cabo por técnicos con conocimientos mínimos del sistema, haciendo uso de documentos de mantenimiento, insumos, piezas de repuesto y las herramientas necesarias. El restablecimiento del servicio está sujeto a un control funcional. Ejemplos: reemplazo de componentes simples (LRU), visitas de seguridad que consisten en controles de seguridad e inspecciones visuales, tareas de lubricación (engrase, cambio de aceite), recarga y todo tipo de mantenimiento preventivo de rutina habitual. En cuanto a software, el mantenimiento de nivel 2 consiste en administrar los sistemas informáticos y describir los fallos observados.

### Nivel 3

El tercer nivel de mantenimiento hace referencia a acciones complejas llevadas a cabo por personal técnico calificado, por medio del uso de procedimientos minuciosos. Este nivel incluye el mantenimiento de equipos difíciles de usar o implementar cuyos procedimientos involucran el conocimiento de técnicas o tecnología especial y/o la implementación de equipos u operaciones especializadas llevadas a cabo en el taller sobre los sub-equipos extraídos de sus equipos originales durante una tarea de nivel 2. Su soporte logístico incluye manuales de mantenimiento, registros conforme a obra, insumos, piezas de repuesto y las herramientas necesarias. Ejemplos: reemplazo de una pieza en un subconjunto, desmontaje de un equipo para repararlo o inspeccionarlo, uso de herramientas complejas específicas (banco de pruebas), ajuste o calibración de sensores, detectores, calibradores. En cuanto a software, el mantenimiento de nivel 3 consiste en instalar una nueva versión del software proporcionado por el editor o el proveedor.

### Nivel 4

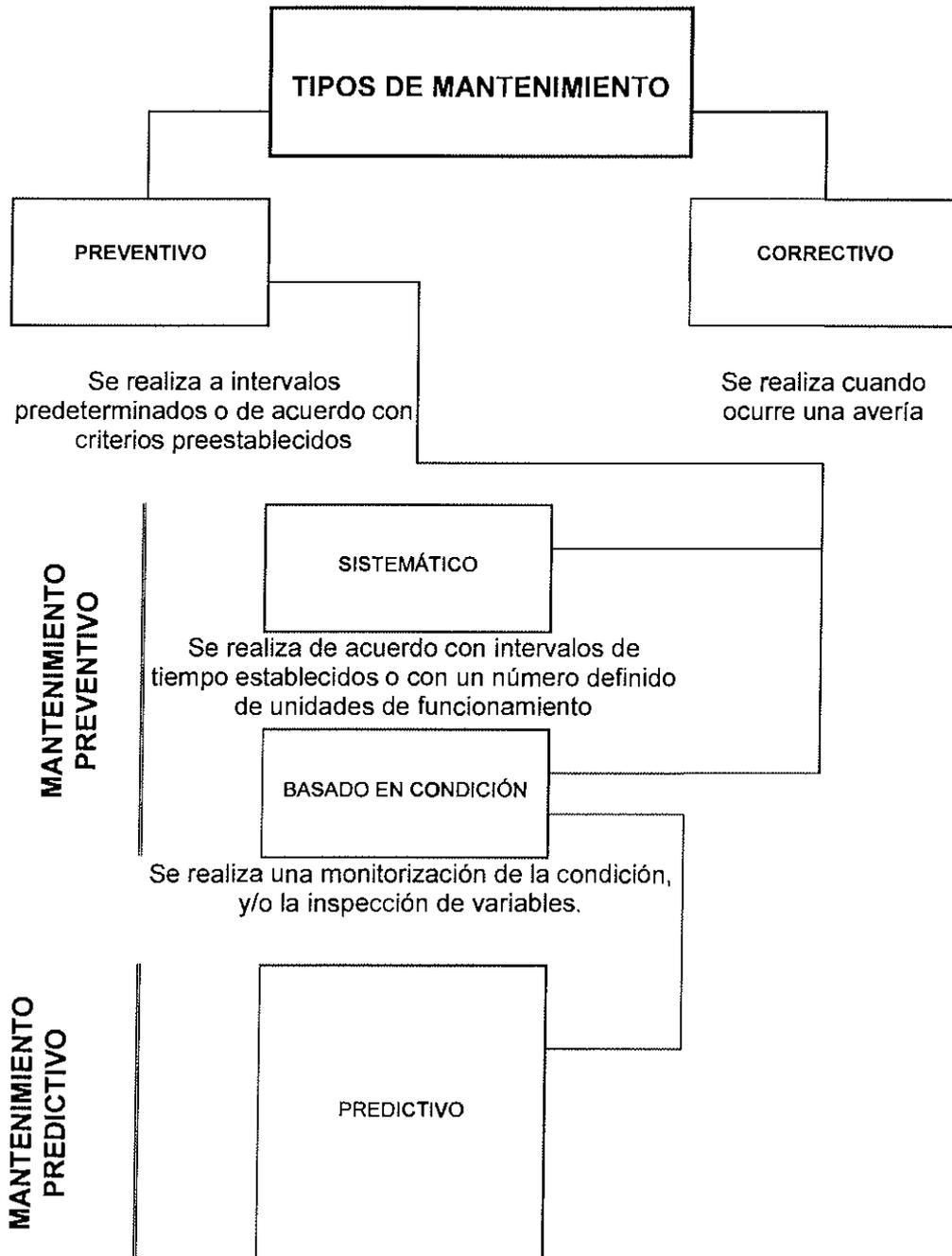
El cuarto nivel de mantenimiento se caracteriza por acciones que implican el conocimiento técnico de una técnica o una tecnología implementadas por personal técnico especializado. Incluye actividades llevadas a cabo en talleres especializados sobre módulos o partes extraídas del equipo durante las tareas de nivel 2-3 o la inspección de restauración. Las operaciones del nivel 4 se deben llevar a cabo por técnicos altamente especializados por medio de herramientas específicas. Su trabajo se basa generalmente en el análisis de los documentos de diseño. Las actividades del nivel 4 sobre partes complejas generalmente se subcontratan. Ejemplos: trabajo de reparación o acondicionamiento de una parte extraída durante la tarea de mantenimiento de un nivel inferior que requiere el conocimiento específico del sistema o del diseño del equipo y las herramientas especializadas, como la reparación de tableros electrónicos, motores, contactores, etc. En cuanto a software, el mantenimiento de nivel 4 consiste en corregir errores modificando el código fuente y generando nuevos códigos ejecutables.

### Nivel 5





El quinto nivel de mantenimiento consiste en actividades que requieren conocimientos específicos y experiencia de las técnicas, las tecnologías y los procesos específicos o el equipo de soporte logístico industrial que solo la fábrica o la empresa especializada puede tener. Este nivel incluye todas las modificaciones necesarias para actualizar la disponibilidad de equipos o componentes. También incluye las funciones de administración y gestión de mantenimiento que guían los procedimientos, los procesos y las políticas de organización del mantenimiento. Ejemplos: reparaciones realizadas por el fabricante, trabajos de modificación o renovación.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



1.2.2.3.1 Mantenimiento Preventivo

**Mantenimiento preventivo:** mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios preestablecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad del fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. Se clasifica en los tipos:

- Mantenimiento Predeterminado (programado o sistemático): mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición. Inspecciones y tareas de mantenimiento en intervalos predeterminados (tiempo o cantidad de unidades de uso).
- El Mantenimiento Legal o Normativo es un Mantenimiento Predeterminado (programado) establecido en una ley o norma (No contemplado en la EN 13306).
- Mantenimiento Basado en la Condición: mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición, y/o la inspección, y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento. mantenimiento preventivo que incluye una combinación entre monitoreo de condiciones y/o inspección y/o pruebas (programadas a pedido o continuas), análisis y subsiguientes acciones de mantenimiento.
- El Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la Condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.

El objetivo del mantenimiento preventivo es prevenir fallos en los equipos ya que estos podrían ocasionar retrasos en el tráfico o su interrupción y serían necesarias intervenciones costosas, las cuales podrían incluir trabajos en las vías o la reducción de la velocidad.

La siguiente tabla ilustra el proceso de mantenimiento preventivo.

Este proceso de mantenimiento preventivo se realiza según la indicación y se ajustará para tener en cuenta la organización del operador.

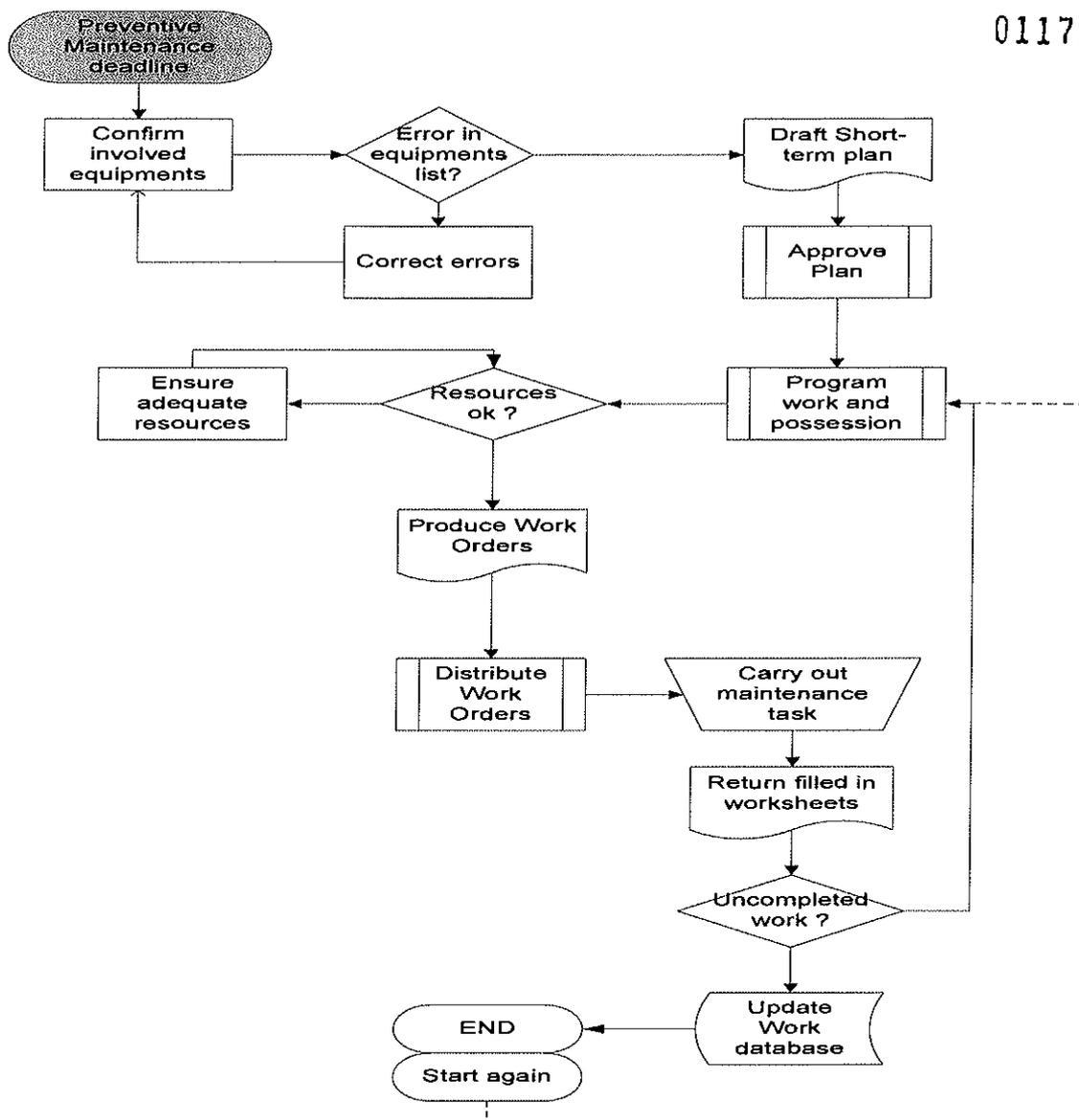


Figura - Proceso de mantenimiento preventivo

P1. Equipo confirmado involucrado en la acción de mantenimiento:

- asegura que la lista de equipamiento que se requiere mantener esté completa;
- asegura que cada equipo de la lista tiene un trabajo estándar asignado;
- asegura que todos los trabajos estándar se realizan según las normas;
- se debe corregir cualquier error encontrado en la lista de equipos;

P2. Plan de mantenimiento:

- un plan de mantenimiento bocetado a corto plazo, que usa los datos de información sobre el equipo y tiene en cuenta periodicidades de mantenimiento para el equipo, , debe producirse con el tiempo suficiente para asegurar el acceso a las vías;
- el plan bocetado de mantenimiento a corto paso se entregara al Operador para su aprobación.

P3. Programa de trabajo y posesión:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALPONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- el programa de trabajo y posesión debe realizarse según los procedimientos y procesos predefinidos.
- P4. Recursos de mantenimiento preventivo:
- asegura que los recursos de personal suficientes estén disponibles para mantener la calidad y los tipos de equipos de los que son responsables;
  - asegura que el personal esté lo suficientemente entrenado en los tipos de equipo que deben mantener y que estén autorizados y sean competentes para trabajar con estos sistemas como se les solicita;
  - asegura que haya equipo calibrado adecuadamente para permitir el mantenimiento efectivo del mantenimiento;
  - la revisión periódica de los requisitos de recurso cotejados con el plan de mantenimiento para asegurar que los recursos se usan eficaz y eficientemente.
- P5. Orden de trabajo de producción:
- las previsiones de trabajo se revisan previamente y se corrigen si es necesario;
  - se actualiza la información en la base de datos;
  - se registran las órdenes de trabajo, luego se imprimen y distribuyen junto con cualquier otra documentación correspondiente a los líderes de los equipos de mantenimiento como se necesite.
- P6. Realización de tareas de mantenimiento:
- el equipo de mantenimiento debe llevar a cabo las tareas de mantenimiento descritas en las órdenes de trabajo según las especificaciones de mantenimiento apropiadas;
  - el líder del equipo de mantenimiento debe ser responsable de regresar las hojas de trabajo completas en los tiempos acordados para asegurar el procesamiento de los datos a tiempo para la creación de informes periódicos.
- P7. Revisión de lo escrito en las hojas de trabajo:
- se revisan las hojas de trabajo y cualquier otra documentación relacionada para corroborar que estén completas y que la identificación de trabajo sea correcta;
  - se firman todas las órdenes de trabajo;
  - se intensifica cualquier consulta;
  - se envían las órdenes de trabajo para la entrada de datos;
  - se completa apropiadamente cualquier otra documentación relacionada.
- P8. Trabajo incompleto:
- todo el trabajo incompleto se debe programar para realizarse en el menor tiempo posible.
- P9. Actualización de la base de datos de trabajo

Debido a la naturaleza cíclica del trabajo, este proceso debe usarse constantemente para permitir la programación del trabajo requerido en los distintos periodos basados y en línea con la escala de proceso de posesión de programación.

Todas las actividades y los datos necesarios para administración de mantenimiento se manejarán en sistema automático.





*1.2.2.3.1.1 Proceso y Mantenimiento preventivo programado*

011796

El mantenimiento preventivo programado se realizará en base a los manuales y planes de mantenimiento de cada parte del sistema. El mantenimiento preventivo programado tendrá como objetivo principal mantener la condición de los equipos a lo largo del período de mantenimiento. La estrategia de mantenimiento se basará en los siguientes requisitos, limitaciones y observaciones generales:

- ◆ Las actividades de mantenimiento preventivo programado se llevarán a cabo de acuerdo con los manuales de mantenimiento;
- ◆ Duración y frecuencia predeterminada de las actividades de mantenimiento, incluido el tiempo de las actividades de preparación y finalización;
- ◆ Restricciones identificadas a causa de limitaciones de disponibilidad de acceso a causa de tráfico intenso de trenes y usando un controlador de rondas/vigía sin impacto en el tráfico de trenes para minimizar los pedidos de intervención;
- ◆ Planificación y anticipación de la interferencia entre diferentes actividades de mantenimiento y entre las actividades de mantenimiento y de servicio de cobro de boletos;
- ◆ Racionalización y optimización de las actividades de mantenimiento preventivo en base a experiencia, observaciones y comentarios.

El proceso general para planificar y realizar las actividades de mantenimiento se dividirá en dos etapas:

- ◆ Planificación a largo plazo (o estimado) a fin de establecer el proceso de programación;
- ◆ Planificación detallada o a corto plazo que es parte del trabajo diario y consiste en la administración adecuada de las actividades de mantenimiento preventivo programadas.

El programa de mantenimiento preventivo tiene por objetivo evitar que se produzcan fallos y/o condiciones inseguras, garantizando siempre un elevado nivel de confiabilidad y seguridad del equipo.

La metodología de mantenimiento adoptada para el monitoreo y reemplazo de los componentes, por ejemplo, LRU, sigue un enfoque que se basa en:

- ◆ Actividades basadas en la frecuencia: actividades llevadas a cabo con frecuencias predeterminadas que apuntan a garantizar objetivos de seguridad elevados, por ejemplo, la verificación de las operaciones funcionales de los equipos y todas las funciones relacionadas con la seguridad;
- ◆ Vida útil: de los componentes que se caracterizan por un deterioro intrínseco debido a las propiedades de los materiales o a las condiciones del medio ambiente en un período de tiempo específico (por ejemplo, año, mes, semana);
- ◆ Distancia/ciclos operativos: de los componentes o sistemas en que la degradación se debe a características como la distancia que cubren y a los ciclos de funcionamiento.

Los intervalos de mantenimiento correspondientes al período de tiempo o las distancias/ciclos operativos se seleccionan a fin de minimizar los tiempos de inactividad del sistema, aumentando así, la disponibilidad general. Las frecuencias de las actividades que generalmente se basan en la distancia/ciclo operativo se basarán en las características operativas calculadas del sistema.

La planificación y los recursos asociados de las actividades de mantenimiento dentro de los depósitos incluirán un grupo de factores:

- ◆ Requisitos de servicio del ferrocarril operativo;
- ◆ Requisitos de mantenimiento preventivo programado;
- ◆ Garantía de disponibilidad de piezas de repuesto y equipo listo para el servicio (durante horas operacionales);

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- ◆ Requisitos de mantenimiento correctivo.

011797

En general, los requisitos de mantenimiento del ferrocarril operativo limitarán la disponibilidad del equipo ferroviario para el mantenimiento programado. La efectividad y la optimización de la planificación y la programación del mantenimiento serán fundamentales para satisfacer los requisitos del servicio operativo a la vez que se facilita la culminación de las actividades de mantenimiento necesarias.

Se desarrolla un Mantenimiento Preventivo de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes que garantice la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones, así como el cumplimiento de los indicadores de servicio exigidos para las mismas. Se detallan todas las operaciones y trabajos programados, periodicidades y contenido de cada revisión periódica, siguiendo las recomendaciones de la normativa aplicable.

El alcance de las revisiones, inspecciones y/o verificaciones que se prevén, podrá ser específico para cada instalación teniendo en cuenta las necesidades propias de la misma, en función del tráfico de viajeros, condiciones en su ubicación física, condiciones de funcionamiento, historial de incidencias, fabricante y modelo, siguiendo herramientas de mejora de la estrategia de mantenimiento como RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad), salvo las operaciones de mantenimiento legal, cuyas frecuencias y consistencias son de obligado cumplimiento.

Se dispone un ejemplo de detalle del Plan de Mantenimiento Preventivo de Energía:

- Subestaciones:

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN DISYUNTOR CC	ANUAL
REVISIÓN PROTECCIÓN CC DDL	ANUAL
REVISIÓN ESTADO GENERAL SUBESTACIÓN	ANUAL

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN CELDA CC OBRA CIVIL	2 AÑOS
REVISIÓN CELDA CC PREFABRICADA	2 AÑOS
REVISIÓN SECCIONADOR CC	2 AÑOS
REVISIÓN RECTIFICADOR DE POTENCIA FIJO	2 AÑOS
REVISIÓN RECTIFICADOR DE POTENCIA ENCHUF	2 AÑOS
REVISIÓN TRAFOS SECO SS/AA S/E	2 AÑOS
REVISIÓN TRAFOS SECO RECTIFICADOR	2 AÑOS
REVISIÓN ENSAYO DE LÍNEA EDL	2 AÑOS
LIMPIEZA DE CUADROS DE SUBESTACIÓN	2 AÑOS

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN CELDA CA OBRA CIVIL	3 AÑOS
REVISIÓN CELDA CA PREFABRICADA	3 AÑOS
REVISIÓN ARRASTRES Y FALLO A ESTRUCTURAS	3 AÑOS
REVISIÓN CUADROS DE MANDO SUBESTACIÓN	3 AÑOS
TERMOGRAFÍA SUBESTACIÓN	3 AÑOS
S-REVISIÓN INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA	3 AÑOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA





S-INSP. TECNICA REGLAMENTARIA SUBESTACIÓN	3 AÑOS	011798
---	--------	--------

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
SUSTITUCION PILA REG.MED FISCAL	5 AÑOS
REVISIÓN DISYUNTOR CA GAS	5 AÑOS
CAMBIO DE BATERÍAS DE SAI	5 AÑOS

- **Centro de Transformación:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN DE CARGADOR DE BATERÍAS DE CT	2 AÑOS
REVISIÓN DE ELEMENTOS COMUNES	2 AÑOS
REVISIÓN DE PROTECCIÓN BT DE TRAF0 DE CT	2 AÑOS
REVISIÓN DE TRANSFORMADOR DE CT	2 AÑOS

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-REVISIÓN INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA CT	3 AÑOS
S-INSPECCIÓN TÉCNICA REGLAMENTARIA CT	3 AÑOS

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISIÓN DE CABINA DE GAS COMPACTA DE CT	4 AÑOS
REVISIÓN DE CABINA DE GAS MODULAR DE CT	4 AÑOS
REVISION TELEMANDO C/T	4 AÑOS

- **Seccionadores:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
REVISION DE SECCIONADOR	ANUAL
S-REVISIÓN INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA	ANUAL

- **Cables de Alta Tensión:**

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-INSPECCIÓN TÉCNICA REGLAMENTARIA CABLES	3 AÑOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



- Equipos de Trabajo y Seguridad:

011799

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-REVISIÓN MAQUINA HERRAMIENTA	ANUAL
S-REVISIÓN ESCALERA DE MANO	ANUAL
S-REVISIÓN ESLINGA TEXTIL	ANUAL
S-REVISIÓN ESLINGA ACERO	ANUAL
S-REVISIÓN COMPRESOR	ANUAL

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
S-REVISIÓN EQUIPOS DE SEGURIDAD SUBESTACIÓN	3 AÑOS
S-REVISIÓN EQUIPOS DE SEGURIDAD CT	3 AÑOS

- Grupo Motor Generador Diesel:

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Mantenimiento de acumuladores, limpieza de bornes (reposición de agua destilada, etc.).	3 MESES
Verificación de niveles (combustible, agua, aceite, etcétera).	3 MESES
Arranque en pruebas del motor generador	3 MESES
Pruebas del sistema eléctrico	3 MESES

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Gama de mantenimiento anual de motor de acuerdo con las instrucciones del fabricante.	ANUAL
Limpieza de filtros y elementos de retención de suciedad.	ANUAL
Prueba del estado de carga de baterías.	ANUAL
Prueba de carga del grupo motor generador	ANUAL

- Pararrayos:

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Inspección visual según EN 62305-3	ANUAL

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
Revisión integral según EN 62305-3	ANUAL

### 1.2.2.3.2 Mantenimiento Predictivo

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable, que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir. Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como



Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, unas horas de funcionamiento, unas fechas, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.

La dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es, en primer lugar, la localización de dicha variable identificadora y, en segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles. En este apartado trataremos un gran número de las técnicas actualmente desarrolladas en el mercado, pero anticipamos que este tipo de mantenimiento no es de inmediata aplicación y precisa un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo.

La realidad es que este tipo de mantenimiento es una de las pocas alternativas que encontramos a la rutina de los mantenimientos periódicos establecidos y, antes de aplicar cualquier tipo de mantenimiento preventivo rutinario o sistemático hay que analizar, sobre todo por rentabilidad y eficacia, si el mismo se puede sustituir por un mantenimiento condicional.

El mantenimiento predictivo debe verse complementado por la utilización de técnicas estadísticas. No es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia solamente del operador o del técnico. Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallos y, a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema con base en las condiciones presentes que estamos midiendo.

#### **Técnicas Predictivas en Instalaciones Ferroviarias:**

1. Análisis de Vibraciones.
2. Análisis de Aceite Lubricante.
3. Termografía Infrarroja.
4. Ensayos de Aislamiento (Ondas de choque, Escalones de Tensión y Tangente de Delta).
5. Media de Impedancia Interna de Baterías.

#### **1.2.2.3.2.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN ESTADO**

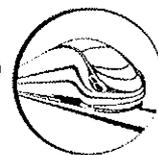
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



La medición periódica del rendimiento proporciona la información necesaria sobre la evolución predecible. El monitoreo en servicio mantiene la recolección de datos desde los elementos, sistemas y componentes del Hardware a los del Software. El objetivo principal del monitoreo en servicio es permitir la utilización de los datos y el análisis subsiguiente para conducir y administrar la respuesta predecible de mantenimiento. Incorporará la identificación de cualquier tendencia operacional o fallida dentro de los sub-sistemas respectivos y el desarrollo de respuestas de mantenimiento predecibles/preventivas, dirigidas a minimizar o idealmente eliminar fallos en servicio:

- ◆ Mantenimiento basado en condición: acción de mantenimiento desencadenada cuando se cruza un umbral predeterminado.
- ◆ Mantenimiento predecible: acción de mantenimiento desencadenada en la evolución de los parámetros del sistema.

Estos umbrales o la evolución de los parámetros se pueden detectar mediante:



011801

- ◆ Las mediciones realizadas durante las operaciones de mantenimiento programadas.  
Ejemplo: mediciones de voltajes, verificación de registros de ingreso...
- ◆ La información o las alarmas recolectadas por el sistema de diagnóstico.  
Ejemplo: contadores de ejes, reinicio frecuente de los sistemas de computación...

Dentro del proceso preventivo de mantenimiento ASTS propone utilizar toda la información y las posibilidades de control/monitoreo remoto posibles que estén disponibles mediante el sistema de diagnóstico para realizar mantenimiento predecible y basado en condiciones, y por lo tanto permitiendo que el mantenimiento en el lugar se reduzca al mínimo.

### 1.2.2.3.3 Mantenimiento Correctivo

**Mantenimiento correctivo:** mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en el que pueda realizar la función requerida. Se clasifica en dos tipos:

- Mantenimiento correctivo inmediato: se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.
- Mantenimiento correctivo diferido: no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo a reglas dadas.

La organización para la ejecución del mantenimiento correctivo será aquella que permita cumplir con la disponibilidad, fiabilidad, el tiempo de respuesta y tiempo de resolución de cada intervención, establecidos para estas instalaciones.

**Incidencia:** Se entienden bajo este concepto todos los avisos que acontezcan en el funcionamiento, operación o mantenimiento de las instalaciones, sistema de telemando o monitorización, así como sistema contra incendios asociado. La incidencia puede no conllevar, en todos los casos, el fallo del equipamiento, pudiéndose estar asociada a problemas de aspecto, confort, etc.

**Averías:** Son todas aquellas incidencias con fallo que impiden o disminuyen las funcionalidades de las instalaciones.

Se deberá contar con un Sistema de Gestión del Mantenimiento que permita la comunicación de la incidencia/avería, resolución y notificación de las mismas. Se propone una codificación determinada para notificación de los trabajos realizados en sus instalaciones, al objeto de realizar un control y seguimiento estadístico del mantenimiento correctivo realizado en las instalaciones.

#### **Tipo de operación**

Descriptor del tipo de trabajo específico realizado, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

#### **Modo de fallo**

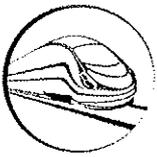
Descriptor del elemento, componente o sistema donde manifiesta la avería, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

#### **Causa de fallo**

Descriptor del motivo concreto causante del fallo, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA





El mantenimiento correctivo se realiza luego de que aparezca un fallo en los sub-sistemas instalados. Concretamente se confía en la información dada por el monitoreo electrónico, el sistema de asistencia de mantenimiento y el operador de la línea infraestructura o de trenes. Depende en extensión en el diseño del sistema, los modos posibles de operación degradados y la configuración de la organización de la disponibilidad de los objetivos.

La estrategia de mantenimiento correctivo se propone según los requisitos contractuales y los manuales de mantenimiento. El objetivo principal del mantenimiento correctivo es recuperar la operación del sistema o redundancia que sigue a los fallos aleatorios, y por lo tanto protege la calidad operacional y la disponibilidad del servicio.

Al respecto del mantenimiento correctivo, la estrategia se basa en:

- ✓ Conocimiento consolidado sobre resolución de problemas, tiempo entre fallos (MTBF) y tiempo de reparación (MTTR);
- ✓ Nivel de experiencia de los técnicos y expertos internos/externos
- ✓ Datos y análisis de porcentaje de fallo histórico;
- ✓ Competencias y habilidades del personal;
- ✓ Restricciones identificadas debido a la disponibilidad limitada de vías, estaciones y trenes;
- ✓ La planeación y la interferencia anticipada entre las actividades de mantenimiento correspondientes y entre el mantenimiento y el servicio de ingreso.

