

Anexo incluido por Adenda N° 4, suscrita con fecha 11 de julio de 2016, cuyo texto es el siguiente:

ANEXO 12 INVERSIONES COMPLEMENTARIAS

El presente Anexo se aplica a las Inversiones Complementarias incluidas en la Adenda N° 4 al Contrato de Concesión, sin perjuicio de la aplicación del Contrato de Concesión en tanto no se oponga a este Anexo. En caso de divergencia entre lo previsto en el presente Anexo y el Contrato, prima lo establecido en el Anexo.

APÉNDICE 1- REGULACIÓN DE LAS INVERSIONES COMPLEMENTARIAS

1. DEFINICIONES

Las siguientes definiciones serán aplicables para el presente Anexo:

Acta de Aceptación de las Obras Complementarias

Es el documento suscrito por el CONCEDENTE y el CONCESIONARIO, y por el Regulador en ejercicio de su función supervisora, mediante el cual se deja constancia de la aceptación de una determinada Obra Complementaria, debiendo señalar en dicho documento la fecha en la que el CONCEDENTE dio la conformidad de la Obra Complementaria ejecutada correspondiente.

Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario

Es el documento que contiene las fechas de inversión en Material Rodante Complementario que forma parte como Apéndice 8 del Anexo 12 del Contrato de Concesión, incluyendo las fechas máximas en las que se cumplirá cada Hito de Inversión en Material Rodante Complementario.

Calendario de Obras Complementarias

Es el documento que contiene las fechas máximas en las que se cumplirá cada Hito de Obras Complementaria y que anexa en el Apéndice 8 del Anexo 12 del Contrato de Concesión

Carta Fianza por el desembolso inicial de Inversiones Complementarias

Es la carta fianza bancaria entregada por el CONCESIONARIO al CONCEDENTE, para garantizar la amortización total del desembolso otorgado por las Inversiones Complementarias. Dicha garantía se reducirá a solicitud del CONCESIONARIO hasta el monto pendiente de amortizar.

Cierre Financiero

Es la fecha en la que el CONCESIONARIO presenta los contratos suscritos que establezcan los compromisos de financiamiento que se generen para el cumplimiento de la inversión en Material Rodante Complementario (trenes), Material Rodante Complementario (Coches), y Obras Complementarias.

Cierre Financiero de Obras

Es la fecha en la que el CONCESIONARIO presenta los contratos suscritos que establezcan los compromisos de financiamiento que se generen para el cumplimiento de las Obras Complementarias.

Cierre Financiero de Trenes

Es la fecha en la que el CONCESIONARIO presenta los contratos suscritos que establezcan los compromisos de financiamiento que se generen para el cumplimiento de la inversión en Material Rodante Complementario (trenes).

Cierre Financiero de Coches

Es la fecha en la que el CONCESIONARIO presenta los contratos suscritos que establezcan los compromisos de financiamiento que se generen para el cumplimiento de la inversión en Material Rodante Complementario (Coches).

CIF-CALLAO

Se entenderá la definición prevista en los Incoterms Edición 2010 o texto vigente, que incluye el internamiento temporal en el Puerto del Callao. El CONCESIONARIO presentará la documentación que acredita el cumplimiento del Hito.

Costo de Estructuración

Son los costos que incurrirá o deberá incurrir el CONCESIONARIO con la finalidad de estructurar el financiamiento de las Inversiones Complementarias cuyos conceptos se detallan en el apéndice 11 del Anexo 12, incluyendo los costos recurrentes durante los años del financiamiento. El CONCESIONARIO debe acreditar los Costos de Estructuración para su devolución a cargo del CONCEDENTE.

Costo de Estructuración Máximo

Es el Costo Máximo que el CONCEDENTE reembolsará al CONCESIONARIO por concepto de Costo de Estructuración. El Costo de Estructuración Máximo asciende a la suma de US\$ 14'704,450.00 (Catorce Millones Setecientos Cuatro Mil Cuatrocientos Cincuenta y 00/100 Dólares Americanos), suma que será presupuestada para ser pagada durante el año 2017 según el procedimiento establecido en el Apéndice 11 del Anexo 12. Cualquier costo que exceda el monto máximo, no será reembolsado por el CONCEDENTE.

Desembolso inicial por inversiones en Material Rodante Complementario

Es el monto que el CONCEDENTE abonará al CONCESIONARIO dentro de los treinta (30) días siguientes de suscrita la Cuarta Adenda al Contrato por el 30% de la Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Trenes y Coches). Dicho monto será depositado en la cuenta que el CONCESIONARIO defina.

Desembolso inicial por inversiones en Obras Complementarias

Es el monto que el CONCEDENTE abonará al CONCESIONARIO dentro de los quince (15) días siguientes de la aprobación de cada Estudio Definitivo por el 30% de la inversión de cada Obra Complementaria. Dicho monto será depositado en la cuenta que el CONCESIONARIO defina.

Duración

Medida de sensibilidad de un activo o un pasivo ante variaciones de los tipos de interés. Este indicador está basado en la duración de Macaulay (medida del vencimiento promedio del instrumento, tomando en cuenta los flujos de efectivo intermedios que estos generan) y permite calcular el cambio porcentual en el precio de un instrumento dado un cambio en las tasas de interés, conforme al Anexo 1.b) de la Resolución SBS N° 6328-2009 o norma que la sustituya.

Especificaciones Técnicas de las Inversiones Complementarias

Son los requerimientos técnicos mínimos necesarios para la inversión en el Material Rodante Complementario respecto al cambio de trenes de conformación de cinco (5) a seis (6) coches y las Obras Complementarias establecidas en los Apéndices 6 y 7, respectivamente, del Anexo 12 del Contrato.

Estudios Definitivos de las Inversiones Complementarias

En el caso de las Obras Complementarias, es la ingeniería de detalle que desarrollará el CONCESIONARIO previo a la ejecución de dichas Obras Complementarias, que deberá ser elaborado como mínimo con las Especificaciones Técnicas de las Inversiones Complementarias, normativa vigente y las buenas prácticas de ingeniería.

En el caso de la inversión en Material Rodante Complementario, no se requerirá la presentación del Estudio Definitivo de las Inversiones Complementarias, si dicho Material Rodante Complementario es del mismo tipo y modelo del Material Rodante Adquirido o Material Rodante Complementario existente, siendo que en dicho caso se utilizará el Estudio Definitivo previamente aprobado.

En el caso del Material Rodante Adquirido y del Material Rodante Complementario para la modificación de su conformación de cinco (5) a seis (6) coches, se requerirá de un Estudio Definitivo de las Inversiones Complementarias, conforme a lo previsto en el Apéndice 6 del Anexo 12 del Contrato de Concesión, incluyendo las modificaciones que se incorporarían para poder realizar la inclusión del sexto coche en los trenes de cinco (5) coches.

Garantía de Fiel Cumplimiento Inversiones Complementarias

Es la garantía bancaria otorgada a favor CONCEDENTE que deberá ser presentada por el CONCESIONARIO al CONCEDENTE para asegurar el debido cumplimiento de las obligaciones contractuales del CONCESIONARIO correspondientes a las Inversiones Complementarias.

Hitos de Obras Complementarias

Es cada uno de los hitos de obra correspondientes a una determinada Obra Complementaria en los porcentajes que se detallan en el Apéndice 5 del Anexo 12 del Contrato. Cada Hito de Obras Complementarias será verificado por el Regulador, de acuerdo a las condiciones establecidas en el Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato.”

Para el caso de la Obra 1 – Remodelación de 05 Estaciones, se tendrá dos Hitos de Obras Complementarias, conforme se detalla a continuación:

- Obra 1A – Remodelación de 4 Estaciones (i.e. Villa El Salvador, Cultura, Gamarra y Bayovar)
- Obra 1B – Remodelación de 1 Estación (i.e Grau)

Hitos de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes y Coches)

Es cada uno de los hitos de inversión en Material Rodante Complementario (Trenes y Coches) en los porcentajes que se detallan en el Apéndice 5 del Anexo 12 del Contrato. Cada Hito de Inversión en Material Rodante Complementario será verificado por el Regulador, de acuerdo a las condiciones establecidas en el Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato.

Inversiones Complementarias

Son las Inversiones en Obras Complementarias y en el Material Rodante Complementario (Trenes y Coches), cuya ejecución y adquisición se realizarán en los términos previstos en este Contrato.

Inversión Total de las Inversiones Complementarias

Es la inversión total de las inversiones en Obras Complementarias y Material Rodante Complementario (Trenes y Coches).

Inversión Total de las Inversiones en Obras Complementarias

La Inversión Total de las Inversiones en Obras Complementarias es de US\$ 136'777,473.72 (Ciento Treinta y Seis Millones Setecientos Setenta y Siete Mil Cuatrocientos Setenta y Tres y 72/100 Dólares Americanos), según el Presupuesto de Obras Complementarias aprobado. La Inversión Total de las Inversiones en Obras Complementarias antes indicado no incluye el Impuesto General a las Ventas.

Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Trenes)

La Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Trenes) es de US\$ 187'639,520.94 (Ciento Ochenta y Siete Millones Seiscientos Treinta y Nueve Mil Quinientos Veinte y 94/100 Dólares Americanos), monto que incluye todos los costos asociados a la inversión y puesta en marcha del Material Rodante Complementario (Trenes), según el Presupuesto de Inversión de Material Rodante Complementario (Trenes) aprobado. La Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Trenes) antes indicado no incluye el Impuesto General a las Ventas.

Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Coches)

La Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Coches) es de US\$ 73'179,413.16 (Setenta y Tres Millones Ciento Setenta y Nueve Mil Cuatrocientos Trece y 16/100 Dólares Americanos), monto que incluye todos los costos asociados a la inversión y puesta en marcha del Material Rodante Complementario (Coches), según el Presupuesto de Inversión de Material Rodante Complementario (Coches) aprobado. La Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Coches) antes indicado no incluye el Impuesto General a las Ventas.

Material Rodante Complementario

Es el Material Rodante correspondiente a las Inversiones Complementarias que deberá ser adquirido por el CONCESIONARIO conforme a lo establecido en la Cuarta Adenda al Contrato.

Obras Complementarias

Son las obras civiles y equipamiento que se encontrarán previstas en las Especificaciones Técnicas de las Inversiones Complementarias, las cuales se detallan a continuación:

1. Obra 1 – Remodelación de 05 Estaciones (i.e. Villa El Salvador, Cultura, Grau, Gamarra y Bayóvar).
2. Obra 2 – Mejoras en el Sistema Eléctrico.
3. Obra 3 – Segundo Acceso al patio de VES.
4. Obra 4 – Ampliación de vías de Estacionamiento del patio de maniobras de Bayóvar.
5. Obra 5 – Nuevos enlaces (cambiavías) en vía principal.

Durante la ejecución de Obras Complementarias, el CONCESIONARIO deberá llevar un Libro de Obras Complementarias, el cual se registrá por lo dispuesto en las Cláusulas 6.9 a 6.11.

Pago Anual por Inversiones Complementarias (PAO Complementario)

Es el compromiso de pago en Dólares que el CONCEDENTE realizará para retribuir parte de las inversiones en que incurre el CONCESIONARIO por cada una de las Inversiones Complementarias. El PAO Complementario será cancelado a través del Fideicomiso de acuerdo a los términos y condiciones establecidos en el Apéndice 2 Anexo 12 del Contrato. Para dichos efectos, las Partes dejan constancia que el

CONCESIONARIO y la empresa fiduciaria, con intervención del CONCEDENTE, modificarán el Fideicomiso a fin de adecuarlo a las disposiciones de la Cuarta adenda al Contrato, manteniendo su naturaleza de ser un Fideicomiso de Administración que únicamente administra los pagos del CONCEDENTE al CONCESIONARIO.

El PAO Complementario constituye una obligación de pago irrevocable e incondicional del CONCEDENTE al CONCESIONARIO. El derecho de cobro del PAO Complementario es libremente transferible, sin necesidad de autorización previa del CONCEDENTE o del Regulador, por lo que podrá ser materia de cesión a terceros. El CONCESIONARIO podrá comunicar al Fideicomiso la identificación de los referidos terceros. El Fiduciario informará al CONCESIONARIO y a los referidos terceros acerca de los eventuales incumplimientos de pago por parte del CONCEDENTE quienes podrán requerir al Fiduciario que adopte las medidas correspondientes.

Asimismo, el CONCESIONARIO podrá otorgar o constituir garantías sobre dichos derechos de cobro sin necesidad de autorización previa del CONCEDENTE o del Regulador, en caso se trate de operaciones que no constituyen Endeudamiento Garantizado Permitido.

El CONCEDENTE no podrá compensar los pagos de los derechos de cobro del PAO Complementario y los mismos serán libres de cualquier retención o deducción por o a cuenta de cualquier impuesto, y por cualquier obligación que derive de la relación del Concesionario con el CONCEDENTE.

Las operaciones de financiamiento, cesión de derechos o garantías que no son realizadas con Acreedores Permitidos, no son oponibles al CONCEDENTE, por lo tanto, queda establecido que el CONCEDENTE no asumirá obligaciones o deudas de dichas operaciones. De la misma manera, las operaciones que los Acreedores Permitidos efectúen con terceros no son oponibles al CONCEDENTE.

Precio por Kilómetro Tren Complementario (PKT₃)

Es el importe expresado en Soles, que tiene por finalidad retribuir al CONCESIONARIO por los costos de operación, mantenimiento de la infraestructura, mantenimiento de equipos y mantenimiento del Material Rodante Complementario con una conformación de cinco (5) o seis (6) coches, que son resultado de las Inversiones Complementarias.

El PKT₃ entrará en vigencia a partir de la fecha de inicio de la Puesta en Operación Comercial conforme a las cláusulas 10.4, 1.2.13 y 1.2.14 del Anexo 7 correspondiente a la primera unidad (tren) del Material Rodante Complementario y se pagará de conformidad con el Apéndice 4 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

El PKT₃ asciende a S/ 53.50 Soles calculado para el año 2017. El importe señalado no incluye el Impuesto General a las Ventas (IGV).

Presupuesto de Inversión de Material Rodante Complementario y Obras Complementarias

Es la Inversión Total de las Inversiones en Obras Complementarias por US\$ 136'777,473.72 (Ciento Treinta y Seis Millones Setecientos Setenta y Siete Mil Cuatrocientos Setenta y Tres y 72/100 Dólares Americanos); la Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Trenes) por US\$ 187'639,520.94 (Ciento Ochenta y Siete Millones Seiscientos Treinta y Nueve Mil Quinientos Veinte y 94/100 Dólares Americanos) ; y la Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (Coches) por US\$ 73'179,413.16 (Setenta y Tres Millones Ciento Setenta y Nueve Mil Cuatrocientos Trece y 16/100 Dólares Americanos) . La Inversión Total de las Inversiones en Obras Complementarias, Inversiones en Material Rodante

Complementario (Trenes) e Inversiones en Material Rodante Complementario (Coches) no incluye el Impuesto General a las Ventas.

Protocolos de Pruebas del Material Rodante Complementario

Es el documento que contiene los procedimientos aplicables a las Pruebas de Puesta en Marcha del Material Rodante Complementario a efectuarse sobre los bienes y equipos correspondientes a las Inversiones Complementarias, con el objetivo de medir los niveles de servicio, calidad, seguridad y confiabilidad de los mismos.

No será necesaria la presentación de Protocolos de Pruebas del Material Rodante Complementario para el Material Rodante Complementario que sea del mismo tipo y modelo que el Material Rodante Adquirido o Material Rodante Complementario, cuyos Protocolos de Pruebas del Material Rodante Complementario, hayan sido previamente aprobados por el CONCEDENTE con opinión del Regulador.

Sin embargo, el CONCESIONARIO deberá presentar los Protocolos de Pruebas del Material Rodante Complementario para el Material Rodante Complementario, cuyos Protocolos de Pruebas del Material Rodante Complementario, no hayan sido previamente aprobados por el CONCEDENTE con opinión del Regulador, específicamente para el coche adicional que se incorporará en los trenes de cinco (5) coches de Material Rodante Adquirido y Material Rodante Complementario (Trenes).

Tasa de Cálculo Trenes

Es la menor tasa que resulte entre la Tasa de Financiamiento de Material Rodante Complementario (Trenes) del CONCESIONARIO y la Tasa de Financiamiento Máxima de Inversiones Complementarias.

Tasa de Cálculo Coches:

Es la menor tasa que resulte entre la Tasa de Financiamiento de Material Rodante Complementario (Coches) del CONCESIONARIO y la Tasa de Financiamiento Máxima de Inversiones Complementarias.

Tasa de Cálculo Obras

Es la menor tasa que resulte entre la Tasa de Financiamiento de las Obras Complementarias del CONCESIONARIO y la Tasa de Financiamiento Máxima de Inversiones Complementarias.

Tasa de Financiamiento de las Obras Complementarias

Es la tasa de interés o de descuento obtenida para el financiamiento de las Obras Complementarias. Esta tasa será informada al CONCEDENTE por parte del CONCESIONARIO luego o al momento del Cierre Financiero correspondiente.”