#### 1.2.2.3.3.1 PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El proceso de mantenimiento correctivo se inicia normalmente mediante la notificación de un evento de los sistemas de diagnósticos o del personal operacional o de mantenimiento en el centro de llamadas de mantenimiento, es decir, la detección de un defecto/fallo informado a la organización de mantenimiento puede ocurrir mediante en monitoreo continuo de los sub-sistemas o el sistema realizado mediante el sistema de diagnóstico o descubierto durante las inspecciones de mantenimiento. El monitoreo remoto realizado mediante el sistema de diagnóstico proporcionará una ayuda significativa para el mantenimiento correctivo, en distintas formas, incluso para lidiar con fallos de causa desconocida: permite la información inmediata de fallo, una ubicación precisa del fallo y el diagnóstico remoto.

Luego de la notificación, se realizarán actividades iniciales de mantenimiento correctivo para rectificar el problema. El personal de asistencia al operador administrará todo el flujo del proceso de resolución de problemas, realizando el análisis necesario e involucrando todos los especialistas necesarios.

El Director de mantenimiento junto con los supervisores de mantenimiento de los sub-sistemas son los responsables de analizar el estado de la notificación y de establecer las órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo. El Director de mantenimiento debe establecer una orden de trabajo y mediante una base de datos de información debe estimar la cantidad de horas-hombre necesarias, para que se pueda programar adecuadamente la orden y reservar todos los repuestos necesarios.

Se generará un informe de fallos y se deberá completar por todas las notificaciones de fallos. El diagnóstico y la identificación del fallo pueden conducir a los siguientes casos diferentes:

- ◆ Reparación con o sin cambio de LRU,
- ◆ Fallos reparados automáticamente,



◆ Falsas alarmas.

011803

Con el propósito de la planeación de recursos, el mantenimiento correctivo se administra de dos formas diferentes, principalmente dependientes en el hecho de que haya un impacto en la disponibilidad de servicio:

- ✓ Fallos que no tengan consecuencias para el servicio: En esta situación, las actividades de mantenimiento correctivo se desvían e incorporan en el plan general de mantenimiento preventivo con la debida consideración de la disponibilidad de los recursos y del acceso a la planta.
- ✓ Fallos que tengan consecuencias para el servicio: La evaluación inicial de la causa del fallo se realiza para identificar las acciones inmediatas que mitigarán o resolverán el problema en coordinación con los técnicos presentes en el lugar o de guardia.

El Director de mantenimiento organizará las acciones correctivas al disponer de recursos adicionales, si son necesarios, y al coordinar junto con la administración de operaciones las acciones para minimizar el impacto en el servicio de ingreso. Las operaciones degradadas asegurarán la continuación del servicio, mientras aíslan los sistemas afectados.

La acción de mantenimiento correctivo puede ser de dos maneras:

- ◆ Mantenimiento curativo: el sistema vuelve inmediatamente a su condición de funcionamiento normal,  
○
- ◆ Mantenimiento paliativo: permite la recuperación o el mantenimiento de la funcionalidad del sistema en un modo operativo degradado. Por lo tanto la resolución completa se retrasa. Solo debe implementarse con la autorización de la administración operacional. Depende del diseño del sistema y bajo ninguna circunstancia debe disminuir el nivel de seguridad global del sistema. Sólo se tolerará una disminución en la disponibilidad.

Las operaciones de mantenimiento paliativo y curativo se mencionan en el formulario de informe de fallos.

Todas las intervenciones técnicas realizadas se documentarán mediante un software dedicado y se registrarán con toda la información pertinente: Fecha y tiempo de la solicitud de intervención, fecha y tiempo en el que comienza la intervención, fecha y tiempo en el que se completa la intervención, descripción de la intervención hecha, materiales utilizados, reemplazados o reparados, herramientas utilizadas, etc.

Es crucial contar con un proceso de administración de fallos riguroso para asegurar la disponibilidad correcta del sistema y contribuirá a demostrar las circunstancias particulares del fallo que no se pudieron detectar de otra manera:

- ◆ Defecto de un lote seriado de equipos,
- ◆ Fallos repetidos
- ◆ Ubicación geográfica particular,
- ◆ ....

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



La cantidad de mantenimiento correctivo realizado se monitoreará de forma constante, en conjunto con el consumo de repuestos, porcentaje de fallo de los componentes, análisis de alarmas y rendimiento de los sistemas. La Administración de Mantenimiento será responsable



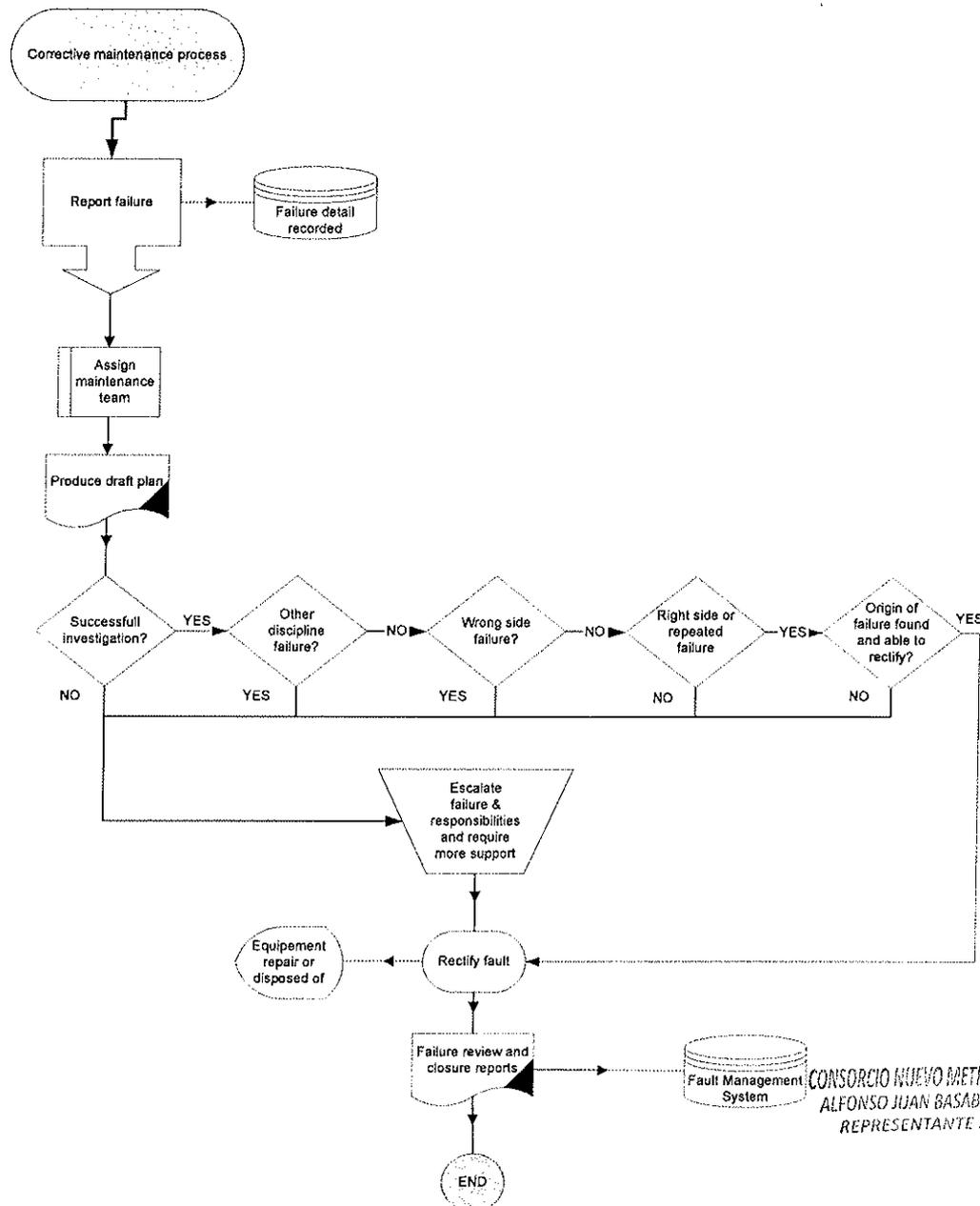
011804

de identificar tendencias con la información disponible para permitir una detección/prevencción temprana de componentes degradados; esto derivará en las siguientes opciones:

- ◆ Incremento de frecuencia y/o revisión para la realización de la actividad de mantenimiento preventiva;
- ◆ Campaña de reemplazo preventivo de piezas (mantenimiento predecible) y
- ◆ Implementación y/o ajuste de estrategias de desuso.

Estas medidas se deben realizar para reducir o restablecer el nivel de mantenimiento correctivo que se debe realizar, es decir, se convierte el mantenimiento correctivo en mantenimiento preventivo. El proceso de monitoreo de mantenimiento correctivo se debe realizar durante una reunión de mantenimiento programada.

La siguiente tabla ilustra el proceso propuesto de mantenimiento preventivo.



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

Figura 1: Proceso de mantenimiento correctivo



Este procedimiento de mantenimiento correctivo se realiza según la indicación y se ajustará para tener en cuenta la organización del operador.

C1. Manejo de notificación de fallo:

- Todos los fallos de los equipos operacionales se deben registrar en una base de datos;
- En el registro de un fallo de operación informado, el centro de mantenimiento debe registrar todos los detalles del fallo, establecer un informe del fallo y procesarlo según los procedimientos apropiados;
- Se debe asignar un equipo de mantenimiento apropiado al informe de fallo y el centro de mantenimiento le debe informar sobre el fallo.

C2. Asistencia e investigación

- Antes de asistir, durante el viaje y al llegar a la ubicación del fallo el equipo de mantenimiento debe:
  - Verificar el informe de fallos, contactándose con la persona que informó del mismo para obtener información precisa para realizar la investigación del fallo;
  - Obtener detalles útiles de la historia de fallos anteriores relacionados;
  - Investigar solo los fallos en los que tienen todas las habilidades necesarias y la autoridad para trabajar en ellos;
  - Informar al centro de mantenimiento sobre el tiempo estimado que se pasará en el lugar;
  - Informar al centro de mantenimiento de cualquier razón que evitaría o limitaría su capacidad de asistir e investigar el fallo, es decir, fallo del vehículo, embotellamiento, etc.;
  - Informar al centro de mantenimiento sobre la hora de llegada al lugar;
  - Seleccionar el manual guía de investigación de fallo más apropiado;
  - Investigar el fallo;
  - Seguir el proceso según el tipo de fallo encontrado (un fallo puede o no resultar en la reducción o remoción de la protección presente en el sistema);
  - Seguir el proceso para fallo repetido;
  - Intensificar el fallo mediante el centro de mantenimiento, si el proceso de rectificación puede acarrear retrasos de tren significativos;
  - Contactar al centro de mantenimiento una vez que se hayan determinado los detalles de rectificación con el tiempo posible para arreglar el fallo y confirmar la naturaleza y la clasificación del mismo.
- Si no se puede investigar:
  - Si el equipo de mantenimiento no puede investigar el fallo debido a falta de capacidad o cualquier otra razón, deberán informar al centro de mantenimiento sobre la incapacidad de proceder con la investigación de mantenimiento.

C3. Fallo de otra disciplina:

- El equipo de mantenimiento debe informar al centro de mantenimiento si la causa inmediata del fallo es responsabilidad de otra disciplina.

C4. Fallo de lado equivocado:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- Si la causa del fallo resulta en la reducción o remoción de la protección provista por el sistema, el equipo de mantenimiento debe informar al centro de mantenimiento y seguir un proceso específico.
- C5. Fallo del lado correcto, correcto durante la llegada o fallo repetido:
  - El equipo de mantenimiento tiene que informar al centro de mantenimiento y seguir el proceso específico, si la causa del fallo se supone que:
    - Fallo de lado correcto: no resulta en la reducción de la protección provista por el sistema o
    - Es correcto en la llegada: cuando el equipo parece funcionar normalmente en la llegada o
    - Es un fallo repetido: el equipo tiene los mismos síntomas y/o efectos de fallo como ya tuvo previamente y se asistieron dentro del último mes.
- C6. Origen del fallo encontrado y acciones de rectificación
  - Se encuentra un fallo del lado correcto y es posible rectificarlo:
    - Completar la rectificación de manera apropiada;
    - Volver a poner el equipo en funcionamiento con la aprobación del operador;
    - Informar al centro de mantenimiento sobre el tiempo de la rectificación del fallo, el tipo de trabajo realizado, los planes de evaluación y sobre las guías de investigación de fallos usadas, sobre el equipo reemplazado incluso sus números de series y cualquier otro detalle necesario;
    - Completar los sistemas de base de datos acordados como sea apropiado.
  - Fallo del lado correcto encontrado pero no se puede rectificar – fallo aumentado:
    - El equipo de mantenimiento debe aumentar el fallo mediante el centro de mantenimiento y su Director de mantenimiento directamente superior, cuando no tenga la autoridad necesaria ni la competencia, le falten repuestos, no pueda acceder al fallo o cualquier otra razón.
    - El centro de mantenimiento y el director de mantenimiento superior coordinarán la asistencia interna/externa necesaria:
      - Consultar con los departamentos/las organizaciones correspondientes (externas o internas) para determinar que, si hay alguna, asistencia interna o externa se necesita para asistir al equipo en la investigación del fallo. Esto debe realizarse internamente con soporte técnico o externamente con el fabricante o cualquier otra compañía especializada con experiencia en el equipo/sistema averiado;
      - Organizar los repuestos necesarios disponibles para el equipo de mantenimiento;
      - Conducir la rectificación del fallo y el proceso de cierre;
      - Lidar con los problemas que surjan en el trabajo;
      - Buscar autorización para llamar a las organizaciones de asistencia externas;
      - Autorizar al equipo para que restaure y ponga en servicio el equipo;
      - Organizar protección en el lugar para el personal externo.
- C7. Cierre de fallo y revisión

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





011807

- Informar al centro de mantenimiento que los pasos y las acciones necesarias para rectificar todos los aspectos requeridos y correspondientes del fallo se han realizado;
- Producir informes de fallos con los resultados de las evaluaciones correspondientes, planillas de investigación y otra documentación relacionada con el fallo e ingresarlos en la base de datos;
- Confirmar que el equipo defectuoso se haya enviado al proceso de reparación o se haya desechado.
- Revisar que toda la información necesaria y correspondiente al fallo y a su rectificación se detalle correctamente en la base de datos;
- Revisar el fallo con el equipo de mantenimiento para determinar si se requiere revisar un mantenimiento correctivo o preventivo;
- Controlar que todos los fallos relacionados con la seguridad se investiguen en detalle y que los registros correspondientes a la seguridad se hayan cerrado apropiadamente y a su tiempo;
- Analizar estadísticas de fallo y análisis precisos de control de origen de causas;
- Estudiar los análisis de datos de tendencias para identificar los puntos débiles y los que se comportan bien.

**1.2.2.4 TRABAJOS GENERALES DE MANTENIMIENTO. CUADRO DE FRECUENCIAS**

Los siguientes son los planes preliminares de mantenimiento de los sub-sistemas electromecánicos. Son orientativos y se finalizarán durante la fase de diseño.

**1.2.2.4.1 ENERGÍA**

Las actividades de mantenimiento del equipo del Sistema de distribución de energía en la estación eléctrica y sub-estaciones consistirá principalmente en aspiración, inspección visual y control de signos de corrosión, daños, partes quemadas, sobrecalentamiento, desprendimientos de pintura y prueba de los relés de protección. En el caso de la línea de contacto, las actividades principales comprenderán inspecciones visuales mensuales, y una vez al año, mediciones de geometría, control de desconexión de la energía, limpieza y lubricación.

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con su frecuencia correspondiente para el sistema energético.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**Plan de mantenimiento del sistema energético:**

Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
BPS (Suministro de energía al por mayor)	Transformador AT/MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
	Centro de distr. MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
	Transformador auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses



Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
		Control de daños y deterioro	Anual
	Transformador de tracción	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Grupo rectificador	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Control de distr. CC	Prueba de protecciones	3 meses
		Inspección visual, limpieza y lubricación	6 meses
		Control de daños y deterioro	2 años
	Interruptor seccionador CC	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Limitador de tensión	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Control de distr. BT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	2 años
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Inspección de daños y deterioro	Anual
Cargador de batería	Inspección general	Anual	
Puesto de paso	Limitador de tensión Control de distr. BT	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
		Inspección y limpieza	Anual
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección minuciosa	2 años
		Inspección y limpieza	6 meses
Sub-estación de potencia de tracción	Cargador de batería	Inspección de daños y deterioro	Anual
		Inspección general	Anual
	Transformador auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
ESP. PRES. Y TANTE LEGAL





Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
		Control de daños y deterioro	Anual
	Transformador de tracción	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Grupo rectificador	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual
	Control de distr. CC	Prueba de protecciones	3 meses
		Inspección visual, limpieza y lubricación	6 meses
		Control de daños y deterioro	2 años
	Interruptor seccionador CC	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Limitador de tensión	Inspección general, limpieza y pruebas funcionales	Anual
	Control de distr. BT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	2 años
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Inspección de daños y deterioro	Anual
	Cargador de batería	Inspección general	Anual
Suministro eléctrico de estación de metro	Centro de distr. MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
	Transformador auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Control de daños y deterioro	Anual





011810

Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
	Control de distr. BT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	2 años
	Panel mímico y placa auxiliar	Inspección y limpieza	6 meses
		Inspección de daños y deterioro	Anual
	UPS	Inspección y limpieza	6 meses
		Prueba de descarga total de la batería	Anual
		Reemplazo de ventiladores	5 años
	Cargador de batería	Inspección general	Anual
Pozo de ventilación	Centro de distr. MT	Inspección y limpieza	Anual
		Inspección minuciosa	5 años
Línea de contacto aérea estándar	Catenaria	Inspección visual	Mensual
		Mediciones de geometría	Anual
	Línea de contacto	Inspección visual	Mensual
		Mediciones de geometría	Anual
	Reductores de tensión	Inspección visual	Mensual
	Cables	Control de cables	Anual
	Seccionador	Control de integridad	Anual
		Control de cant. máx. de mov.	2 año
	Interruptor seccionador de línea de alta tensión	Control, limpieza y lubricación	Anual
		Control de cant. máx. de mov.	2 año
Línea de contacto aérea rígida	Catenaria	Mediciones de geometría	Anual
	Línea de contacto	Mediciones de geometría	Anual
	Cables y unión	Control de cables	Anual





Sub-sistema	Equipo	Actividad	Frecuencia
	Interruptor seccionador de línea de alta tensión	Control, limpieza y lubricación	Anual
		Control de cant. máx. de mov.	5 año

**1.2.2.4.2 CONTROL DE TRENES BASADO EN COMUNICACIONES. CBTC.**

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con su frecuencia correspondiente para el sistema de CBTC.

**Mantenimiento preventivo:**

Equipo	Tarea	Frecuencia [Tarea/Año]
ZC	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
FrontAM	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
PSAUME PRNT	Controlar el funcionamiento correcto, controlar el tóner y los rodillos	2
IXL CP	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
IXL PP	Inspeccionar visualmente las conexiones de los cables y la sujeción correcta del gabinete; inspeccionar visualmente los ventiladores y los elementos instalados dentro del gabinete.	1

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**Mantenimiento preventivo de ATS**

Equipo	Tarea	Frecuencia [Tarea/Año]
CAB_OCC #1	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
CAB_OCC #2	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2



CAB_OCC #3	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
CAB_BOCC #1	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
CAB_BOCC #2	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1
	Controlar los datos de diagnóstico a través de la consola KVM	2
CAB_BOCC #3	Inspeccionar visualmente las LRU instaladas dentro del gabinete	1

**Mantenimiento preventivo a bordo:**

Equipo	Tarea	Frecuencia [Tarea/Año]
Cubículo	<p>Inspección visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar visualmente el estado del gabinete en cuanto a presencia de polvo y ajuste mecánico.</li> <li>- Verificar los ventiladores y el estado de los filtros, donde se hayan usado.</li> <li>- Verificar el estado de los LED.</li> <li>- Verificar los interruptores y el estado de panel de distribución de energía.</li> <li>- Controlar visualmente el circuito de protección y la correcta conexión a tierra.</li> </ul>	4
	<p>Control de la limpieza y las conexiones:</p> <p>Donde corresponda, eliminar el polvo de tarjetas y equipos, después de haber desconectado el suministro eléctrico de los circuitos eléctricos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar la integridad de los cables y la correcta conexión entre los diferentes equipos.</li> </ul>	4
	<p>Verificaciones estáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pantallas de visualización (presencia de tensión, temporizador de vigilancia, fallo de memoria, fallo E/S, etc.) a nivel del equipo. Las indicaciones visuales son a través de LED y esquemas de diferentes colores de LED y los conectores de prueba de las placas de CC.</li> </ul>	4
BTM	Verificar la alineación entre el módulo BTM y la antena conectada.	1
EOSS	<p>Inspección:</p> <p>Inspeccionar regularmente el cable de conexión y la protección del cable del SENSOR DE VELOCIDAD para verificar que no estén dañados. Si la protección del cable tiene fugas, reemplazar de inmediato para evitar más daños en el generador de impulsos digital. Si no cabe duda que el generador de impulsos está defectuoso, debe reemplazarlo un experto calificado. Enviarlo a DEUTA con una breve descripción del error.</p>	26

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





	<p><b>Mantenimiento:</b> Retirar el generador de impulsos digital del vehículo. Desmontarlo y volver a montarlo en el vehículo. Reemplazar todos los sellos y controlar las partes de desgaste que, de ser necesario, se deberán reemplazar. Verificar especialmente el acople mecánico que consiste en un "elemento accionador" (montado en el eje del vehículo) y un "elemento acoplado" (montado en el eje del generador del SENSOR DE VELOCIDAD. Este trabajo de mantenimiento solo lo puede llevar a cabo un experto calificado. La herramienta necesaria debe estar a mano. El mantenimiento de fábrica en DEUTA garantiza el funcionamiento perfecto de un nuevo ciclo de funcionamiento.</p>	0.1
	<p><b>Limpieza:</b> De ser necesario, limpiar el SENSOR DE VELOC. con un limpiador común.</p>	1
	<p><b>Inspección visual de Euroantenas:</b> - Controlar visualmente la integridad y el ajuste de los equipos. - Verificar las conexiones mecánicas y eléctricas. - Verificar el posicionamiento correcto de las antenas.</p>	1
EUROANT	Verificar los parámetros de prueba de Euroantenas.	1

**1.2.2.4.3 PUERTAS DE ANDÉN**

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con su frecuencia correspondiente para el sistema PSD.

**Plan de mantenimiento de PSD**

Actividad	Frecuencia
Prueba de dispositivo de disparo manual	3 meses
Prueba de lazo de seguridad	3 meses
Prueba de detección de obstáculos	1 año
Inspección y prueba de conexión eléctrica a tercer riel	1 año
Apertura/cierre/ aislamiento local de puertas	1 año
Apertura / cierre local de LCP por LCP	1 año
Anulación del enclavamiento de LCP	1 año
Medición del rendimiento del ciclo de las puertas	1 año
Inspección visual de la plataforma	1 año
Limpieza de la fachada	1 año
Engrase de las puertas	3 años
Mantenimiento cada diez años	10 años
Control general de alimentación eléctrica	1 año

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



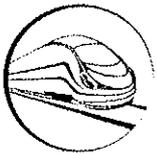
1.2.2.4.4 Telecomunicaciones

011814

El equipo de comunicación se diseñará y configurará de modo que requiera mantenimiento mínimo. Se limitará al monitoreo, la inspección y la regulación de los diferentes componentes instalados en estaciones, área de depósito y vía principal. La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo y sus frecuencias correspondientes para el sistema de telecomunicaciones.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**Plan de mantenimiento de sistema de telecomunicaciones 011815**

Actividad	Frecuencia
Sistema de control de acceso y detección de intrusión - Inspección	3 meses
Sistema de transmisión - Inspección	3 meses
CCTV - Inspección	3 meses
Teléfonos e Intercom - Inspección	3 meses
Altavoces - Inspección	3 meses
PID - Inspección	3 meses
Radio - Inspección	3 meses
Sistema de control de acceso y detección de intrusión – Inspección minuciosa	1 año
Sistema de transmisión – Inspección minuciosa	1 año
CCTV – Inspección minuciosa	1 año
Teléfonos e Intercom – Inspección minuciosa	1 año
Altavoces – Inspección minuciosa	1 año
PID – Inspección minuciosa	1 año
Radio – Inspección minuciosa	1 año

**1.2.2.4.5 Recolección automática de tarifas**

La siguiente tabla proporciona una lista preliminar de las principales tareas de mantenimiento preventivo con sus frecuencias correspondientes para el sistema de recolección automática de tarifas.

**Plan de mantenimiento del sistema de recolección automática de tarifas**

Actividad	Frecuencia
Inspección y limpieza de unidades expendedoras de boletos	Mensual
Lubricación y limpieza interior	3 meses
Limpieza exterior	Semanal
Mantenimiento de las unidades expendedoras de boletos	Anual

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



1.2.2.4.6 SCADA

011816

El sistema SCADA requiere muy pocas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo; servidores centrales y clientes se monitoreará regularmente para garantizar que la conexión a todos los equipos de campo sea correcta y que las condiciones operativas de los diferentes dispositivos de la red sea normal. El mantenimiento de campo se limita a las inspecciones periódicas de gabinete.

La siguiente tabla resume las tareas de mantenimiento preventivo y su frecuencia.

**Plan de mantenimiento de SCADA**

Sub-sistema	Sub-actividad	Frecuencia
Servidores de OCC	Inspección visual	Semanal
Servidores de OCC	Inspección minuciosa	3 meses
Estación/cliente CLP	Inspección	3 meses
Concentrador de LAN	Inspección	3 meses

1.2.2.4.7 EQUIPO DE DEPÓSITO

Se proporcionará una lista minuciosa con la propuesta de servicio para el equipo de depósito. El enfoque será encomendar a sub-contratistas especializados el mantenimiento de aquellos equipos en los que deban realizarse actividades críticas (por ejemplo, torno de foso) mientras que para las demás actividades se utilizará el servicio de guardia o soporte remoto.

**1.2.2.5 RECURSOS HUMANOS**

Debe garantizarse la prestación del Servicio durante las 24 horas del día, todos los días del año. Los trabajos de mantenimiento que sean susceptibles de planificar o programar se desarrollarán en el horario en el que exista la menor necesidad de disponibilidad de los elementos, esto es, con carácter general en horario nocturno, fuera del horario comercial.

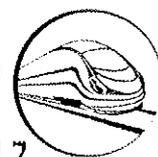
El personal de mantenimiento deberá atender las solicitudes de trabajos de mantenimiento correctivo (avisos) con unos tiempos de respuesta y de resolución que permitan cumplir con los niveles de disponibilidad y fiabilidad establecidos para este equipamiento.

A continuación se definen los condicionantes horarios para la realización de trabajos en función del tipo de mantenimiento a realizar, y las necesidades y condiciones de operación del sistema:

- **Mantenimiento preventivo.** Las intervenciones de este tipo de mantenimiento se programarán y realizarán durante las franjas horarias que no tienen afección en el servicio de viajeros. No obstante, se podrá determinar en cualquier momento por condiciones de servicio coyunturales o estables, para ciertas instalaciones y con carácter obligatorio, la ejecución de trabajos de este tipo en otros horarios.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN DASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- **Mantenimiento correctivo.**- Se garantizará, tanto en días laborables como festivos, los 365 días del año, la atención del personal especializado necesario para la realización de los trabajos de reparación de incidencias, según los tiempos de respuesta y resolución estipulados.

Se deberá de disponer para el personal de los locales necesarios para vestuarios, centros u oficinas de gestión, almacenes de repuestos y talleres de reparaciones. etc.

Se dispondrá de una estructura operativa de recursos humanos que le permita cumplir con el servicio y niveles de calidad del servicio establecido. Esta estructura tendrá que ser contemplada en diversos conceptos, como: personal directivo, personal técnico, personal operario y personal de apoyo/administración.

En el Plan de Mantenimiento se detallarán los recursos humanos puestos a disposición para la realización correcta del servicio de mantenimiento de estas instalaciones.

Uno de los factores más importantes del mantenimiento es la formación continua del personal, en el que se le proporcionan los conocimientos técnicos y habilidades para la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo.

Dado que los Sistemas Ferroviarios son entornos industriales con unas condiciones de trabajo complejas y severas, habitualmente se imparte una formación inicial (3 a 6 meses) para el personal previamente seleccionado, consistente en:

- Conocimientos básicos del Sistema Ferroviario.
- Conocimientos técnicos de las instalaciones concretas montadas en el sistema por marca y modelo.
- Formación en seguridad ferroviaria e industrial.

De acuerdo con los niveles de mando, habrá dos niveles de cursos: básico y avanzado. La preparación de los cursos de formación y manuales de enseñanza estará a cargo de especialistas en mantenimiento de este tipo de instalaciones.

## RECURSOS TÉCNICOS

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



El personal de mantenimiento debe de disponer de las máquinas, aparatos, instrumentos, herramientas, software de diagnóstico, accesorios, equipos de protección individual, vehículos automóviles, para la prestación de los Servicios de Mantenimiento, así como su conservación y mantenimiento, de forma que se conserve en todo momento su funcionalidad original.

Asimismo deberá tener los equipos y sistemas de información e informáticos (GMAO), licencias de software y demás elementos que sean precisos para la comunicación de trabajos de mantenimiento efectuados en el sistema de gestión de mantenimiento de Metro.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

El proceso de gestión de las instalaciones de almacenamiento, vinculado a la orden de reemplazo, se llevará a cabo por medios electrónicos. Además, el sistema reservará material necesario en los trabajos futuros.

La gestión de compras con la ayuda del ordenador, se conecta con la base de proveedores aprobados, lo que permite optimizar la gestión de compras.

De acuerdo con el tipo de material y su uso, será posible establecer puntos de tiempo y la transferencia de puntos, para el transporte de materiales entre las existencias para evitar la falta de los materiales utilizados.



1.2.2.5.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE MEDIDA

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento las Herramientas y Equipos de Medida necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

1.2.2.5.2 LISTA DE REPUESTOS

Los repuestos y materiales consumibles que son necesarios para la prestación de los servicios son exclusivamente los específicos para este tipo de instalación. Se incluyen los repuestos de inmovilizado (activos) y/o repuestos consumibles para una instalación tipo, excluyéndose los repuestos de propósito general y comerciales.

Se deberá disponer de una relación lo más detallada posible de las referencias y el stock de los repuestos y materiales consumibles para cada una de las marcas y modelos de equipos. Esta lista estará siempre actualizada.

Se tendrá que dimensionar y disponer en todo momento del stock de repuestos suficiente para mantener los indicadores de calidad, disponibilidad y fiabilidad.

Se utilizará siempre repuestos originales, salvo causas justificadas de eficiencia y, entre ellas, las derivadas de obsolescencia tecnológica –por ejemplo, la desaparición de un producto del mercado- o la desaparición del suministrador originario.

Se tendrá un almacén para la guarda, custodia y control de los materiales necesarios para la prestación de los servicios de mantenimiento. Se deberá contar con la organización y buen orden del almacén, tal que aseguren su funcionalidad, localización y distribución para su inmediata utilización.

Unos de los mayores problemas a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento para conseguir unos óptimos indicadores de disponibilidad es el de disponer de los repuestos y componentes necesarios para restablecer el servicio a la mayor brevedad, cuando se produce una avería en alguno de ellos.

Por lo tanto, es de vital importancia diferenciar que componentes de los repuestos de los sistemas son reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuáles no ya que el aseguramiento de un stock útil en el Almacén General tengan una alta disponibilidad depende de en gran medida de la decisión que se tome para cada repuesto.

A continuación se dan una serie de recomendaciones generales como criterios de decisión para diferenciar que repuestos deben ser tratados como reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuales como fungibles (**repuestos consumibles**):

- Inviabilidad técnica de la reparación: Por su diseño constructivo o mecanización hay repuestos que son técnicamente no reparables cuando se averían: pequeños transformadores, llaves de paso, etc.
- Valor económico de la reparación: Si se estima que la reparación (costes de la mano de obra por horas de trabajo más materiales) es superior al 70 % del valor de un repuesto nuevo, se recomienda sea tratado como repuesto fungible.
- Baja fiabilidad de la reparación: Existen repuestos cuya reparación no consigue obtener buenas fiabilidades una vez averiados: Relés, Ventiladores pequeños, etc.

Este proceso es complejo y debe basarse en la experiencia que se acumule en la reparación de repuestos, por lo que se recomienda que se elabore una Lista inicial de repuestos clasificados, para anualmente proceder a su revisión y ajuste.

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento los repuestos inmovilizados y consumibles necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.



**1.2.2.6 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

011819

**1.2.2.6.1 Sistema de calidad y documentación base**

El sistema de calidad que se implementará en el mantenimiento, se basará en los sistemas de calidad regulados en las normas ISO 9000. Actuando de esta manera, nos aseguramos de los más altos estándares de calidad para el mantenimiento de las instalaciones del Proyecto.

La documentación del sistema de calidad se establece de acuerdo a las exigencias del contrato, sin embargo, como regla general, esta documentación se estructura en tres grandes bloques, de acuerdo con los requisitos establecidos por el Modelo de Aseguramiento de la Calidad en la serie de normas ISO 9000.

**Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad**

- Manual de Calidad
- Manual de Procedimientos Generales:
- Manual de Procedimientos Específicos:
- Documentación Técnica
- Documentación Industrial
- Dossier de Análisis de Operación

**1.2.2.6.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente**

Se deberá disponer de una relación nominal de los trabajadores adscritos a este servicio, así como de la formación profesional que dispone cada uno de ellos y de los cursos de prevención laboral conforme a la reglamentación en vigor, información que deberá actualizar permanentemente, tan pronto como se produzcan bajas o nuevas incorporaciones.

Se recomienda expedir tarjetas personales para la identificación y acceso a sus instalaciones del personal dedicado al servicio de mantenimiento, para lo cual el listado o relación que contenga estos datos se encontrará actualizado en todo momento.

Para los trabajos que impliquen la alteración de las condiciones de explotación del servicio a los viajeros o conlleven acceso a áreas restringidas de las instalaciones, serán necesarias las correspondientes autorizaciones previas de acceso por escrito.

- Acceso controlado a las instalaciones
- Normativa de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo
- Normativa técnica y operativa interna ó externa

**1.2.2.6.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



De acuerdo con las especificaciones, la eficiencia del sistema de gestión informatizada, permite la integración de la gestión de mantenimiento que se describen en la parte técnica.

Las ventajas más importantes que ofrece esta gestión integrada se detallan a continuación.

La documentación del sistema de módulos permite una versión "as built" de toda la documentación técnica, así que es un elemento clave para la gestión del mantenimiento exitoso.

En cualquier Sistema Ferroviario, la actividad de Mantenimiento se encuentra calificada como uno de los procesos del "core bussines" de la Empresa. Su importancia estratégica se fundamenta en tres indicadores o parámetros del negocio esenciales para la Empresa:

**Disponibilidad del Sistema:** refleja la **eficacia** en la utilización de los recursos técnicos y humanos disponibles y que el Sistema Ferroviario es capaz de poner a disposición de los clientes.

**Fiabilidad del Sistema:** da una perspectiva de la **calidad y aseguramiento** del servicio prestado, para generar confianza y fidelidad en la utilización del Sistema Ferroviario por los clientes.

**Costes de Mantenimiento:** midiendo la **eficiencia** del proceso de mantenimiento.

### **1.2.2.7 REVISIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO**

Como parte de las actividades a desarrollarse durante el periodo de mantenimiento, ASTS controlará el proceso de mantenimiento como se explica a continuación:

- La cantidad de mantenimiento correctivo realizado se monitoreará de forma constante, en conjunto con el consumo de repuestos, porcentaje de fallo de los componentes, análisis de alarmas y rendimiento general de los sistemas y sub-sistemas.
- Los equipos de mantenimiento identificarán las tendencias de la información disponible para permitir una detección/prevenición temprana de desgaste en los componentes, lo que conducirá a dos opciones posibles:
  - Incremento o ajuste de la frecuencia y/o revisión para la realización de la actividad de mantenimiento preventiva;
  - Realizar campañas de reemplazos preventivos de piezas (si es necesario);
- Se organizarán informes y reuniones periódicas con el cliente para monitorear el cumplimiento del objetivo de disponibilidad técnica global fijado por los modelos RAM de cada sub-sistema.

Estas medidas se realizarán para reducir o restablecer un nivel razonable de mantenimiento correctivo y evitar casos de equipos sobre mantenidos. El proceso de monitoreo de mantenimiento correctivo se realizará durante las reuniones de mantenimiento programadas y, de ser necesario, involucrarán expertos de los sub-contratistas y/o ingenieros internos.

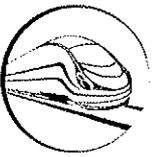
El control constante del régimen de mantenimiento preventivo también se realizará independientemente, mediante las contribuciones recolectadas luego de las retroalimentaciones del mantenimiento preventivo; las frecuencias de mantenimiento se evaluarán y se extenderán o acortarán cuando proporcionen un beneficio para el servicio y para la seguridad de los pasajeros y del personal que trabaja en el sistema.

Todo el régimen de mantenimiento se evaluará usando indicadores contractuales e indicadores adecuados para evaluarlo desde el punto de vista económico, técnico y organizacional. Algunos ejemplos de indicadores que siguen las guías de [c] serían:

- Económicos:
  - Costo total de mantenimiento/valor de reemplazo de activos
  - Costo de mantenimiento correctivo/costo total de mantenimiento
  - Costo de mantenimiento preventivo/costo total de mantenimiento
- Técnicos:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

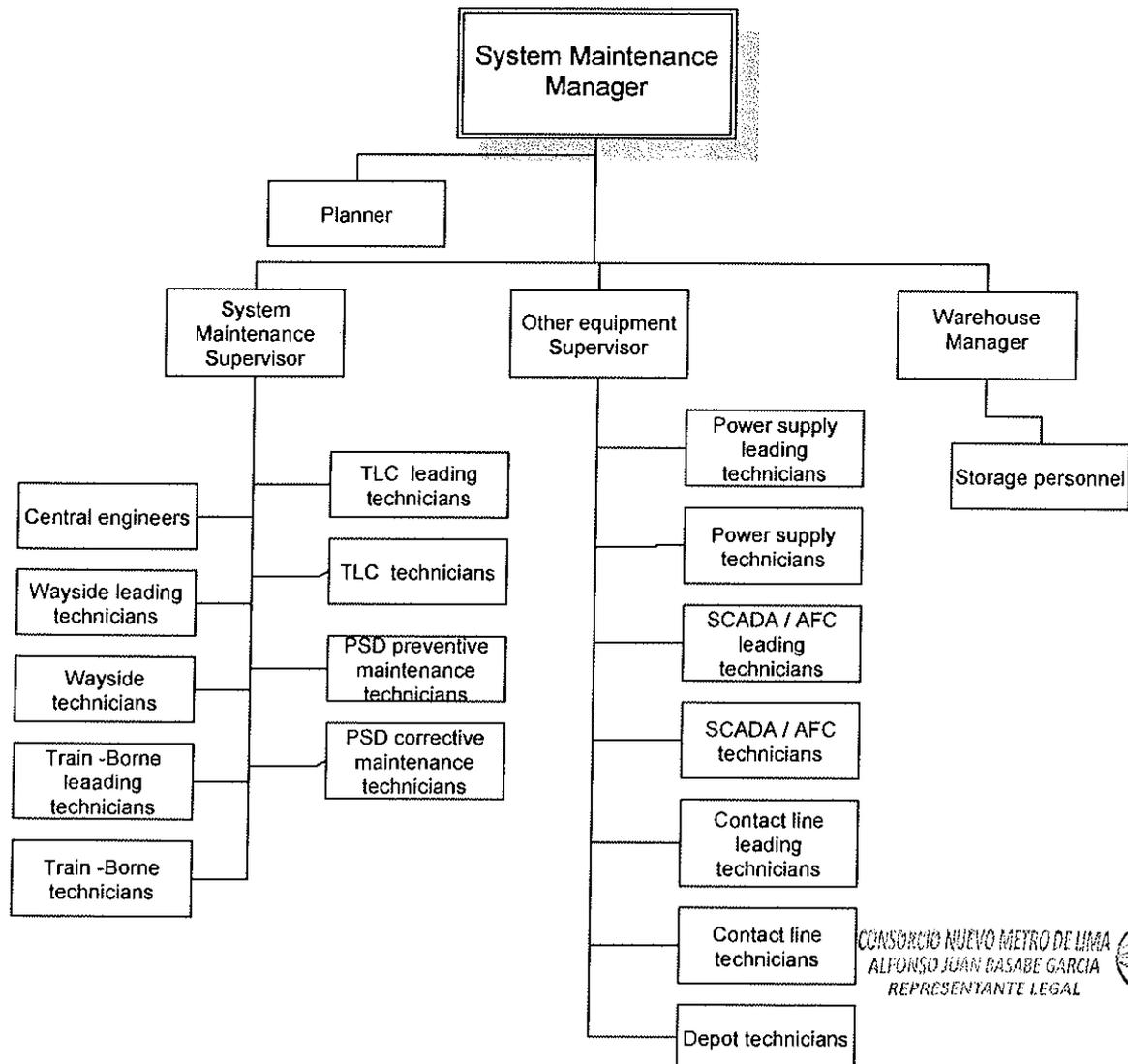
  

- MTBF
- MTRR
- Organizacionales:
  - Horas hombre de mantenimiento correctivo/horas hombre totales de mantenimiento
  - Horas hombre de mantenimiento preventivo/horas hombre totales de mantenimiento

**1.2.2.8 ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA**

La siguiente es la organización propuesta para el Departamento de mantenimiento de instalaciones electromecánicas.



*Figura – Propuesta de estructura del departamento de mantenimiento de instalaciones electromecánicas*

La organización anterior la dirigirá el **Director de Mantenimiento EMI**.

Deberá:



- ~ Proporcionar los planes de mantenimiento para las instalaciones electromecánicas,
- ~ Programar los planes de mantenimiento para las instalaciones electromecánicas,
- ~ Proporcionar, verificar y actualizar la documentación de asistencia del trabajo de mantenimiento,
- ~ Para definir las intervenciones correctivas que mejoren las plantas y los equipos,
- ~ Para administrar el personal de mantenimiento de instalaciones electromecánicas,
- ~ Programar el plan de seguridad para el equipo de mantenimiento y el Director de seguridad.
- ~ Definir los puntos principales para los procedimientos de mantenimiento,
- ~ Definir estadísticas e informes, internas o para las autoridades,
- ~ Definir los puntos principales de la administración del régimen de repuestos
- ~ Para supervisar las actividades de mantenimiento de las instalaciones electromecánicas, realizadas por los proveedores.
- ~ Tener conexiones con el personal de operaciones, sobre las plantas y el programa de mantenimiento de los equipos.
- ~ Tener conexiones con el personal de administración, sobre la administración del personal y del depósito.

El planificador estará a cargo de programar las actividades de mantenimiento y trabajará en coordinación con el Director de mantenimiento del sistema.

Los distintos supervisores administrarán los aspectos operacionales y la documentación de su propia área y brindarán asistencia al director de mantenimiento del sistema para la programación de actividades de mantenimiento. Además, serán responsables de recolectar datos relacionados con el mantenimiento para transferirlos al Director de mantenimiento del sistema y así evaluar los rendimientos y las mejoras posibles del mantenimiento.

Habrà un número de teléfono para consultar las 24 horas. En caso de que sea necesario, el centro de llamadas activará la respuesta de emergencia. El personal dedicado a la respuesta de emergencia será el que trabaje con el mantenimiento programado y definido por el supervisor correspondiente. Cada supervisor coordinará la actividad de los técnicos a su mando y asistirá, de ser necesario, al Director de mantenimiento del sistema en la interconexión con el Departamento de operaciones.

Esta propuesta puede modificarse y optimizarse en función de toda la estructura del departamento de mantenimiento y de la estructura del departamento de operaciones.

El personal será proporcional al crecimiento del proyecto y se organizará prudentemente para tener en cuenta la compensación entre servicios y costos.

### **1.2.2.9 EXTERNALIZACIÓN**

La decisión de contratar servicios externos estará sujeta a una evaluación de costos-beneficios en relación con la calidad del trabajo que se puede hacer, interna o externamente.

En general la organización de mantenimiento JV mantendrá bajo su control las actividades que puedan realizarse en un modo más eficiente, y con una calidad y costo más efectivo por los recursos internos.

Las actividades especializadas en las que el costo de mantenimiento del conocimiento requerido no se justifique por la extensión del trabajo, u otros beneficios, se subcontratará.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





Los términos y acuerdos del subcontrato reflejarán, como mínimo, el mismo estándar de calidad, eficiencia y tiempo de respuesta acordado en las especificaciones con el cliente. JV implementará un proceso de calificación, una evaluación de QA y rendimiento de los subcontratistas, licitaciones para que las adquieran compañías externas y una evaluación en parámetros tales como precio, calidad, control ambiental que tendrán lugar según los Procedimientos de administración para la búsqueda y el control de calidad de los subcontratistas.

### **1.2.2.10 SISTEMA DE CALIDAD**

#### **1.2.2.10.1 Sistema de gestión de calidad**

La política de calidad de ASTS para el rendimiento del proyecto de metro de LIMA se muestra a continuación:

- Producir y proporcionar un producto que satisfaga los requisitos de calidad del Empleador como se especifica en el contrato;
- Establecer objetivos de calidad y asegurarse de que se cumplan mediante un monitoreo y una revisión regular;
- Mejorar continuamente la efectividad del sistema de administración de calidad.
- Asegurar que solo el personal competente esté asignado para realizar las tareas que afectan la calidad;
- Asegurar que el personal asignado a este proyecto tenga un entendimiento profundo del sistema de administración de calidad;
- Mantener registros como evidencia objetiva del cumplimiento del sistema de administración de calidad;
- Asegurar que se entienda esta política, y que se implemente y mantenga en todos los niveles y
- Monitorear el sistema de administración de calidad en intervalos planeados para asegurar su adecuación continua.

La administración de calidad cubre tres subgrupos principales que incluyen; planeación de la calidad, garantía de calidad y control de calidad. En mantenimiento y confiabilidad, estos subgrupos identificarán el trabajo para lograr la mayor eficiencia en el rendimiento del trabajo. Estos detalles se extienden en los siguientes subcapítulos.

#### **1.2.2.10.2 Planificación de Calidad**

El concepto de planeación de calidad es la tarea de identificar los estándares por los que se satisface la calidad del proyecto. Se pueden usar varias herramientas para la planeación de la calidad.

Un análisis costo-beneficio se debe basar en herramientas efectivas para determinar cuál es el beneficio de tener menos fallos, menos trabajo rehecho y mayor productividad. Se aplicará a repuestos, servicios u otros procesos de trabajos de mantenimiento.

En la fase de planeación de calidad, se manejarán los siguientes temas para desarrollar la primera etapa del sistema de calidad:

- ¿Qué debe pasar por un control de calidad?
- ¿Cuál es la manera más apropiada de controlar la calidad?

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- ¿Cuándo se debe llevar a cabo?
- ¿Quién debe involucrarse?
- ¿Qué "materiales de calidad" deben usarse?

011824

#### 1.2.2.10.3 Garantía de Calidad

La garantía de calidad (QA) es un conjunto de actividades sistemáticas de calidad tales como auditorías y controles de calidad y la retroalimentación de dichas actividades que se aplican para evaluar si los requisitos de calidad se satisfacen.

Una herramienta tradicional que se usa en QA es la auditoría de calidad. Se realiza independientemente para determinar si el sistema identificado cumple las normas de calidad que se han identificado en la etapa de planeación. Se emitirá un informe de monitoreo de garantía de calidad regularmente para incluir las auditorías internas periódicas. El cliente puede pedir una auditoría de servicio de mantenimiento; se debe dar un aviso razonable antes de dicha auditoría.

Las acciones de reparación y la inspección de seguimiento se realizarán para contrarrestar las ineficiencias o el rendimiento insatisfactorio.

Se podrá proponerle al cliente un cambio en los planes de mantenimiento o un ajuste en la frecuencia de intervención como acciones posibles que deriven del monitoreo de garantía de calidad.

Además, el análisis de proceso a menudo se usa como una herramienta de garantía de calidad. Incluye el análisis de la causa principal para identificar cualquier problema de calidad subyacente de componentes o repuestos específicos.

#### 1.2.2.10.4 Control de Calidad.

Durante la etapa de control de calidad las tareas de monitorear todos los procesos se ubican y aplican para una acción correctiva subsiguiente cuando se identifiquen las anomalías.

En esta etapa se usarán distintas herramientas y técnicas. Estas herramientas son: diagramas de causa y efecto (también conocidos como Ishikawa o diagramas de espina de pescado), tablas de control, tablas de flujo, histogramas, tablas Pareto, gráficos de ejecución, y diagramas de dispersión.

### **1.2.2.11 DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO**

Los documentos de mantenimiento principales serán el plan de mantenimiento, el manual de mantenimiento y la instrucción de mantenimiento.

Se proporcionará un plan de mantenimiento para cada objeto del sistema de este suministro. Incluirá por lo menos:

- Descripción del sistema y de los componentes principales
- Distribución del sistema para la lógica del montaje/desmontaje.
- Objetivos RAM
- Estrategia de mantenimiento
- Instrumentos de mantenimiento
- Tabla de frecuencia de tareas de mantenimiento y estimación de carga de trabajo (horas hombre/año)

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- Lista de los documentos de mantenimiento necesarios para ejecutar la intervención de mantenimiento

Los manuales de mantenimiento cubrirán los siguientes temas:

- Precauciones de seguridad y cualquier problema en el ambiente de trabajo que pueda ser consecuencia del trabajo de mantenimiento,
- Tablas de mantenimiento preventivo con las siguientes indicaciones:
  - El sistema
  - El material
  - La cantidad de material
  - La frecuencia anual de la tarea de mantenimiento
  - La duración estimada de la tarea de mantenimiento
  - La instrucción de referencia de mantenimiento
  - Una descripción breve de la tarea de mantenimiento
  - Cantidad de personal y calificaciones
  - Herramientas y repuestos necesarios
- Ciclo de mantenimiento predecible
- Tablas de mantenimiento correctivo con la estimación de cantidad anual basada en los objetivos RAM
- Descripción del elemento, incluyendo su arquitectura física y funcional, su rendimiento, conexiones e interfaces con elementos internos y externos;
- Funcionamiento del elemento, incluyendo su uso y la descripción de las interfaces de usuario correspondientes;
- Esquemas de causa – efecto (si son útiles).
- Resolución de problemas del elemento, principios que cubran la resolución de problemas. Procedimientos y referencias detallados para acciones/procedimientos que resuelvan el problema identificado y descrito en las instrucciones de mantenimiento;
- Actividades de mantenimiento correctivo, incluyendo personal y tiempo necesario para realizar la tarea. Los procedimientos detallados paso por paso para lograr la tarea y la evaluación de que el elemento está en buen estado para el servicio, junto con las herramientas/el equipo necesarios para realizar la tarea se describen en las instrucciones de mantenimiento;
- Actividades de mantenimiento preventivo, incluyendo personal y tiempo necesario para realizar la tarea y su periodicidad. En las instrucciones de mantenimiento se describen los procedimientos detallados para realizar las tareas y controlar que se haya realizado apropiadamente;

Las Instrucciones de Mantenimiento antes mencionadas contendrán:

- Una descripción detallada de las acciones que se lleven a cabo, con una asociación ilustración-texto lo más similar posible
- El tiempo de intervención probable,
- La cantidad de operadores y su calificación,





- La lista de herramientas necesarias,
- Los datos numéricos necesarios para la ejecución de acuerdos eléctricos o mecánicos
- La lista de control de las acciones de mantenimiento preventivo
- Los procesos de mantenimiento correctivo con la metodología para la resolución de problemas referidos a un procedimiento específico, si es necesario.
- El cambio de LRU que debe repararse Este procedimiento debe proporcionar todos los elementos necesarios para la restauración de los elementos reparables.

#### 1.2.2.11.1 INSTRUMENTOS DE TRABAJO

Para lograr una planeación de mantenimiento eficiente es importante que toda la información para el alcance del mantenimiento esté almacenada y sea fácilmente accesible. Se le facilitarán instalaciones informáticas al personal para que pueda acceder a la documentación de mantenimiento, normas aplicables y estadísticas del sub-sistema.

La administración de las solicitudes de intervención y de las órdenes de trabajo será otra actividad importante que se manejará con un soporte de software.

Durante el periodo de mantenimiento, la organización JV monitoreará los KPI de mantenimiento con respecto al rendimiento del régimen de mantenimiento implementado, tal como:

- Porcentaje de mantenimiento correctivo/preventivo (horas hombre/horas hombre)
- Tiempo medio operacional para restaurar cada sub-sistema
- Cantidad total de mantenimiento preventivo (horas hombre por mes), dividida por sub-sistema;
- Cantidad total de mantenimiento correctivo (horas hombre por mes), dividida por sub-sistema.

Por medio de todos los datos recolectados será posible por ejemplo:

- Identificar fallos sistemáticos;
- Individualizar equipos que requieran una cantidad mayor de mantenimiento correctivo que la media de los instalados;
- Identificar tendencias posibles de mejora o degradación para algunos fallos de dispositivos específicos
- Identificar criterios para mantenimiento predecible

Con toda la información a disposición se puede definir las estrategias de administración de mantenimiento más adecuadas (por ejemplo, compra de repuestos adicionales basados en el uso posible a lo largo del ciclo de vida del sistema y/o reemplazo de la pieza o de equipos de mayor nivel con alguno similar/compatible, mejores arreglos de mantenimiento preventivo, etc.).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**1.2.2.12 SISTEMA DE SEGURIDAD LABORAL Y MEDIO AMBIENTE**

011827

ASTS operará un sistema de administración de salud y seguridad para asegurar el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales de salud y seguridad en la locación de mantenimiento en Lima. Cubre el bienestar y la seguridad del personal en el lugar y en situaciones de emergencia. Se incorporará y mejorará continuamente

Es política de ASTS la de proporcionar un ambiente de trabajo seguro, saludable y libre de accidentes para su propio personal, los sub-contratistas y el empleador. ASTS se dedicará a mejorar el ambiente laboral enfocándose en un trabajo diligente y una atención cuidadosa de todas las políticas de la compañía por parte de todas las personas correspondientes en cualquier condición de trabajo.

Para tener éxito en esto, el programa debe incorporar actitudes y comportamientos propios acerca de la prevención de accidentes y enfermedades de parte de los supervisores de seguridad y de los empleados. Requiere también la cooperación en todos los asuntos de seguridad y salud, no solo del supervisor de seguridad y los empleados, sino entre empleados y entre contratistas y empleados del empleador.

Todos están obligados a saber los requisitos de seguridad y las normas para sus tareas. Los supervisores de seguridad deben instalar una actitud positiva y una concientización en sus trabajadores mediante la adhesión personal, el contacto personal, el entrenamiento y las reuniones de seguridad programadas regularmente. Es el deber de todos los empleados el de realizar su trabajo con un cuidado máximo de la seguridad propia y de los compañeros de trabajo.

El mantenimiento se realizará según los requisitos contractuales y la legislación sobre asuntos ambientales, especialmente al respecto de:

- ✓ Ruidos y vibraciones
- ✓ Tratamiento de efluentes en una manera respetuosa con el ambiente que cumpla todos los códigos y las regulaciones aplicables
- ✓ Actividades de desecho de residuos en general

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





### **1.2.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES NO FERROVIARIAS**

El objeto de este apartado es el de establecer el Plan de Mantenimiento de las Instalaciones No Ferroviarias, dentro de los alcances establecidos para el Sistema Ferroviario:

- Climatización/Ventilación.
- Escaleras Mecánicas.
- Ascensores.
- Venta de Títulos de Transporte y Control de Peaje.
- Distribución Eléctrica e Instalaciones de Baja Tensión.
- Suministro de Agua Potable y Recogida de Aguas Residuales/Pluviales.
- Instalación Contra Incendios.

El plan de mantenimiento se realizará en las condiciones técnicas óptimas sobre las instalaciones e incluye las medidas preventivas y predictivas que se deben tomar para tener una instalación fiable que garantiza estos objetivos principales:

- Proteger a las personas y las Instalaciones.
- Extender la vida útil de las instalaciones y equipos, y adoptar medidas que conduzcan a la utilización óptima de las instalaciones con un coste de mantenimiento mínimo.
- Asegurar y mantener las instalaciones dentro de los índices de fiabilidad y disponibilidad.

Estos Objetivos se lograrán si se realizan los siguientes principios:

- Formación continua del personal de mantenimiento.
- Aseguramiento de la calidad basado en la creación de un sistema de documentación, procesos y procedimientos. Este sistema será apropiado si se agregan los resultados de la experiencia y el apoyo de un sistema informático que facilite el análisis de los resultados, las estadísticas, etc.
- Aplicación de la regla de Salud, Seguridad y Protección Ambiental.

Para llevar a cabo este programa de mantenimiento, el personal asignado será dirigido por un técnico con experiencia probada en las instalaciones y con la asistencia de asesores con experiencia suficiente para el desarrollo de las tareas que se les asignen.