Tasa de Financiamiento del Material Rodante Complementario (Trenes)

Es la tasa de interés o de descuento obtenida para el financiamiento del Material Rodante Complementario (Trenes). Esta tasa será informada al CONCEDENTE por parte del CONCESIONARIO luego o al momento del Cierre Financiero correspondiente”.

Tasa de Financiamiento del Material Rodante Complementario (Coches)

Es la tasa de interés o de descuento obtenida para el financiamiento del Material Rodante Complementario (Coches). Esta tasa será informada al CONCEDENTE por parte del CONCESIONARIO luego o al momento del Cierre Financiero correspondiente”.

Tasa de Financiamiento Máxima de las Inversiones Complementarias (Material Rodante – Trenes y Coches – y Obras Complementarias)

Es la tasa de interés o de descuento que como máximo reconocerá el CONCEDENTE para el financiamiento y realización de las Inversiones Complementarias para efectos del cálculo de cada PAO Complementario. La Tasa de Financiamiento Máximo de las Inversiones Complementarias será calculada al cierre del Día anterior a la fecha de cada Cierre Financiero según corresponda, de acuerdo a lo establecido en la Tasa de Interés Máxima de Financiamiento Fija dólares (TIMF).

Tasa de Interés Máxima de Financiamiento Fija dólares (“TIMF”)

Corresponderá al valor resultante de la siguiente fórmula:

$$\text{TIMF} = \text{TRS} + 3.33\%$$

donde:

TRS:

Tasa de Riesgo Soberano calculada al cierre del Día anterior a fecha de cada cierre financiero que el CONCESIONARIO contraerá. La Tasa de Riesgo Soberano se calculará utilizando la curva de rendimiento a vencimiento (“yield to maturity”) de la deuda soberana en Dólares de la República del Perú. Dicho cálculo se efectuará interpolando entre el rendimiento a vencimiento del bono soberano cuya Duración sea la más cercana pero menor que la Duración del financiamiento obtenida por el CONCESIONARIO y el rendimiento del bono soberano cuya Duración sea la más cercana pero mayor que la Duración del financiamiento obtenido por el CONCESIONARIO.

En el caso que la Duración del financiamiento obtenido por el CONCESIONARIO sea mayor a la máxima Duración de los bonos soberanos, la Tasa de Riesgo Soberano se calculará extrapolando el rendimiento a vencimiento de los dos bonos soberanos con mayor Duración.

Semestre Calendario

Significa, indistintamente, el periodo de seis meses comprendido entre el 01 de enero al 30 de junio y del 01 de julio al 31 de diciembre.”

Trimestre Calendario

Significa, indistintamente, el periodo de tres meses comprendido entre el 01 de enero al 31 de marzo, 01 de abril al 30 de junio, 01 de julio al 30 de setiembre y del 01 octubre al 31 de diciembre.

“Valor de Inversión en Material Rodante Complementario Ajustado (trenes)”

$$\text{VCA} = \text{Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (trenes)} \times \text{el Factor de Actualización}$$

donde:

Factor de Actualización:

$$(1 + \text{Tasa de Cálculo Trenes del financiamiento correspondiente mensual})^n$$

donde:

Tasa de Cálculo Trenes del financiamiento correspondiente mensual:

$$(1 + \text{Tasa de Cálculo Trenes anual})^{1/12} - 1$$

n: será el mínimo entre a) número de meses entre la fecha del Cierre Financiero Trenes y el último día hábil del Semestre Calendario siguiente a la fecha prevista en el Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario para que culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches, y b) número de meses entre la fecha del Cierre Financiero Trenes y último día hábil del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches.

En el caso que la culminación de la etapa de pruebas de puesta en marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches se realice dentro de los dos últimos meses del Semestre Calendario, se aplicará en el literal b) precedente, el último día hábil del Trimestre Calendario inmediatamente siguiente al vencimiento del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de prueba de puesta en marcha antes indicado.

“Valor de la inversión en Material Rodante Complementario Ajustado (coches)”

VCA = Inversión Total de las Inversiones en Material Rodante Complementario (coches) x el Factor de Actualización

donde:

Factor de Actualización:

$(1 + \text{Tasa de Cálculo Coches del financiamiento correspondiente mensual})^n$

donde:

Tasa de Cálculo Coches del financiamiento correspondiente mensual:

$(1 + \text{Tasa de Cálculo Coches anual})^{1/12} - 1$

n: será el mínimo entre a) número de meses entre la fecha del Cierre Financiero Coches y último día hábil del Semestre Calendario siguiente a la fecha prevista en el Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario para que culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches; y b) número de meses entre la fecha del Cierre Financiero Coches y último día hábil del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches.

En el caso que la culminación de la etapa de pruebas de puesta en marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches se realice dentro de los dos últimos meses del Semestre Calendario, se aplicará en el literal b) precedente, el último día hábil del Trimestre Calendario inmediatamente siguiente al vencimiento del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de prueba de puesta en marcha antes indicado.

Valor de Obras Complementarias Ajustado

VCA = Inversión Total de las Inversiones en Obras Complementarias x el Factor de Actualización

donde:

Factor de Actualización:

$(1 + \text{Tasa de Cálculo Obras del financiamiento correspondiente mensual})^n$

donde:

Tasa de Cálculo Obras del financiamiento correspondiente mensual:

$(1 + \text{Tasa de Cálculo Obras anual})^{1/12} - 1$

n: será el mínimo entre a) número de meses entre la fecha del Cierre Financiero de Obras y último día hábil del Semestre Calendario siguiente a la fecha prevista en el Calendario de Obras Complementarias para la firma del Acta de Aceptación de las Obras Complementarias correspondiente a la última Obra Complementaria, y b) número de meses entre la fecha del Cierre Financiero de Obras y el último día hábil del Semestre Calendario correspondiente en que se firme el Acta de Aceptación de las Obras Complementarias de la última Obra Complementaria.

En el caso que la firma del Acta de Aceptación de las Obras Complementarias de la última Obra Complementaria se realice dentro de los dos últimos meses del Semestre Calendario, se aplicará en el literal b) precedente, el último día hábil del Trimestre Calendario inmediatamente siguiente al vencimiento del Semestre Calendario correspondiente en que se firme el Acta de Aceptación de las Obras Complementarias antes indicado.

2. GARANTIAS

2.1 Garantía de Fiel Cumplimiento

La Garantía de Fiel Cumplimiento deberá ser incrementada de acuerdo a lo indicado en el numeral 11.1.3 del Contrato.

2.2. Carta Fianza por el desembolso inicial por inversiones del Material Rodante Complementario y Obras Complementarias

La Carta Fianza por el desembolso inicial por inversiones en Material Rodante Complementario y Obras Complementarias contará con las siguientes características:

- (i) Por un monto de US\$ 78'245,680.23 (Setenta y Ocho Millones Doscientos Cuarenta y Cinco Mil Seiscientos Ochenta y 23/100 Dólares Americanos) para el caso del Material Rodante Complementario. En el caso de las Obras Complementarias, por un monto de US\$ 41'033,242.12 (Cuarenta y Un Millones Treinta y Tres Mil Doscientos Cuarenta y Dos y 12/100 Dólares Americanos) .
- (ii) Carta fianza irrevocable, incondicional, solidaria, de realización automática y sin beneficio de excusión ni división.

(iii) Emitida por una Empresa Bancaria o Banco Internacional de Primera Categoría debidamente confirmada por una Empresa Bancaria. Mediante circular del Banco Central de Reserva se designan los Bancos Internacionales de Primera Categoría.

(iv) En el caso del Material Rodante Complementario, debe mantenerse vigente hasta la aprobación del hito correspondiente del último coche de Material Rodante Complementario para lo cual deberá ser renovada anualmente hasta dicho plazo. Si la Carta Fianza no es renovada por el Concesionario treinta (30) Días Calendario antes de su vencimiento, el CONCEDENTE procederá a la ejecución total de la Carta Fianza por el desembolso inicial del Material Rodante Complementario. Sin perjuicio de las penalidades aplicables que son imputables a la Garantía de Fiel Cumplimiento de las Inversiones Complementarias, el monto de la Carta Fianza será retenido por el CONCEDENTE como garantía hasta que el CONCESIONARIO cumpla con renovar la Carta Fianza. Al cumplimiento de la renovación de la Carta Fianza, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO el monto de la Carta Fianza sin intereses y luego de los gastos en que haya incurrido de ser el caso.

(v) En el caso de las Obras Complementarias, debe mantenerse vigente hasta la aprobación del hito correspondiente a la última Obra Complementaria para lo cual deberá ser renovada anualmente hasta dicho plazo. Si la Carta Fianza no es renovada por el Concesionario treinta (30) Días Calendario antes de su vencimiento, el CONCEDENTE procederá a la ejecución total de la Carta Fianza por el desembolso inicial de las Obras Complementarias. Sin perjuicio de las penalidades aplicables que son imputables únicamente a la Garantía de Fiel Cumplimiento de las Inversiones Complementarias, el monto de la Carta Fianza será retenido por el CONCEDENTE como garantía hasta que el CONCESIONARIO cumpla con renovar la Carta Fianza. Al cumplimiento de la renovación de la Carta Fianza, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO el monto de la Carta Fianza sin intereses y luego de los gastos en que haya incurrido de ser el caso.

La Carta Fianza por el desembolso inicial del Material Rodante Complementario y la Carta Fianza por el desembolso inicial de las Obras Complementarias serán entregadas por el CONCESIONARIO al CONCEDENTE hasta la fecha prevista para el desembolso del monto del adelanto conforme a lo previsto en la Cuarta adenda al Contrato.

El CONCESIONARIO solicitará al CONCEDENTE la reducción de la Carta Fianza por el desembolso inicial del Material Rodante Complementario y por el desembolso inicial de las Obras Complementarias una vez que se verifique (i) el cumplimiento del Hito correspondiente a diez unidades de tren o por el total de todos los coches de Material Rodante Complementario, según corresponda, o (ii) el avance de cada una de las Obras Complementarias por un monto de inversión equivalente al desembolso, y se amortice en proporción a los porcentajes de las Inversiones Complementarias financiados por dicho adelanto, de acuerdo al Apéndice 5 del Anexo 12.

La ejecución de la Carta Fianza por el desembolso inicial en Material Rodante Complementario podrá realizarse en forma parcial o total, según corresponda, si a la fecha prevista de la Puesta en Marcha de la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches de la flota de Material Rodante Complementario, de acuerdo al Calendario de Provisión de Material Rodante, no hubieran llegado el íntegro de la flota de trenes del Material Rodante Complementario; el CONCEDENTE podrá ejecutar la Carta Fianza por el desembolso inicial del Material Rodante Complementario por el monto del valor de los trenes (coches) que no llegaron en dicha fecha.

2.3. Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias contará con las siguientes características:

- (i) Por un monto de 10% de la Inversión Total de las Inversiones Complementarias, sin incluir IGV.
- (ii) Carta fianza irrevocable, incondicional, solidaria, de realización automática y sin beneficio de excusión ni división.
- (iii) Emitida por una Empresa Bancaria o Banco Internacional de Primera Categoría debidamente confirmada por una Empresa Bancaria. Mediante Circular del Banco Central de Reserva se designan los Bancos Internacionales de Primera Categoría.

Debe mantenerse vigente hasta tres (3) meses posteriores a la aprobación del hito correspondiente del último coche de Material Rodante Complementario o el último hito de Obra Complementaria, lo que ocurra último, para lo cual deberá ser renovada anualmente hasta dicho plazo. Si la Carta Fianza no es renovada por el Concesionario treinta (30) Días Calendario antes de su vencimiento, el CONCEDENTE procederá a la ejecución total de la Carta Fianza de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias. Sin perjuicio de las penalidades aplicables que son imputables únicamente a la Garantía de Fiel Cumplimiento de las Inversiones Complementarias, el monto de la Carta Fianza será retenido por el CONCEDENTE como garantía hasta que el CONCESIONARIO cumpla con renovar la Carta Fianza. Al cumplimiento de la renovación de la Carta Fianza, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO el monto de la Carta Fianza sin intereses y luego de los gastos en que haya incurrido de ser el caso.

La Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias será entregada por el CONCESIONARIO al CONCEDENTE dentro de los treinta (30) Días Calendarios siguientes a la fecha de firma de la Adenda N° 4 al Contrato.

El CONCESIONARIO solicitará al CONCEDENTE la reducción de la Garantía Fiel Cumplimiento Inversiones Complementarias una vez que se verifique el cumplimiento del Hito correspondiente a diez unidades de tren o por el total de todos los coches de Material Rodante Complementario y/o del Hito de cada Obra Complementaria, según corresponda, de acuerdo al Calendario de Inversiones Complementarias, por el monto correspondiente a los trenes, coches u obras complementarias.

La ejecución de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias podrá realizarse en forma parcial o total, según corresponda, en caso que las penalidades devengadas de acuerdo al presente Contrato producto del incumplimiento de las obligaciones derivadas de la ejecución de las Inversiones Complementarias no sean pagadas en forma oportuna por el CONCESIONARIO. El monto de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias no constituye un límite a las penalidades que puedan corresponder por dicho incumplimiento.

En caso de ejecución parcial o total de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias, el CONCESIONARIO estará obligado a restituirla en las mismas condiciones establecidas en la presente cláusula, lo que deberá efectuar dentro de los treinta (30) Días Calendario siguientes a la fecha en que se realizó dicha ejecución, sea parcial o total.

2.4. GARANTÍA DEL PROVEEDOR

De manera previa o en la fecha de cumplimiento del primer Hito de Inversión en Material Rodante Complementario de cada unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches, el Concesionario se compromete a que la garantía emitida por el proveedor del Material Rodante Complementario tenga como beneficiario al CONCEDENTE por el 100% del valor de dicha unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches, establecida en la orden de compra. La vigencia de dicha garantía será hasta la fecha de emisión del acta de Pruebas de Puesta en Marcha.

Sin perjuicio de las penalidades aplicables por demora, las mismas que serán imputables a la Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias, la garantía del proveedor será custodiado por el CONCEDENTE como garantía hasta que el CONCESIONARIO culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha, dentro de los plazos previstos en la presente Adenda. Al cumplimiento del Hito de Pruebas de Puesta en Marcha, el CONCEDENTE devolverá al CONCESIONARIO la Garantía del Proveedor por cada unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches.

Previo requerimiento del CONCEDENTE al CONCESIONARIO, si transcurre quince (15) días posteriores a la fecha prevista en la Adenda como Hito de Pruebas de Puesta en Marcha de cada unidad (tren) de cinco (5) coches, sin que el CONCESIONARIO cumpla con el referido Hito por causas atribuibles a la unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches, el CONCEDENTE podrá ejecutar la garantía del proveedor por el íntegro del precio del proveedor por cada unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches que haya incumplido la etapa de pruebas.

3. OBRAS COMPLEMENTARIAS

HITOS DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

El valor y porcentaje de cada Hito de Obra Complementaria se encuentra detallado en el Apéndice 5 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

La aprobación y pago de cada Hito de Obra Complementaria se realizará de manera independiente, no encontrándose condicionada o sujeta a la aprobación de cualquier otro Hito de Obra Complementaria.

ADELANTO DE HITOS DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

Para el financiamiento de las Obras Complementarias, dentro de los quince (15) días posteriores a la aprobación de cada Estudio Definitivo de Obras Complementarias el CONCEDENTE entrega al CONCESIONARIO en calidad de desembolso inicial de Obras Complementarias hasta un 30% del valor de cada Obra Complementaria. El Desembolso inicial de Obras Complementarias es de US\$ 41'033,242.12 (Cuarenta y Un Millones Treinta y Tres Mil Doscientos Cuarenta y Dos y 12/100 Dólares Americanos) más el IGV. Este desembolso será depositado en la cuenta que indique el CONCESIONARIO. Por su parte, el CONCESIONARIO entregará al CONCEDENTE la Carta Fianza por el desembolso inicial por inversiones en Obras Complementarias.

A efectos de financiar la ejecución de las Obras Complementarias, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- (i) Pago del Hito de Obra Complementaria: El CONCEDENTE reconocerá el derecho de cobro al CONCESIONARIO, por un monto equivalente al 70% de cada Obra Complementaria al momento de la emisión del Acta de Aceptación de dicha Obra Complementaria, mediante el sistema del PAO Complementario conforme al procedimiento previsto en el Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

Asimismo, dentro de los cinco (5) días siguientes a la fecha de emisión del Acta de Aceptación de Obras Complementarias, el CONCEDENTE pagará al CONCESIONARIO el íntegro del monto equivalente del Impuesto General a las Ventas correspondiente al importe de dicha Obra Complementaria, en la cuenta que indique este último, previa presentación de la Factura correspondiente.

Los costos de operación y mantenimiento de las Obras Complementarias serán reconocidos en el Precio por Kilómetro Tren de Inversión Complementaria (PKT₃) aplicable a las Inversiones Complementarias.