El trabajo que el personal de mantenimiento realice deberá estar contenido en un documento denominado "Libro de Registro de Mantenimiento", normalmente está informatizado. Con este documento se pueden mejorar los procesos de mantenimiento mediante el análisis estadístico de las averías y la aplicación de Técnicas avanzadas de mantenimiento como el Mantenimiento Predictivo y el RCM.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**1.2.3.1 TIPOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

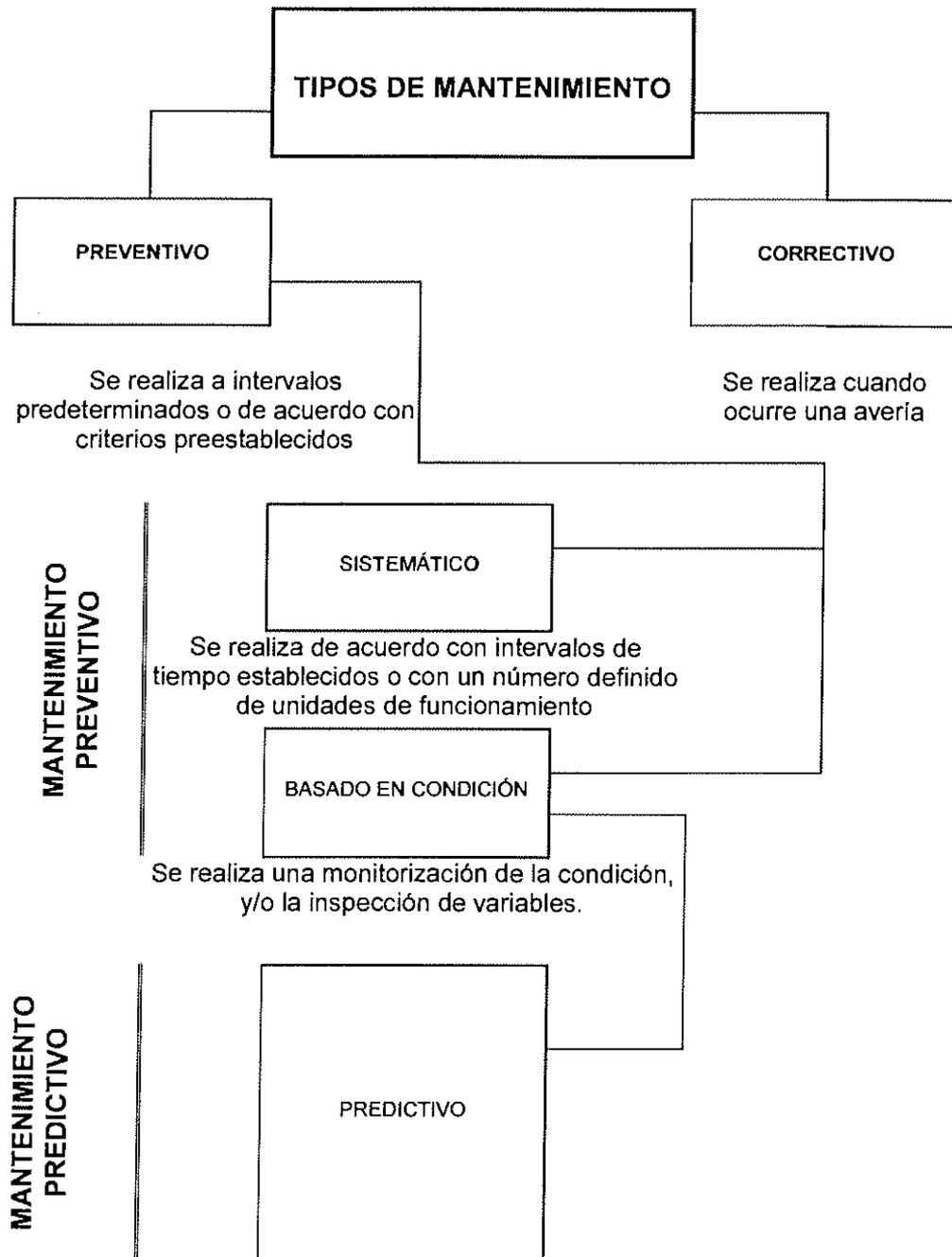
011829

Se definen básicamente los siguientes tipos de mantenimiento, según norma EN 13306:

- **Mantenimiento preventivo:** mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios preestablecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad del fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento. Se clasifica en dos tipos:
  - Mantenimiento Predeterminado (programado o sistemático): mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición.
  - Mantenimiento Legal o Normativo es un Mantenimiento Predeterminado (programado) establecido en una ley o norma (No contemplado en la EN 13306).
  - Mantenimiento Basado en la Condición: mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición, y/o la inspección, y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento.
  - Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la Condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.
  
- **Mantenimiento correctivo:** mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en el que pueda realizar la función requerida. Se clasifica en dos tipos:
  - Mantenimiento correctivo inmediato: se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.
  - Mantenimiento correctivo diferido: no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo a reglas dadas.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





1.2.3.1.1 Mantenimiento preventivo

011831

Se desarrolla un Mantenimiento Preventivo de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes que garantice la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones, así como el cumplimiento de los indicadores de servicio exigidos para las mismas. Se detallan todas las operaciones y trabajos programados, periodicidades y contenido de cada revisión periódica, siguiendo las recomendaciones de la normativa aplicable.

El alcance de las revisiones, inspecciones y/o verificaciones que se prevén, podrá ser específico para cada instalación teniendo en cuenta las necesidades propias de la misma, en función del tráfico de viajeros, condiciones en su ubicación física, condiciones de funcionamiento, historial de incidencias, fabricante y modelo, siguiendo herramientas de mejora de la estrategia de mantenimiento como RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad), salvo las operaciones de mantenimiento legal, cuyas frecuencias y consistencias son de obligado cumplimiento.

Se adjunta un Ejemplo de Plan de Mantenimiento Preventivo de Escaleras Mecánicas:

- Con periodicidad **Mensual**:

ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA
<b>PASAMANOS</b>	
BANDA/POLEA DE ARRASTRE	MENSUAL
CORREA POLY DE PASAMANOS	MENSUAL
EMBOCADURA DE PASAMANOS	MENSUAL
GUIA DE PASAMANOS	MENSUAL
GUIADO INTERIOR DEL PASAMANOS	MENSUAL
PASAMANOS	MENSUAL
RODILLO/RODAMIENTO CONJUNTO ADHERENCIA	MENSUAL
SUSTITUCION PASAMANOS COMPLETO	MENSUAL
TENSOR DE PASAMANOS	MENSUAL
TREN DE RODILLOS CONJUNTO DE ADHERENCIA	MENSUAL
TREN DE RODILLOS DE VOLTEO	MENSUAL
<b>PELDAÑO Y PLACA PORTAPEINES</b>	
COMPONENTES DE FIJACION DE PELDAÑOS	MENSUAL
PATIN DE CENTRAJE DE PELDAÑOS	MENSUAL
PEINE	MENSUAL
PELDAÑO/PALETA	MENSUAL
PLACA PORTAPEINES	MENSUAL
RODILLOS CONDUCCIDOS	MENSUAL
TUBO/BULON DE PELDAÑO	MENSUAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASAVE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





011832

ELEMENTO REVISION	FRECUENCIA
<b>TRANSMISIONES</b>	
AMORTIGUADORES TRANSM. VOLTEO INFERIOR	MENSUAL
AMORTIGUADORES DE TRANSMISION PRINCIPAL	MENSUAL
EJE/APOYOS DE TRANSMISION DE PASAMANOS	MENSUAL
SILLETA/RODAMIENTO TRANSMISION PRINCIPAL	MENSUAL
TRANSMISION DE PASAMANOS	MENSUAL
TRANSMISION DE VOLTEO INFERIOR	MENSUAL
TRANSMISION PRINCIPAL	MENSUAL
<b>GRUPO MOTRIZ Y CADENAS</b>	
ACEITE DE REDUCTOR	MENSUAL
ACOPLAMIENTO DE MOTOR-REDUCTOR	MENSUAL
BOBINA DE FRENO AUXILIAR/EMERGENCIA	MENSUAL
BOBINA DE FRENO PRINCIPAL/SERVICIO	MENSUAL
MOTOR ELECTRICO	MENSUAL
REDUCTOR	MENSUAL
RODAMIENTOS DE MOTOR ELECTRICO	MENSUAL
ZAPATAS DE FRENO AUXILIAR/EMERGENCIA	MENSUAL
ZAPATAS DE FRENO PRINCIPAL/SERVICIO	MENSUAL
ZONA DE VENTILACION DE MOTOR ELEC.	MENSUAL
CADENA DE PASAMANOS	MENSUAL
CADENA DE PELDAÑOS	MENSUAL
CADENA PRINCIPAL / TREN DE ENGRANAJES	MENSUAL
RODILLOS TRACCION CADENA DE PELDAÑOS	MENSUAL
<b>ESTRUCTURA, GUÍAS Y PUENTES</b>	
BANCADA	MENSUAL
ESTRUCTURA	MENSUAL
RAMPA Y LATERALES	MENSUAL
GUIAS DE ALIVIO DE CADENAS DE PELDAÑO	MENSUAL
GUIAS DE RODILLOS CONDUCIDOS	MENSUAL
GUIAS DE RODILLOS DE TRACCION	MENSUAL
PUENTE DE VOLTEO INFERIOR	MENSUAL
PUENTE DE VOLTEO SUPERIOR	MENSUAL
<b>BALAUSTRADA Y ENTORNO</b>	
CEPILLOS LATERALES	MENSUAL
FORRADO EXTERIOR	MENSUAL
FOTOCELULAS	MENSUAL
MOLDURA	MENSUAL
PANEL O CRISTAL	MENSUAL
PICTOGRAMAS	MENSUAL
RODAPIE	MENSUAL
TEJA	MENSUAL

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





PROTECCIONES ANTITOBOGÁN Y SALVACUELLOS		MENSUAL 011833
ELEMENTO REVISIÓN	FRECUENCIA	
<b>FOSOS Y ENGRASE</b>		
BARRAS PROTECTORAS DE FOSOS	MENSUAL	
REJILLA PROTECCIÓN CIRCUITO PELDAÑOS	MENSUAL	
BANDEJA RECOGIDA ACEITE CADENA PASAMANOS	MENSUAL	
DESAGÜES	MENSUAL	
FOSOS	MENSUAL	
MECANISMO DE APERTURA DE TAPAS DE FOSO	MENSUAL	
REJILLA TIPO TRAMEX DE DESAGÜE	MENSUAL	
TAPA DE FOSO	MENSUAL	
BATERIA DE EQUIPO DE ENGRASE MONOPUNTO	MENSUAL	
CARTUCHO DE EQUIPO DE ENGRASE MONOPUNTO	MENSUAL	
EQUIPO DE ENGRASE AUTOMATICO	MENSUAL	
EQUIPO DE ENGRASE MONOPUNTO	MENSUAL	
NIVEL DE EQUIPO DE ENGRASE AUTOMATICO	MENSUAL	
FILTRACIONES EN FOSOS O RAMPAS	MENSUAL	
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ALUMBRADO</b>		
ARMARIO ELECTRICO	MENSUAL	
CABLEADO ARMARIO ELEC.	MENSUAL	
CIRCUITO DE FRENO	MENSUAL	
CIRCUITO DE FUERZA	MENSUAL	
CIRCUITO DE MANIOBRA	MENSUAL	
CONTACTOR DE FUERZA	MENSUAL	
ECONOMIZADOR	MENSUAL	
FILTRO DE VENTILADOR DE ARMARIO ELEC.	MENSUAL	
INTERCONEXION CON UNIDAD REMOTA	MENSUAL	
RECTIFICADOR/TARJETA DE FRENO	MENSUAL	
RESISTENCIAS DE ARRANQUE	MENSUAL	
SELECTOR/PULSADOR DE CUADRO ELEC.	MENSUAL	
TEMPORIZADOR	MENSUAL	
TRANSFORMADOR	MENSUAL	
VENTILADOR/TERMOSTATO ARMARIO ELEC.	MENSUAL	
DIFERENCIAL DE CIRCUITO DE FUERZA	MENSUAL	
DIFERENCIAL DE CIRCUITO DE MANIOBRA	MENSUAL	
MAGNETOTERMICO DE CIRCUITO DE FRENO	MENSUAL	
MAGNETOTERMICO DE CIRCUITO DE FUERZA	MENSUAL	
MAGNETOTERMICO DE CIRCUITO DE MANIOBRA	MENSUAL	
OTROS RELES	MENSUAL	
RELE DE ALUMBRADO	MENSUAL	
RELE DE AUTOMATA	MENSUAL	
RELE DE FASE	MENSUAL	
RELE DE FRENO	MENSUAL	
RELE DE INFORMACION REMOTA	MENSUAL	





RELE DE SINCRONISMO DE PASAMANOS

MENSUAL 011834

ELEMENTO REVISION	FRECUENCIA
RELE DE SONDA TERMICA	MENSUAL
RELE TÉRMICO / PROTECCIÓN DE MOTOR	MENSUAL
BLOQUEO MECANICO (TRINQUETE)	MENSUAL
DETECTOR SINCRONISMO DE PASAMANOS	MENSUAL
DISP. CONTROL DESGASTE DE FRENO	MENSUAL
DISP. CONTROL FRENO AUXILIAR/EMERGENCIA	MENSUAL
DISP. CONTROL FRENO PRINCIPAL/SERVICIO	MENSUAL
DISP. CONTROL VELOCIDAD DE MOTOR	MENSUAL
BOTONERA PORTATIL	MENSUAL
CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA	MENSUAL
SELECTOR DE PUESTA EN MARCHA	MENSUAL
ILUMINACION BALAUSTRADA	MENSUAL
ILUMINACION CUARTO ARM. ELEC.	MENSUAL
ILUMINACION ENTRE PELDAÑOS	MENSUAL
ILUMINACION FOSOS	MENSUAL
<b>VARIADORES Y AUTÓMATAS</b>	
AUTOMATA / CPU	MENSUAL
DISPLAY	MENSUAL
ECD	MENSUAL
FILTROS DE VARIADOR	MENSUAL
FUENTE DE ALIMENTACION DE AUTOMATA	MENSUAL
FUENTE DE ALIMENTACION DE ECD	MENSUAL
MEMORIA EPROM DE AUTOMATA	MENSUAL
MODULO DE ENTRADAS/SALIDAS	MENSUAL
PILA DE AUTOMATA	MENSUAL
RECUPERADOR DE ENERGIA (REVCON)	MENSUAL
RESISTENCIAS DE FRENO	MENSUAL
TARJETA DE AUTOMATA	MENSUAL
VARIADOR DE FRECUENCIA	MENSUAL
VENTILADOR DE VARIADOR DE FRECUENCIA	MENSUAL

- Con periodicidad **Semestral**:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



ELEMENTO A REVISIÓN	FRECUENCIA
RUEDAS DE EJE DE ACC. PRINCIPAL (DENTADO, TACOS AMORTIGUADORES).	SEMESTRAL
VERIFICAR BARRERA DE LUZ INTELIGENTE (CÉLULAS, LENTES Y COMPROBACIÓN READY).	SEMESTRAL
COMPROBAR GUIADO, TRENES COMPENSADORES Y FLECHA DE PASAMANOS.	SEMESTRAL
EJE DE ACCIONAMIENTO DE PASAMANOS (ALINEACIÓN, RODAMIENTOS Y ENGRASE).	SEMESTRAL



SISTEMA DE ARRASTRE DE PASAMANOS (GOMA DEL VOLANTE, CENTRADO, ETC.)	SEMESTRAL
SISTEMA DE TRACCIÓN Y PRESIÓN DEL PASAMANOS (TREN RODILLOS, CORREA POLI-V).	SEMESTRAL
EXTRACCIÓN PASAMANOS, LIMPIEZA Y COMPROBACIÓN DE RODILLOS DE CURVAS Y GUÍAS DE BALAUSTRADA.	SEMESTRAL
HOLGURAS Y DESGASTES CURVAS ALUMINIOS CABEZALES.	SEMESTRAL
CARRILES Y CONTRACARRILES GUÍAS CIRCULARES ESTAC. TENSORA (ESTADO, DESGASTE).	SEMESTRAL
VERIFICAR TENSIÓN Y MEDIDAS DE COMPRESIÓN MUELLE ESTACIÓN TENSORA.	SEMESTRAL

011835

- Con periodicidad Anual:

ELEMENTO A REVISIÓN	FRECUENCIA
CABLEADOS Y BORNEROS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FOSO SUPERIOR Y ARMARIOS	ANUAL
CAJA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS MOTOR Y FRENO	ANUAL
CABLEADOS Y BORNEROS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FOSO INFERIOR	ANUAL
FIJACIÓN Y TORNILLERÍA MOTOR-REDUCTOR-BANCADA	ANUAL
EJE DE ACCIONAMIENTO PRINCIPAL (NIVELACIÓN, RODAMIENTOS Y SU ENGRASE)	ANUAL
MEDIDA HOLGURA GUÍAS Y TORNILLOS APOYO ESTACIÓN TENSORA	ANUAL
MEDIDA DE LA HOLGURA SUPERIOR ENTRE RODILLOS DE PELDAÑOS/PALETAS Y CURVAS RETENEDORAS	ANUAL

- Cada 10 Años:

ELEMENTO A REVISIÓN	FRECUENCIA
CAMBIO DE LA CADENA DE TRACCIÓN DE PELDAÑOS	10 AÑOS

#### 1.2.3.1.2 Mantenimiento predictivo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



El Mantenimiento Predictivo debe entenderse como aquella metodología que basa las intervenciones en la máquina o instalación sobre la que se aplica, en la evolución de una determinada variable, que sea realmente identificadora de su funcionamiento y fácil de medir.

Esta simple definición indica que la gran diferencia entre este tipo de mantenimiento y el mantenimiento sistemático, entendiéndose ambos según normativa EN 13306 como Mantenimientos Preventivos, es que uno planifica intervenciones de forma constante y con base en una periodicidad concreta, unas horas de funcionamiento, unas fechas, etc., pero siempre las mismas, y otro tipo de mantenimiento, el predictivo que nos ocupa, no define ninguna periodicidad concreta, sino que aconseja el lanzamiento de una orden de trabajo preventiva cuando la variable medida comienza a encontrarse en una zona de peligrosidad funcional de la máquina y, lógicamente, siempre antes de que se produzca el fallo catastrófico.

La dificultad de implantar este tipo de mantenimiento es, en primer lugar, la localización de dicha variable identificadora y, en segundo lugar, correlacionar niveles de aceptación o rechazo de dicha variable con estados reales de la máquina fácilmente medibles. En este



apartado trataremos un gran número de las técnicas actualmente desarrolladas en el mercado, pero anticipamos que este tipo de mantenimiento no es de inmediata aplicación y precisa un significativo tiempo de interiorización por el equipo técnico de mantenimiento y una adecuada formación del mismo.

La realidad es que este tipo de mantenimiento es una de las pocas alternativas que encontramos a la rutina de los mantenimientos periódicos establecidos y, antes de aplicar cualquier tipo de mantenimiento preventivo rutinario o sistemático hay que analizar, sobre todo por rentabilidad y eficacia, si el mismo se puede sustituir por un mantenimiento condicional.

El mantenimiento predictivo debe verse complementado por la utilización de técnicas estadísticas. No es un tipo de mantenimiento que se base en la intuición y en la experiencia solamente del operador o del técnico. Es un mantenimiento que se apoya en mediciones rigurosas de variables y tratamiento de dichas medidas, experiencias concretas anteriores, en tendencias evolutivas de dichas variables, en curvas de regresión de fallos y, a la postre, en una rigurosa predicción de las condiciones futuras del equipo o sistema con base en las condiciones presentes que estamos midiendo.

#### **Técnicas Predictivas en Instalaciones No Ferroviarias:**

1. Análisis de Vibraciones.
2. Análisis de Aceite Lubricante.
3. Termografía Infrarroja.
4. Análisis Espectral de Corriente de Motores.
5. Ensayo de Flujo de Dispersión de Motores.
6. Ensayos de Aislamiento (Ondas de choque, Escalones de Tensión y Tangente de Delta).

Media de Impedancia Interna de Baterías.

#### **1.2.3.1.3 Mantenimiento correctivo**

La organización para la ejecución del mantenimiento correctivo será aquella que permita cumplir con la disponibilidad, fiabilidad, el tiempo de respuesta y tiempo de resolución de cada intervención, establecidos para estas instalaciones.

**Incidencia:** Se entienden bajo este concepto todos los avisos que acontezcan en el funcionamiento, operación o mantenimiento de las instalaciones, sistema de telemando o monitorización, así como sistema contra incendios asociado. La incidencia puede no conllevar, en todos los casos, el fallo del equipamiento, pudiéndose estar asociada a problemas de aspecto, confort, etc.

**Averías:** Son todas aquellas incidencias con fallo que impiden o disminuyen las funcionalidades de las instalaciones.

Se deberá contar con son Sistema de Gestión del Mantenimiento que permita la comunicación de la incidencia/avería, resolución y notificación de las mismas. Se propone una codificación determinada para notificación de los trabajos realizados en sus instalaciones, al objeto de realizar un control y seguimiento estadístico del mantenimiento correctivo realizado en las instalaciones.

#### **Tipo de operación**

Descriptor del tipo de trabajo específico realizado, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

#### **Modo de fallo**

Descriptor del elemento, componente o sistema donde manifiesta la avería, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA  
REPRESENTANTE LEGAL



### Causa de fallo

Descriptor del motivo concreto causante del fallo, cuyos códigos se detallarán en el Plan.

### 1.2.3.2 RECURSOS HUMANOS

Debe garantizarse la prestación del Servicio durante las 24 horas del día, todos los días del año. Los trabajos de mantenimiento que sean susceptibles de planificar o programar se desarrollarán en el horario en el que exista la menor necesidad de disponibilidad de los elementos, esto es, con carácter general en horario nocturno, fuera del horario comercial.

El personal de mantenimiento deberá atender las solicitudes de trabajos de mantenimiento correctivo (avisos) con unos tiempos de respuesta y de resolución que permitan cumplir con los niveles de disponibilidad y fiabilidad establecidos para este equipamiento.

A continuación se definen los condicionantes horarios para la realización de trabajos en función del tipo de mantenimiento a realizar, y las necesidades y condiciones de operación del sistema:

- **Mantenimiento preventivo.** Las intervenciones de este tipo de mantenimiento se programarán y realizarán durante las franjas horarias que no tienen afección en el servicio de viajeros. No obstante, se podrá determinar en cualquier momento por condiciones de servicio coyunturales o estables, para ciertas instalaciones y con carácter obligatorio, la ejecución de trabajos de este tipo en otros horarios.
- **Mantenimiento correctivo.-** Se garantizará, tanto en días laborables como festivos, los 365 días del año, la atención del personal especializado necesario para la realización de los trabajos de reparación de incidencias, según los tiempos de respuesta y resolución estipulados.

Se deberá de disponer para el personal de los locales necesarios para vestuarios, centros u oficinas de gestión, almacenes de repuestos y talleres de reparaciones. etc.

Se dispondrá de una estructura operativa de recursos humanos que le permita cumplir con el servicio y niveles de calidad del servicio establecido. Esta estructura tendrá que ser contemplada en diversos conceptos, como: personal directivo, personal técnico, personal operario y personal de apoyo/administración.

En el Plan de Mantenimiento se detallarán los recursos humanos puestos a disposición para la realización correcta del servicio de mantenimiento de estas instalaciones.

Uno de los factores más importantes del mantenimiento es la formación continua del personal, en el que se le proporcionan los conocimientos técnicos y habilidades para la correcta ejecución de las tareas de mantenimiento correctivo y preventivo.

Dado que los Sistemas Ferroviarios son entornos industriales con unas condiciones de trabajo complejas y severas, habitualmente se imparte una formación inicial (3 a 6 meses) para el personal previamente seleccionado, consistente en:

- Conocimientos básicos del Sistema Ferroviario.
- Conocimientos técnicos de las instalaciones concretas montadas en el sistema por marca y modelo.
- Formación en seguridad ferroviaria e industrial.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





De acuerdo con los niveles de mando, habrá dos niveles de cursos: básico y avanzado. La preparación de los cursos de formación y manuales de enseñanza estará a cargo de especialistas en mantenimiento de este tipo de instalaciones.

### **1.2.3.3 RECURSOS TÉCNICOS**

El personal de mantenimiento debe de disponer de las máquinas, aparatos, instrumentos, herramientas, software de diagnóstico, accesorios, equipos de protección individual, vehículos automóviles, para la prestación de los Servicios de Mantenimiento, así como su conservación y mantenimiento, de forma que se conserve en todo momento su funcionalidad original.

Asimismo deberá tener los equipos y sistemas de información e informáticos (GMAO), licencias de software y demás elementos que sean precisos para la comunicación de trabajos de mantenimiento efectuados en el sistema de gestión de mantenimiento de Metro.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

El proceso de gestión de las instalaciones de almacenamiento, vinculado a la orden de reemplazo, se llevará a cabo por medios electrónicos. Además, el sistema reservará material necesario en los trabajos futuros.

La gestión de compras con la ayuda del ordenador, se conecta con la base de proveedores aprobados, lo que permite optimizar la gestión de compras.

De acuerdo con el tipo de material y su uso, será posible establecer puntos de tiempo y la transferencia de puntos, para el transporte de materiales entre las existencias para evitar la falta de los materiales utilizados.

#### **1.2.3.3.1 Herramientas y equipos de medida**

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento las Herramientas y Equipos de Medida necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

#### **1.2.3.3.2 Lista de repuestos**

Los repuestos y materiales consumibles que son necesarios para la prestación de los servicios son exclusivamente los específicos para este tipo de instalación. Se incluyen los repuestos de inmovilizado (activos) y/o repuestos consumibles para una instalación tipo, excluyéndose los repuestos de propósito general y comerciales.

Se deberá disponer de una relación lo más detallada posible de las referencias y el stock de los repuestos y materiales consumibles para cada una de las marcas y modelos de equipos. Esta lista estará siempre actualizada.

Se tendrá que dimensionar y disponer en todo momento del stock de repuestos suficiente para mantener los indicadores de calidad, disponibilidad y fiabilidad.

Se utilizará siempre repuestos originales, salvo causas justificadas de eficiencia y, entre ellas, las derivadas de obsolescencia tecnológica –por ejemplo, la desaparición de un producto del mercado- o la desaparición del suministrador originario.

Se tendrá un almacén para la guarda, custodia y control de los materiales necesarios para la prestación de los servicios de mantenimiento. Se deberá contar con la organización y buen orden del almacén, tal que aseguren su funcionalidad, localización y distribución para su inmediata utilización.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



1.2.3.4.2 Sistema de seguridad laboral y medio ambiente

011840

Se deberá disponer de una relación nominal de los trabajadores adscritos a este servicio, así como de la formación profesional que dispone cada uno de ellos y de los cursos de prevención laboral conforme a la reglamentación en vigor, información que deberá actualizar permanentemente, tan pronto como se produzcan bajas o nuevas incorporaciones.

Se recomienda expedir tarjetas personales para la identificación y acceso a sus instalaciones del personal dedicado al servicio de mantenimiento, para lo cual el listado o relación que contenga estos datos se encontrará actualizado en todo momento.

Para los trabajos que impliquen la alteración de las condiciones de explotación del servicio a los viajeros o conlleven acceso a áreas restringidas de las instalaciones, serán necesarias las correspondientes autorizaciones previas de acceso por escrito.

- Acceso controlado a las instalaciones
- Normativa de seguridad, salud y medio ambiente en el trabajo
- Normativa técnica y operativa interna ó externa

1.2.3.4.3 Sistema de gestión de dirección del mantenimiento

De acuerdo con las especificaciones, la eficiencia del sistema de gestión informatizada, permite la integración de la gestión de mantenimiento que se describen en la parte técnica.

Las ventajas más importantes que ofrece esta gestión integrada se detallan a continuación.

La documentación del sistema de módulos permite una versión "as built" de toda la documentación técnica, así que es un elemento clave para la gestión del mantenimiento exitoso.

En cualquier Sistema Ferroviario, la actividad de Mantenimiento se encuentra calificada como uno de los procesos del "core bussines" de la Empresa. Su importancia estratégica se fundamenta en tres indicadores o parámetros del negocio esenciales para la Empresa:

**Disponibilidad del Sistema:** refleja la **eficacia** en la utilización de los recursos técnicos y humanos disponibles y que el Sistema Ferroviario es capaz de poner a disposición de los clientes.

**Fiabilidad del Sistema:** da una perspectiva de la **calidad y aseguramiento** del servicio prestado, para generar confianza y fidelidad en la utilización del Sistema Ferroviario por los clientes.