No obstante que para la Explotación de una determinada Obra Complementaria se requiere el Acta de Aceptación de las Obras Complementarias, por el presente documento el CONCEDENTE autoriza al CONCESIONARIO a utilizar de inmediato las Obras Complementarias que modifican o tienen un impacto en las vías de los trenes a fin de no afectar la prestación del Servicio de manera que el CONCESIONARIO pueda restablecer el Servicio en el menor tiempo posible.

ENTREGA DEL ÁREA DE LA CONCESIÓN PARA OBRAS COMPLEMENTARIAS

El CONCEDENTE se obliga a entregar al CONCESIONARIO la totalidad de los terrenos para la ejecución de las Obras Complementarias dentro del plazo previsto en el Calendario de Obras Complementarias y conforme las condiciones establecidas en la cláusula 5.6 del Contrato.

Con relación a la entrega de terrenos respecto a las Obras Complementarias, se suscribirán actas de entrega de los terrenos correspondientes, siendo que dichos terrenos se incorporarán al Área de la Concesión. Dichas actas deberán elaborarse en forma previa entre un representante del CONCEDENTE y del CONCESIONARIO, y suscritas ante la presencia de un Notario Público. Los gastos notariales serán asumidos por el CONCESIONARIO. En caso existan Interferencias o invasiones en las Áreas de la Concesión, se dejará constancia de ello en las actas de entrega correspondientes.

El CONCEDENTE podrá efectuar entregas parciales de los terrenos para la ejecución de las Obras Complementarias.

El Calendario de las Obras Complementarias propuesto por el CONCESIONARIO respecto de cada Obra Complementaria y de la Estación Grau no será aplicable hasta que los terrenos de dicha Obra Complementaria o de la Estación Grau identificados en los Estudios Definitivos de Inversiones Complementarias sean entregados libres de toda Interferencia y sin invasiones.

En tal sentido, la liberación de las Interferencias o invasiones será de responsabilidad del CONCEDENTE. Sin perjuicio de lo expuesto, por razones debidamente justificadas, el CONCEDENTE podrá encargar al CONCESIONARIO, el proyecto y/o retiro y/o reubicación y/o reposición de las interferencias que estén a su cargo, las que serán financiadas por el CONCEDENTE con cargo a sus propios recursos. Para tales fines se suscribirá un acuerdo, el cual deberá establecer como mínimo lo siguiente: (i) tipo de interferencia, (ii) el grado de obstrucción, (iii) actividades a realizar y obligaciones entre las Partes, (iv) el tiempo estimado para la liberación de las interferencias, y (v) el presupuesto y la forma de pago. El CONCESIONARIO no estará obligado a realizar ninguna de las actividades sin que medie acuerdo previo entre el CONCEDENTE y CONCESIONARIO respecto a los puntos anteriores, incluyendo el presupuesto y la forma de pago.

En caso la liberación de las Interferencias sea realizada por el CONCESIONARIO, conforme a lo señalado en el párrafo anterior, éste llevará a cabo los desvíos de tráfico, desvíos provisionales y/o autorizaciones para realizar las obras pertinentes para la liberación de las mismas, en coordinación con los operadores de servicios públicos y el CONCEDENTE, según corresponda, incluyendo dichas actividades en el presupuesto respectivo. El CONCEDENTE se obliga a cooperar en todas las actividades vinculadas a dicha liberación.

ESTUDIOS DEFINITIVOS DE INVERSIONES COMPLEMENTARIAS PARA OBRAS COMPLEMENTARIAS

El CONCESIONARIO deberá presentar el Estudio Definitivo por cada una de las Obras Complementarias dentro del plazo máximo previsto en el Calendario de Obras Complementarias, de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas del Apéndice 6 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

Excepcionalmente, en el caso de la Remodelación de la estación Grau y Estación Villa El Salvador, el CONCEDENTE podrá ampliar el plazo de aprobación del Estudio Definitivo por treinta (30) días calendario.

AMPLIACIONES DE PLAZO

Asimismo, para la ampliación o prórroga del plazo de ejecución de cualquier Obra Complementaria, se deberá considerar lo dispuesto en las Cláusulas 6.24 y 6.25, siempre que dicha ampliación o prórroga no sea por causa imputable al CONCESIONARIO. Dicha ampliación o prórroga no podrá ser mayor a seis (6) meses luego de la fecha prevista en los Estudios Definitivos de las Inversiones Complementarias para la firma del Acta de Aceptación de Obras Complementarias de la última Obra Complementaria.

TEMAS AMBIENTALES

En caso que para la ejecución de las Inversiones Complementarias sea necesaria la modificación de los instrumentos ambientales y se presente una demora en la aprobación de dichas modificaciones por la Autoridad Ambiental Competente de conformidad con los plazos establecidos en las Leyes y Disposiciones Aplicables, el CONCESIONARIO no será responsable por cualquier incumplimiento en la ejecución de las Inversiones Complementarias que pueda implicar dicha demora, siempre que dicha demora no sea imputable al CONCESIONARIO.

A los treinta (30) días siguientes de emitido el Estudio Definitivo, CONCEDENTE está obligado al pago de los costos de los estudios ambientales, el costo de los monitoreos durante el periodo de la Concesión, las inversiones que sean necesarias para su mitigación, y cualquier otro pago por conceptos ambientales atribuibles a las Inversiones Complementarias. Mediante Actas de Acuerdo se definirá la forma de pago de dichas obligaciones a cargo del CONCEDENTE.

El CONCEDENTE mantendrá indemne al CONCESIONARIO respecto de cualquier reclamo o acción de terceros derivado del incumplimiento de las obligaciones del CONCEDENTE contenidas en la presente Cláusula.

ACTA DE ACEPTACIÓN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS

La suscripción del Acta de Aceptación de las Obras Complementarias deberá realizarse dentro de los quince (15) Días siguientes a la fecha en que el CONCESIONARIO solicite

al CONCEDENTE y al Regulador la aceptación de la Obra Complementaria respectiva, dejándose constancia de que en caso existan observaciones que impidan la suscripción del Acta de Aceptación de las Obras Complementarias correspondiente, el Acta de Aceptación de las Obras Complementarias deberá ser suscrita dentro de los cinco (5) Días siguientes a la subsanación de las objeciones o irregularidades identificadas por el CONCEDENTE y/o el Regulador.

A partir del Día Calendario siguiente a la fecha de suscripción del Acta de Aceptación de las Obras Complementarias, se dará inicio a la Explotación de las Obras Complementarias aprobadas en el Acta de Aceptación de las Obras Complementarias respectiva.

MATERIAL RODANTE COMPLEMENTARIO

ADELANTO E HITOS DE LA INVERSIÓN EN MATERIAL RODANTE COMPLEMENTARIO

Para el financiamiento de la inversión en Material Rodante Complementario, dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la fecha de firma de la presente Adenda (i) el CONCEDENTE entregará al CONCESIONARIO el monto de US\$ 78'245,680.23 (Setenta y Ocho Millones Doscientos Cuarenta y Cinco Mil Seiscientos Ochenta y 23/100 Dólares Americanos) más el IGV correspondiente que será depositado a la cuenta que indique éste último, y (ii) el CONCESIONARIO entregará al CONCEDENTE (a) documento que acredite la Inversión en Material Rodante Complementario -Orden de compra - (conjuntamente con la factura emitida por el CONCESIONARIO), y (b) la Carta Fianza por el desembolso inicial por las inversiones en Material Rodante Complementario.

Asimismo, a efectos de financiar la inversión en Material Rodante Complementario se tendrá en cuenta lo siguiente:

- **Hitos para trenes:**

1. El CONCEDENTE reconocerá el derecho de cobro al CONCESIONARIO, por un monto equivalente a 60% por cada unidad (tren) a la entrega CIF CALLAO de cada unidad (tren) de cinco (5) coches, mediante el sistema del PAO Complementario conforme al procedimiento previsto en el Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.
2. El CONCEDENTE reconocerá el derecho de cobro al CONCESIONARIO, por un monto equivalente a 10% por cada unidad (tren) en la fecha de culminación de las Pruebas de Puesta en Marcha, mediante el sistema del PAO Complementario conforme al procedimiento previsto en el Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

Asimismo, dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de emisión del Acta de culminación de las Pruebas de Puesta en Marcha referido, el CONCEDENTE pagará al CONCESIONARIO el íntegro del monto equivalente al Impuesto General a las Ventas correspondiente al importe de cada unidad (tren) de cinco (5) coches.

- **Hitos para coches:**

1. El CONCEDENTE reconocerá el derecho de cobro al CONCESIONARIO, por un monto equivalente a 70% por cada coche en la fecha de culminación de las Pruebas de Puesta en Marcha de la unidad (tren) de seis (6) coches, mediante el sistema del PAO Complementario conforme al procedimiento previsto en el Apéndice 7 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

Asimismo, dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de emisión del Acta de culminación de las Pruebas de Puesta en Marcha referido, el CONCEDENTE pagará al CONCESIONARIO el íntegro del monto equivalente del Impuesto General a las Ventas correspondiente al importe de cada coche que se acoplará para conformar una unidad (tren) de seis (6) coches.

La aprobación de cada Hito de Inversión en Material Rodante Complementario se realizará de manera independiente por cada tren o coche, no encontrándose condicionada o sujeta a la aprobación de cualquier otro Hito de Inversión en Material Rodante Complementario de cualquier tren o coche.

La inversión en Material Rodante Complementario se encuentra detallado en el Apéndice 5 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

ESTUDIOS DEFINITIVOS DE INVERSIONES COMPLEMENTARIAS PARA EL MATERIAL RODANTE COMPLEMENTARIO

Las Partes dejan constancia de que para los nuevos trenes de cinco (5) coches se utilizará el Estudio Definitivo aprobado por Resolución Directoral N° 62-2013-MTC/33 de fecha 25 de julio de 2013 y sus modificatorias, no siendo necesario que el CONCESIONARIO presente un nuevo Estudio Definitivo para aprobación del CONCEDENTE por dichos trenes con conformación de cinco (5) coches. Se entiende que las mejoras por obsolescencia no generan una modificación del Estudio Definitivo del Material Rodante Adquirido aprobado por Resolución Directoral N° 62-2013-MTC/33.

Respecto al cambio de formación de los trenes de cinco (5) a seis (6) coches, el CONCESIONARIO deberá presentar el Estudio Definitivo de Inversiones Complementarias dentro de un plazo de seis (6) meses de efectuado el desembolso de la inversión en Material Rodante Complementario, de acuerdo a lo establecido en las Especificaciones Técnicas del Apéndice 6 Anexo 12 del Contrato de Concesión.

AMPLIACIONES DE PLAZO

Para la ampliación o prórroga del plazo de provisión de cada unidad (tren) o coche que conforma el Material Rodante Complementario, se deberá considerar lo dispuesto en la Cláusula 6.26, siempre que dicha ampliación o prórroga no sea por causa imputable al CONCESIONARIO. Dicha ampliación o prórroga no podrá ser mayor a seis (6) meses luego de la fecha prevista en el Calendario de Inversión de Material Rodante Complementario para la de Puesta en Marcha de la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches del Material Rodante Complementario.

Asimismo, en caso la inversión de cada unidad (tren) o coche que conforma el Material Rodante Complementario se retrasara por un hecho de Fuerza Mayor sustentado de conformidad con la Cláusula 19. 2 del Contrato, el CONCESIONARIO, a su solicitud, tendrá derecho a la suspensión de las obligaciones vinculadas a la inversión de Material Rodante Complementario, conforme a lo dispuesto en las Cláusulas 4.2 a 4.6.

El Concesionario deberá disponer cada unidad (tren) o coche que conforma del Material Rodante Complementario de acuerdo a lo dispuesto en el Calendario de Inversión de Material Rodante Complementario. Las Pruebas del Material Rodante Complementario se realizarán en cada oportunidad que una unidad (tren) o unidades (trenes) que componga(n) el Material Rodante Complementario sea(n) proveída(s).

PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

Las Pruebas de Puesta en Marcha para el Material Rodante Complementario están a cargo y son responsabilidad del CONCESIONARIO, se ejecutarán conforme a los Protocolos de Pruebas del Material Rodante Complementario y se realizarán en cada oportunidad que una unidad (tren) o unidades (trenes) que componga(n) el Material Rodante Complementario sea(n) proveída(s).

Las Pruebas de Puesta en Marcha para el Material Rodante Complementario se llevarán a cabo dentro del plazo establecido en los Protocolos de Pruebas del Material Rodante Complementario, el cual en ningún caso podrá ser mayor a treinta (30) Días, contados a partir de la fecha establecida en la citación que el CONCESIONARIO deberá remitir al CONCEDENTE y al Regulador.

Cada etapa de Pruebas de Puesta en Marcha para el Material Rodante Complementario se iniciará en la fecha que sea establecida por el CONCESIONARIO en la citación que deberá ser remitida por éste al CONCEDENTE y al Regulador, luego de cumplida la inversión de una unidad o unidades que compongan el Material Rodante Complementario y concluirá cuando se haya suscrito el acta final de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente, firmada por el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE con participación del Regulador en ejercicio de su facultad de supervisión, en la que se manifieste la conformidad y correcto funcionamiento del Material Rodante Complementario, lo que deberá ocurrir dentro del plazo máximo de treinta (30) Días antes indicado, salvo que el Regulador determine que el Material Rodante Complementario presenta defectos, en cuyo caso se deberá proceder conforme a lo dispuesto en la Cláusula 6.36 respecto al procedimiento y plazos de las observaciones y subsanaciones.

En cada fecha en que culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha, se deberá proceder a la emisión del CAO correspondiente a la inversión en Material Rodante Complementario respectivo conforme al procedimiento previsto en el Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato de Concesión.

Adicionalmente, las Pruebas de Puesta en Marcha deberán ser realizadas para el Material Rodante Adquirido y el Material Rodante Complementario que sea modificado para pasar a tener una conformación de seis (6) coches como consecuencia de las Inversiones Complementarias.

El Concesionario será responsable del cumplimiento del Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario y el Calendario de Obras Complementarias incluidos en el Apéndice 8 del Anexo 12, que permitan la emisión del Acta de Culminación de Pruebas de Puesta en Marcha del Material Rodante Complementario (Trenes), así como, la operación comercial del Material Rodante Complementario (Coches). En caso alguna de las Obras Complementarias no llegue a ejecutarse, según el Calendario de Obras Complementarias, por causa imputable al Concesionario, y ésta no permita la puesta en operación comercial del Material Rodante Complementario (Trenes), el Acta de culminación de la operación comercial solo se emitirá a la culminación de la Obra Complementaria que no permita las referidas pruebas de puesta en operación comercial.

PUESTA EN OPERACIÓN COMERCIAL DEL MATERIAL RODANTE COMPLEMENTARIO

La etapa de Puesta en Operación Comercial para el Material Rodante Complementario se inicia a partir de concluida la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha

correspondiente. Antes de iniciar la Puesta en Operación Comercial, el CONCESIONARIO solicitará y obtendrá los respectivos certificados de habilitación ferroviaria del Material Rodante Complementario.

Una vez concluida la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha, el CONCESIONARIO deberá notificar por escrito al CONCEDENTE con copia al Regulador, la fecha de inicio de la Puesta en Operación Comercial, la misma que se efectuará en un plazo no menor de tres (3) Días contados a partir de recibida la mencionada comunicación. En el caso específico del Material Rodante Complementario que sea modificado para pasar a tener una conformación de seis (6) coches, la fecha de inicio de la Puesta en Operación Comercial, la misma que se efectuará en un plazo no menor de un (1) Día contados a partir de recibida la mencionada comunicación.

A partir del inicio de la Puesta en Operación Comercial de cada unidad (tren), se dará inicio a la Explotación del Material Rodante Complementario correspondiente.

La etapa de Puesta en Operación Comercial para el Material Rodante Complementario concluirá en el momento en que el Regulador otorgue su conformidad con la Puesta en Operación Comercial, por escrito al CONCESIONARIO y al CONCEDENTE lo que deberá ocurrir dentro del plazo máximo de treinta (30) Días de iniciada la Puesta en Operación Comercial, salvo que el Regulador determine que el Material Rodante Complementario presenta defectos, en cuyo caso se deberá proceder conforme a lo dispuesto en la Cláusula 6.36 respecto al procedimiento y plazos para las observaciones y subsanaciones.

Una vez obtenida la conformidad del Regulador, el Acta de Conformidad respectiva deberá ser suscrita a más tardar dentro de los cinco (5) Días siguientes a la fecha en que la referida conformidad fue notificada.

RÉGIMEN DE SEGUROS ADICIONAL PARA LAS INVERSIONES COMPLEMENTARIAS

La póliza de seguro de responsabilidad civil por daños y perjuicios que se causen a los pasajeros, así como a terceros afectados como consecuencia de la explotación a que se refiere la Cláusula 12.3.1 del Contrato deberá ser incrementada a un monto mínimo de Diez Millones de Dólares (US\$ 10,000,000). Todas las demás condiciones establecidas en la Cláusula 12.3.1 continuarán siendo aplicables para la nueva póliza de seguro incrementada.

En caso el CONCEDENTE, en atención al estudio de riesgo que presente el CONCESIONARIO y el Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico del Transporte de Pasajeros en Vías Férreas que forman parte del Sistema Ferroviario Nacional o norma que lo sustituya, determine el incremento del monto mínimo de la póliza de seguro de responsabilidad civil por daños y perjuicios, el CONCESIONARIO procederá a incrementarla con cargo al presupuesto del CONCEDENTE. Mediante Acta de Acuerdo se reconocerá los costos incrementales de la póliza de seguro de responsabilidad civil por daños y perjuicios.

Adicionalmente, para efectos de las Inversiones Complementarias se deberá considerar lo siguiente:

- Un seguro bajo las mismas condiciones aplicables al seguro que debe contratarse durante la Etapa de Ejecución de Obras a que se refiere la Cláusula 12.3.2, deberá ser contratado en cada oportunidad en que se ejecuten Obras Complementarias y hasta la suscripción del Acta de Aceptación de Obras Complementarias

correspondiente, siendo que para tal efecto deberá considerarse lo dispuesto en la referida Cláusula 12.3.2, en lo que resulte aplicable. El seguro garantiza las Obras Complementarias descritas en la presente Adenda.

- El seguro sobre los Bienes de la Concesión a que se refiere la Cláusula 12.3.3 incluye aquellos Bienes de la Concesión que se deriven de Inversiones Complementarias, siendo que la cobertura mínima asegurada deberá ser revisada y actualizada por el CONCESIONARIO de acuerdo a lo que se determine en el estudio de riesgo correspondiente, el mismo que deberá ser actualizado para incluir las Inversiones Complementarias, de acuerdo a lo dispuesto en el último párrafo de la Cláusula 12.2.
- Lo dispuesto en la Sección XII del Contrato será de aplicación a las Inversiones Complementarias, según sea aplicable.

4. INICIO DE LAS OBLIGACIONES

Los plazos previstos en el Calendario de Obligaciones del Material Rodante Complementario (Trenes y Coches) y Obras Complementarias se computarán a partir del cumplimiento de desembolso inicial por la inversión en el Material Rodante Complementario.

En caso no se cumpla con la entrega de terrenos, desembolso del costo de estructuración y el desembolso inicial de la inversión de las Obras Complementarias, el CONCESIONARIO podrá suspender el plazo de sus obligaciones contractuales, no correspondiendo la aplicación al CONCESIONARIO de ninguna penalidad por Inversiones Complementarias contempladas en la presente Adenda.

APÉNDICE 2-PROCEDIMIENTO PARA EL REEMBOLSO DE INVERSIONES COMPLEMENTARIAS

1.1. PAO Complementario

El PAO Complementario será desembolsado de acuerdo al siguiente el procedimiento:

1.2.1 Aprobación del Hito de Obra Complementaria

- (i) Una vez culminado el Hito de Obra Complementaria correspondiente, el CONCESIONARIO deberá presentar al Regulador, la solicitud de aprobación del Hito de Obra Complementaria efectivamente ejecutado con el debido sustento, de conformidad con el Apéndice 7 del Anexo 12 del Contrato de Concesión y el Estudio Definitivo de las Inversiones Complementarias.

Reporte de Obra Complementaria Trimestral: Para lo indicado en el párrafo anterior y con el fin de que se vaya verificando los avances de cada Hito de Obra Complementaria, el CONCESIONARIO, de forma trimestral y de conformidad con el Apéndice 5 del Anexo 12 del Contrato y Estudio Definitivo de las Inversiones Complementarias, deberá presentar al Regulador, la solicitud de reconocimiento de avance de Obra Complementaria efectivamente ejecutado, la cual deberá contener, entre otros, el porcentaje que dicho avance representa del Hito respectivo con el debido sustento. A más tardar a los quince (15) Días de presentada la solicitud, el Regulador deberá emitir un reporte de avance de Obra Complementaria (“Reporte de Obra Complementaria”) y remitirlo al CONCEDENTE, quien contará con cinco (05) Días para su aprobación y devolución al Regulador, ello en caso de no emitir observaciones durante el plazo antes indicado. Si el Regulador tuviera observaciones a la solicitud, en dicho caso el Reporte de Obra Complementaria deberá señalar el valor observado como un porcentaje de la valorización del avance de Obra del Hito de Obra Complementaria (%Obs) correspondiente, hasta con dos decimales. Dichas observaciones del Regulador deberán realizarse por única vez. El referido porcentaje podrá ser subsanado por el CONCESIONARIO siguiendo el mismo procedimiento de este párrafo. El CONCESIONARIO tendrá un plazo de diez (10) Días para subsanar las observaciones del Regulador.

- (ii) A más tardar a los quince (15) Días de presentada la solicitud de aprobación del Hito de Obra Complementaria presentada por el CONCESIONARIO de acuerdo a lo indicado en el primer párrafo del punto (i) anterior, el Regulador deberá emitir el Reporte de Avance de Hito de Obra Complementaria y remitirlo al CONCEDENTE, ello en caso de no emitir observaciones durante el plazo antes indicado. Para tales efectos, el Regulador deberá considerar los porcentajes previamente verificados de acuerdo a lo indicado en el segundo párrafo del punto (i) anterior.

- (iii) En caso no existan observaciones, el Regulador, dentro del plazo establecido en el numeral (ii) precedente, emitirá la aprobación del Hito de Obra Complementaria.
- (iv) Si el Regulador tuviera observaciones, solicitará al CONCESIONARIO la subsanación de las mismas conforme a lo aprobado en el Estudio Definitivo de las Inversiones Complementarias. El CONCESIONARIO tendrá un plazo de diez (10) Días, para subsanarlas una vez recibidas.

Una vez subsanadas las observaciones, el Regulador emitirá la aprobación del Hito de Obra Complementaria, conforme a lo establecido en el Numeral (iii) precedente.

- (v) Una vez emitida la aprobación del Hito de Obra Complementaria, el Regulador contará con un plazo no mayor a dos (02) Días para remitirla al CONCEDENTE. Con la presentación y aprobación del Hito de Obra Complementaria, el Regulador, en un plazo de cinco (05) Días, procederá a la emisión del Certificado de Avance de Obra respectivo (en adelante "CAO").
- (vi) El CAO emitido contendrá:
- La identificación del Hito de Obra Complementaria
 - El Porcentaje que representa el Hito de Obra Complementaria, el cual se calculará con dos decimales.
- (vii) Con la aprobación del Hito de Obra Complementaria, se procederá a la aceptación de la Obra Complementaria mediante el Acta de Aceptación de Obras Complementarias.
- (viii) Los conceptos y procedimientos contenidos en las cláusulas anteriores se aplicarán de manera individual por cada Hito de Obra Complementaria de cada Obra Complementaria.
- (ix) Producto de la emisión de un CAO se generarán derechos de cobro del PAO Complementario que serán pagados en Dólares. Cada CAO correspondiente a una determinada Obra Complementaria dará origen a cincuenta y seis (56) pagos trimestrales (la "Cuota Trimestral PAO"), correspondientes al respectivo PAO Complementario. Corresponde al CONCEDENTE pagar al CONCESIONARIO el íntegro del monto del Impuesto General a las Ventas que se genere.
- (x) Las Obras Complementarias podrán ser financiados, de manera conjunta o de manera independiente respecto del Material Rodante Complementario, mediante una o más operaciones de financiamiento.
- (xi) Para tales efectos, se calculará las Cuotas Trimestral PAO a pagar de cada CAO de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CPAO_{obras} = IC * fc_1$$

Donde:

CPAO _{obras}	Cuota trimestral a pagar de forma diferida, por cada Obra Complementaria correspondiente al Hito de Obra Complementaria.
IC	Importe resultante de aplicar el porcentaje establecido en el CAO respectivo sobre el Valor de Obras Complementarias Ajustado.
fc ₁	Factor de conversión a cuotas trimestrales correspondiente a 56 trimestres.

Para el cálculo de fc₁ se considerará la siguiente fórmula:

$$fc_1 = \frac{i * (1 + i)^x}{(1 + i)^x - 1}$$

Donde:

$$I = (1 + \text{Tasa de Cálculo Obras})^{90/360} - 1$$

$$X = 56$$

- (xii) En el Apéndice 5 del Anexo 12 se precisa que el PAO Complementario reconocido a favor del Concesionario será de acuerdo a los porcentajes establecidos en el Título Obras Complementarias, el cual considera el Desembolso Inicial por Inversiones en Obras Complementarias.
- (xiii) Una vez emitido el último CAO de las Obras Complementarias (en el supuesto a) del acápite (iii) del numeral 1.2.4 del Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato, el CONCEDENTE en un plazo de 5 días hábiles deberá remitir al Fiduciario y al CONCESIONARIO el cronograma de emisión de los CPAO_{obras}, de acuerdo a lo previsto en la fórmula establecida en el numeral (xi), así como, la fecha de pago de los mismos de acuerdo al Apéndice 5 del Anexo 12 de la Cuarta Adenda al Contrato.

Si por el contrario, no se hubiese emitido el último CAO de las Obras Complementarias por haberse verificado el supuesto previsto b) del acápite (iii) del numeral 1.2.4 del Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato, el CONCEDENTE en un plazo de 5 días hábiles contados desde la fecha prevista en el Apéndice 8 del Anexo 12 del Contrato para la firma del Acta de Aceptación de las Obras Complementarias correspondiente a la última Obra Complementaria, deberá remitir al Fiduciario y al CONCESIONARIO el cronograma de emisión de los CPAO_{obras}, de acuerdo a lo previsto en la

fórmula establecida en el numeral (xi), así como, la fecha de pago de los mismos de acuerdo al Apéndice 5 del Anexo 12 de la Cuarta Adenda al Contrato.

1.2.2 Aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes)

- (i) Una vez cumplido el Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes) correspondiente de conformidad con Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario, el CONCESIONARIO deberá presentar al Regulador, la solicitud de aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes) debiendo sustentar la ejecución del mismo.
- (ii) El Regulador, a más tardar a los quince (15) Días de presentada la solicitud, deberá pronunciarse sobre la conformidad de la misma.
- (iii) En caso no existan observaciones, el Regulador, dentro del plazo establecido en el numeral (ii) precedente, emitirá la aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes) conforme a lo establecido en el Estudio Definitivo vigente.
- (iv) Si el Regulador tuviera observaciones, solicitará al CONCESIONARIO la subsanación de las mismas conforme a lo aprobado en el Estudio Definitivo vigente. El CONCESIONARIO tendrá un plazo de diez (10) Días, para subsanarlas una vez recibidas.

Una vez subsanadas las observaciones, el Regulador emitirá la aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (trenes), conforme a lo establecido en el Numeral (iii) precedente.
- (v) Una vez emitida la aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes), el Regulador contará con un plazo no mayor a dos (02) Días para remitirla al CONCEDENTE. Con la presentación y aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes), el Regulador, en un plazo de cinco (05) Días, procederá a la emisión del CAO respectivo.
- (vi) El CAO emitido contendrá:
 - La identificación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes)
 - El Porcentaje que representa el Hito Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes), el cual se calculará en dos decimales.
- (vii) Luego de liquidado el último Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes), se procederá a la aceptación del Material Rodante Complementario (Trenes) respectivo mediante el Acta de Conformidad de Material Rodante Complementario.
- (viii) Los conceptos y procedimientos contenidos en las cláusulas anteriores se aplicarán de manera individual por cada Hito de Inversión en Material

Rodante Complementario de cada Material Rodante Complementario (Trenes).

- (ix) Producto de la emisión de un CAO se generarán derechos de cobro del PAO Complementario que será pagado en Dólares. Cada CAO correspondiente a la inversión en un determinado Material Rodante Complementario (Trenes) dará origen a cincuenta y seis (56) pagos trimestrales (la "Cuota Trimestral PAO"), correspondientes al respectivo CPAO Complementario. Corresponde al CONCEDENTE pagar al CONCESIONARIO el íntegro del monto del Impuesto General a las Ventas que se genere.
- (x) La inversión en trenes y/o coches podrán ser financiados, de manera conjunta o de manera independiente, entre ellos y respecto a las Obras Complementarias, mediante una o más operaciones de financiamiento.
- (xi) Para tales efectos, se calculará las Cuotas Trimestral PAO a pagar de cada CAO de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CPAO_{trenes} = IC_j * fc_2$$

Donde:

CPAO _{Trenes}	Cuota trimestral a pagar de forma diferida, por cada tren correspondiente al Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Trenes).
IC _j	Importe resultante de aplicar el porcentaje establecido en el CAO respectivo sobre el Valor de Inversión en Material Rodante Complementario Ajustado (Trenes).
fc ₂	Factor de conversión a cuotas trimestrales correspondiente a 56 trimestres.

Para el cálculo de fc₂ se considerará la siguiente fórmula:

$$fc_2 = \frac{i * (1 + i)^x}{(1 + i)^x - 1}$$

Donde:

$$i = (1 + \text{Tasa de Cálculo Trenes})^{90/360} - 1$$

- (xii) En el Apéndice 5 del Anexo 12 se precisa que el PAO Complementario reconocido a favor del Concesionario será de acuerdo a los porcentajes establecidos en el Título Material Rodante Complementario (Trenes), el cual considera el Desembolso Inicial por Inversiones en Material Rodante Complementario (Trenes).
- (xiii) Una vez emitido el último CAO Material Rodante Complementario (Trenes), (en el supuesto a) del acápite (i) del numeral 1.2.4 del Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato, el CONCEDENTE en un plazo de 5 días hábiles deberá remitir al Fiduciario y al CONCESIONARIO el cronograma de emisión de los CPAO_{Trenes}, de acuerdo a lo previsto en la fórmula establecida en el numeral (xi), así como, la fecha de pago de los mismos de acuerdo al Apéndice 5 del Anexo 12 de la Cuarta Adenda al Contrato.

Si por el contrario, no se hubiese emitido el último CAO Material Rodante Complementario (Trenes) por haberse verificado el supuesto previsto b) del acápite (i) del numeral 1.2.4 del Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato, el CONCEDENTE en un plazo de 5 días hábiles contados desde la fecha prevista en el Apéndice 8 del Anexo 12 del Contrato para para la conclusión de la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches, deberá remitir al Fiduciario y al CONCESIONARIO el cronograma de emisión de los CPAO_{obras}, de acuerdo a lo previsto en la fórmula establecida en el numeral (xi) , así como, la fecha de pago de los mismos de acuerdo al Apéndice 5 del Anexo 12 de la Cuarta Adenda al Contrato.

1.2.3 Aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches)

- (i) Una vez cumplido el Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches) correspondiente de conformidad con Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario, el CONCESIONARIO deberá presentar al Regulador, la solicitud de aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches) debiendo sustentar la ejecución del mismo.
- (ii) El Regulador, a más tardar a los quince (15) Días de presentada la solicitud, deberá pronunciarse sobre la conformidad de la misma.
- (iii) En caso no existan observaciones, el Regulador, dentro del plazo establecido en el numeral (ii) precedente, emitirá la aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches) conforme a lo establecido en el Estudio de las Inversiones Complementarias.
- (iv) Si el Regulador tuviera observaciones, solicitará al CONCESIONARIO la subsanación de las mismas conforme a lo aprobado en el Estudio de las Inversiones Complementarias. El CONCESIONARIO tendrá un plazo de diez (10) Días, para subsanarlas una vez recibidas.

Una vez subsanadas las observaciones, el Regulador emitirá la aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches), conforme a lo establecido en el Numeral (iii) precedente.

- (v) Una vez emitida la aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches), el Regulador contará con un plazo no mayor a dos (02) Días para remitirla al CONCEDENTE. Con la presentación y aprobación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches), el Regulador, en un plazo de cinco (05) Días, procederá a la emisión del CAO respectivo.
- (vi) El CAO emitido contendrá:
 - La identificación del Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches)
 - El Porcentaje que representa el Hito Inversión en Material Rodante Complementario (Coches), el cual se calculará en dos decimales.
- (vii) Luego de liquidado el último Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches), se procederá a la aceptación del Material Rodante Complementario (Coches) respectivo mediante el Acta de Conformidad de la Inversión en Material Rodante Complementario.
- (viii) Los conceptos y procedimientos contenidos en las cláusulas anteriores se aplicarán de manera individual por cada Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches) de cada Material Rodante Complementario.
- (ix) Producto de la emisión de un CAO se generarán derechos de cobro del PAO Complementario que será pagado en Dólares. Cada CAO correspondiente a un determinado Material Rodante Complementario (Coches) dará origen a cincuenta y seis (56) pagos trimestrales (la "Cuota Trimestral PAO"), correspondientes al respectivo CPAO Complementario. Corresponde al CONCEDENTE pagar al CONCESIONARIO el íntegro del monto del Impuesto General a las Ventas que se genere.
- (x) Los trenes y/o coches podrán ser financiados, de manera conjunta o de manera independiente, entre ellos y respecto a las Obras Complementarias, mediante una o más operaciones de financiamiento.
- (xi) Para tales efectos, se calculará las Cuotas Trimestral PAO a pagar de cada CAO de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CPAO_{Coches} = IC_j * fc_3$$

Donde:

$CPAO_{Coches}$

Cuota trimestral a pagar de forma diferida, por cada coche correspondiente al Hito de Inversión en Material Rodante Complementario (Coches).