**Costes de Mantenimiento:** midiendo la **eficiencia** del proceso de mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**1.3 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA.**

011841

En las siguientes tablas y organigramas se puede observar para cada una de las fases del proyecto, la plantilla de personal dispuesta para la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura, siendo el último esquema el final completo para todas las tareas de operación y mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Fase Construcción (primeros 27 meses)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)</b>	<b>Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)</b>
<b>Gerencia General</b>				
Gerente General	1	1	1	1
Contract Manager	1	1	1	0
Mob. Manager	1	1	1	0
Director Técnico	1	1	1	0
Secretaria	1	1	1	1
Responsable de Marketing, Comunicaciones	1	1	1	1
Asistente Responsable Marketing	0	0	0	1
<b>Calidad Medio Ambiente</b>				
Director de Calidad y Medio Ambiente	1	1	1	1
Técnico M.A.	0	1	1	1
Técnico de Calidad	0	1	1	2
<b>RRHH</b>				
Director de Recursos Humanos	1	1	1	1
Técnico de Selección de Personal	0	1	1	1
Técnico de Formación	0	1	1	1
Técnico de Gestión de Nóminas	0	1	1	1
Responsable de Prevención de riesgos	0	1	1	1
Asistente Respons. Prevención de riesgos	0	0	0	1
<b>Administración y Finanzas</b>				
Director de Administración y Finanzas	1	1	1	1
Jefe de Servicios Generales	0	1	1	1
Técnicos de Compras	0	1	1	2
Jefe de Finanzas	1	1	1	1
Modelista Financiero	0	1	1	1
Jefe de Informática y Sistemas	0	1	1	1
Informático	0	1	1	1
Jefe de Administración	1	1	1	1
Contable	0	1	1	1
Administrativo	0	1	1	1
Jefe de Recaudación	0	1	1	1
Asistente	0	0	0	0
<b>Total Gerencia General</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>26</b>

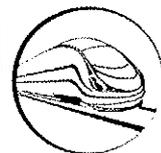




<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Fase Construcción (primeros 27 meses)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)</b>	<b>Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)</b>
<b>Operación</b>				
Director de Operaciones	1	1	1	1
Gerente de Seguridad	1	1	1	1
Técnico de Seguridad Ferroviaria	1	1	1	1
Director de Ing. y Planeamiento	1	1	1	1
Jefe de Gestión de Mantenimiento Continuo	0	1	1	1
Ingeniero Material Rodante	0	0	1	1
Ingeniero ATC Central	0	1	1	1
Ingeniero de Planeamiento	0	1	1	1
Ingeniero Energía	0	1	1	1
Ingeniero Sistemas	0	1	1	2
Jefe de gestión de Documentación	0	0	0	0
Delineantes	1	1	1	2
Documentalista	1	1	1	1
Gerente de Control de Operaciones y tráfico	1	1	1	1
Jefe Operativo de Línea	0	1	1	1
Responsables Operativos	0	8	8	8
Atención a la circulación	0	12	16	36
Agente de Estación	0	15	49	107
Supervisor Comercial	0	31	73	161
Jefe del PCC	0	1	1	1
Supervisores	0	3	4	4
Operadores ATS	0	5	5	10
Operadores SCADA	0	5	5	5
Operadores PS&IS	0	4	4	4
Jefe de Oficina Técnica en Operación	0	0	0	0
Técnico de Planificación y estudios	0	1	1	1
Técnico de Información y Demanda	0	1	1	1
<b>Total Operación</b>	<b>7</b>	<b>99</b>	<b>181</b>	<b>354</b>

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Fase Construcción (primeros 27 meses)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)</b>	<b>Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)</b>
<b>Mantenimiento</b>				
Gerente Material Móvil	1	1	1	1
Jefe de Taller	0	1	1	2
Analista de Mantenimiento	0	1	1	2
Gerente de Infraestructura	1	1	1	1
Jefe de Mantenimiento de Instalaciones	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Energía	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Energía	0	5	5	10
Responsable de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	5
Responsable de Mantenimiento Señalización	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Señalización	0	1	1	5
Responsable Mantenimiento Multifuncional	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Multifuncional	0	5	10	15
Responsable Mantenimiento de Vía	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Jefe de Mantenimiento de Vía y Limpieza	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Infraestructura	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Responsable de Limpieza	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Jefes de Almacén	0	1	1	2
Asistentes	0	0	0	2
Responsable de Seguridad	0	1	1	1
Asistente	0	1	1	1
Responsable de Atención al Usuario	0	1	1	1
Operadores	0	4	8	8
<b>Total Personal Mantenimiento</b>	<b>2</b>	<b>33</b>	<b>42</b>	<b>79</b>
<b>Total Personal (incluida gerencia, calidad y administración)</b>	<b>20</b>	<b>157</b>	<b>248</b>	<b>459</b>



Unos de los mayores problemas a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento para conseguir unos óptimos indicadores de disponibilidad es el de disponer de los repuestos y componentes necesarios para restablecer el servicio a la mayor brevedad, cuando se produce una avería en alguno de ellos.

Por lo tanto, es de vital importancia diferenciar que componentes de los repuestos de los sistemas son reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuáles no ya que el aseguramiento de un stock útil en el Almacén General tengan una alta disponibilidad depende de en gran medida de la decisión que se tome para cada repuesto.

A continuación se dan una serie de recomendaciones generales como criterios de decisión para diferenciar que repuestos deben ser tratados como reparables (**repuestos inmovilizados**) y cuales como fungibles (**repuestos consumibles**):

- Inviabilidad técnica de la reparación: Por su diseño constructivo o mecanización hay repuestos que son técnicamente no reparables cuando se averían: pequeños transformadores, llaves de paso, etc.
- Valor económico de la reparación: Si se estima que la reparación (costes de la mano de obra por horas de trabajo más materiales) es superior al 70 % del valor de un repuesto nuevo, se recomienda sea tratado como repuesto fungible.
- Baja fiabilidad de la reparación: Existen repuestos cuya reparación no consigue obtener buenas fiabilidades una vez averiados: Relés, Ventiladores pequeños, etc.

Este proceso es complejo y debe basarse en la experiencia que se acumule en la reparación de repuestos, por lo que se recomienda que se elabore una Lista inicial de repuestos clasificados, para anualmente proceder a su revisión y ajuste.

Se detallarán en el Plan de Mantenimiento los repuestos inmovilizados y consumibles necesarios para efectuar las labores de mantenimiento.

### **1.2.3.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

#### **1.2.3.4.1 Sistema de calidad y documentación**

El sistema de calidad que se implementará en el mantenimiento, se basará en los sistemas de calidad regulados en las normas ISO 9000. Actuando de esta manera, nos aseguramos de los más altos estándares de calidad para el mantenimiento de las instalaciones del Proyecto.

La documentación del sistema de calidad se establece de acuerdo a las exigencias del contrato, sin embargo, como regla general, esta documentación se estructura en tres grandes bloques, de acuerdo con los requisitos establecidos por el Modelo de Aseguramiento de la Calidad en la serie de normas ISO 9000.

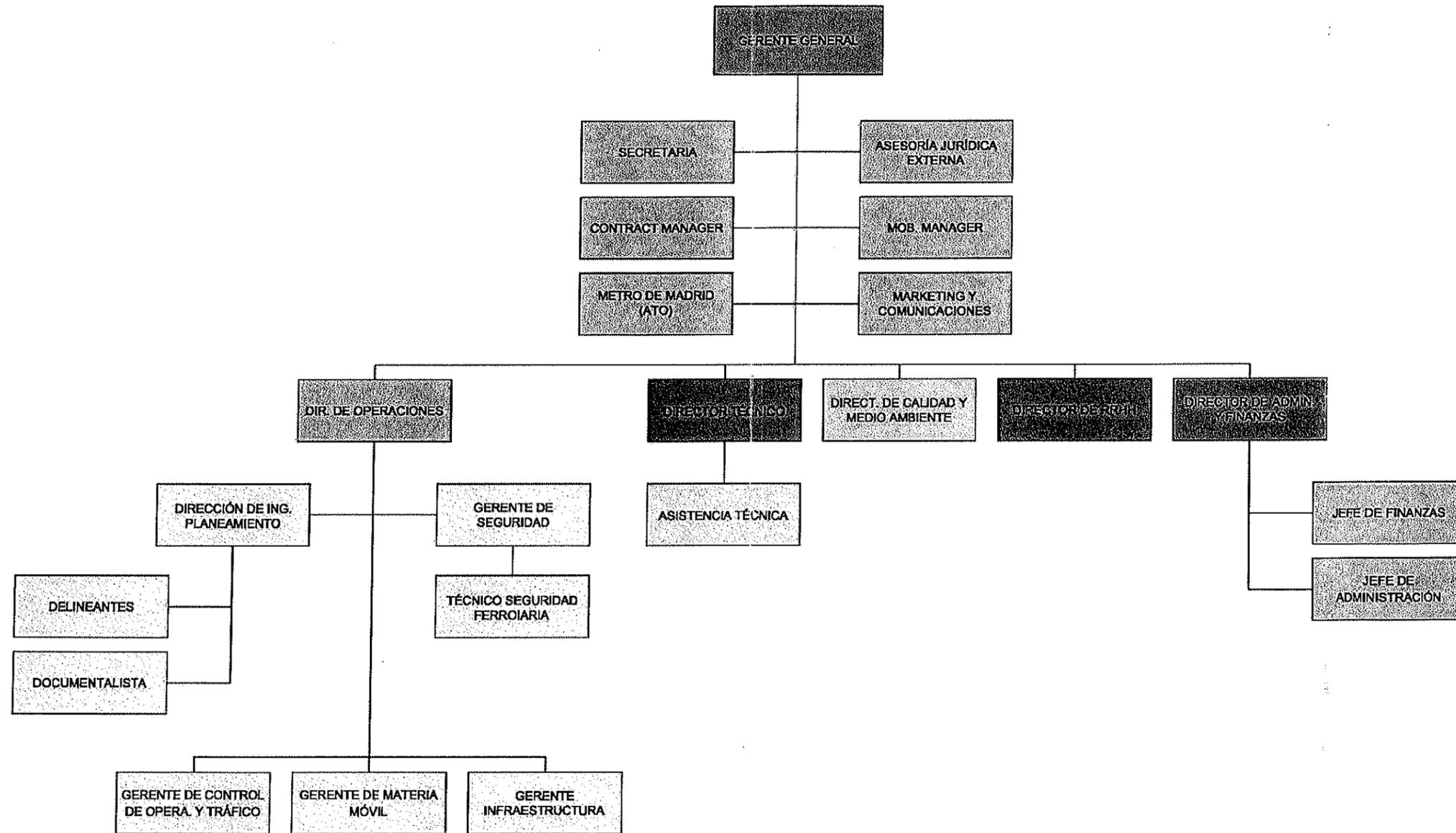
#### **Documentación del Sistema de Gestión de la Calidad**

- Manual de Calidad
- Manual de Procedimientos Generales
- Manual de Procedimientos Específicos
- Documentación Técnica
- Documentación Industrial
- Dossier de Análisis de Operación

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFORSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

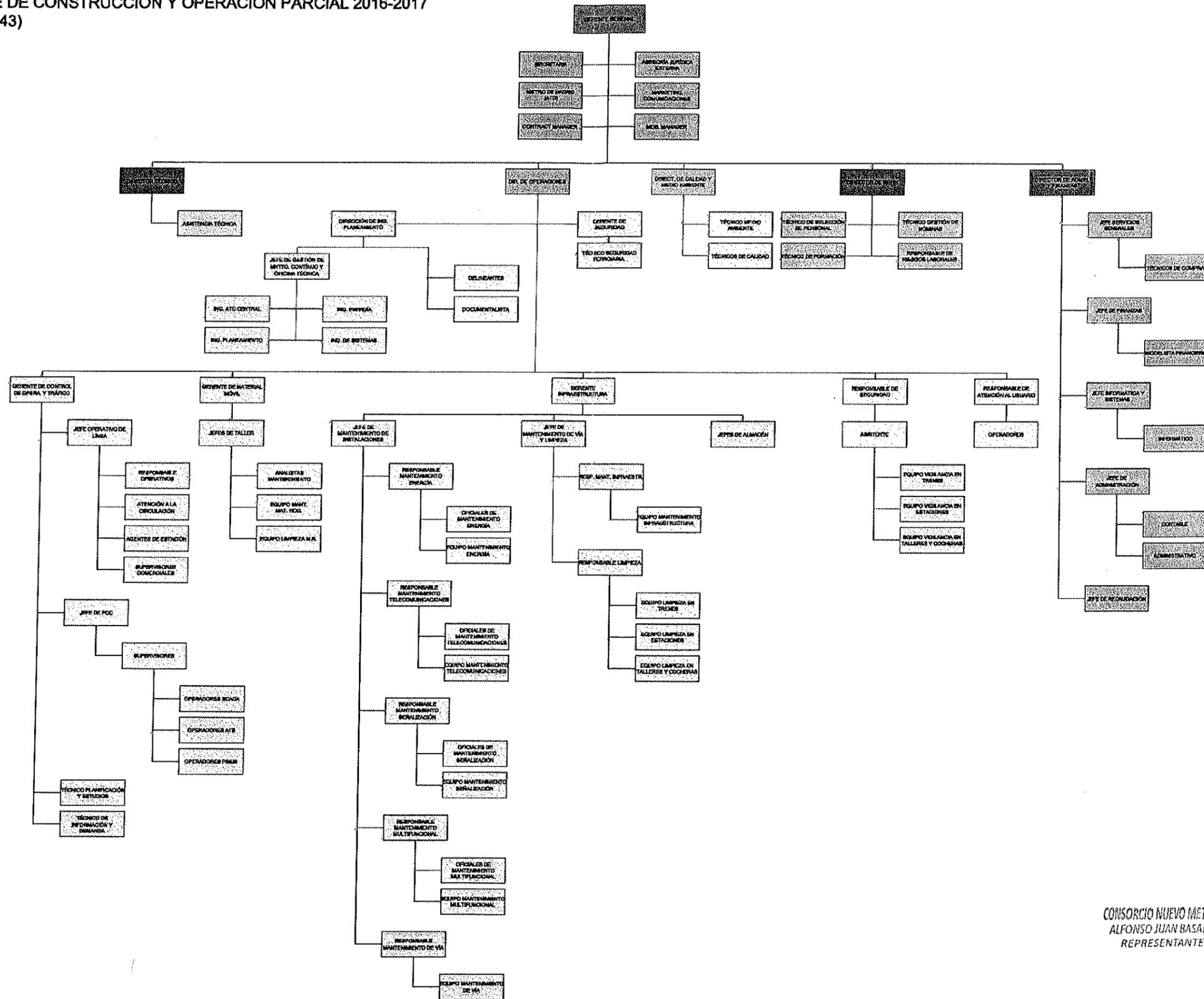


ORGANIGRAMA FASE CONSTRUCCIÓN  
(PRIMEROS 27 MESES)



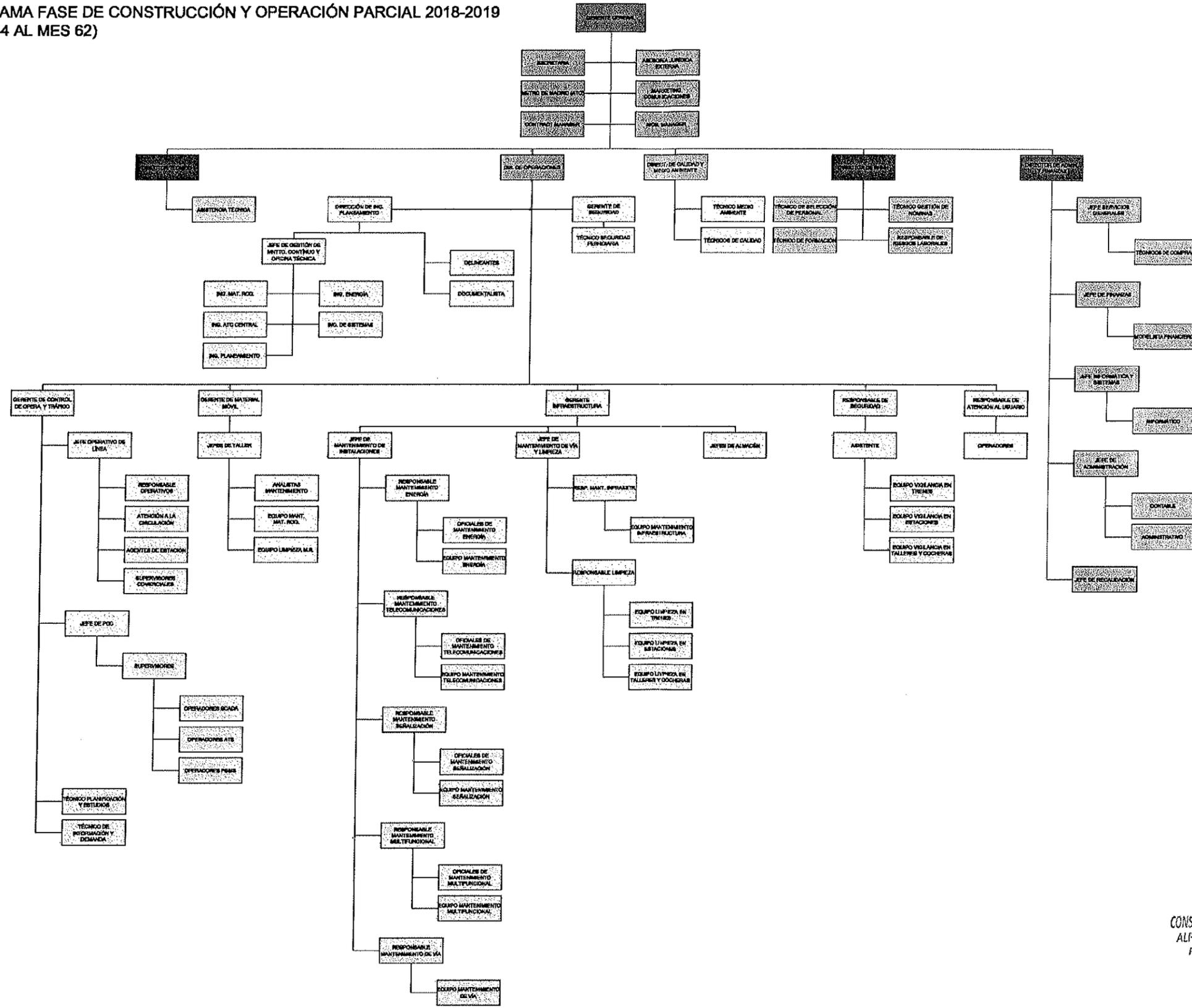
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

ORGANIGRAMA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARCIAL 2016-2017  
(DEL MES 28 AL MES 43)



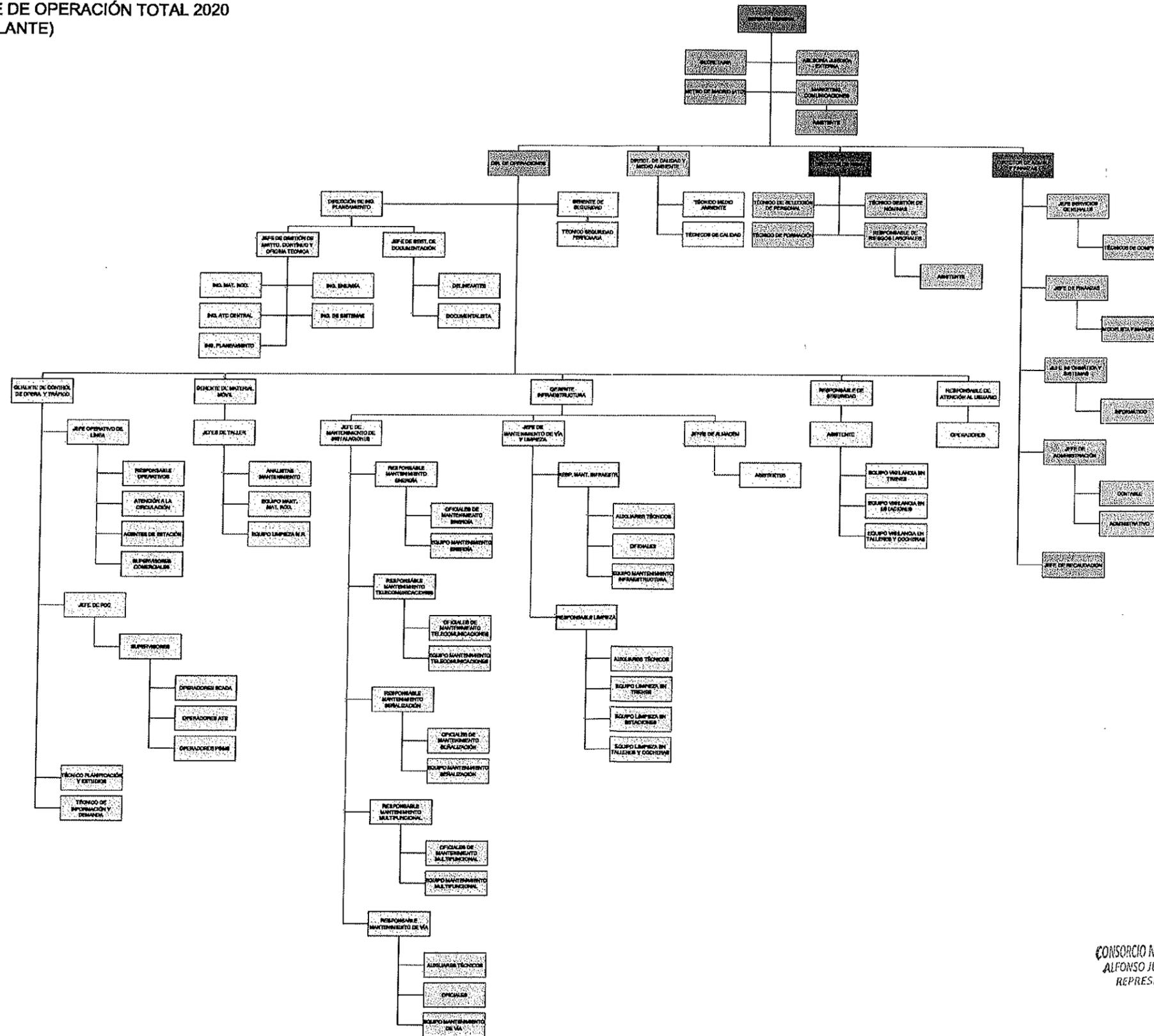
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN PARCIAL 2018-2019 (DEL MES 44 AL MES 62)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

ORGANIGRAMA FASE DE OPERACIÓN TOTAL 2020  
(DEL MES 63 EN ADELANTE)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA  
REPRESENTANTE LEGAL

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MATERIAL RODANTE

La presente directriz se centra en describir la manera en la que AnsaldoBreda desarrollará y entregará las Publicaciones técnicas de uso y mantenimiento (PUT) del Metro de Lima el cual prevé la implementación del proyecto por etapas. Esta directriz hace referencia al vehículo de pasajeros.

En concreto, las PUT que AnsaldoBreda desarrollará serán las siguientes:

- Manual del operador (MPO);
- Manuales de mantenimiento (MM):
  - Manual de descripción técnica (DT);
  - Manual de mantenimiento preventivo (MP);
  - Manual de mantenimiento correctivo (MC);
  - Manual de herramientas especiales y equipos de prueba (MHEEP);
- Catálogo ilustrado de piezas (CIP).

Las PUT abordan los requisitos relativos a los Manuales de funcionamiento y los Manuales de mantenimiento de las disposiciones técnicas del contrato.

**ACRÓNIMOS**

Abreviatura	Descripción
AB	AnsaldoBreda
PUT	Publicaciones técnicas de uso y mantenimiento (manuales y catálogos)
ML	Metro Lima (Cliente de AnsaldoBreda SpA)
MOP	Manual del operador
MM	Manuales de mantenimiento
DT	Manual de descripción técnica
MP	Manual de mantenimiento preventivo
MC	Manual de mantenimiento correctivo
MHEEP	Manual de herramientas especiales y equipos de prueba
CIP	Catálogo ilustrado de piezas
CPE	Catálogo de piezas electrónicas
FDMS	Fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL 

**NORMAS Y DOCUMENTOS**

011850

Ref.	Título
EN 50126	Aplicaciones ferroviarias - Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (FDMS)

**CALIDAD**

En su versión final, los contenidos de las PUT estarán unificados y serán coherentes con el resto de documentos que AnsaldoBreda deberá entregar, tales como:

- Documentación de ingeniería;
- Análisis de FDMS:
  - Análisis de mantenimiento preventivo y correctivo;
  - Plan de mantenimiento preventivo;
- Estructura física y funcional del sistema;

La unificación de los contenidos permitirá realizar un seguimiento de los PUT en lo que respecta a la configuración del vehículo y al sistema suministrado. AnsaldoBreda PDM gestiona la configuración del vehículo. Los manuales reflejan la configuración del vehículo gestionado por PDM.

**PLAN DEL PROGRAMA DE LAS PUT**

Se elaborará y presentará a los ingenieros de ML un plan del programa de las PUT para su revisión y aprobación. El objetivo de dicho plan es identificar todos los elementos asociados con el desarrollo de las PUT.

**GUÍA DE ESTILO**

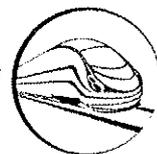
Se propondrá una guía de estilo a partir de la cual se elaborarán las PUT, y enviarán las muestras de cada tipo de PUT ajustadas a la guía de estilo para su revisión y aprobación.

Las PUT incorporarán el siguiente tipo de información (según proceda):

- a. Página de título** – Incluirá el nombre y el logotipo de ML. La fecha y la revisión de la presentación.
- b. Seguimiento de la revisión** – Incluirá una lista y una revisión de todas las páginas, además de una lista de cada revisión y fecha de revisión.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





- 011851
- c. **Índice** – Incluirá una lista de todas las secciones, una lista de todas las figuras y una lista de todas las tablas. Se suministrará un índice al principio de cada manual y al principio de cada sección del manual.
  - d. **Información general y especificaciones** – Incluirá las características de funcionamiento, las especificaciones de rendimiento y las descripciones generales no técnicas del sistema/subsistema.
  - e. **Resúmenes** – Específicos de cada tipo de PUT.

## **2.1 MANUAL DE OPERACIONES (MOP)**

### **2.1.1 ESTRUCTURA**

El MOP incorporará los siguientes capítulos:

- Sistema del vehículo;
- Caja;
- Equipo de alta tensión, sistema de propulsión, equipo de propulsión;
- Sistema auxiliar, sistema de iluminación, armario de baja y media tensión;
- Bogie motor, sistema de lubricación de las pestañas, caja de cambios;
- Acoplamiento automático;
- Sistema freno y neumático;
- Sistema de puertas;
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de supervisión y control del tren (SSCT);
- Sistema de comunicaciones internas;
- Sistemas de seguridad.

### **2.1.2 RESÚMENES**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Los Procedimientos incorporarán toda la información necesaria para el funcionamiento seguro y eficiente, e incluirán los siguientes puntos:

- Una descripción general pensada para que el lector se familiarice con los componentes y las funciones básicas del vehículo;
- Ubicación, función y operación de todos los controles, medidores, indicadores e interruptores.
- Procedimientos para preparar los vehículos para su funcionamiento;
- Procedimientos para operar los vehículos en la estación de clasificación y en servicio;



- Procedimientos de retirada del servicio "en condiciones de seguridad" del vehículo;
- Procedimientos de emergencia;
- Notas, precauciones y advertencias de seguridad;
- Síntomas de problemas y métodos de diagnóstico que permitan al operador recuperar los vehículos durante un fallo o cualquier otro incidente.
- Herramientas especiales: esta sección describe cómo usar las herramientas especiales en los equipos.

## **2.2 MANUALES DE MANTENIMIENTO (MM)**

### **2.2.1 ESTRUCTURA**

Se elaborará los siguientes MM:

- Sistema del vehículo;
- Caja;
- Equipo de alta tensión, sistema de propulsión, equipo de propulsión;
- Sistema auxiliar, sistema de iluminación, armario de baja y media tensión;
- Bogie motor, sistema de lubricación de las pestañas, caja de cambios;
- Acoplamiento automático;
- Sistema freno y neumático;
- Sistema de puertas;
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de supervisión y control del tren (SSCT);
- Sistema de comunicaciones internas.

### **2.2.2 RESÚMENES**

Cada MM incorporará los siguientes capítulos:

- Manual de descripción técnica (DT);
- Manual de mantenimiento preventivo (MP);
- Manual de mantenimiento correctivo (MC);
- Manual de herramientas especiales y equipos de prueba (MHEEP).

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



## **2.3 MANUAL DE DESCRIPCIÓN TÉCNICA (DT)**

La descripción técnica incluirá una descripción detallada de los aspectos físicos y funcionales de la operación del vehículo, así como descripciones generales y pormenorizadas de cada sistema, subsistema y de los principales componentes del vehículo. Presentará de forma clara toda la información necesaria para detectar y resolver problemas y realizar tareas de servicio a bordo, tales como tareas de lubricación, inspección, mantenimiento ordinario y ajuste, así como para realizar un diagnóstico de problemas en línea. Según sea necesario, se utilizarán diagramas de flujo, diagramas de bloques, diagramas eléctricos y neumáticos.

## **2.4 MANUALES POR TIPO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO**

### **2.4.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)**

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza en intervalos predeterminados o según criterios preestablecidos y cuya finalidad es reducir la probabilidad de fallo o degradación del funcionamiento de un elemento. Los Procedimientos de mantenimiento preventivo (MP) se corresponderán con el documento de análisis de mantenimiento preventivo. Con el fin de facilitar las tareas de mantenimiento, el MP se dividirá en las siguientes posibles clases de acción:

- Ajuste;
- Montaje/desmontaje;
- Comprobación;
- Limpieza;
- Llenado/drenaje;
- Lubricación;
- Sustitución;
- Puesta a punto;

El MP incluirá la siguiente información:

- Precauciones de seguridad generales;
- Planificación de mantenimiento preventivo en formato tabulado que especifique, para cada uno de los intervalos de mantenimiento, el sistema o subsistema implicado, e incluya una breve descripción de la actividad que se va a realizar y una referencia a las instrucciones detalladas;
- Procedimientos de mantenimiento preventivo detallados, que incluyan, por ejemplo, los valores límite y los valores de referencia, los pares de apriete, las herramientas especiales, así como los consumibles necesarios para realizar la actividad;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Un plan de lubricación que especifique todos los puntos de lubricación, además de los consumibles y los intervalos correspondientes.