IC _i	Importe resultante de aplicar el porcentaje establecido en el CAO respectivo sobre el Valor de Inversión en Material Rodante Complementario Ajustado (Coches).
fc ₃	Factor de conversión a cuotas trimestrales correspondiente a 56 trimestres.

Para el cálculo de fc₃ se considerará la siguiente fórmula:

$$fc_3 = \frac{i * (1 + i)^x}{(1 + i)^x - 1}$$

Donde:

$$I = (1 + \text{Tasa de Cálculo Coches})^{90/360} - 1$$

$$X = 56$$

- (xii) En el Apéndice 5 del Anexo 12 se precisa que el PAO Complementario reconocido a favor del Concesionario será de acuerdo a los porcentajes establecidos en el Título Material Rodante Complementario (Coches), el cual considera el Desembolso Inicial por Inversiones en Material Rodante Complementario (Coches).
- (xiii) Una vez emitido el último CAO Material Rodante Complementario (Coches), en el supuesto a) del acápite (ii) del numeral 1.2.4 del Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato, el CONCEDENTE en un plazo de 5 días hábiles deberá remitir al Fiduciario y al CONCESIONARIO el cronograma de emisión de los CPAO_{coches}, de acuerdo a lo previsto en la fórmula establecida en el numeral (xi), así como, la fecha de pago de los mismos de acuerdo al Apéndice 5 del Anexo 12 de la Cuarta Adenda al Contrato.

Si por el contrario, no se hubiese emitido el último CAO Material Rodante Complementario (Coches) por haberse verificado el supuesto b) del acápite (ii) del numeral 1.2.4 del Apéndice 2 del Anexo 12 del Contrato, el CONCEDENTE en un plazo de 5 días hábiles contados desde la fecha prevista en el Apéndice 8 del Anexo 12 del Contrato para para la conclusión de la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches, deberá remitir al Fiduciario y al CONCESIONARIO el cronograma de emisión de los CPAO_{coches}, de acuerdo a lo previsto en la fórmula establecida en el numeral (xi), así como, la fecha de pago de los mismos de acuerdo al Apéndice 5 del Anexo 12 de la Cuarta Adenda al Contrato.

1.2.4 Temas adicionales PAO Complementario

El PAO Complementario será calculado mediante el procedimiento previsto en el presente Apéndice 2 y comprende las cuotas trimestrales que se pagarán por la ejecución de las Inversiones Complementarias por parte del CONCESIONARIO, según corresponda.

Los CAO serán emitidos de acuerdo al formato establecido en el Apéndice 4 del Anexo 12.

Los derechos de cobro del PAO Complementario correspondientes a una determinada Inversión Complementaria serán pagados a partir de (en adelante, cada una de las siguientes, la “Primera Fecha de Pago del PAO Complementario”):

(i) lo que ocurra primero entre (a) el último Día del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches, para el caso del PAO Complementario correspondiente a las unidades (trenes) con conformación de cinco (5) coches de la Inversión en Material Rodante Complementario; y, (b) el último día hábil del Semestre Calendario siguiente a la fecha prevista en el Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario para la conclusión de la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches; en el supuesto del literal a), en caso que la culminación de la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de cinco (5) coches se realice dentro de los últimos dos (2) meses del Semestre Calendario, la Primera Fecha de Pago del PAO Complementario será el último día del Trimestre Calendario inmediatamente siguiente al vencimiento del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de Prueba de Puesta en Marcha antes indicado;

(ii) lo que ocurra primero entre (a) el último Día del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches, para el caso del PAO Complementario que remunera los coches del Material Rodante Complementario; y, (b) el último día hábil del Semestre Calendario siguiente a la fecha prevista en el Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario para la conclusión de la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches; en el supuesto del literal a), en caso que la culminación de la etapa de Pruebas de Puesta en Marcha correspondiente a la última unidad (tren) con conformación de seis (6) coches se realice dentro de los últimos dos (2) meses del Semestre Calendario, la Primera Fecha de Pago del PAO Complementario será el último Día del Trimestre Calendario inmediatamente siguiente al vencimiento del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de Prueba de Puesta en Marcha antes indicado;

(iii) lo que ocurra primero entre (a) el último Día del Semestre Calendario correspondiente en que se firme el Acta de Aceptación de las Obras Complementarias de la última Obra Complementaria, para el caso del PAO Complementario que remunera las Obras Complementarias; y, (b) el último día hábil del Semestre Calendario siguiente a la fecha prevista en el Calendario de Obras Complementarias para la firma del Acta de Aceptación de las Obras Complementarias correspondiente a la última Obra Complementaria. En el supuesto del literal a), en caso que se firme el Acta de Aceptación de las Obras Complementarias de la última Obra Complementaria dentro de los últimos dos (2) meses del Semestre Calendario, la Primera Fecha de Pago del PAO

Complementario será el último Día del Trimestre Calendario inmediatamente siguiente al vencimiento del Semestre Calendario correspondiente en que culmine la etapa de Prueba de Puesta en Marcha antes indicado;

Conforme a lo anterior, el pago de los derechos de cobro del PAO Complementario se llevará a cabo en el último Día hábil de los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre de cada Año de la Concesión a partir de la Primera Fecha de Pago del PAO Complementario para los Trenes, Coches y Obras Complementarias.

El CONCEDENTE pagará al CONCESIONARIO los PAO Complementarios durante cincuenta y seis (56) trimestres.

Tratándose de los CAO de una determinada Inversión Complementaria que sean emitidos por cualquier motivo con posterioridad a la Primera Fecha de Pago del PAO Complementario correspondiente, los pagos por concepto de PAO Complementario correspondientes a los referidos CAO se efectuarán el último Día del trimestre calendario siguiente a la fecha de emisión del CAO respectivo, durante 14 (catorce) años.

Los desembolsos del pago del PAO Complementario se canalizarán a través del Fideicomiso.

En caso diez (10) días antes de la fecha de pago del PAO Complementario, los recursos disponibles en el Fideicomiso no sean suficientes para cumplir con las obligaciones de pago respecto de los PAO Complementarios en los plazos establecidos, la diferencia será cubierta con los aportes del CONCEDENTE mediante el pago oportuno al Fideicomiso de los importes que resulten necesarios para el pago del PAO Complementario, siendo que el CONCEDENTE deberá llevar a cabo todas las acciones presupuestarias necesarias a fin de que se cumpla con la transferencia efectiva al Fideicomiso con un plazo de anticipación no menor a cinco (5) Días anteriores a la fecha de pago correspondiente, de los recursos necesarios para atender el pago de las Cuotas Trimestrales PAO Complementario de manera oportuna, en cada fecha de pago de acuerdo al Contrato.

Conforme a lo anterior, el CONCEDENTE deberá llevar a cabo todas las acciones presupuestarias requeridas para programar y presupuestar, por cada año fiscal, los recursos necesarios para el cumplimiento del pago oportuno del PAO Complementario, con el plazo de anticipación que resulte necesario a tal efecto.

La Caducidad de la Concesión, por cualquier causa, no limitará, condicionará o afectará bajo concepto alguno la obligación de pago del CONCEDENTE de los derechos de cobro del PAO Complementario.

APÉNDICE 3-MODELO DE CERTIFICADO DE AVANCE DE OBRA

CERTIFICADO DE AVANCE DE OBRA (CAO)
CAO N°

CONTRATO DE CONCESIÓN PARA EL DISEÑO, FINANCIAMIENTO, CONSTRUCCIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO MAYOR PARA LOS TRENE NUEVOS Y EXISTENTES (incluye las vías de acceso al mismo) EN EL SEGUNDO NIVEL DEL PATIO TALLER UBICADO EN VILLA EL SALVADOR, PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE ADQUIRIDO Y EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO ESPECIAL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO, LÍNEA 1, VILLA EL SALVADOR-AV. GRAU- SAN JUAN DE LURIGANCHO.

El presente Certificado de Avance de Obra se emite de conformidad con lo establecido en el Anexo XX del Contrato de Concesión para el proyecto “Contrato de Concesión para el diseño, financiamiento, construcción del taller de mantenimiento mayor para los trenes nuevos y existentes (incluye las vías de acceso al mismo) en el segundo nivel del patio taller ubicado en villa el salvador, provisión de material rodante adquirido y explotación del proyecto especial sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao, Línea 1, Villa el Salvador-Av. Grau-San Juan de Lurigancho”, suscrito con fecha _____, entre el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (CONCEDENTE) y la empresa..... (el “CONCESIONARIO”).

Certificado de Avance de Obra

EL REGULADOR certifica que el CONCESIONARIO ha cumplido con ejecutar un Hito de Obra Complementaria / Hito de Inversión en Material Rodante Complementario conforme las exigencias técnicas establecidas en los Estudios Definitivos, Estudios Definitivos de Inversiones Complementarias o en el Calendario de Provisión de Material Rodante Complementario, según corresponda.

Asimismo certifica que la emisión del presente CAO presenta la culminación de un Hito:

Porcentaje que representa el [Hito de Obra Complementaria]/[Hito de Inversión en Material Rodante Complementario], de conformidad con los Estudios Definitivos, Estudios Definitivos de Inversiones Complementarias o en el Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario, según corresponda.%
--	--------

Emitido por el Regulador a los ---- días del mes de ---- de -----

APÉNDICE 4-PROCEDIMIENTO DE PAGO DEL PKT₃

El PKT₃ asciende a S/. 53.5 Soles por Kilometro Garantizado calculado para el año 2017. El importe no incluye el Impuesto General a las Ventas (IGV). Dicho importe tiene por finalidad retribuir al CONCESIONARIO por los costos de operación y mantenimiento de las Inversiones Complementarias. El PKT₃ entrará en vigencia a partir de la fecha de inicio de Puesta en Operación Comercial del primer tren Material Rodante Complementario.

Los Kilómetros recorridos en exceso a los Kilómetros garantizados no pueden ser considerados Kilómetros Adicionales salvo que hayan sido debidamente aprobados por el CONCEDENTE.

1. Ajuste del Precio por Kilómetro Tren de las Inversiones Complementarias–PKT₃

El valor del PKT₃ será ajustado al inicio de cada Año Calendario, a partir del año 2018, conforme a la siguiente fórmula:

$$PKT_{3t} = PKT_3 * (IPM_{t-1} / IPM_0)$$

Donde:

PKT_{3t}: Es el Precio por Kilómetro Tren de las Inversiones Complementarias ajustado, expresado en Soles, vigente al Año Calendario t. Este no incluye el Impuesto General a las Ventas y cualquier otro tributo aplicable.

PKT₃: Es el Precio por Kilómetro Tren de las Inversiones Complementarias expresado en Soles establecido para el Material Rodante Complementario.

IPM_{t-1}: Índice de Precios al por Mayor publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) correspondiente al mes de diciembre del Año Calendario t-1.

IPM₀: Índice de Precios al por Mayor publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) correspondiente al mes de diciembre del año 2016.

Este ajuste se realizará anualmente durante el mes de febrero de cada Año Calendario. El CONCESIONARIO deberá comunicar al Regulador y al CONCEDENTE el importe del PKT₃ ajustado, a más tardar diez (10) Días Calendario anteriores a la culminación del mes de febrero del Año Calendario.

2. Procedimiento del cálculo del Pago por Kilómetro Garantizado de las Inversiones Complementarias

El cálculo del pago por Kilómetro Garantizado de las Inversiones Complementarias se determinará conforme a lo siguiente:

$$\text{Pago KGt}_3 = PKT_3 * KGt_3$$

Donde:

- Pago KG_{t3}: Corresponde al pago por Kilómetro Garantizado de las Inversiones Complementarias
- PKT₃: Corresponde al Precio por Kilómetro Tren de las Inversiones Complementarias
- KG_{t3}: Son los Kilómetros Garantizados por el CONCEDENTE y recorridos de forma efectiva por parte del CONCESIONARIO que excedan los Kilómetros Garantizados remunerados por el PKT₂, o que no hubieran sido recorridos por causas no imputables al CONCESIONARIO.

3. Procedimiento de liquidación trimestral del Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias

El Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias corresponde al pago anual que realizará el CONCEDENTE al CONCESIONARIO a partir del inicio de la puesta en operación comercial del Material Rodante Complementario. Sin perjuicio de lo indicado, el CONCEDENTE realizará desembolsos trimestrales del Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias conforme a los términos y condiciones que se describen a continuación, los mismos que deberán ser establecidos en el contrato de Fideicomiso correspondiente:

- a. El CONCESIONARIO está obligado a operar y a prestar el Servicio en la Concesión, conforme a las obligaciones descritas en el Anexo 7 del presente Contrato y que serán establecidas por el CONCEDENTE.
- b. Producto de la prestación del Servicio se realizará la recaudación diaria por el cobro de la Tarifa. El importe de la recaudación diaria será depositado por el CONCESIONARIO en la Cuenta de Recaudación del Fideicomiso como máximo una vez por semana.
- c. El CONCESIONARIO deberá remitir al Regulador, dentro de los primeros cinco (05) Días de cada mes, un informe de recaudación diaria, para que éste último pueda verificar la información recibida.
- d. El Regulador deberá verificar si la información indicada en el informe de recaudación coincide con la información obtenida por éste a través de la documentación presentada y exigida en el Anexo 7. Luego de verificar dicha información, dentro de un plazo no mayor a diez (10) Días Calendario contados a partir del inicio de los meses de enero, abril, julio y octubre de cada Año de la Concesión, luego de iniciada la Explotación del Material Rodante Complementario, el Regulador remitirá al CONCEDENTE una liquidación debidamente aprobada por el Regulador, que contendrá el valor estimado del pago de todos los kilómetros recorridos de las Inversiones Complementarias en el trimestre anterior.

La liquidación trimestral de los Kilómetros Recorridos de las Inversiones Complementarias será calculada por el Regulador como sigue:

$$LPKR3x = (KGt3x * PKT_{3t}) * FP$$

Donde:

LPKR_{3x}: Corresponde a una liquidación trimestral por los kilómetros recorridos en exceso a los kilómetros garantizados pagados con PKT₂ durante un trimestre “x”

KGt_{3x}: Kilómetros Garantizados por el CONCEDENTE para las Inversiones Complementarias durante el trimestre “x”. Los Kilómetros Garantizados para las Inversiones Complementarias se calcularán restando del total de Kilómetros Garantizados aplicable, los Kilómetros Garantizados remunerados por el PKT₂. El monto de Kilómetros Garantizados trimestrales para las Inversiones Complementarias, resultará de dividir los Kilómetros Garantizados anuales para las Inversiones Complementarias entre 4.

PKT_{3t}: Corresponde al Precio por Kilómetro Tren de las Inversiones Complementarias expresado en Soles establecido para el Material Rodante Complementario.

El PKT_{3t} a ser utilizado inicialmente será el importe indicado en la definición de PKT₃. A partir del año 2018 el PKT_{3t} será aquel precio ajustado que se determine siguiendo el procedimiento del Numeral 1 del presente Apéndice.

FP: Factor de penalización por calidad de servicio ($1,00 \geq FP \geq 0.855$)

- e. La liquidación trimestral de los Kilómetros Tren Recorridos de las Inversiones Complementarias, remitida por el Regulador en el plazo indicado en el Literal anterior, deberá ser aprobada por el CONCEDENTE dentro de los cinco (5) Días posteriores a su recepción. El CONCEDENTE luego de la aprobación de la liquidación trimestral antes indicada, contará con cinco (5) Días adicionales para realizar el depósito trimestral del monto del Cofinanciamiento necesario para el pago trimestral del Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias y la instrucción de dicho desembolso al Fideicomiso. El desembolso de esta liquidación trimestral se realizará conforme al procedimiento establecido en el Literal G del Apéndice 3 del Anexo 4.
- f. Las fechas de pago trimestral del Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias se realizarán como máximo el último Día de los meses de enero, abril, julio y octubre, el que resulte inmediato posterior a la fecha del inicio de la Explotación de las Inversiones Complementarias. En la misma fecha en la que se realice el Pago del Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias se pagará el Impuesto General a las Ventas (IGV) correspondiente a dichos importes.
- g. Para efectos del primer trimestre calendario del primer año de la Explotación de las Inversiones Complementarias y el último trimestre calendario del último año de la Explotación de las Inversiones Complementarias, la liquidación trimestral por Kilómetros Tren Recorridos de las Inversiones Complementarias será el resultado de multiplicar el Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias trimestral por un factor que represente la proporción del trimestre. Dicho factor será el resultado de dividir el número de días recorridos efectivamente operados por el CONCESIONARIO entre noventa (90).
- h. El procedimiento para el desembolso por parte del Fideicomiso de la liquidación del pago trimestral de los Kilómetros Tren Recorridos de las Inversiones

Complementarias será el mismo que se detalla en el Apéndice 3 del Anexo 4 para el pago trimestral de los Kilómetros Tren Recorridos.

El CONCEDENTE no hará ninguna retención, deducción o compensación respecto de los montos sin IGV indicados en las facturas, si a la fecha de pago el CONCESIONARIO le adeuda a sus contratistas cualquier cantidad por adquisición de bienes y/o servicios, multas, indemnizaciones por concepto de daños y perjuicios, entre otros.

La única deducción que hace el CONCEDENTE en el Pago del Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias (importe sin considerar el IGV) es aquella producto de la liquidación anual explicada en el Numeral 4 del presente Apéndice.

El CONCEDENTE liquidará directamente al CONCESIONARIO el IGV del pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias, de acuerdo a las Leyes y Disposiciones Aplicables.

4. Cálculo y Liquidación anual del Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias

El Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias incluye el pago por Kilómetros Garantizados de las Inversiones Complementarias, y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Pago KTR3t} = \text{Pago KG3t} * \text{FP}$$

Donde:

Pago KTR3t: Corresponde al Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias de periodicidad anual

Pago KG3t: Corresponde al pago anual por Kilómetro Garantizado de las Inversiones Complementarias, calculado de acuerdo a la fórmula establecida en el Numeral 2 del presente Apéndice

FP: Factor de penalización por calidad de servicio ($1,00 \geq \text{FP} \geq 0.855$), de acuerdo a lo indicado en el Anexo 7 del presente Contrato. Este factor tomará en cuenta los niveles anuales.

El Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias se realizará a través del Fideicomiso. El CONCEDENTE depositará el IGV que corresponda, de acuerdo a las Leyes Aplicables, en la cuenta bancaria que indique el CONCESIONARIO.

El procedimiento para la liquidación anual del Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias se realizará conforme a los términos y condiciones siguientes, que deberán ser establecidos en el contrato de Fideicomiso correspondiente:

- a. Sin perjuicio del procedimiento indicado en el Numeral 3 del presente Apéndice, el primer trimestre de cada Año de la Concesión, el CONCESIONARIO deberá entregar al Regulador, con copia al CONCEDENTE, los estados financieros auditados, del Año de la Concesión anterior, los cuales deberán incluir un reporte con los kilómetros anuales recorridos de las Inversiones Complementarias, con la finalidad que el Regulador determine la liquidación anual del Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias. El Regulador contará con treinta (30) Días Calendario, a partir de la entrega de la información

antes indicada, para la determinación de la referida liquidación anual y remitirla al CONCEDENTE.

- b. El Regulador determinará si en cada Año de la Concesión los Kilómetros Recorridos de las Inversiones Complementarias por la prestación del Servicio fueron iguales, menores o superiores a los Kilómetros Garantizados asociados a las Inversiones Complementarias y procederá a determinar el Pago por Kilómetros Recorridos de las Inversiones Complementarias, de acuerdo a lo establecido en el Numeral 2 del presente Apéndice. En el caso que los Kilómetros Recorridos de las Inversiones Complementarias sean menores o iguales a los Kilómetros Garantizados de las Inversiones Complementarias, se considerará que todos los Kilómetros Recorridos de las Inversiones Complementarias fueron parte de los Kilómetros Garantizados de las Inversiones Complementarias. Si los Kilómetros Recorridos fueron mayores a los Kilómetros Garantizados, la diferencia no podrá ser considerada parte de los Kilómetros Garantizados de las Inversiones Complementarias.
- c. Posteriormente y contando con la cantidad de Kilómetros Recorridos efectivamente de las Inversiones Complementarias, el Regulador procederá a determinar el Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias, de acuerdo a la fórmula indicada en este Numeral.
- d. Los Kilómetros garantizados efectivamente recorridos que correspondan a lo previsto en el diseño original del Contrato de Concesión serán retribuidos con el PKT_2 y se regulan según lo previsto en el Numeral 7 del Apéndice 1 del Anexo 4. Una vez agotados los Kilómetros Garantizados antes indicados, los Kilómetros Garantizados de las Inversiones Complementarias serán retribuidos con el PKT_3 .
- e. Una vez que se cuente con el importe anual del Pago por Kilómetro Recorrido de las Inversiones Complementarias, el Regulador determinará el pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias y el monto reconocido al CONCESIONARIO a través de las liquidaciones trimestrales del Pago por Kilómetro Tren Recorrido de las Inversiones Complementarias, efectuadas en los meses de enero, abril, julio y octubre de cada Año de la Concesión, cuyo procedimiento se detalla en el Numeral 3 del presente Apéndice.
- f. Si la diferencia calculada por el Regulador en el punto e) precedente fuese positiva, es decir, si el Pago por Kilómetro Recorrido de las Inversiones Complementarias fuese mayor a las liquidaciones trimestrales realizadas por concepto del Pago por Kilómetro Recorrido de las Inversiones Complementarias, el Regulador informará al CONCEDENTE de tal diferencia, con la finalidad que el CONCEDENTE la apruebe e instruya al Fiduciario a realizar el pago de esta al CONCESIONARIO a más tardar a los quince (15) Días Calendario posteriores a la remisión de la liquidación por parte del Regulador, indicada en el Literal a) precedente.
- g. Si la diferencia calculada por el Regulador en el punto e) precedente fuese negativa, es decir, si el Pago por Kilómetro Recorrido de las Inversiones Complementarias fuese menor a las liquidaciones trimestrales realizadas por concepto del Pago por Kilómetro Recorrido de las Inversiones Complementarias, el Regulador informará al CONCEDENTE con el fin de que se realice el cobro de esta diferencia al CONCESIONARIO. El CONCESIONARIO tendrá tres (03) Días contados desde la recepción de la comunicación del CONCEDENTE para

depositar en la cuenta que el CONCEDENTE le indique el monto calculado en el Literal e).

El desembolso de esta liquidación anual se realizará conforme al procedimiento establecido en el Literal G del Apéndice 3 del presente Anexo.

APÉNDICE 5

Cuadro para el cálculo de los PAO's de las Inversiones Complementarias (Trenes, Coches y Obras).

El Apéndice 5 describe el mecanismo de cálculo de las cincuenta y seis (56) cuotas trimestrales del PAO de las Inversiones en Obras Complementarias, Inversiones en Material Rodante Complementario (Trenes) e Inversiones en Material Rodante (Coches) correspondientes al PAO Complementarios.

En el caso de las Inversiones Complementarias, se detalla:

1. Los hitos,
2. La Inversión Total de las Inversiones, ya sea que se trate de Obras Complementarias, Material Rodante Complementario (Trenes) y Material Rodante Complementario (Coches),
3. El porcentaje de las Inversiones Complementarias (Obras Complementarias, Trenes y Coches), aplicando el factor de actualización y el factor de conversión previsto en el Anexo 12.

Por último, se incluye el cálculo de las inversiones complementarias de Trenes, Coches y Obras Complementarias, que se presenta a continuación:

APÉNDICE 6

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MATERIAL RODANTE COMPLEMENTARIO CON CONFORMACIÓN DE SEIS (6) COCHES

APÉNDICE 6: Especificaciones Técnicas para el Material Rodante Complementario.

1.1. Objeto del suministro

Suministro de Material Rodante Complementario, que satisfaga las exigencias de estas Especificaciones Técnicas Básicas.

El CONCESIONARIO podrá presentar alternativas y/o soluciones técnicas diferentes a las aquí especificadas, para la aprobación del CONCEDENTE y el Regulador, siempre y cuando demuestre que lo propuesto cumple o supera las funcionalidades y prestaciones requeridas.

El Material Rodante deberá estar diseñado y fabricado para alcanzar una vida útil igual o superior a 35 años o 4.500.000 km., lo que ocurra primero, garantizando el cumplimiento de los Niveles de Servicio requeridos en el Contrato.

En su Estudio Definitivo, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado (PERT-CPM) y sus gráficas de barra para el suministro del material rodante solicitado, que incluya todas las etapas hasta la entrega del lote completo de trenes y demás suministros previstos en la presente especificación.

Todos los trenes suministrados en cumplimiento de esta especificación deberán ser uniformes, cualquier cambio realizado en los sistemas o en algún equipo deberá ser incorporado en la totalidad de los coches.

Se deberá garantizar la intercambiabilidad de todos los equipos principales y auxiliares, así como las partes de reemplazo entre los trenes motivo de esta especificación.

El CONCESIONARIO será el único responsable de que el estudio, fabricación y ensayos de los trenes y sus componentes respondan satisfactoriamente a las exigencias y requerimientos aquí establecidos. Asimismo, deberá diseñar los trenes buscando lograr el mínimo de los costos durante su ciclo de vida.

En caso de haber diferencias en el diseño del sexto coche estas serán reportadas en un Estudio Definitivo donde el CONCESIONARIO propondrá, para la aprobación del CONCEDENTE, los diseños de los diferentes sistemas Así mismo se someterá a la consideración del CONCEDENTE las modificaciones que sean requeridas para la integración de este sexto coche en los trenes de cinco coches.

El CONCESIONARIO contratará a su costo una auditoría de supervisión de la fabricación del Material Rodante Complementario informando del desarrollo de estas actividades al CONCEDENTE y al Regulador.

El material rodante complementario constituido por 20 trenes de 5 coches será complementado con un nuevo coche (Mb3), para formar así trenes de 6 coches. De la misma manera se suministrarán 19 coches (Mb3) que serán incorporados en los 19 trenes nuevos existentes.

1.2. Condiciones Generales de los Trenes

1.2.1 Condiciones Ambientales

La operación de los trenes de la Línea 1 se realizará al aire libre, al nivel del suelo o sobre viaducto, por lo que el material rodante se verá expuesto a las condiciones de una temperatura ambiente poco variable en el curso del año, que puede oscilar entre los 10 a 36°C con una precipitación pluvial anual promedio de 15 mm, concentrada en un período de tres meses, y una humedad relativa promedio del 90% y que alcanza al 100%. Sin embargo el material rodante se debe diseñar para soportar un servicio -15° a 45°. De manera particular debe considerarse que se trata de un medio ambiente marino, ya que la ciudad de Lima está ubicada frente al mar, y que, además, su atmósfera está expuesta a altos niveles de contaminación durante una parte significativa del año.

Se deberá garantizar la estanqueidad de todos los elementos que lo requieran (grado IP-55, según normas IEC o equivalentes), a excepción de los bogies que deberán cumplir con el grado IP-45.

También debe considerarse que los vehículos podrán estacionarse por largos períodos al aire libre sin protección específica, por lo que la temperatura en el interior de los coches puede alcanzar los 60 °C.

Sin perjuicio de lo indicado en los párrafos anteriores, las condiciones ambientales se encuentran desarrolladas en la Declaración de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado aprobados por la Autoridad Ambiental Competente.

1.2.2. Vía y Gálibo

El sistema de vía está acondicionado especialmente para permitir el rodamiento y el guiado de los coches por medio de ruedas metálicas. La vía está constituida por rieles y elementos similares a los de una vía férrea clásica, con una trocha estándar de 1.435 mm con tolerancias -2 /+3 mm.

Las condiciones límite del trazo de las vías son las siguientes:

- Rampas y pendientes de hasta 3,5%,

- Curva continúa de 70 m. de radio, en patio taller de un desarrollo superior a la longitud de dos coches enlazados tangencialmente sin acoplamiento parabólico en los alineamientos que los rodean, comprendiendo éstos, por lo menos, la longitud de un coche. Las curvas son siempre seguidas por un tramo recto de por lo menos 7,5 m antes de la contra curva.
- El peralte en curva, medido sobre la vía férrea, puede alcanzar 160 mm, los enlaces en perfil se efectúan con una inclinación que no exceda del 0,6%. No siempre es posible realizar enlaces parabólicos correctos a las entradas y salidas de curva; por lo que es necesario considerar el caso límite de enlace directo “alineación – curva” para la determinación de los esfuerzos máximos a los que serán sometidos los coches.
- Los andenes de las estaciones tendrán una altura sobre el plano de rodadura de 1.050 ± 5 mm. y estarán construidos normalmente en tramos de alineación recta y horizontal con una longitud mínima de 120 m.

Se debe garantizar que el material rodante a ser suministrado se sujetará a las dimensiones mínimas de obra del tramo construida y que las obras civiles a ser construidas cumplirán con los gálibos máximos del material rodante.

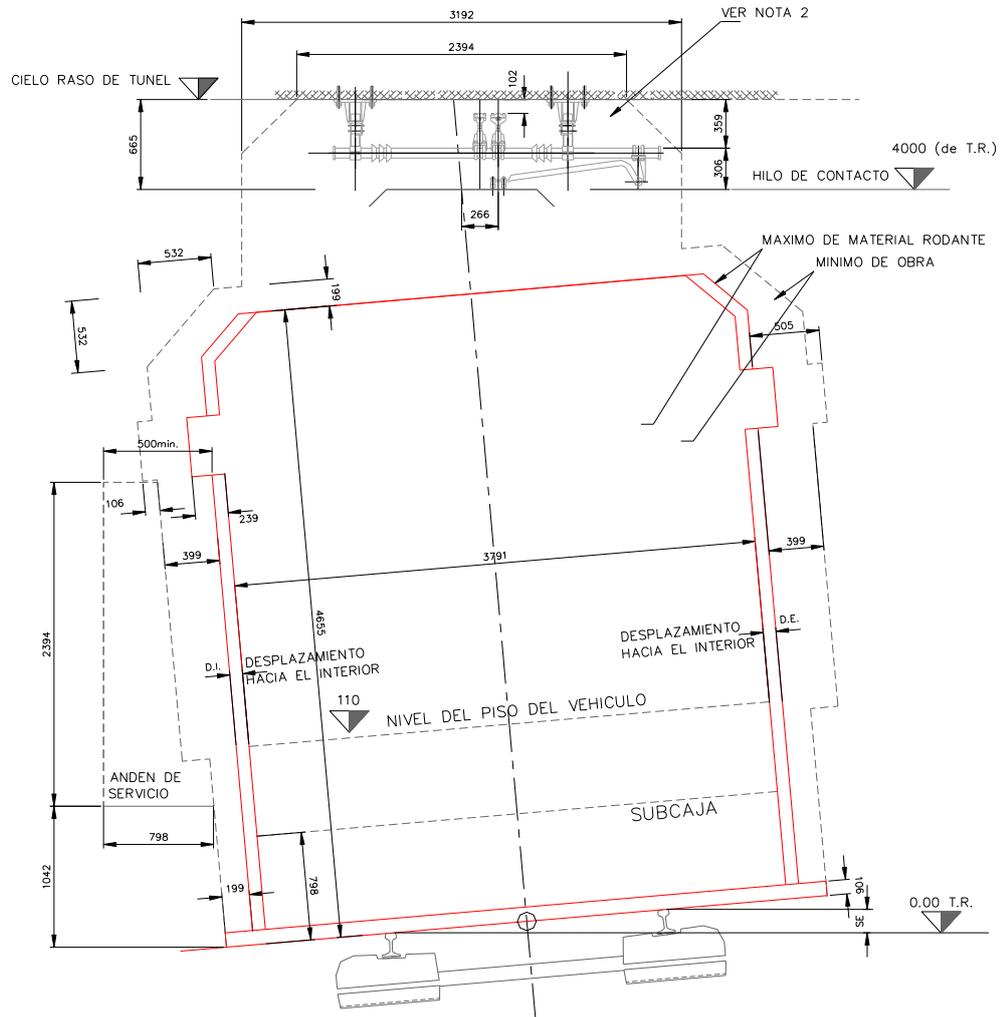
Se deberá presentar todas las dimensiones del material rodante, además de los diseños de los gálibos estático y dinámico, y la memoria de cálculo completa con todos los métodos y criterios adoptados para dichos cálculos.

En los gráficos a seguir se muestran los gálibos dentro de los cuales deben quedar inscritas las cajas y los órganos instalados bajo el bastidor. Permiten igualmente determinar las dimensiones a respetar en las maniobras de tramo recto y en curvas, de manera que se aseguren en todas las circunstancias condiciones satisfactorias de seguridad.

Las siguientes figuras son referenciales, el CONCESIONARIO deberá presentar en el Estudio Definitivo los gálibos que garanticen un funcionamiento seguro y adecuado del sistema, con el Material Rodante que proponga.