#### **2.4.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)**

El mantenimiento correctivo es aquel que se lleva a cabo tras detectar un fallo y cuyo propósito es restablecer el producto a un estado desde el cual pueda realizar la función requerida. Los Procedimientos de mantenimiento correctivo (MC) contendrán la información de los sistemas y componentes. En este sentido, cada uno de los manuales de sistema o componente incluirán la siguiente información:

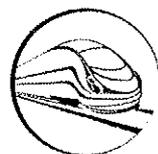
- Precauciones de seguridad generales.
- Procedimientos de mantenimiento correctivo detallados, que incluyan, por ejemplo, los valores límite y los valores de referencia, los pares de apriete, las herramientas especiales, así como los consumibles necesarios para realizar la actividad.
- Procedimiento de pruebas: los principios de funcionamiento simplificados y los datos necesarios para el correcto funcionamiento del material rodante en cuestión; los procedimientos de pruebas operativas y funcionales estarán explicados pormenorizadamente, así como la calibración específica y las instrucciones de prueba finales. Asimismo, se indicarán los umbrales, las tolerancias los espacios libres permitidos, etc. para cada componente.
- Resolución de problemas: la detección de un síntoma o fallo o la identificación de un deterioro permitirá localizar, señalar y resolver de manera óptima el fallo hasta el nivel de unidades reemplazables en el campo (o en cualquier caso según el nivel del módulo) mediante una secuencia adecuada, lógica y racional encaminada a recuperar la eficiencia de manera completa (resolución de problemas). En los casos de complejidad limitada, puede hacerse referencia a tablas estructuradas en tres columnas (síntoma, causa probable, solución), mientras que para casos más complejos, sujetos a una investigación más detallada, deberán usarse diagramas de flujo que comiencen con la señalización del síntoma o fallo y finalicen con la eliminación del estado de fallo.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



#### **2.4.3 MANUAL DE HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE PRUEBA (MHEEP)**

El Manual de herramientas especiales y equipos de prueba (MHEEP) explicitará los requisitos y procedimientos de aplicación, configuración, operación, ajuste, inspección, mantenimiento, resolución de problemas y calibración de todas las herramientas especiales. Las secciones



correspondientes de los manuales de MP y MC incluirán referencias al uso específico de herramientas especiales.

## **2.5 CATÁLOGO ILUSTRADO DE PIEZAS (CIP)**

### **2.5.1 ESTRUCTURA**

El Catálogo ilustrado de piezas (CIP) incorporará los siguientes capítulos:

- Sistema del vehículo;
- Caja;
- Equipo de alta tensión, sistema de propulsión, equipo de propulsión;
- Sistema auxiliar, sistema de iluminación, armario de baja y media tensión;
- Bogie motor, sistema de lubricación de las pestañas, caja de cambios;
- Acoplamiento automático;
- Sistema Freno y neumático;
- Sistema de puertas;
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado;
- Sistema de supervisión y control del tren (SSCT);
- Sistema de comunicaciones internas;
- Sistemas de seguridad.

### **2.5.2 RESÚMENES**

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



El CIP enumerará y describirá cada uno de los componentes y sus piezas asociadas, incluido el nombre y el número de pieza del proveedor de equipos originales, el número de pieza, los equivalentes comerciales y las cantidades por conjunto. Siempre que sea posible, se utilizarán diagramas isométricos magnificados para la identificación de las piezas. Las piezas comunes a distintos componentes tendrán el mismo número de pieza de proveedor de AnsaldoBreda y, con la excepción del hardware común, se facilitarán referencias cruzadas a otros componentes en los que la pieza esté también instalada. Se dejará un espacio para consignar el número de identificación. Cada pieza o componente estará asociado con el siguiente conjunto en tamaño utilizando un formato identificado. En la parte trasera del catálogo ilustrado de piezas se incluirá un índice con todos los números de pieza. Las descripciones de las piezas, incluido el tamaño, el material y el grado, deben ser adecuadas y permitir que se adquiera las piezas de manera independiente. El catálogo ilustrado de piezas incorporará información genérica apropiada sobre cada pieza, incluidos los componentes de las placas de circuito impreso y otras piezas electrónicas. Se incluirá un apéndice con el

nombre del proveedor original, la dirección y el número de teléfono para facilitar el pedido de las piezas necesarias. Antes de imprimir la versión final, el catálogo ilustrado de piezas se enviará para que puedan incluir sus propios números de identificación para cada pieza. Esta información será remitida en última instancia a AnsaldoBreda para proceder a su inclusión en el catálogo ilustrado de piezas antes de la impresión.

## **2.6 PLANIFICACIÓN DE LA PRESENTACIÓN**

Se presentará dos versiones distintas de cada PUT para que revisen cada uno de los capítulos:

- Borrador: 90 días antes del inicio de las actividades de formación;
- Final: 90 días tras el final de las actividades de formación;

## **2.7 REVISIONES**

Se acordarán el proceso de revisión de las PUT entre la versión de borrador y la versión final.

Este proceso de revisión general será el siguiente:

1. Se presentará la versión de borrador;
2. ML enviará sus comentarios en un plazo de 30 días;
3. Se remitirá una contestación cláusula por cláusula (CbC) y enviará la versión modificada en un plazo de 30 días;
4. ML responderá en un plazo de 30 días y clasificará la versión como:
  - o "Aceptada" y "Aceptada según anotaciones". Final del proceso de la versión actual;
  - o "Aprobada según anotaciones, volver a presentar", "Revisar y volver a presentar" e "Incompleta". Se deberá volver al paso 3 del proceso y remitir una contestación cláusula por cláusula.

Las PUT se actualizarán según sea necesario cada seis meses hasta que se extinga la garantía.

## **2.8 DOCUMENTACIÓN ELECTRÓNICA Y SISTEMA DE APOYO**

El MOP, los MM y el CIP se elaborarán en formato electrónico:

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



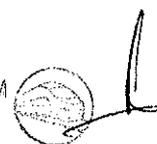
- AB es propietaria de una aplicación (un software denominado GripsAB basado en xml), que incluye un editor y una aplicación de representación para desarrollar el MOP y los MM.
  - El MOP y los MM se entregarán en formato .pdf.
- AB es propietaria de una aplicación (un software denominado EPC basado en MySQL), cuyo archivo fuente es una base de datos. Las imágenes de catálogo almacenadas se encuentran en formato .png.
  - El CIP se suministrará en formato .pdf.

Para cada presentación (tanto si se trata de una versión preliminar, un borrador o una versión final), se enviará tres copias en CD/DVD.

**3. PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y DEL MATERIAL RODANTE.**

En la siguiente tabla y organigramas se puede observar para cada una de las fases del proyecto, la plantilla de personal dispuesta para la Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y del Material Rodante, siendo el último organigrama el final completo para todas las tareas de operación y mantenimiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCÍA  
REPRESENTANTE LEGAL





011853

<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Fase Construcción (primeros 27 meses)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)</b>	<b>Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)</b>
<b>Gerencia General</b>				
Gerente General	1	1	1	1
Contract Manager	1	1	1	0
Mob. Manager	1	1	1	0
Director Técnico	1	1	1	0
Secretaria	1	1	1	1
Responsable de Marketing, Comunicaciones	1	1	1	1
Asistente Responsable Marketing	0	0	0	1
<b>Calidad Medio Ambiente</b>				
Director de Calidad y Medio Ambiente	1	1	1	1
Técnico M.A.	0	1	1	1
Técnico de Calidad	0	1	1	2
<b>RRHH</b>				
Director de Recursos Humanos	1	1	1	1
Técnico de Selección de Personal	0	1	1	1
Técnico de Formación	0	1	1	1
Técnico de Gestión de Nóminas	0	1	1	1
Responsable de Prevención de riesgos	0	1	1	1
Asistente Respons. Prevención de riesgos	0	0	0	1
<b>Administración y Finanzas</b>				
Director de Administración y Finanzas	1	1	1	1
Jefe de Servicios Generales	0	1	1	1
Técnicos de Compras	0	1	1	2
Jefe de Finanzas	1	1	1	1
Modelista Financiero	0	1	1	1
Jefe de Informática y Sistemas	0	1	1	1
Informático	0	1	1	1
Jefe de Administración	1	1	1	1
Contable	0	1	1	1
Administrativo	0	1	1	1
Jefe de Recaudación	0	1	1	1
Asistente	0	0	0	0
<b>Total Gerencia General</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>26</b>

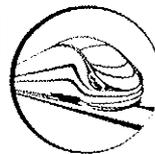




<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Fase Construcción (primeros 27 meses)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)</b>	<b>Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)</b>
<b>Operación</b>				
Director de Operaciones	1	1	1	1
Gerente de Seguridad	1	1	1	1
Técnico de Seguridad Ferroviaria	1	1	1	1
Director de Ing. y Planeamiento	1	1	1	1
Jefe de Gestión de Mantenimiento Continuo	0	1	1	1
Ingeniero Material Rodante	0	0	1	1
Ingeniero ATC Central	0	1	1	1
Ingeniero de Planeamiento	0	1	1	1
Ingeniero Energía	0	1	1	1
Ingeniero Sistemas	0	1	1	2
Jefe de gestión de Documentación	0	0	0	0
Delineantes	1	1	1	2
Documentalista	1	1	1	1
Gerente de Control de Operaciones y tráfico	1	1	1	1
Jefe Operativo de Línea	0	1	1	1
Responsables Operativos	0	8	8	8
Atención a la circulación	0	12	16	36
Agente de Estación	0	15	49	107
Supervisor Comercial	0	31	73	161
Jefe del PCC	0	1	1	1
Supervisores	0	3	4	4
Operadores ATS	0	5	5	10
Operadores SCADA	0	5	5	5
Operadores PS&IS	0	4	4	4
Jefe de Oficina Técnica en Operación	0	0	0	0
Técnico de Planificación y estudios	0	1	1	1
Técnico de Información y Demanda	0	1	1	1
<b>Total Operación</b>	<b>7</b>	<b>99</b>	<b>181</b>	<b>354</b>

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL

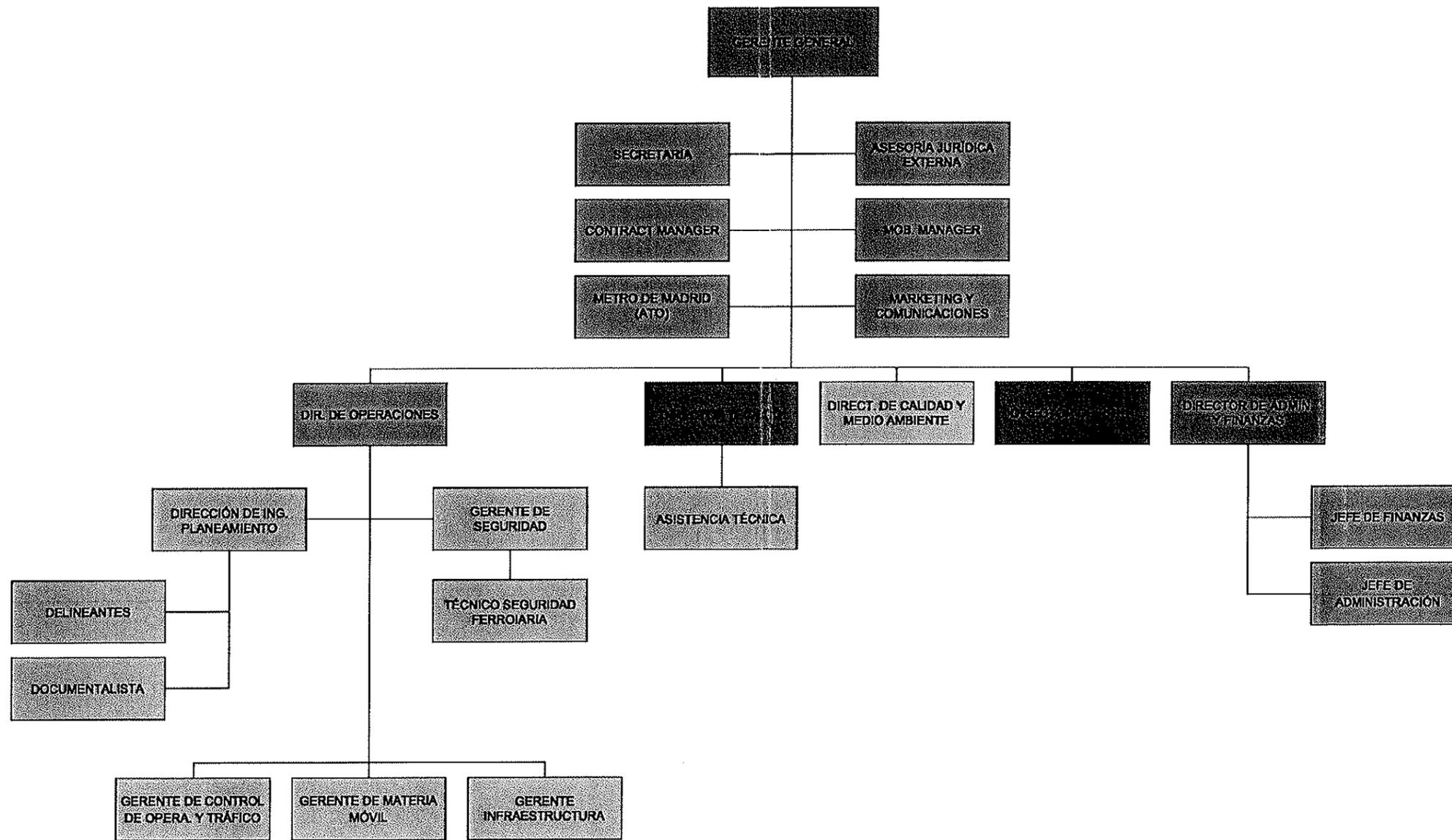




<b>Etapas del Proyecto</b>	<b>Fase Construcción (primeros 27 meses)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2016-2017 (del mes 28 al mes 43)</b>	<b>Fase Construcción y Operación Parcial 2018-2019 (del mes 44 al mes 62)</b>	<b>Fase de Operación Total 2020 (del mes 63 en adelante)</b>
<b>Mantenimiento</b>				
Gerente Material Móvil	1	1	1	1
Jefe de Taller	0	1	1	2
Analista de Mantenimiento	0	1	1	2
Gerente de Infraestructura	1	1	1	1
Jefe de Mantenimiento de Instalaciones	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Energía	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Energía	0	5	5	10
Responsable de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Telecomunicaciones	0	1	1	5
Responsable de Mantenimiento Señalización	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Señalización	0	1	1	5
Responsable Mantenimiento Multifuncional	0	1	1	1
Oficiales de Mantenimiento Multifuncional	0	5	10	15
Responsable Mantenimiento de Vía	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Jefe de Mantenimiento de Vía y Limpieza	0	1	1	1
Responsable de Mantenimiento Infraestructura	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Oficiales	0	0	0	4
Responsable de Limpieza	0	1	1	1
Auxiliares Técnicos	0	0	0	2
Jefes de Almacén	0	1	1	2
Asistentes	0	0	0	2
Responsable de Seguridad	0	1	1	1
Asistente	0	1	1	1
Responsable de Atención al Usuario	0	1	1	1
Operadores	0	4	8	8
<b>Total Personal Mantenimiento</b>	<b>2</b>	<b>33</b>	<b>42</b>	<b>79</b>
<b>Total Personal (incluida gerencia, calidad y administración)</b>	<b>20</b>	<b>157</b>	<b>248</b>	<b>459</b>



ORGANIGRAMA FASE CONSTRUCCIÓN (PRIMEROS 27 MESES)



CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





**4. LOGÍSTICA Y REPUESTOS DE LA INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTOS DEL SISTEMA Y DEL MATERIAL RODANTE.** 1865

La Logística juega un rol importante para lograr la disponibilidad deseada y el objetivo de confiabilidad al respecto de la disponibilidad de las piezas requeridas. El objetivo de la logística es asegurar la disponibilidad de repuestos y de las herramientas especiales para el mantenimiento y la reparación de los componentes cuando se necesite y al menor costo.

La estrategia para la administración de los repuestos se basará en LRU. LRU se aplica a los componentes modulares que se diseñaron para reemplazarse rápidamente en el depósito para minimizar el tiempo de detención de los trenes. La metodología LRU mejorará la eficiencia de las operaciones de mantenimiento ya que se la puede surtir y reemplazar por un sistema de inventario en el lugar mientras los LRU fallidos (fuera de servicio) se someten a mantenimiento.

Se proponen los siguientes servicios bajo el alcance de logística,

- Previsión de la cantidad de material requerido;
- Provisión del material requerido;
- Asistencia técnica para metodologías de reparación y
- Reemplazo de los componentes en caso de colisión y vandalismo, como opción a discutirse y acordarse con el cliente, incluso la compensación por el trabajo.

El alcance general de la administración de logística puede identificarse de la siguiente manera,

- Administración y control de los repuestos;
- Identificación de los repuestos y de las herramientas especiales;
- Previsión de solicitud de repuestos;
- Adquisición;
- Análisis de inventario;
- Formulación de políticas de control selectivas para varias categorías;
- Desarrollo de sistemas de control para el inventario;
- Políticas de abastecimiento para los repuestos;
- Políticas de abastecimiento para los repuestos de recambio y/o sub-montajes;
- Políticas de reemplazo para los repuestos;
- Inspección de repuestos;
- Codificación de repuestos;
- Reacondicionamiento de repuestos;
- Establecimiento de un banco de repuestos;

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Para surtir con los repuestos se definirán los diferentes lugares apropiados para minimizar el tiempo de reparación. Para cada sub-sistema se proporcionará una lista de repuestos y consumibles con al menos:

- Código externo

011866

- Código interno
- Código de artículo
- ID geográfica
- Nombre y descripción breve de la funcionalidad
- Condición (nuevo o reparado)
- Productor
- Vendedor
- Costo de compra
- Tiempo de reparación
- Tiempo de espera

Para administrar la obsolescencia técnica y logística, ASTS definirá planes de mitigación que indiquen la oportunidad de realizar el cambio de los repuestos. Serán parte del plan de administración que contendrá al menos:

- Resultados de monitoreo de mercado con identificación de soluciones y/o alternativas para los elementos que estén discontinuados o haya una interrupción en su suministro
- Estimación de la disponibilidad de los componentes para los próximos 5 años.
- Lista de componentes afectados por una probable discontinuidad y acciones preventivas asociadas

Los repuestos considerados en los almacenes y estancias de los depósitos y talleres de Santa Anita y Boca Negra dentro del Proyecto de Metro de Lima, Línea 2 y ramal Avd. Faucett, Avd. Gambetta de Línea 4, para cada uno de las líneas se considerarán los siguientes equipamientos y sistemas.

<b>Ascensores</b>
Ascensores
<b>Escaleras</b>
Escaleras
<b>Ventilación.</b>
Ventiladores
<b>Contra incendios</b>
Equipos de presión
Rociadores
Extintores
<b>Hídrico sanitario</b>
Equipos de Bombeo
<b>Vía</b>
Carriles
Sujeciones
Aparatos de vía
Traviesas
Toperas prueba
Toperas

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**

011867

Balasto (talleres y cocheras)
<b>Estaciones</b>
Paneles verticales paredes
Luminarias
Mobiliario y equipamiento
Suelos
Cableado BT
Transformadores Trifásicos
UPS ONLINE TRIFÁSICO-TRIFÁSICO
<b>Túnel</b>
Cableado BT
Luminarias
<b>Talleres y cocheras</b>
Superficie Edificios Administrativos
Instalaciones Ventilación / Climatización
Instalaciones Ventilación / Climatización
<b>Equipamiento de Taller</b>
Vehículo moledor (rectificador de rieles)
Bateadora hidráulica
Andamio Con plano móvil para operadores de chapa
Equipos completo para cabina de arenado
Cabina de pintura de bogies
Cabina de polvo y pintura trozos medianos
Cabina de polvo y pintura motores
Sistema de Pintura

Estos equipamientos deben estar disponibles, y correctamente conservados en un lugar adecuado a las necesidades de uso que se requieran.

Se deberá de disponer de almacenes de repuestos y talleres de reparaciones, para la recuperación y sustitución de los mismo y. etc.

La gestión de los materiales y repuestos de los diferentes almacenes serán ejecutadas por el sistema informático, lo que indica las acciones de consumo en cada uno de las instalaciones de almacenamiento.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**4.1 LISTADOS DE REPUESTOS**

011868

**4.1.1 MATERIAL RODANTE**

Se adjunta a continuación el listado de los repuestos estratégicos y críticos del material rodante propuesto:

Equipo/Sistema	Componente	Cantidad	Tipología
<b>Bogie</b>			
	Bogie Motor	8	C + E
	Bogie Remolque	4	C + E
<b>Caja</b>			
	Intercirculación	2	C+E
	Asientos (set 1 tren)	1	E
	Pasamanos (set 1 tren)	1	E
	Revestimiento interior (set 1 tren)	1	E
	Piso (set completo)	1	E
	Accesorios (dispositivos de cierre, cinturones de seguridad PMR, etc.) (set 1 tren)	2	E
	Testero	2	E
	Quitapiedras	2	E
	Set carenado	2	E
	Acoplador automático	2	C + E
	Cristal frontal	8	E
	Ventanas laterales	24	E
	Placas pupitre de conducción	2	E
<b>Puertas</b>			
	Puertas exteriores laterales, incluso unidades de control	24	C
	Puertas de emergencia frontales	4	E
<b>Equipo Eléctrico</b>			
	Pantógrafo	6	E
	Convertidor de tracción	8	C + E
	Motor de tracción	8	C + E
	Convertidor de Servicios Auxiliares y Cargadores	8	C + E
	Baterías	4	E
	Cuadro interruptor de baja tensión	4	E
	Cuadro interruptor de media tensión	4	E
	Interruptor extra rápido	4	E
	Combinador puesta a tierra	2	E
	Descargador	2	E
<b>Equipo Pneumático</b>			

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



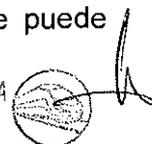
Equipo/Sistema	Componente	Cantidad	Tipología
	Grupo de producción y tratamiento de aire	4	C+E
<b>Climatización</b>			
	Grupo climatización	12	C+E
<b>Frenado</b>			
	Control de freno	4	E
	Grifo de freno	2	E
<b>Sistemas de confort y seguridad</b>			
	TOD di diagnostica	2	E
	Iluminación externa (set 1 tren)	2	E
	Iluminación interna (set 1 tren)	2	E
	Extintores	12	E
	Sistema de detección de fuego	2	E
<b>Tableros de borde</b>			
	Registrador de eventos	4	E
	CCU	4	E
	TCU	4	E
	LCU	4	E
	ACU	4	E
	REP	4	E

#### 4.1.1.1 Repuestos críticos

Los repuestos críticos se han considerado como tal cuando ocurre una de las siguientes condiciones, que no debe considerarse necesariamente en orden de importancia:

- Cuando se considera que el suministro y/o la reparación de un componente necesita mucho tiempo (mayor de 2 meses) y este tiempo puede reducirse significativamente si el componente se produce u adquiere en conjunción con las piezas necesarias durante la preparación del material rodante (línea de la producción todavía activa)
- Cuando el costo de compra de este componente es alto (> de 100.000 €) y este valor puede reducirse significativamente si el componente se produce u adquiere en conjunción con las piezas necesarias durante la preparación del material rodante (línea de la producción todavía activa)
- Cuando el componente es suministrado por un proveedor monopolista que puede imponer condiciones onerosas en términos de tiempos y costos.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



Sin duda, el componente con mayor tasa de criticidad es el bogie.

En nuestra propuesta, hemos proporcionado el suministro de 2 bogie completos. Gracias a nuestra experiencia y teniendo en cuenta la incidencia de los siguientes parámetros:

- Cantidad de los componentes del material rodante
- Cantidad de material rodante
- La frecuencia de la revisión
- Tiempos de revisión

Creemos que es posible asumir máximo 2 trenes en revisión y, al mismo tiempo, a través de una adecuada planificación y utilización de material rodante en operación comercial, aprovechando del calendario de las entregas y, posiblemente, con un margen de  $\pm 10\%$  en el kilometraje de vencimiento programada. Con este supuesto, también puede reducirse drásticamente el tiempo global para detener el material rodante (repuestos estratégicos) y completar la revisión de toda la flota en menos de 1,5 años.

#### **4.1.1.2 Repuestos estratégicos**

Los repuestos estratégicos se han considerado como tal cuando ocurre una de las siguientes condiciones, que no debe considerarse necesariamente en orden de importancia:

- cuando contribuyen a reducir al mínimo el tiempo de inactividad/detención en caso de falla causada por accidentes o vandalismo, en el caso de que estos componentes deben ser revisados sin trabajo se especializa en el taller (sólo el tiempo de desmontaje, montaje y pruebas);
- cuando se consideran componentes con alto porcentaje de avería, por lo que su presencia en el almacén se considera estratégico para garantizar la disponibilidad de la flota;

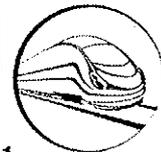
La lista de repuestos estratégicos propuesta es el resultado de la experiencia de AnsaldoBreda, que también tiene en cuenta no exponer al cliente a una inversión inicial excesiva.

Asimismo, señalamos que, por el caso de repuestos necesario en caso de vandalismo, como no tenemos estudios territoriales sobre las condiciones o datos ambientales y sociales, siendo estas informaciones específicas, nuestra evaluación puede ser incorrecta.

Sin embargo, las evaluaciones se realizaron en función de una cantidad mínima suministrada y sin embargo, en consideración de la temporización relativa de suministro.