FIGURA 1. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN RECTA

FIGURA 2. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN CURVA



NOTA:

1.- S.E. VARIABLE, MAX. 16cm

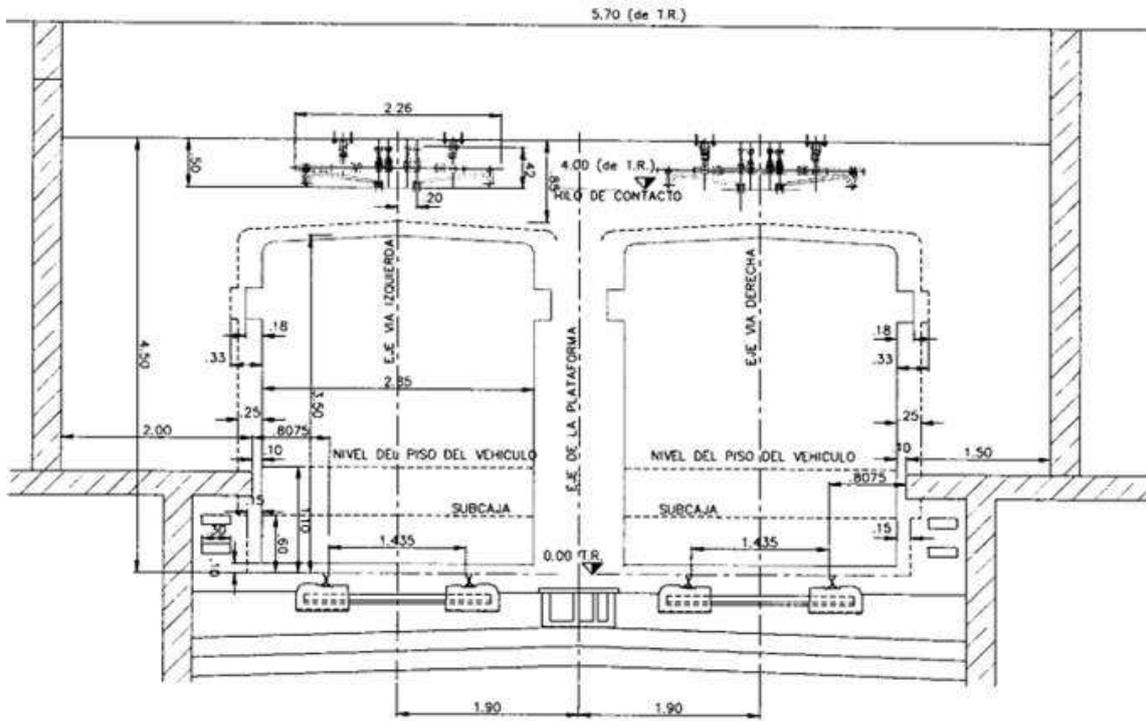
2.- D.I. Y D.E. ESTAN EN FUNCION DEL RADIO DE CURVA Y LA DISTANCIA ENTRE EJES

NOTA:

1. – S.E. VARIABLE, MAX. 16 cm.

2. – D.I. Y D.E. ESTAN EN FUNCION DEL RADIO DE CURVA Y LA DISTANCIA ENTRE EJES.

FIGURA 3. GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCIÓN TÍPICA EN ESTACIÓN (EN SUPERFICIE)



1.2.3 Tensión de Alimentación

El suministro de la energía eléctrica para la tracción se efectúa a través de una línea de contacto elevada (vía catenaria). La tensión nominal de la corriente en línea es de 1.500 Vcc. Dependiendo de las condiciones de carga de la red, esta tensión puede elevarse a 1.800 Vcc, descender aproximadamente a 1.050 Vcc y pasar bruscamente de uno de estos valores al otro. Los trenes deberán funcionar perfectamente en este intervalo de tensión.

La tensión continua de tracción, 1.500 Vcc, es distribuida por los cables aéreos que operan como polo positivo, y es captada por una escobilla montada sobre el pantógrafo de los coches con motor. El polo negativo de retorno de corriente lo constituyen los rieles de la vía férrea.

1.2.4 Composición de los Trenes, Dimensiones, Peso y Capacidad

El Tren Unidad Eléctrica (TUE) será funcionalmente independiente, cada TUE, en adelante Tren, deberá tener cabina de conducción en los extremos, contará con tres pantógrafos, equipamiento electromecánico de marcha, frenado y servicios auxiliares y deberá tener acopladores automáticos en ambos extremos.

El número de trenes nuevos suministrados por el CONCESIONARIO fue de 19 trenes de 5 coches Para la operación en toda la Línea 1.

Los 20 trenes complementarios a ser suministrados por el CONCESIONARIO serán de 5 coches que junto a los 19 trenes ya existentes con la adición de un coche motriz adicional (Mb3), permitirán alcanzar la capacidad de transporte máxima (trenes de 6 coches) obteniéndose así, la formación definitiva que se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Configuración del tren

Los trenes tendrán una composición de seis (6) coches, con la siguiente configuración: Ma1-Mb1-Mb3-R-Mb2-Ma2, donde:

- Ma1 y Ma2 son coches motores con puesto de conducción. Disponen, cada uno, de 1 enganche de unión automático en el extremo de cabina (para realizar la unión mecánica, neumática y eléctrica con otra unidad de tren de la misma serie suministrada por Alstom, o mecánica con los trenes existentes Ansaldo).
- Mb1 y Mb2 son coches motores intermedios con pantógrafo.
- Mb3 es coche motor intermedio con pantógrafo
- R es un coche remolque intermedio.

Cada uno de los coches deberá tener una capacidad mínima de 200 pasajeros (entre sentados y de pie) a capacidad de carga máxima, calculada con una densidad de 6 pasajeros de pie por metro cuadrado.

La longitud máxima de un tren, no podrá ser superior a 110 m.

Todos los coches en su interior serán similares a excepción de los coches con cabina (Ma1, Ma2)

A continuación se muestran las principales dimensiones a considerar para los coches:

Ancho máximo de la caja de un coche(rango permitido):	2.746 a 2.850 mm.
Altura del piso del coche por encima de la superficie de rodamiento (rango permitido):	1.100 a 1.150 mm.
Altura mínima de la línea de contacto existente	3.940 a 4.000 mm.
Altura máxima de la línea de contacto existente	4.700 mm.
Radio mínimo de curva	70,00 m.

Nota: Las alturas mínima y máxima de la línea de contacto existente se indican como referencia.

Nota: El CONCESIONARIO deberá garantizar que la separación del piso del coche hacia el andén, será la necesaria que otorgue la seguridad y evitar accidentes personales.

El CONCESIONARIO deberá garantizar el aislamiento de seguridad entre la línea de contacto y la parte más alta del techo de los coches, para lo cual podrá aplicar distancias mínimas de seguridad u otras soluciones técnicas debidamente sustentadas y comprobadas en su Estudio Definitivo de Ingeniería.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicarán los datos del peso de cada tipo de coche, y su "capacidad de carga máxima" (ccm) en las siguientes condiciones de 3/4 de la ccm, 4/4 de la ccm (carga nominal) y 4/3 de la ccm (sobrecarga excepcional), considerando un peso medio por pasajero de 70 kilogramos. Para tal efecto deberá considerar la ccm con una densidad de 6 pasajeros de pie / m2.

El peso de los coches con sobrecarga excepcional no deberá ser superior a la carga máxima de $12,00 \pm 3,0\%$ toneladas por eje.

El CONCESIONARIO deberá justificar con un análisis de cálculo estructural cualquier variación por encima de la carga máxima por eje definida en el párrafo precedente.

La instalación y la disposición de los asientos deberán optimizar la capacidad, la comodidad y el tiempo de entrada y salida de los usuarios. Para cumplir con este propósito, se deberá considerar una disposición lateral de los asientos.

1.2.5 Normas

Las normas que se aplicarán al estudio, fabricación, reparación y ensayos de los vehículos serán de carácter internacional.

1.2.6 Interferencias Electromagnéticas

Los trenes y sus equipos no deben ser perturbados por los campos electromagnéticos conducidos y radiados por los diversos sistemas de información, control o mando existentes en las instalaciones fijas, ni viceversa, así como por

fuentes externas. Se exige el cumplimiento de las normas IEC 50, 801, CISPR 11, UNE-EN 50121-3-2 o equivalente.

1.3 Características de los Trenes

En esta sección se describen las condiciones, tanto nominales como excepcionales, bajo las cuales operarán y darán servicio los trenes.

1.3.1 Velocidad

En recta y a nivel, la velocidad máxima impuesta a los trenes debido a la línea será igual o superior a 80 km/h. En curva, la velocidad máxima será determinada de forma tal que, tomando en cuenta el peralte local, los coches circulando a esta velocidad sean sometidos a una fuerza centrífuga como de aceleración máxima de 0,1 g ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

1.3.2 Tracción y Frenado

Las exigencias dinámicas de tracción y frenado para un tren se especifican a continuación, en cumplimiento de las hipótesis de tensión nominal de alimentación, vía recta y horizontal, y rieles secos.

El tren de seis coches, cualquiera que sea su composición, con carga nominal (4/4 de la ccm) deberá alcanzar 40 km/h en 11.1 segundos máximo, y 80 km/h en 27.7 segundos máximo, los tiempos se miden a partir de que se ordena la tracción.

La aceleración máxima en tracción no será inferior de 1,0 m/s², en cualquier condición de carga, y deberá existir la posibilidad de ajustes para la misma desde 0,6 m/s² hasta 1,0 m/s². El frenado eléctrico regenerativo deberá producir una desaceleración máxima no menor de 1,2 m/s², constante e independiente de la velocidad del tren.

El sistema de control permitirá una aceleración y desaceleración independiente de la carga.

El tren deberá estar en capacidad de recorrer vías con rampa y pendiente máxima de 5% en tramos prolongados de hasta 1.000 m con pasajeros.

El CONCESIONARIO deberá incluir en su Estudio Definitivo de Ingeniería los cálculos y simulaciones que demuestren el cumplimiento de estos requerimientos.

Frenado Eléctrico

El frenado eléctrico regenerativo deberá producir una desaceleración máxima no menor de 1,0 m/s², constante e independiente de la velocidad del tren.

El frenado eléctrico deberá actuar hasta su detención siendo sustituido por el frenado neumático, respetando el Jerk. Esta sustitución se realizará de tal manera que la desaceleración no sufra cambios durante la transición. En todos los casos en los que se demande una desaceleración mayor que el máximo que el motor pueda proporcionar, el frenado eléctrico se complementará con frenado neumático.

Para los casos en que, por cualquier causa, el frenado eléctrico no sea capaz de suministrar la desaceleración requerida en uno o más coches, éste será sustituido

o complementado por el frenado neumático en el coche afectado, sin que se presente un cambio en la desaceleración al momento de la sustitución.

Freno Reostático

El sistema deberá incluir frenado reostático, con una capacidad mínima del reóstato tal que permita frenar al tren, desde 80 km/h a la carga de 8 pas/m²

Con el propósito de obtener las máximas ventajas de recuperación de energía, el sistema deberá contar con un equipo de control que vigile en todo momento la receptividad de la línea durante el frenado, utilizando al máximo las posibilidades de este modo de frenado e inhibiendo la regeneración, en caso de corte de la alimentación a tracción.

El esfuerzo eléctrico de frenado regenerativo debe ser prioritario sobre los esfuerzos reostático y mecánico (neumático). El esfuerzo de frenado eléctrico reostático, deberá ser prioritario al esfuerzo de frenado mecánico (neumático), en caso de que el frenado regenerativo no sea posible.

En cada una de las posiciones de frenado, el tren suministrará las desaceleraciones siguientes para los estados de carga que se indica:

- Para el grado de frenado de emergencia (FE): Será un valor fijo en el rango de 1,3 a 1,5 m/s² en plano horizontal, para cualquier condición de carga del tren. Su operación será exclusivamente neumática. La desaceleración ofrecida, en el rango de 1,3 a 1,5 m/s², deberá ser considerada desde el inicio de la aplicación del frenado hasta la parada del tren, para cualquier velocidad.
- Para el grado máximo de servicio (F6): Será un valor no menor de 1,2 m/s² en terreno plano para cualquier condición de carga del tren. Su operación será conjugada, es decir, eléctrica y neumática, o sólo neumática.
- Para el grado mínimo de servicio (F1): Será un valor no menor de 0,20 m/s² en terreno plano para cualquier condición de carga del tren. Su operación será conjugada, es decir, eléctrica y neumática, o sólo neumática.
- En adición al frenado de servicio y de emergencia, y en aplicación de la norma UNE-EN 13452 - 1 y 2, los trenes contarán con el frenado de retención en parada que evita el desplazamiento del tren parado, incluso en la máxima pendiente, cuando se afloja el freno de servicio para aplicar la tracción.

Para las posiciones intermedias, aquellas entre el frenado mínimo y el frenado máximo de servicio, aun cuando el control deberá ser siempre continuo, se requiere una variación de desaceleración que sea proporcional al desplazamiento del manipulador entre las dos posiciones mencionadas.

En tracción y frenado de servicio el jerk deberá ser menor a 0,8 m/s³ con carga de 4/4 de la ccm. En frenado de emergencia el jerk deberá ser menor a 1,4 m/s³ con carga de 4/4 de la ccm. Para garantizar mejores condiciones de tracción y frenado, en condiciones de baja adherencia, se integrará en los equipos de tracción y frenado un sistema antipatinaje y antideslizamiento electrónicamente controlado.

Se incluirá un sistema de corrección automática de la tracción y del frenado en función de la carga del tren para mantener constantes las reacciones dinámicas del vehículo. Esta condición se expresa en términos de la carga por bogie, que se obtendrá midiendo la presión media procedente de los elementos de la suspensión neumática del bogie. Se deberá incluir en el Estudio Definitivo de Ingeniería la descripción del sistema con que se logrará la corrección automática. El freno de emergencia deberá ser activado para la posición de freno de emergencia del controlador maestro y/o por una llave independiente en la cabina. El frenado de emergencia se deberá activar siempre cuando haya desacoplamiento accidental de coches.

Se deberá informar el tiempo de respuesta del equipamiento de freno, considerando los componentes y equipamientos en condiciones de máximo desgaste.

Se deberá presentar las curvas de esfuerzo de tracción por velocidad y de aceleración por velocidad, para las condiciones de coche vacío y coche cargado, para tensiones de línea mínima, nominal y máxima.

1.3.3 Consumo de Energía eléctrica

El consumo de energía de los trenes propuestos deberá contemplar la capacidad de suministro de energía eléctrica de las subestaciones rectificadoras existentes y por construir.

Defínase el índice de consumo específico de energía eléctrica como:

$$I = \frac{\text{Energía eléctrica consumida por el tren en un trecho (enWh)}}{\text{Masa del tren (en toneladas)} \times \text{longitud del trecho (Km)}}$$

El índice deberá ser calculado de acuerdo con las siguientes premisas:

- Longitud del trecho igual a 1 km;
- Vía en línea recta y a nivel;
- Los coches del tren con carga de 6 pasajeros por m²;
- Velocidad máxima en el trecho de 80 km/h;
- El tren necesariamente deberá alcanzar esta velocidad y mantenerla hasta iniciar el frenado de parada;
- Máxima aceleración de partida;
- Máxima desaceleración de frenado;
- No considerar la energía regenerada;
- No considerar la energía consumida en los sistemas auxiliares;
- Tensión de red en 1500 vcc;

El fabricante deberá demostrar con simulaciones que el consumo de energía del coche es coherente con el aumento de la motorización del tren y que se mantienen los valores de Wh/Ton-Km exigidos.

1.3.4 Freno de Estacionamiento

El freno de estacionamiento deberá de impedir, de manera absoluta, el desplazamiento del tren bajo el efecto de la fuerza de gravedad hasta de una rampa de 5% cuando esté detenido con pasajeros. Esta inmovilización debe estar asegurada en las condiciones más desfavorables que puedan presentarse, incluyendo un freno de estacionamiento fuera de servicio. El freno de estacionamiento deberá ser aplicado por esfuerzo de un muelle mecánico y desaplicado por aire comprimido.

1.3.5 Ciclos de Servicio

Las prestaciones del Servicio de la Línea 1 han sido modificados en la presente Adenda para así adaptarlas a la nueva flota de trenes y a un servicio con intervalos de hasta 3 minutos en la hora punta. En tal sentido el CONCESIONARIO realizara las simulaciones de recorrido a diferentes niveles de carga que servirán para establecer los ciclos de servicio y tiempos de recorrido, estos últimos no deben superar los 54 minutos para un tiempo de viajes de un extremo a otro de la línea. Este valor será ajustado a través de los resultados de una simulación que considere la incorporación de la estación “28 de Julio” que permitirá la conexión entre Línea 2 y Línea 1. De esta simulación se obtendrá un estimado del tiempo de viaje definitivo. El cual deberá ser aprobado por el CONCEDENTE.

En caso de existir un tren inmovilizado entre dos estaciones cargado de pasajeros, impedido de reiniciar marcha por sus propios medios, el tren que prestara el auxilio luego de desalojado debe ser capaz de trasladar el tren en falla hasta la próxima estación para su respectivo desalojo y luego su retiro de la línea. Bajo esta situación las exigencias de tracción del tren de seis coches deben ser tales que el tren vacío pueda empujar o jalar el tren auxiliado por la rampa máxima y con el radio de curvatura mínimo para cumplir lo indicado en este punto.

En caso de aislamiento del freno eléctrico de un coche motor, las exigencias globales de frenado del tren se conservarán, debido a la sustitución del frenado eléctrico por el frenado neumático del coche afectado. El dimensionamiento de freno de disco debe ser tal que pueda permanecer en línea hasta por 2 horas 30 minutos con una sobrecarga excepcional de 4/3 ccm.

Las condiciones de tracción y frenado, en condiciones de baja adherencia, deben ser garantizadas a través del sistema de antipatinaje y antideslizamiento electrónicamente controlado.