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



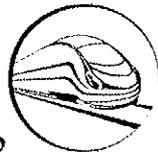


**4.1.2 EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA**

Se adjunta a continuación el listado los repuestos previstos para el equipamiento del sistema:

<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
CBTC - IXL	166A.0100016	ART server Compact PCI bus (left system slot)	1	1	Each
CBTC - IXL	166A.0100017	ART server Compact PCI bus (right system slot)	1	1	Each
CBTC - IXL	3.220.000.590	cPCI Power Supply 3U 250W	3	2	Each
CBTC - IXL	3.220.000.637	ATI video board	2	1	Each
CBTC - IXL	3.220.000.638	Rear I/O DVI board	2	1	Each
CBTC - IXL	32.200.100.163	8hp,Rear I/O Module,cPCI-3615	2	2	Each
CBTC - IXL	32.200.100.166	17" LCD Console Drawer	2	2	Each
CBTC - IXL	32.200.100.301	Rear I/O for CPU cPCI - 3970	2	2	Each
CBTC - IXL	90.010.100.049	RS40 Full Gigabit-Ethernet-Switch 9 ports	2	3	Each
CBTC - IXL	90.010.100.054	SFP GETH MM(0-550 m) SM(0-20km) WIDE T	1	1	Each
CBTC - IXL	90.010.100.055	MAR1040 L3 Switch 19" 16 X Combo Ports	6	2	Each
CBTC - IXL	A00B.0100009	FAN 48Vdc CONTROL SYSTEM RAL 7032	1	1	Each
CBTC - IXL	A00B.0100013	Rack Fans Unit 48 Vcc	2	2	Each
CBTC - IXL	A00D.000090	SDA10 Board (circuit-breaker 10 A)	2	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100001	CPPP board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100002	BWSP bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100007	DUET board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100008	CPC board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100009	CPIC board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100011	FOS1 board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100012	Module ISCA	3	2	Each
CBTC - IXL	B21D.0100014	CPWN board	2	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100020	CPWB board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100027	CPU Dual Core with SSD for WSP ART/TEL	2	2	Each
CBTC - IXL	B21D.0100035	CPWD board	1	1	Each
CBTC - IXL	B21D.0100043	CPU I7 board	2	2	Each
CBTC - IXL	B22B.0100011	Module VIPC	11	5	Each
CBTC - IXL	B22B.0100061	Module CCNT	2	1	Each
CBTC - IXL	B22B.0100086	Filtering panel 2x45A	1	1	Each
CBTC - IXL	B22B.0100120	Diagnostic Field Device Controller	4	2	Each
CBTC - IXL	B22B.0100126	Module FTCA (English serigraphy)	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100012	BSFO Bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100019	BOU4 bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100044	BADD bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B22D.0100045	SLRP Board	3	2	Each
CBTC - IXL	B2BD.000003	BGP2 bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B2ED.A76002	SDA3 Board (circuit-breaker 5 A)	3	2	Each

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
CBTC - IXL	B2GD.000122	Module SBFE	4	2	Each
CBTC - IXL	B92B.0100005	Module CECB	17	8	Each
CBTC - IXL	B92B.A29002	Module ATFL (with discharger, not bidirectional)	3	2	Each
CBTC - IXL	B92B.A29003	Module MABF (from 3.75 to 4.75 kHz)	3	2	Each
CBTC - IXL	B92B.A29004	Module MABF (from 5.25 to 7.25 kHz)	3	1	Each
CBTC - IXL	B92B.A29005	Module MABF (from 9.50 to 16.50 kHz)	6	1	Each
CBTC - IXL	B92D.000004	BAAT bus	1	1	Each
CBTC - IXL	B92D.000007	MIAT board (5A)	1	1	Each
CBTC - IXL	B92D.000032	MIAT board (10A)	1	1	Each
CBTC - IXL	FM9050202158	Module TCA9	4	2	Each
CBTC - IXL	FM9088210502	SDA3 Board (circuit-breaker 50 A)	2	1	Each
CBTC - IXL	-	PC desktop for D&M interface (all inclusive)	2	2	Each
CBTC - IXL	-	Point machine	6	3	Each
CBTC - IXL	-	STES - Station Emergency Stop	2	1	Each
CBTC - IXL	-	ESS - Emergency Stop System	1	1	Each
CBTC - ATS	R720	Dell PowerEdge R720 Server Two Processor	2	2	Each
CBTC - ATS	V212D08A12CM	EMC VNXE3150,2XSP DPE, 8GB, 12x3.5,6X2TB NLSAS	3	3	Each
CBTC - ATS	R9839000	ECU-100i 7	2	2	Each
CBTC - ATS	T5600	Precision T5600 WorkStation	7	6	Each
CBTC - ATS	5130cdn	Dell Color Laser Printer	3	3	Each
CBTC - ATS	PT-7828-F-48	MOXA Layer 3 Modular Managed Ethernet Switch	1	1	Each
CBTC - ATS	SFP-1GLXLC-T	SFP Interface Module	1	1	Each
CBTC - ATS	PM-7200-8TX	Interface Module with 8 10/100 Ports	1	1	Each
CBTC - ATS	-	Dell KVM 2162 16 Port Switch with 1U KMM (Touchpad, Eng Kybd and Widescreen 18.5" Display)	1	1	Each
CBTC - ATS	-	Dell PDU for Racks	3	3	Each
CBTC - Carborne Controller	6532619	Board CBOP	7	3	Each
CBTC - Carborne Controller	6533769	MVB communication module	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6534003	Board MTOR CBTC	62	16	Each
CBTC - Carborne Controller	6534864	Power Supply Board ACSDVP	16	5	Each
CBTC - Carborne	6535476	Wired Rack SCCFA	3	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**

011873

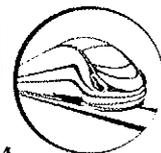
Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Controller					
CBTC - Carborne Controller	6535479	Wired Rack SCCFB	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6535551	Board Ccte	9	3	Each
CBTC - Carborne Controller	6535552	Board TACH	26	8	Each
CBTC - Carborne Controller	6535555	Board PMC	3	1	Each
CBTC - Carborne Controller	6535558	Board NRB	4	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6535710	Accelerometer Sensorex numeric SX41852	13	5	Each
CBTC - Carborne Controller	6535717	Accelerometer Jewell analogic LCA 165-0,5g	13	5	Each
CBTC - Carborne Controller	6536268	Board CSRE	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6536270	Board CVRE	5	2	Each
CBTC - Carborne Controller	6536832	BTM Antenna	7	3	Each
CBTC - Carborne Controller	141A.0100049	Speed sensors Deuta	1	1	Each
CBTC - Carborne Controller	3209.0100038 rev 01,2	110/24 DC/DC BTM Voltage converter	11	4	Each
CBTC - Carborne Controller	6529608-00	BTM module	21	7	Each
CBTC - Carborne Controller	6532776	Fan rack 1U 19" RACK 110V/24V	28	8	Each
CBTC - Carborne Controller	B60A.0100087	Accelerometers housing plate	13	5	Each
CBTC - Carborne Controller	TA5A.0100001	SSRB module			Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO BARRERA BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**

[12270]  
**CONSORCIO**  
 NUEVO METRO DE LIMA



011874

<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Controller					
CBTC - Carborne Controller	109B.0100175	TOD f	8	3	Each
CBTC - FrontAM	-	Application Server English	3	3	Each
FrontAM	-	D-Link DKVM 8E SWITCH kvm ps/2 _ PORTS	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	Power connect 2716 16 port	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	Workstation (PC+Screen+MS SQL Client Licence)	2	2	Each
CBTC - FrontAM	-	Monitor	2	2	Each
CBTC - FrontAM	-	Laser printer	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	Dual port Server Adaptater	1	1	Each
CBTC - FrontAM	-	PSAUME : (PC PORTABLE)	2	2	Each
CBTC - Zone Controller	6533589	Rack PCSG	2	1	Each
CBTC - Zone Controller	6532204	Board CCS2	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	6534133	Board CME+	2	1	Each
CBTC - Zone Controller	6533590	Board CCS-V	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	6526501-00	Board CALS	1	1	Each
CBTC - Zone Controller	6527497-00	Coding cap BCH-ST	1	1	Each
CBTC - Zone Controller	6525173-00	Board CIER	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	6535267	KVM + Accessories (power suply +cords)	1	1	Each
CBTC - Zone Controller	6532838	PC 2U rackable PIV board PICMG	6	3	Each
CBTC - Zone Controller	6524755-00	Rack Ventilation PVF Export	3	2	Each
CBTC - Zone Controller	B73A.000027	Tags (ASTS's Tag)	24	7	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail for main line in tunnel	5	2	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail for station	5	2	Each



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**

Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Catenary System	TBD	Conductor Rail system (incl. profile+joints+contact grease+earthing clamps+expansion arrangements +transition arrangements+crossings+fixed point	60	24	Lm
Catenary System	TBD	Contact wire in the CR profile	1000	350	Lm
Catenary System	TBD	Air gap arrangements (2 bent up profiles+feeder clamps+jumpers)	5	2	Each
Catenary System	TBD	Feeding point arrangements (cast resin insulators+CR feeder clamps+copper plate+Cu cable and cable lugs for the connection to the CR-(no power cable between TPS and copper plate are included)	5	2	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail Section Insulator	5	1	Each
Catenary System	TBD	Midpoint anchor	5	2	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail for main line and Depot area under mast or portals	3	1	Each
Catenary System	TBD	Support of overhead conductor rail in tunnel	0	1	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail system ( incl profile + joints + contact grease + earthing clamps+expansion arrangements +transition arrangements+crossings+fixed point+	36	12	Lm
Catenary System	TBD	Flying support or equivalent special support to enlarge the span between masts/portals, OR FOR DOUBLE SUPPORT IN CROSSING.	3	1	Each
Catenary System	TBD	Contact wire in the CR profile	450	150	Lm
Catenary System	TBD	Feeding point arrangements( cast resin insulators+CR feeder clamps+copper plate+Cu cable and cable lugs for the connection to the CR –o power cable between TPS and copper plate are included)	4	4	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail Section Insulator	4	1	Each
Catenary System	TBD	Midpoint anchor	3	1	Each
Catenary System	TBD	-Alu/Steel bimetallic earth cable.	100	100	Lm
Catenary	TBD	- Mast-track earthing connection	4	10	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
System					
Catenary System	TBD	Motorized inched supports for conductor rail	2	1	Each
Catenary System	TBD	Slave inched supports for conductor rail	2	1	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail profile + joints + contact grease + earthing clamps + electrical connection	2	1	Each
Catenary System	TBD	Contact wire in the CR profile	100	100	Lm
Catenary System	TBD	Fix Support at depot entrance	1	1	Each
Catenary System	TBD	Sectioning switch mounted on Mast	2	1	Each
Catenary System	TBD	Conductor Rail Section Insulator	2	1	Each
ECP	101	Station and lift	10	10	Each
ECP	102	Station ODES console	2	2	Each
ECP	107	Central Console for ECP	2	2	Each
ECP	108	Vehicle (6 car configuration)	8	8	Each
Emerg Tel	201	Line blue light stations telephones	6	6	Each
Emerg Tel	202	Line Emerg tel	9	9	Each
Emerg Tel	203	Station media converter rack (IP mag redunded)	2	2	Each
Emerg Tel	204	Station analogue backup telephones	2	2	Each
PID	302	Double Face LED display with embedded clock	7	7	Each
PID	303	Single Face LED display with embedded clock	3	3	Each
PID	304	Single Face LED display outdoor (no embedded clock)	2	2	Each
PID	307	Vehicle Internal LED Double Face (6 car vehicle)	8	8	Each
PID	309	On-board ECS-PIS Manager (6 car vehicle)	3	3	Each
CTN	401	L2 Switch Rack Station	3	3	Each
CTN	402	L3 Switch Rack (switches, OTDF, Copper patch panels, PDUs etc.) - Stations and depot	2	2	Each
CTN	403	SER-SEAT-ESS/Shaft Rack-L3 Switch	2	2	Each
CTN	404	Line OTDF	3	3	Each
CTN	405	L2 Switch Rack Depot	2	2	Each
TEL	501	Basic Telephone - Station, SER, ESS	16	16	Each
TEL	502	Basic Telephone - Depot	10	10	Each
TEL	504	ODES Advanced Telephone	2	2	Each
PA	606	Speakers (stations)	93	93	Each

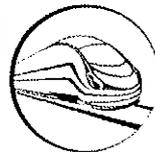
**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
PA	607	Station Announcement Point in platform (SAP) equipped with PA mic + telephone	2	2	Each
PA	608	Station Rack	2	2	Each
PA	610	Depot Speaker	20	20	Each
PA	617	On-board (6 car Vehicle ) Amplifier	3	3	Each
PA	618	On-board (6 car Vehicle) Speaker	38	38	Each
CLOCK	1004	Station Slave Clock Rack	2	2	Each
CLOCK	1005	Clock	6	6	Each
CLOCK	1006	Clock (Depot)	2	2	Each
OBS	1101	Vehicle - Set control unit+keyboard	4	4	Each
CCTV	1201	Fixed CCTV camera station	12	12	Each
CCTV	1202	Platform Fixed CCTV camera	7	7	Each
CCTV	1203	Elevator Camera	3	3	Each
CCTV	1204	IVA channels	11	11	Each
CCTV	1208	PTZ CCTV camera	2	2	Each
CCTV	1214	CCTV Camera (6 car)	10	10	Each
CCTV	1215	NVR (6 car)	3	3	Each
Radio & DCS	702	SCN. Redundant Central Node	1	1	Each
Radio & DCS	719	Hand terminal HTT-500 Basic. 3 W. 380-430 MHz	12	12	Each
Radio & DCS	720	Mobile terminal MDT-400 380-400 MHz 10W	2	2	Each
Radio & DCS	722	Vehicle Radio for 6 or 7 car train (included antennas and accessories)	4	4	Each
Radio & DCS	723	Train networking system CabTLC	4	4	Each
Radio & DCS	725	Train networking system MidCar (6 car vehicle)	9	9	Each
Radio & DCS	727	TEBATREN RF station combiners (TETRA-TEBATREN-TELEPHONY)	2	2	Each
Radio & DCS	728	TEBATREN RF tunnel combiners (TETRA-TEBATREN-TELEPHONY)	2	2	Each
Radio & DCS	732	Supply, installation and start-up of station/tunnel Base Station	2	2	Each
Radio & DCS	733	Supply, installation and start-up of outdoor Base Station	1	1	Each
Radio & DCS	736	Supply, installation and start-up of on-board train-to-track communications system equipment per train (CMS, antenna and RF cables)	2	2	Each
Platform Screen Doors	N/A	Motorized Screen Doors Leaf		30	Each
Platform Screen	N/A	Emergency Escape Door Leaf	30	30	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



<b>Subsystem</b>	<b>Part Number</b>	<b>Description</b>	<b>Quantity Line 2</b>	<b>Quantity Line 4</b>	<b>Unit</b>
Doors					
Platform Screen Doors	N/A	Fixed Screens Door Leaf	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Platform End Door Leaf	6	6	Each
Platform Screen Doors	N/A	Door Control Units	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	DC Motor	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Buzzer	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Belt	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Pully	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Panic Device	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Door Bearing	60	60	Each
Platform Screen Doors	N/A	Door closer	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Open/Close Sensor	60	60	Each
Platform Screen Doors	N/A	Emergency Door Sensor	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Push Button	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Lamp	30	30	Each
Platform Screen Doors	N/A	Control Board for LCP	4	4	Each
Platform Screen	N/A	Computer for LCP	4	4	Each

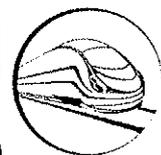
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Doors					
Platform Screen Doors	N/A	Key Switch	4	4	Each
Platform Screen Doors	N/A	Selector switch	12	12	Each
OCC	DL320	[MRY-KFM10] Server Domain Controller	1	1	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_ATS] Workstation (rack mount option)	1	1	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_CCTV] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_IWS] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_RADIO] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_SCADA] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	Z420	[MRY-KFM20_TCS] Workstation (rack mount option)	2	2	Each
OCC	TBD	[MRY-KFM81] Audio Extender	3	3	Each
OCC	EY-M1-201-TR	[MRY-KFM30_CLIENT] DVI Extender	10	10	Each
OCC	IC400A-EU	[MRY-KFM40_CLIENT] USB Extender	9	9	Each
OCC	2910-24G al Switch (J9145A)	[MRY-KFM60] Switch L3 24 port	1	1	Each
OCC	RX1602	[MRY-KFM80] Audio Mixer 8 INPUT	4	4	Each
OCC	E2213H	[MRY-PHM10] 21.5" LCD monitor (full hd)	10	10	Each
OCC	UNIVERSE 2.0	[MRY-PJM10] Loudspeaker	1	1	Each
OCC	AP7724	[MRY-QAM10] Automatic Transfer Switch + 2 EMI/EMC Filter	1	1	Each
OCC	TBD	[MRY-QAM20] Magnetothermic Switches Panel	2	2	Each
OCC	DT528A	[MRY-SFM10] Keyboard	2	2	Each
OCC	GM324AA#ABA	[MRY-SFM20] Mouse	2	2	Each
OCC	KV9208A	[MRY-KVMR08] Hardware KVM	1	1	Each
Peripheral SCADA	1756-A7	PLC Boards & Terminals	11	4	Each
Peripheral SCADA	1756-PAR2	PLC Boards & Terminals	24	8	Each
Peripheral SCADA	1756-EN2T	PLC Boards & Terminals	26	9	Each
Peripheral SCADA	1756-EN2TR	PLC Boards & Terminals	52	17	Each
Peripheral SCADA	1756-L73	PLC Boards & Terminals	24	8	Each
Peripheral SCADA	1756-N2	PLC Boards & Terminals	21	7	Each
Peripheral SCADA	1756-RM2	PLC Boards & Terminals	26	9	Each

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
SCADA					
Peripheral SCADA	1756-RMC1	PLC Boards & Terminals	13	5	Each
Peripheral SCADA	1756-A10	Unsafe I/O devices	10	4	Each
Peripheral SCADA	1756-PAR2	Unsafe I/O devices	22	7	Each
Peripheral SCADA	1756-EN2TR	Unsafe I/O devices	25	8	Each
Peripheral SCADA	1756-IB32	Unsafe I/O devices	87	29	Each
Peripheral SCADA	1756-OB32	Unsafe I/O devices	27	9	Each
Peripheral SCADA	1756-IF8	Unsafe I/O devices	13	4	Each
Peripheral SCADA	1756-OF8	Unsafe I/O devices	13	4	Each
Peripheral SCADA	MVI56-MNET	Unsafe I/O devices	13	5	Each
Peripheral SCADA	1756-N2	Unsafe I/O devices	32	10	Each
Peripheral SCADA	1756-TBCH	Unsafe I/O devices	46	15	Each
Peripheral SCADA	1756-TBNH	Unsafe I/O devices	5	2	Each
Peripheral SCADA	1606-XLE240EE	Safe I/O devices	28	9	Each
Peripheral SCADA	1715-A2A	Safe I/O devices	11	4	Each
Peripheral SCADA	1715-A3IO	Safe I/O devices	68	22	Each
Peripheral SCADA	1715-AENTR	Safe I/O devices	28	9	Each
Peripheral SCADA	1715-IB16D	Safe I/O devices	169	54	Each
Peripheral SCADA	1715-TADIB16D	Safe I/O devices	62	20	Each
Peripheral SCADA	1715-OB8DE	Safe I/O devices	102	34	Each
Peripheral SCADA	1715-TADOB8DE	Safe I/O devices	38	13	Each
Peripheral SCADA	1715-N2S	Safe I/O devices	99	32	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay base	27	8	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay base AMRA 50IP20	12	3	Each
MV	TBD	Fuse support BT ABB E932/32	3	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



Subsystem	Part Number	Description	Quantity Line 2	Quantity Line 4	Unit
Switchboard					
MV Switchboard	TBD	Fuse support BT ABB E931/32	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay base AMRA 78BIP20	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Disconnecter clamp	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relays 24-240 VDC	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp WEIDM.WTL 6/3/35STB.101860	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp WEID.ZDU 2.5/4An.160857	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	LV disconnecter S203M-C3	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	SC2-H6R Tool	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	Clamp ZVR 2.5/2190697	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Pushbutton D-22MM CP1-10L-10	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	White Led	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Thermostat	6	1	Each
MV Switchboard	TBD	Lighting pushbutton	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	Yellow Lighting pushbutton	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Pushbutton MP1-11G KW1008	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Multifunction Device	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary 110 Vdc Relays	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	Protection relay. 64-300-275	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Protection relay 110 VDC	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	BIPOKS auxiliary relay	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary relay OKBA8	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Multicontact relays	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Multicontact relays	3	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASADE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Switchboard					
MV Switchboard	TBD	Auxiliary POCS relay	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Auxiliary POCS relays 24 DC	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Lamp support	15	4	Each
MV Switchboard	TBD	Contact	9	2	Each
MV Switchboard	TBD	Disconnecter for circuit breakers	9	2	Each
MV Switchboard	TBD	Green Led	1	1	Each
MV Switchboard	TBD	BA check assembly	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Voltage indicator	3	1	Each
MV Switchboard	TBD	Minifluo Lamp support	1	1	Each
UPS	TBD	Fuse 2A 500V 6,3x32	3	1	Each
UPS	TBD	Fuse 125A 660V	47	14	Each
UPS	TBD	Fuse 150A 500V	14	4	Each
UPS	TBD	Fuse 200A 500V	9	2	Each
UPS	TBD	Fuse 700A 660V	3	1	Each
UPS	TBD	Fuse 160A 500V NH1 gL/gG	28	8	Each
UPS	TBD	Fuse 200A 500V NH1 gL/gG	9	2	Each
UPS	TBD	IGBT 400A 1200V	3	1	Each
UPS	TBD	SCR 500A 1600V	19	5	Each
UPS	TBD	Diode 600A 1200V	14	4	Each
UPS	TBD	SCR 130A 1600V	4	1	Each
UPS	TBD	SCR 55A 1600V	14	4	Each
UPS	TBD	Fan 230V 200W	14	4	Each
UPS	TBD	Capacitor 1µF 1200Vac	9	2	Each
UPS	TBD	Capacitor 100µF 250Vac	15	4	Each
UPS	TBD	Capacitor 30µF 470Vac	4	1	Each
UPS	TBD	Capacitor 4700µF 350Vdc Elettrolitico	4	1	Each
UPS	TBD	Board Bridge Firing 550V 12P	19	5	Each
UPS	TBD	Board Static Firing	4	1	Each
UPS	TBD	Board IGBT Interfaccia	4	1	Each
UPS	TBD	Board SCR Com.St. Firing	19	5	Each
UPS	TBD	Interface Board	4	1	Each
UPS	TBD	Board for Network transformers 480V	4	1	Each
UPS	TBD	Network Transformers Board	4	1	Each
UPS	TBD	Backfeed Protection Board			Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASADÉ GARCÍA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de  
Operación y Mantenimiento de la  
Infraestructura y el Material Rodante**

[12279]  
**CONSORCIO**  
NUEVO METRO DE LIMA



011883

<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
UPS	TBD	Micro Display Board	4	1	Each
UPS	TBD	Rectifier Control Board	4	1	Each
UPS	TBD	I2C Board	4	1	Each
UPS	TBD	SMPS Board	4	1	Each
UPS	TBD	IGBT Board	4	1	Each
UPS	TBD	INV Board	14	4	Each
UPS	TBD	RIS Board	9	2	Each
UPS	TBD	BUI Board	4	1	Each
UPS	TBD	LCD Display Board	4	1	Each
UPS	TBD	Connection Board	4	1	Each
UPS	TBD	Interface Board	4	1	Each
UPS	TBD	CUX Board	4	1	Each
UPS	TBD	FAN Control Board	4	1	Each
UPS	TBD	FAN Sensors Board	4	1	Each
UPS	TBD	Alarm Control Board	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Micro & Fuse	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Smart 96 piu energy analyzer	6	1	Each
Battery Charger	TBD	Red Led	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Yellow Led	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Green Led	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Relay	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Interface Relay	15	4	Each
Battery Charger	TBD	DIA-LP31 Relay	7	2	Each
Battery Charger	TBD	Main suspensions assy	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Opening coil	1	1	Each
Battery Charger	TBD	OKBA Relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Relay TMS2R 110DC	3	1	Each
Battery Charger	TBD	TMS2E Relay	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Closing Mptor	4	1	Each
Battery Charger	TBD	BIPOKS 110DC relay	1	1	Each
Battery	TBD	POKS 110DC Relay	4	1	Each

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**

**[12280]**  
**CONSORCIO**  
**NUEVO METRO DE LIMA**



011884

<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Charger					
Battery Charger	TBD	TRIPOKS 110DC Relay	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Fuses	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Inverse current relay	31	9	Each
Battery Charger	TBD	Current Transducer	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Receiver	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Receiver	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Voltage Transducer	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Transducer	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Trau	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Earthing relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Clamp Fuse	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic Protection	31	9	Each
Battery Charger	TBD	Resistance	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Black pushbutton	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Lighting green pushbutton	15	4	Each
Battery Charger	TBD	Red Lighting pushbutton	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Yellow Lighting pushbutton	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Key selector	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Modular contact	4	1	Each
Battery Charger	TBD	15W Lamp	31	9	Each
Battery Charger	TBD	8W Lamp	7	2	Each
Battery Charger	TBD	Mobile arc contact	7	2	Each
Battery Charger	TBD	Fixed Arc contact	22	6	Each
Battery Charger	TBD	Main mobile contact	22	6	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Charger					
Battery Charger	TBD	Main fixed contact	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Ass. cont. aus. reed switch	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Main suspensions assy	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Suspensions	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic assy	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic case	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Ceramic Protection	9	2	Each
Battery Charger	TBD	Closing Motor	9	2	Each
Battery Charger	TBD	Opening coil	3	0	Each
Battery Charger	TBD	Resistance	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Complete disconnecter	3	1	Each
Battery Charger	TBD	DIA-IGTV relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	DIA-LP31 Line tester	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Line tester circuitry	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Earthing relay	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Transducer	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Current Receiver	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Voltage Transducer	3	1	Each
Battery Charger	TBD	DC Disconnecter Motor	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Various	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Positive stack (incl. Diodes)	1	1	Each
Battery Charger	TBD	Negative stack (incl. Diodes)	1	1	Each
Battery	TBD	Diode	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Charger					
Battery Charger	TBD	Fuse 20A 2.000V	4	1	Each
Battery Charger	TBD	Capacitor 3 µF - 1500 V	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Capacitor 0,47 µF - 1500 V	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Resistor 5,6 Ohm - 240W	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Resistor 39 Ohm - 50W	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Resistor 47 KOhm - 50W	3	1	Each
Battery Charger	TBD	Thermostat 40°C - 120°C	3	1	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Lifting gear box SK9032.1 AZ D-W,	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Screw Unit complete with Carrying-/Safety nut	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Axial Bearing 29414 MB	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Motor SK 132 M/4 Bre 100; P = 7,5 kW	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Protection boots Hoists "Up"	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	High flexible shaft elements 4 GX	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Gas spring Type MK9010-900N	8	8	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Gear cam limit switch GTES 51/2C 280DZMK-699P	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Limit switches XCKP2118P16	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Limit switches XCKT2110P16	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Limit switches XCKP2121P16	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Inductive transmitter	12	12	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Screw Unit complete with Carrying-/Safety nut	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Carrying Nut unit	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Axial Bearing 29413 MB	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Protection boot Body stands "Up"	4	4	Each
Depot -	TBD	Gas spring for Body Stands - Type MK9005-	4	4	Each

**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



<b>Subsystem</b>	<b>Part Number</b>	<b>Description</b>	<b>Quantity Line 2</b>	<b>Quantity Line 4</b>	<b>Unit</b>
Lifting Jacks		600N			
Depot - Lifting Jacks	TBD	Power Contactor 3RT 1025-1AP04	4	4	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Indicator lights for remote control pendants	10	10	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Remote Contro pendant with buttons	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	LED 24VDC - "yellow/green" for Control Panel	10	10	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Siemens Touch Panel TP177A	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	PLC Output board - 32 DO - Siemens	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	PLC Input board - 32 DI - Siemens	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Circuit breaker "Hoists" 3 RV 1026 - Siemens	2	2	Each
Depot - Lifting Jacks	TBD	Circuit breaker "Body Stands" 3 RV 1021 - Siemens	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Drive roller	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Axial roller	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Measuring wheel Z-axis	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Measuring wheel X-axis	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Sleeve	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Scraper	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de Operación y Mantenimiento de la Infraestructura y el Material Rodante**



<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Lathe					
Depot - Wheel Lathe	TBD	Spindle bearing	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Toothed belt Poly Chain Carbon	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Toothed belt	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Clamping unit	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Pressure gauge converter	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Servo valve	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	High-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Medium-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Medium-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Medium-pressure hose	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Switching valve	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Switching valve	1	1	Each
Depot - Wheel	TBD	Switching valve	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

**M. Memoria Descriptiva del Manual de  
Operación y Mantenimiento de la  
Infraestructura y el Material Rodante**

**[12285]**  
**CONSORCIO**  
**NUEVO METRO DE LIMA**  
**011889**



<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Lathe					
Depot - Wheel Lathe	TBD	Seat valve intermediate plate	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Regulated power supply	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Pulse encoder	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Proximity switch	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Proximity switch	2	2	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Safety switch	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Proximity switch	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Safety switching device	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Digital output amplif. module	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	4	4	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Connection line	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Circuit breaker	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Motor overload trip		1	Each
Depot - Wheel	TBD	Motor overload trip	1	1	Each

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



*[Handwritten signature]*



<i>Subsystem</i>	<i>Part Number</i>	<i>Description</i>	<i>Quantity Line 2</i>	<i>Quantity Line 4</i>	<i>Unit</i>
Lathe					
Depot - Wheel Lathe	TBD	Contactora	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Coupling Relay	3	3	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Auxiliary Contactora	1	1	Each
Depot - Wheel Lathe	TBD	Suppressor diode	2	2	Each

#### **4.1.3 OBRA CIVIL**

Se adjunta a continuación el listado de los repuestos previstos para la obra civil:

<b>LÍNEA 2 Y LÍNEA 4</b>	
<b>Repuestos a Solicitar a la CJV</b>	
<b>Ascensores</b>	
Ascensores	Equivalente a 3 unidades en componentes sueltos
<b>Escaleras</b>	
Escaleras	Equivalente a 7 unidades en componentes sueltos
<b>Ventilación.</b>	
Ventiladores	Equivalente a 2 unidades en componentes sueltos
<b>Contra incendios</b>	
Equipos de presión	Equivalente a 2 unidades en componentes sueltos
Rociadores	400 Unidades
Extintores	79 Unidades
<b>Hídrico sanitario</b>	
Equipos de Bombeo	Una bomba y un arrancador
<b>Vía</b>	
Carriles	1440 M
Sujeciones	3602 Ud
Aparatos de vía	Equivalente a 5 Unid en componentes sueltos
Traviesas	810 Ud
Toperas	2 Ud
Balasto (talleres y cocheras)	1069 m3
<b>Estaciones</b>	
Paneles verticales paredes	2000 m2
Luminarias	6660 Unidades
Suelos	2600 m2

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**M. Memoria Descriptiva del Manual de  
Operación y Mantenimiento de la  
Infraestructura y el Material Rodante**



011891

LINEA 2 Y LINEA 4	Repuestos a Solicitar a la CJV
Transformadores Trifásicos	2 Transformadores trifásico-trifásico
UPS ONLINE TRIFÁSICO- TRIFÁSICO	2 UPS online trifásico-trifásico
Túnel	
Luminarias	740 Unidades

Nota. Se suministrarán 1/3 de la medición para cada una de las fases

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





## N. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS (OBRAS Y MATERIAL RODANTE)





[12291]

CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA  
011895



## N.1. HITOS DE OBRAS POR ETAPAS



 **ProlInversión**  
Agencia de Promoción de la Inversión Privada

CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL NOROCCIDENTAL  
AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y  
CALLAO"



## N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS



Índice

011894

N) DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS .....	2
N.1) <i>Hitos de Obras por Etapas</i> .....	2
N.1.a) <i>Introducción</i> .....	2
N.1.b) <i>Exigencias del Contrato</i> .....	2
N.1.c) <i>Hitos de Movilización</i> .....	2
N.1.d) <i>Etapa 1A</i> .....	4
N.1.e) <i>Etapa 1B</i> .....	5
N.1.f) <i>Etapa 2</i> .....	7
N.1.g) <i>Conclusión</i> .....	10

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL





## N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

### N) DESCRIPCIÓN DETALLADA DE HITOS

011035

#### N.1) *Hitos de Obras por Etapas*

##### N.1.a) *Introducción*

Las obras se desarrollarán en varias etapas, de forma que se vayan poniendo en servicio diferentes sectores de las líneas:

- La **Etapa 1** prevé la puesta en servicio de un primer sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi.

Para optimizar el diseño y aprovechar las instalaciones para la posterior operación de la línea en su conjunto, se ha determinado que el tramo que se priorice debe de ser contiguo al Patio Taller de Santa Anita, y concretamente se ha definido como prioritario el tramo ubicado en el sector Oeste desde el mismo Patio.

La construcción de este tramo prioritario se denomina consecuentemente como "**Etapa 1A**", mientras que el resto de la Etapa 1 se denomina "**Etapa 1B**".

- La **Etapa 2** prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Parque Murillo y Puerto del Callao, y del Ramal Av. Faucett-Gambetta, perteneciente a la Línea 4.

Se ha considerado que la Firma del Contrato se realizará el 1 de mayo de 2014, estableciéndose dicho mes como Mes 1 de las obras. El inicio efectivo de los trabajos de la Etapa 1A se prevé en junio de 2014.

##### N.1.b) *Exigencias del Contrato*

El Contrato de Concesión exige un plazo de finalización para cada una de las Etapas. Estos plazos son los siguientes:

- **Plazo ETAPA 1A: 810 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ETAPA 1B: 1320 días, contados a partir de la fecha de cierre**
- **Plazo ETAPA 2: 1860 días, contados a partir de la fecha de cierre**

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



##### N.1.c) *Hitos de Movilización*

Los siguientes hitos describen las duraciones establecidas para la movilización e implantación de las obras; también están incluidos los hitos de adquisición de maquinaria, aprovisionamientos y diseño:

HITOS DE MOVILIZACIÓN		
H01 - MOV01; MOV02; MOV03; MOV04; MOV08; MOV09; MOV10; MOV15; MOV17; MOV18; MOV19; MOV20	INICIO	FIN
H01_1 - MOVILIZACIÓN E IMPLANTACIÓN	02-jun-14	29-nov-14
H01_2 - MOVILIZACIÓN E IMPLANTACIÓN	02-ene-15	30-abr-15


**N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS**

HITOS DE MOVILIZACIÓN		
<b>H02 - ADQUISICION TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>
H02_1 - ADQUISICION TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS.	01-jul-14	29-Aug-14
H02_2 - ADQUISICION TUNELADORAS, EQUIP. TBM, INST. ESPECIFICAS TBM, Y FABRICA DOVELAS.	01-oct-14	31-jul-15
<b>H03 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>
H03_1 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-feb-15	28-feb-15
H03_2 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	01-abr-15	30-abr-15
H03_3 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	01-sep-15	30-sep-15
H03_4 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-ene-16	30-ene-16
H03_5 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-ene-17	31-ene-17
H03_6 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	01-jul-17	31-jul-17
H03_7 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-ene-18	31-ene-18
H03_8 - ADQUISICION EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO	02-jul-18	31-jul-18
<b>H04 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS. MOV12; MOV13; MOV14; MOV16; MOV17bis</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>
H04_1 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-sep-14	31-oct-14
H04_2 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-15	31-ene-15
H04_3 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-mar-15	31-mar-15
H04_4 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-jul-15	31-jul-15
H04_5 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-16	30-ene-16
H04_6 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-abr-16	30-abr-16
H04_7 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-oct-16	31-oct-16
H04_8 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-17	31-ene-17
H04_9 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	01-jul-17	31-jul-17
H04_10 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-18	31-ene-18

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL


**N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS**

HITOS DE MOVILIZACIÓN		
H04_11 - APROVISIONAMIENTOS VARIOS	02-ene-19	31-ene-19
<b>H05 - DISEÑO</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>
H05 - DISEÑO	02-jun-14	30-jul-16

**N.1.d) Etapa 1A**

Las obras principales que se desarrollarán en esta etapa son las siguientes:

- Pozos de ventilación: pozos cenitales PV20, PV21, PV22 y PV23
- Túnel de P.K. 19+472 (final estación Evitamiento) hasta 23+455 (inicio estación Mercado Santa Anita). Se han considerado incluidos en esta fase unos tramos al inicio y al final, para poder conexas posteriormente con la etapa 1B sin parar el servicio. Por tanto el tramo que se ha considerado es el comprendido entre el P.K. 19+000 y el P.K. 23+900.
- Estaciones: Evitamiento, Ovalo Santa Anita, Colectora Industrial, La Cultura y Mercado Santa Anita
- Talleres y conexión con los mismos: Santa Anita
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

HITOS ETAPA 1A		
H06 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1A+INSTALACIONES TUNEL 1A	INICIO	FIN
H06 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1A+INSTALACIONES TUNEL 1A	02-jun-14	31-may-16
H07 - L2. E1A ESTACIONES N° 20-21-22-23-24	INICIO	FIN
H07 - L2. E1A ESTACIONES	01-ago-14	09-jul-15
H08 - L2. E1A ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC Y POZOS 20-21-22-23	INICIO	FIN
H08_1 - L2. E1A ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC Y POZOS	01-jul-14	29-sep-14
H08_2 - L2. E1A ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC Y POZOS	11-mar-15	31-dic-15
H09 - L2. E1A. TUNEL DE LINEA 19+000 - 23+900 Y RAMAL ACCESO TALLER	INICIO	FIN


**N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS**

HITOS ETAPA 1A		
H09 - L2. E1A. TUNEL DE LÍNEA 19+000 - 23+900 Y RAMAL ACCESO TALLER	26-ago-14	20-jun-15
H10 - L2. E1A. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1A. LÍNEA Y TALLERES+ACCESOS TALLER	INICIO	FIN
H10_1 - L2. E1A. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1A	7-mar-15	16-may-15
H10_2 - L2. E1A. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1A	22-jun-15	08-sep-15
H11 - L2. E1A. PATIO-TALLER SANTA ANITA. OBRA CIVIL (EXCEPTO SUPERESTRUCTURA Y ACCESOS)	INICIO	FIN
H11 - L2. E1A. PATIO-TALLER SANTA ANITA	16-jun-14	02-may-15

**N.1.e) Etapa 1B**

La Etapa 1B prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Municipalidad de Ate y Plaza Bolognesi (a excepción del ya puesto en servicio en la Etapa 1A).

Las obras principales a desarrollar son las siguientes:

- Pozos: PV11, PV12, PV13, PV14, PV15, PV16, PV17, PV18, PV19, PE1 (P19 bis), PV24, PV25, PV26.
- Túnel ejecutado mediante TBM desde el P.K. 10+964,284 hasta el P.K. 17+421,152 (inicio estación Nicolás Arriola)
- Túnel en mina desde el P.K. 17+575,382 (Final estación Nicolás Arriola) hasta el P.K. 19+000,00 y desde el P.K. 23+900,00 hasta el P.K. 27+045,934 (Final de la Obra).
- Tercera vía entre los PP.KK. 10+492,676 y 10+964,284. Aunque este tramo estrictamente pertenece a la Etapa 2, es necesaria su realización parcial, ya que se utiliza para la extracción de la tuneladora.
- Estaciones: Plaza Bolognesi, Estación Central, Plaza Manco Capac, Cangallo, 28 de Julio, Nicolás Ayllón, Circunvalación, Nicolás Arriola, Vista Alegre, Prolongación Javier Prado y Municipalidad de Ate
- Talleres: finalización Santa Anita
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

HITOS ETAPA 1B		
H12 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1B	INICIO	FIN
H12 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 1B	02-jun-14	30-dic-17



011200

**HITOS ETAPA 1B**

H13 - L2. E1B ESTACIONES N° 12-13-14-15	INICIO	FIN
H13 - L2. E1B ESTACIONES	18-feb-15	20-jul-16
H14 - L2. E1B ESTACIONES N° 16-17-18-19	INICIO	FIN
H14 - L2. E1B ESTACIONES	01-sep-14	16-ene-16
H15 - L2. E1B ESTACIONES N° 25-26-27	INICIO	FIN
H15 - L2. E1B ESTACIONES	24-mar-15	27-ago-16
H16 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC. N° 12-13-14-15 Y POZOS(SIN INSTALACIONES) 11-12-13-14-15)	INICIO	FIN
H16 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC. Y POZOS	22-mar-16	31-may-17
H17 - L2. E1B ESTACION 16 BIS Y ARQUIT-ELECTROMECC. N° 16-16bis-17-18 Y POZOS 16-17-18	INICIO	FIN
H17 - L2. E1B ESTACION 16 BIS Y ARQUIT-ELECTROMECC. Y POZOS	28-ago-15	31-may-17
H18 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC. N° 19-25-26-27 Y POZOS 19- Y POZOS	INICIO	FIN
H18_1 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC., POZOS Y POZOS (SIN INSTALACIONES)	01-jul-14	14-sep-15
H18_2 - L2. E1B ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC., POZOS Y POZOS (SIN INSTALACIONES)	01-mar-16	31-may-17
H19 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 10+492 - 17+421, SIN INSTALACIONES	INICIO	FIN
H19 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 10+492 - 17+421, SIN INSTALACIONES	01-jun-15	14-ene-17
H20 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 17+575 - 19+000, SIN INSTALACIONES	INICIO	FIN
H20 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 17+575 - PV19bis, SIN INSTALACIONES	23-mar-15	07-may-16
H21 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 23+900 -FINAL, SIN INSTALACIONES	INICIO	FIN
H21 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 23+900 -FINAL, SIN INSTALACIONES	22-sep-14	28-ene-15
H21 - L2. E1B. TUNEL DE LÍNEA 23+900 -FINAL, SIN INSTALACIONES	12-jun-15	27-jul-16
H22 - L2. E1B. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1B + INSTALACIONES: TUNEL 1B Y POZOS	INICIO	FIN
H22 - L2. E1B. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1B + INSTALACIONES: TUNEL 1B Y POZOS	07-dic-15	06-jun-17




**N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS**

011000

HITOS ETAPA 1B		
H22 - L2. E1B. SUPERESTRUCTURA ETAPA 1B + INSTALACIONES: TUNEL 1B Y POZOS	03-ago-15	17-sep-15

**N.1.f) Etapa 2**

La Etapa 2 prevé la puesta en servicio del sector de la Línea 2 entre la Parque Murillo y Puerto del Callao, y del Ramal Av. Faucett-Gambetta, perteneciente a la Línea 4.

**Línea 2**

Las obras principales son las siguientes:

- Pozos: PV1, PV1 bis, PV2, PV3, PV4, PV5, PV6, PV7, PV8, PV9 y PV10.
- Tercera vía Cut & Cover: desde el P.K. 5+461,797 hasta el P.K. 5+933,400
- Tercera vía Cut & Cover: desde el P.K. 10+492,676 hasta el P.K. 10+964,284
- Túnel mediante TBM: desde el inicio hasta el P.K. 10+342,054 (inicio estación Parque de Murillo), exceptuando los tramos de tercera vía.
- Estaciones: Puerto del Callao, Buenos Aires, Juan Pablo II, Insurgentes, Carmen de la Legua-L2, Oscar Benavides, San Marcos, Elio, La Alborada, Tingo María y Parque Murillo
- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL



A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 2		
H23 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 2	INICIO	FIN
H23 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 2	01-jul-14	28-jun-19
H24 - L2. E2 ESTACIONES N° 1-2-3, POZOS L2: 4	INICIO	FIN
H24 - L2. E2 ESTACIONES N° 1-2-3, POZOS L2: 4	07-ene-15	19-jul-16
H25 - L2. E2 ESTACIONES N° 4-5-6-7	INICIO	FIN
H25_1 - L2. E2 ESTACIONES N° 4-5-6-7	01-oct-14	28-ago-15
H25_2 - L2. E2 ESTACIONES N° 4-5-6-7	17-nov-15	01-oct-16
H26 - L2. E2 ESTACIONES N° 8-9-10-11, POZOS L2: 1bis-1-2-3	INICIO	FIN


**N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS**

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 2		
H26 - L2. E2 ESTACIONES N° 8-9-10-11, POZOS L2: 1bis-1-2-3	25-may-15	09-oct-17
H27 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC. N° 1-2-3-4-5, POZOS L2: 5-6-7	INICIO	FIN
H27_1 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC., POZOS L2	25-sep-14	21-feb-15
H27_2 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC., POZOS L2	02-ene-16	30-jun-17
H28 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC. N° 6-7-8-9-10-11	INICIO	FIN
H28 - L2. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC.	01-jul-17	30-jun-18
H29 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO - 5+462(SIN INSTALACIONES)	INICIO	FIN
H29 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO - 5+462(SIN INSTALACIONES)	01-jun-15	13-dic-16
H30 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	INICIO	FIN
H30_1 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	01-oct-14	02-abr-16
H30_2 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	13-dic-16	16-feb-17
H30_3 - L2. E2. TUNEL TERCERAS VÍAS	27-ene-18	28-feb-18
H31 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA 6+087 - 10+492 (SIN INSTALACIONES)	INICIO	FIN
H31 - L2. E2. TUNEL DE LÍNEA 6+087 - 10+492 (SIN INSTALACIONES)	14-dic-16	26-ene-18
H32 - L2. E2. SUPERESTRUCTURA L2 ETAPA 2, INSTALACIONES TUNELES L2 E2; POZOS L2: 8-9-10	INICIO	FIN
H32_1 - L2. E2. SUPERESTRUCTURA L2 ETAPA 2, INSTALACIONES TUNELES L2 E2; POZOS L2: 8-9-10	13-dic-16	02-ago-17
H32_2 - L2. E2. SUPERESTRUCTURA L2 ETAPA 2, INSTALACIONES TUNELES L2 E2; POZOS L2: 8-9-10	25-sep-17	03-Aug-18

**Línea 4**

Las obras principales son las siguientes:

- Pozos: PV1, PV2, PV3, PV4, PV5, PV6, PV7
- Túnel mediante TBM: desde el P.K. 0+125,355 hasta el P.K. 7+621,000 (final de la obra – L4)
- Estaciones: Gambeta, Canta Callao, Bocanegra, Aeropuerto, El Olivar, Quilca, Morales Duárez y Carmen de la Legua-L4
- Talleres y conexión con los mismos: Bocanegra

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL




**N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS**

- Superestructura ferroviaria correspondiente
- Electrificación y señalización
- Suministro de material rodante
- Pruebas y circulación en vacío

011902

A continuación se detallan los hitos de Obras de esta etapa:

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 4		
	INICIO	FIN
H23 - PRELIMINARES Y MANEJO AMBIENTAL ETAPA 2	01-jul-14	28-jun-19
H33 - L4. E2 ESTACIONES N° 1-2-3-4	INICIO	FIN
H33 - L4. E2 ESTACIONES N° 1-2-3-4	06-feb-16	19-jul-17
H34 - L4. E2 ESTACIONES N° 5-6 Y POZOS L4: 1-2-3-4	INICIO	FIN
H34_1 - L4. E2 ESTACIONES N° 5-6 Y POZOS L4: 1-2-3-4	06-feb-16	18-ago-16
H34_2 - L4. E2 ESTACIONES N° 5-6 Y POZOS L4: 1-2-3-4	24-sep-16	03-ene-18
H35 - L4. E2 ESTACIONES N° 7-8 Y POZOS L4: 5-6-7-7bis	INICIO	FIN
H35 - L4. E2 ESTACIONES N° 7-8 Y POZOS L4: 5-6-7-7bis	08-jun-17	16-jun-18
H36 - L4. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC. N° 1-2-3-4-5-6-7	INICIO	FIN
H36 - L4. E2 ESTACIONES ARQUIT-ELECTROMECC.	01-jun-17	31-dic-18
H37 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO -3+640	INICIO	FIN
H37 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA INICIO -3+640	14-nov-16	28-oct-17
H38 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA 3+640 - FINAL	INICIO	FIN
H38 - L4. E2. TUNEL DE LÍNEA 3+640 - FINAL	28-oct-17	18-ago-18
H39 - L4. E2. SUPEREST. L4 ETAPA 2. LÍNEA Y TALLERES, INST. TUNEL, ARQUIT-ELECTROMECCANIC N° 8	INICIO	FIN
H39_1 - L4. E2. SUPERESTRUCTURA L4 ETAPA 2	19-abr-17	05-jul-17
H39_2 - L4. E2. SUPERESTRUCTURA L4 ETAPA 2	24-Apr-18	31-dic-18
H40 - L4. E2. PATIO-TALLER BOCANEGRA. OBRA CIVIL (EXCEPTO SUPERESTRUCTURA)	INICIO	FIN

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL





## N.1 – HITOS DE OBRAS POR ETAPAS

011903

HITOS ETAPA 2 LÍNEA 4		
H40 - L4. E2. PATIO-TALLER BOCANEGRA. OBRA CIVIL	22-feb-16	25-sep-18

### N.1.g) Conclusión

Se ha realizado, por parte del consorcio, un estudio exhaustivo de las obras, analizando cada una de las fases, las metodologías de construcción y aunando la amplia experiencia del mismo con las estrategias más adecuadas para el cumplimiento de las bases requeridas por el cliente; de ello se ha obtenido el cronograma de trabajos que garantiza el cumplimiento de los niveles de servicios exigidos por el cliente para cada fase de los trabajos.

Los hitos marcados en el cronograma elaborado se han fijado, por tanto, priorizando la seguridad en el cumplimiento de estos niveles y la puesta en servicio de las fases del metro, y considerando, a su vez, la óptima distribución de los recursos.

El plazo total ofertado, de acuerdo con los hitos detallados en cada uno de los apartados anteriores es, para cada una de las Etapas, el siguiente:

- Plazo ofertado ETAPA 1A: 810 días, contados a partir de la fecha de cierre
- Plazo ofertado ETAPA 1B: 1320 días, contados a partir de la fecha de cierre
- Plazo ofertado ETAPA 2: 1860 días, contados a partir de la fecha de cierre

En el caso de la Etapa 1A, aunque el plazo de finalización es de 810 días, podría abrirse esta línea en modo degradado a finales del mes de mayo de 2016, ya que en esta fecha los trenes podrán entrar en funcionamiento en GoA2, mientras se siguen realizando pruebas. Tras los 810 días comentados, comenzarán las pruebas en GoA4, cumpliendo así con lo indicado en el Contrato de Concesión.

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL

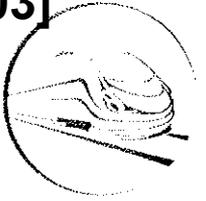
[12302]



N.2.

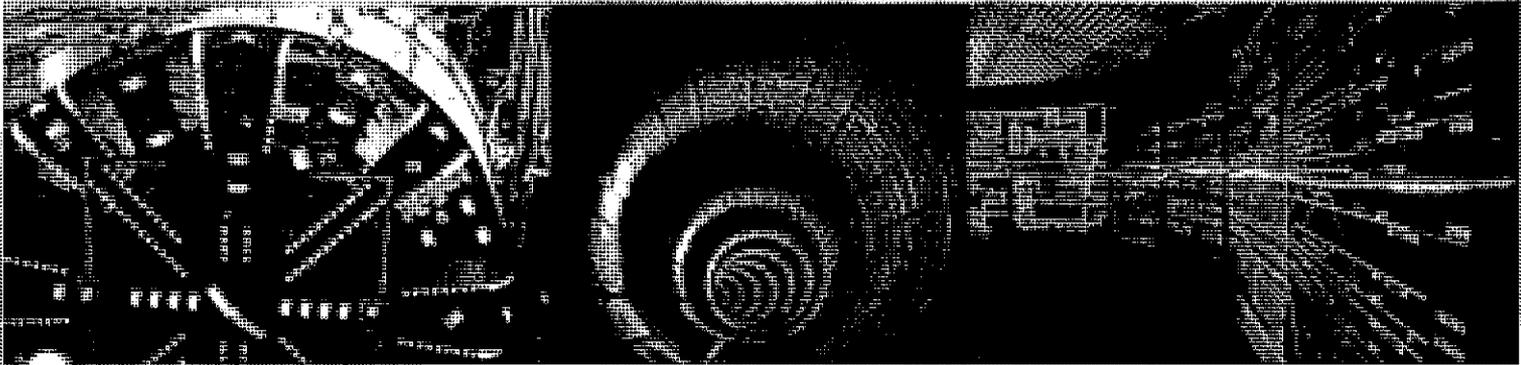
[12303]

CONSORCIO  
NUEVO METRO DE LIMA



011904

## N.2. HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS



CONCESIÓN DEL PROYECTO "LÍNEA 2 Y RAMAL AVE. FAUCETT –  
AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y  
CALLAO"

CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL



**N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS**

Índice

011905

**N.2.1 Organización del Proyecto por Etapa, y por Hitos de Provisión de Material Rodante comprendidos en ellas .....2**

**N.2.2 Planteamiento de los Hitos de Provisión de Material Rodante y los plazos previstos para el Proyecto y su estructuración financiera..... 6**

  
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 

## N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

### N.2.1 Organización del Proyecto por Etapa, y por Hitos de Provisión de Material Rodante comprendidos en ellas

011906

A la Fecha de Cierre se emitirá un orden único para los trenes de la Primera y Segunda Etapa según un plano de provisión de material rodante que tiene en cuenta una continuidad de producción y de conformidad con los plazos del artículo. 6.24 del Contrato de Concesión:

- a) Para la Primera Etapa A, un total de 5 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 24 desde la Fecha de Cierre;
- b) Para la Primera Etapa B , un total de 15 trenes (por tanto la Primera Etapa tendrá un total de 20 trenes) , disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 40 desde la Fecha de Cierre;
- c) Para la Segunda Etapa, un total de 22 trenes, disponibles para las Pruebas de Puesta en Marcha al mes 58 desde la Fecha de Cierre (por tanto la Primera y Segunda Etapas tendrán un total de 42 trenes);

El cronograma de provisión de material rodante se desarrolla de acuerdo a las interfaces con las obras civiles y tecnológicas, es decir disponibilidad del depósito probado y equipado y de un tramo de la línea, suficiente para ejecutar las pruebas dinámicas y las pruebas de cualificación y pruebas de serie, al llegar en Lima del primer tren.

La construcción del material rodante se desarrollará en Italia, en al menos dos sitios de producción de AnsaldoBreda:

- El sitio de Nápoles (Italia), donde se llevará a cabo la producción y las pruebas de los bogies y de la tracción eléctrica ;
- El sitio en Reggio Calabria (Italia), donde se llevará a cabo la producción, ensamblaje y pruebas de las cajas y pruebas de trenes completos.

Para los trenes siguientes de la Primera Etapa B y de la Segunda Etapa se llevarán a cabo las pruebas de serie, según el cronograma y plan de pruebas aprobado, considerando las pruebas de cualificación completadas durante la primera etapa A.

### Hitos de Provisión de Material Rodante

Para el consecución de los hitos de Provisión del Material Rodante solicitados en el pliego de condiciones resulta esencial que se respeten los hitos de interfaz hacia los Civil Works, Railways Infrastructure, Signalling System y On Board Equipment detallados en la siguiente tabla.

Nº	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1.	DFTRTS	Congelación de diseño de las interfaces tecnológicas del sistema y de instalación de vías	Versión final de las interfaces con instalación de vías (como gálibo), radio mínimo de la curva, pendiente, componentes para instalación de vías (rieles, apartaderos, topes de parachoques, etc.) y Sistema

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL 

**N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS**

Nº	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
2.	DFSOBE	Congelación de diseño del Sistema de señalización y del Equipo de Bordo	tecnológico (tendido aéreo) Estos requisitos deben definirse y acordarse para poder definir el proyecto del material rodante. Versión final de las especificaciones técnicas del Sistema de Señalización y de todo el Equipo de Bordo (telecomunicaciones, radio, PIS...). Esto incluye: 1. Interfaces mecánicas y eléctricas (cantidad y tipos) 2. Peso 3. Lista de repuestos 4. Requisitos para las Instalaciones Mecánica y Eléctrica 5. Requisitos EMI Estos requisitos deben proporcionarse a AnsaldoBreda para poder definir el proyecto del material rodante.
3.	MATAVA-xx	Disponibilidad del Sistema de Señalización en todos los equipos de Bordo para la instalación	Disponibilidad del Sistema de Señalización y de todos los equipos de Bordo, en la fábrica de AB, para la instalación a bordo de cada tren (o del tren xx)
4.	FVOBEI-xx	Disponibilidad de personal calificado de ASTS para llevar a cabo la instalación	Disponibilidad de personal calificado de ASTS para llevar a cabo la instalación de los "Primeros trenes" (dos trenes) de los componentes y equipos del sistema de señalización y de los equipos de bordo por cada tren (o del tren xx)
5.	WORKSHOPAV	Disponibilidad de depósito-taller y área de servicio	Disponibilidad de depósito / taller y área de servicio para las actividades de puesta en servicio de AnsaldoBreda (estáticas). Los requisitos mínimos de depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.
6.	PARKAV1B	Disponibilidad de zona estacionamiento Etapa 1B	Disponibilidad de zona estacionamiento para los trenes de la Etapa 1 B
7.	PARKAV2	Disponibilidad de zona estacionamiento Etapa 2	Disponibilidad de zona estacionamiento para los trenes de la Etapa 2

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL 

**N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS**

011908

Nº	CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
8.	LINEAV-FT-E1A	Línea – disponibilidad primer tramo – E1A	Línea – acceso al primer tramo (unos 2 km) – disponibilidad para la actividades de AnsaldoBreda ( pruebas dinámicas). Los requisitos mínimos del depósito y de la área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.
9.	LINEAV-CL-E1A	Línea – disponibilidad total de la línea – E1A	Línea – acceso a la línea completa – disponibilidad para la actividades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 1A Los requisitos mínimos del depósito y de la área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas
10.	LINEAV-CL-E1B	Línea – disponibilidad total de la línea – E1B	Line – acceso a la línea completa – disponibilidad para la actividades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 1B Los requisitos mínimos del depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.
11.	LINEAV-CL-E2	Línea – disponibilidad total de la línea – E2	Line – acceso a la línea completa – disponibilidad para la actividades de AnsaldoBreda (pruebas dinámicas) Etapa 2. Los requisitos mínimos del depósito y área de servicio se describen en el documento interno de consorcio P/N: GML0001B – especificaciones del lugar para las pruebas.

**Contenido de Hitos de Provisión del Material Rodante por Etapas**

Etapa 1A

Para la etapa 1A se proveerán 5 trenes de conformidad con lo descrito en la propuesta técnica (sección D.1.10).

Los trenes se entregarán:

  
 CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
 ALFONSO JUAN BASABE GARCIA  
 REPRESENTANTE LEGAL 

## N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa (las otras se repetirán más adelante).
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el SOW del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente “certificador” (para la parte de pruebas permitidas por la línea).

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

### Etapa 1B

Para la Etapa 1B se proveerán 15 trenes adicionalmente a los 5 ya entregados en la Etapa 1A, con lo que se obtiene un total 20uds, de conformidad con lo descrito en la Propuesta Técnica (sección D.1.10) y en el Contrato de Concesión.

Los trenes se entregarán:

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa (las otras se repetirán más adelante).
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el Alcance de trabajo del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente “certificador” (para la parte de pruebas permitidas por la línea).

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

### Etapa Segunda

## N.2 – HITOS DE PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE POR ETAPAS

Para la Etapa 1B se proveerán 22 trenes adicionalmente a los 20 ya entregados en la Etapa 1B, con lo que se obtiene un total 42 uds, de conformidad con lo descrito en la Propuesta Técnica (sección D.1.10) y en el Contrato de Concesión.

011910

Los trenes se entregarán:

- habiendo hecho exclusivamente las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación previstas en el plan de pruebas que se adjunta a la presente propuesta (consulte la sección L.1) relativas a la parte a cargo del proveedor del material rodante (= marcha en manual).
- Las pruebas estáticas y dinámicas y de homologación efectuadas serán todas aquellas que se podrán efectuar en el tramo de línea correspondiente a esta Etapa.
- Quedarán excluidas todas las pruebas de tipo y de serie relativas a los sistemas / aparatos (incluso montados a bordo del tren) no en el Alcance de trabajo del proveedor del material rodante (en concreto: TLC, Señalización, PIS, Radio...).

Los trenes habrán obtenido la aprobación del ente “certificador” para la parte de pruebas permitidas por la línea.

Los trenes podrán estar sujetos a limitaciones que no influirán en el servicio (ej. velocidad máxima) en función de las pruebas que se habrán podido efectuar en el tramo de línea disponible.

### ***N.2.2 Planteamiento de los Hitos de Provisión de Material Rodante y los plazos previstos para el Proyecto y su estructuración financiera***

El planteamiento de los Hitos de Provisión de Material Rodante es compatible con los plazos previstos para el Proyecto y su estructuración financiera. Esto se puede comprobar en el cronograma de material rodante, incluido en la sección D.1.10 de esta Propuesta Técnica

  
CONSORCIO NUEVO METRO DE LIMA  
ALFONSO JUAN BASARE GARCIA  
REPRESENTANTE LEGAL 