Exigencias de servicio en modo degradado:

El sistema de tracción debe estar dimensionado de forma que si un coche motriz se encuentra aislado o en falla, el tren pueda seguir operando durante el resto del día. El trayecto completo entre Villa El Salvador y Bayóvar debe poder ser realizado a una velocidad comercial de 37.5 kilómetros/h y sin deriva de tiempo.

En el caso de que dos unidades de tracción se encuentren aisladas, el tren debe poder terminar su misión antes de volver al patio. En este caso se deberá alcanzar una velocidad comercial de 33,5 km/h con una deriva de 10%.

A nivel del sistema de frenos igualmente el tren en las condiciones arriba mencionadas 1 o 2 coches aislados debe ser capaz de soportar el aumento de temperatura sin daños permanentes ni generación de situaciones riesgosas para los pasajeros tales como generación de humo excesivo o incendio.

El CONCESIONARIO deberá realizar todas las simulaciones y pruebas correspondientes para permitir confirmar el correcto comportamiento de este sistema.

Así mismo, en el Estudio Definitivo de Ingeniería se deberá incluir los resultados de las simulaciones correspondientes a los ciclos de servicio para la línea completa.

1.3.6 Ruidos y Vibraciones

Los trenes deberán ser concebidos para reducir las vibraciones y el ruido con el fin de minimizar su efecto sobre los usuarios y el entorno. Deberá permitir la disminución de los ruidos y las vibraciones generados por los órganos principales y auxiliares, tanto en el interior como en el exterior de los vehículos.

El montaje de los equipos que se ubican bajo bastidor y en el interior de la caja se realizará de tal forma que se limite el nivel de ruido perceptible tanto en el interior como en el exterior del vehículo. En caso necesario, se proveerá revestimientos para el aislamiento sónico, pantallas o suspensiones elásticas. Estos elementos se fabricarán en materiales ignífugos y, además, de conformidad con la norma NF F16-101.

Asimismo, se deberá atenuar los ruidos de las diferentes paredes guarnecidas en la estructura de la caja para que las frecuencias resonantes estén desacopladas en cualquier punto del rango normal de funcionamiento.

Para tales efectos, el CONCESIONARIO deberá considerar lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental semidetallado.

Nivel de Ruido Producido en Campo Libre por un Tren:

Se deberá garantizar que, en el tren suministrado, el nivel de ruido continuo equivalente durante el tiempo de paso de un tren que circula en condiciones de campo libre, medido a 7,5 m del eje de la vía, según define la norma NFS 31-019, no excederá los 80 dBA a una velocidad estabilizada de 60 km/h \pm 5%.

Nivel de Ruido en el Interior de los Vehículos:

En el interior de los vehículos, el nivel del ruido no excederá los 74 dBA en las condiciones de: Velocidad de 50 km/h, nivel tangente y planos, vía férrea de rieles continuamente soldados, todas las puertas y ventanas cerradas, medidas a 1.200 mm del piso y 250 mm de las paredes.

Vibraciones:

Es importante dar una atención especial para asegurar una generación mínima, o bien con una atenuación adecuada de todas las vibraciones, de modo que no afecten el confort de los pasajeros. Las frecuencias propias de las vibraciones deberán satisfacer al máximo posible aquellas perjudiciales a la salud definidas por la norma ISO 2631.

1.3.7 Requisitos de calidad y confiabilidad

Las partes estructurales de los coches deberán tener una vida útil mínima de 35 años

Ciclos de mantenimiento

La inspección periódica o ciclo de mantenimiento preventivo deberá ser realizado de acuerdo a la recomendación establecida por el fabricante.

La periodicidad de la inspección de seguridad (visual) debe de ser determinada por el fabricante.

El ciclo de revisión general deberá ser como mínimo de 1.200.000 km de operación, otras actividades de mantenimiento mayor deben ser realizadas de acuerdo a la recomendación del fabricante. Todos los equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos deberán tener sus mantenimientos preventivos en intervalos iguales o múltiplos de la inspección periódica.

Se deberá suministrar por el fabricante un Plan de Conservación donde se deberá contar los procedimientos de todas las actividades preventivas con sus respectivos intervalos de ejecución.

Índices de confiabilidad.

La confiabilidad, es la capacidad de un ítem de desempeñar funciones específicas, sobre condiciones determinadas, por un intervalo de tiempo o kilometraje determinado.

La confiabilidad será medida por el MKBF (Mean Kilometres Between Failure - kilometraje medido entre fallas)

$MKBF = \text{Kilometraje acumulado del Material Rodante} / \text{Numero de fallas}$

Una falla es el término de la capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, que afecte sustancialmente el servicio de un tren, es decir que cause su puesta fuera de servicio.

Las fallas secuenciales no serán consideradas como relevantes para la validación de la confiabilidad, ya que podrían causar un efecto "en cascada" (interdependientes)

El fabricante deberá garantizar el índice de confiabilidad MKBF de cada sistema para toda la flota. Para la verificación de los MKBF, deberán ser consideradas todas las fallas que interfieran en la operación comercial del tren, sin considerar el tiempo de restablecimiento.

Considerando como referencia un kilometraje medio anual de 150.000 km por tren, los valores esperados de MKBF serán:

Sistema	MKBF (km)
Caja Cabina, consola, salón, bancos, cerraduras, paneles de revestimiento, piso, agarraderas, pasamanos, etc	240.000
Freno Comando, unidad operante, deslizamiento y patinamiento, freno de estacionamiento, sistema neumático, etc.	200.000
Iluminación y anunciadores	90.000

Reactores, inversores, instrumentación de consola, indicadores de destino, etc.	
Equipamiento Eléctrico Pantógrafos, disyuntores principales, inversores (onduladores IGBT), batería, rectificadores, etc.	120.000
Propulsión Comando, motores de tracción, inversores de marcha, contactores, etc	80.000
Puertas Comando, mecanismos, hojas de puertas, etc	120.000
Suministro de aire Compresores, desumidificadores, comando, etc.	240.000
Climatización Compresores, condensadores, evaporadores, etc	120.000
Difusión sonora Controles, fuentes, amplificadores, etc.	180.000
Acoplamientos Enganches, conexiones, cabos, tomadas, etc.	1.200.000
Bogies Estructura, suspensiones, ruedas, reductores, mecanismo de freno, etc.	600.000
Sistema de control del Tren "Data-Bus"	250.000

En caso que los valores de confiabilidad especificados no sean alcanzados, el CONCESIONARIO deberá justificar técnicamente las razones de ello, en su Estudio Definitivo de Ingeniería.

1.4 Bogies

1.4.1 Características Generales

Los bogies deberán cumplir con los requerimientos técnicos - funcionales siguientes:

- Los bogies deberán estar preparados para poder cumplir con las características indicadas el material rodante de esta especificación técnica
- El Bastidor deberá ser fabricado con piezas de acero soldado. Los cordones de soldadura deberán ser rectos de curvatura muy progresiva, se evitará la unión de tres cordones, y cuando no sea posible se interrumpirá practicando un agujero rectificado en el vértice del triedro formado.
- Deberán cumplir las prestaciones indicadas en cuanto a condiciones de resistencia y calidad de marcha de los trenes que en él se indican.
- Los bogies deberán tener buenas características de marcha en todas las velocidades hasta la máxima, baja agresividad a la vía, esfuerzos reducidos de inscripción en curva, cadena de transmisión del esfuerzo semi-suspendida, reparto uniforme de peso entre las ruedas y alto aprovechamiento de la adherencia rueda - carril.
- Serán bogies bimotores, cuyo montaje podrá ser enteramente suspendido. La suspensión primaria mediante amortiguadores caucho-acero o tipo "sandwich" en láminas de acero con goma y la secundaria neumática utilizando balonas y elementos de tope (seguridad) para el caso de falla de las mismas. El acoplamiento de

- los motores al eje será del tipo de acoplamiento dentado tipo homocinético.
- Los bogies deberán permitir el torneado de ruedas con un torno en fosa, para lo que dispondrán de los correspondientes amarres en las cajas de grasa (chumaceras).
 - Los bogies deberán requerir un mantenimiento reducido, para lo que habrá de tenerse en cuenta los puntos siguientes:
 - Simplicidad en el montaje de la caja sobre los bogies.
 - Ausencia de elementos sometidos a fricción.
 - Accesibilidad a los distintos componentes del bogie y, en especial, a los motores de tracción, de modo que su desmontaje sea sencillo y sin levantar la caja.
 - Dilatados períodos de engrases consecutivos y, cuando esta operación sea necesaria, por ejemplo en reductores, transmisiones, etc., superiores a los 100.000 km.
 - Los intervalos de revisión general de los bogies serán lo más espaciados posible, debiendo ser como mínimo de 700.000 km.
 - Los bogies de los coches motores y remolques tendrán diferencias mínimas debiéndose poder convertir fácilmente unos en otros. Como mínimo, deberán tener idénticos los bastidores.
 - Los bogies, así como los distintos elementos de su construcción, deberán ser intercambiables entre sí.
 - Con el Estudio Definitivo de Ingeniería deberán presentarse, como mínimo, la documentación y cálculos previos que a continuación se indican:
 - ✓ Planos de conjunto y detalles de los bogies que se estimen convenientes para la mejor comprensión del bogie que se ofrece.
 - ✓ Peso y características principales de los bogies.
 - ✓ Cálculos dinámicos de estabilidad del vehículo a la velocidad máxima (no inferior de 80 km/h), con perfiles de rodadura nuevos y usados.
 - ✓ Cálculo previo de las frecuencias propias de las suspensiones vertical y transversal.
 - ✓ Flexibilidad vertical y transversal de las suspensiones y frecuencia de resonancia.
 - ✓ Cálculo previo del cuerpo de eje.
 - ✓ Cálculo de la vida de los rodamientos de las cajas de grasa (chumaceras).
 - ✓ Cálculo de las prestaciones del freno de servicio y del freno de estacionamiento.
 - Siempre que sea posible, el motor de tracción admitirá engrases a realizar desde la fosa, mediante el uso de engrasadores apropiados. La unión caja - bogie se realizará por corona de bolas.
 - Al menos se dará dos tipos homologados de aceite, fácilmente localizables en el mercado.
 - El bastidor, el travesaño y demás piezas del bogie deberán estar eficazmente protegidos contra la oxidación mediante un proceso de pintado adecuado, debiéndose indicar en el Estudio Definitivo el proceso previsto y el tipo de pintura que se va a utilizar.
 - En los lados del bogie y sobre los largueros se colocarán las placas del fabricante así como la de identificación, en la que deberá figurar el anagrama del operador, año de fabricación y el número de serie.

- Las placas serán metálicas y estarán fijadas convenientemente de modo que se evite su pérdida o caída a la vía.
- Los bogies deberán tener especial resistencia al desgaste en elementos embocinados o roscados.
- Las cargas que se deberán tener en cuenta como hipótesis para el cálculo serán las estipuladas para las características de los trenes en estas especificaciones técnicas. Las pruebas estáticas y dinámicas se realizarán conforme a la Norma UIC 515, o equivalente.

En los trenes se deberán instalar dos tipos de bogies: motores y remolques.

Se contará con cuatro tipos de bogies motores, dependiendo de los equipos instalados en ellos:

- PB2: Bogie Motor con un retorno a tierra y 2 retornos de corriente.
- PB3: Bogie Motor con antena ATP, un retorno a tierra y tacómetro.
- PB4: Bogie Motor con Tren Stop, un retorno a tierra y tacómetro.
- PB6: Bogie Motor con un retorno a tierra y 2 retornos de corriente.

De la misma manera existen dos tipos de bogie remolque, dependiendo de los equipos instalados en ellos:

- TB1: Bogie remolque con 2 sensores de velocidad Cesis + 2 sensores de velocidad (antideslizamiento freno).
- TB2: Bogie remolque con 2 retornos de masa + 2 sensores de velocidad (antideslizamiento freno).

Cada caja se apoyará sobre dos bogies del mismo tipo, según la disposición mostrada a continuación.

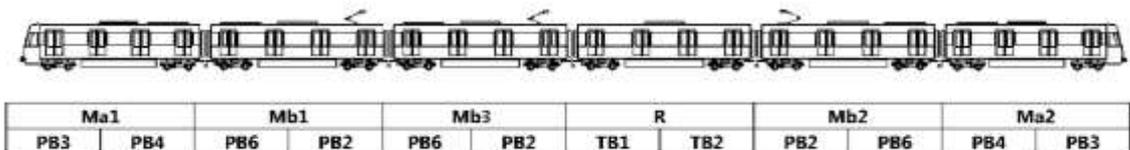


Figura 6. Distribución de los bogies en el tren

En los bogies motores se montarán dos motores de tracción que transmiten el par a un acoplamiento y a un reductor de dos etapas que descansa sobre el eje.

Tensiones máximas admisibles

Los cálculos de la estructura del bogie se efectuarán por el método de los elementos finitos, bajo dos hipótesis básicas de cargas a aplicar: Para condiciones excepcionales, como es el caso de impactos longitudinales o transversales accidentales, la estructura no debe presentar deformaciones permanentes. En ellas, la tensión de comparación corresponde al límite elástico del material utilizado.

Para condiciones de servicio repetitivas que hacen trabajar el material de fatiga. Para esta situación que es la más habitual, las tensiones de la estructura

resultantes de las diferentes combinaciones de cargas se compararán con el límite de fatiga del material, de acuerdo con el diagrama de Goodmann o de seguridad del acero en cuestión, teniendo en cuenta la alternancia de las cargas y los defectos de reducción del límite de fatiga por efectos de la soldadura.

El diagrama que se utilizará será el de seguridad que figura en el documento ore B12, Reporte 17, o equivalente, correspondiente a esta calidad de acero, que es de aplicación para estructuras ferroviarias soldadas, en el que se tienen en cuenta tanto la influencia de las soldaduras sobre los límites admisibles, como un coeficiente de seguridad del 50%.

Para calcular el valor medio de la tensión, así como de su alternancia, se tomarán los resultados de la aplicación de las cargas verticales y transversales en condiciones de carga normal, con los criterios establecidos en la Norma UIC 515 o equivalente, tomando para el cálculo de las cargas los coeficientes de $\alpha = 0,15$ y $\beta = 0,35$.

1.4.2 Bastidor del Bogie

Deberá ser de construcción completamente soldada. Las diversas secciones de los elementos que lo componen se diseñarán de modo tal que el bastidor resulte ligero y robusto al mismo tiempo.

El material del bastidor será básicamente chapa de acero laminada (LAHT – low alloy high tensile) pudiendo ser el de los soportes o accesorios acero moldeado o forjado. En cualquier caso, deberá ser de buena soldabilidad y adecuado para el tipo de construcción prevista. En el Estudio Definitivo se indicará el tipo de material así como sus características mecánicas, especificaciones de reparación, etc. y su límite de fatiga. La geometría del bastidor se diseñará de modo que se produzca un reparto racional de los esfuerzos, evitando en general la concentración de los mismos y, en particular, en los puntos de unión entre piezas, así como en la unión de largueros con traviesas intermedias y con cabeceras, en su caso. El bastidor deberá ser del tipo de ruedas internas.

Se evitará los cambios bruscos de sección del bastidor que pudieran ser origen de concentración de tensiones elevadas. Las soldaduras del bastidor deberán ser controladas por un procedimiento contrastado (rayos X, ultrasonido o partículas magnéticas), a fin de comprobar su sanidad.

En la fabricación se tenderá a eliminar las soldaduras en posición diferente a la horizontal en suelo, debiendo en cualquier caso efectuarse una correcta preparación de los bordes de las piezas antes de soldar (chaflanes, separación entre piezas, etc.).

En la fase de fabricación y antes de comenzar ésta se definirá los parámetros correspondientes a cada una de las soldaduras, debiéndose efectuar pruebas de soldadura de las principales uniones del bogie a fin de comprobar la correcta elección de parámetros. Estas pruebas se repetirán, de forma esporádica y a requerimiento de la inspección.

Los soldadores que intervengan en la reparación de los bastidores y travesaños deberán estar homologados según norma UIC 897-11 u otra equivalente para los distintos tipos de soldadura que se debe efectuar.

En el bastidor se incorporarán los soportes de los diferentes elementos del bogie, tales como motores, guiado de ejes, timonería de freno, cilindros de freno, etc.

El bastidor dispondrá de elementos de amarre, en los extremos de los largueros, para realizar el transporte del bogie en los talleres, por medio de tractor o cabrestante.

En el Estudio Definitivo se indicará el material utilizado para los principales soportes del bogie, así como sus características mecánicas, especificaciones de fabricación, etc. y el límite de fatiga.

Las principales soldaduras del bastidor deberán ser controladas por un procedimiento contrastado (rayos X, ultrasonido o partículas magnéticas), a fin de comprobar su sanidad. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicará el procedimiento que se propone para esta inspección.

Sobre uno de los primeros bastidores de bogie que se fabrique se realizarán ensayos extensométricos, para verificar las tensiones de trabajo correspondientes a las diferentes hipótesis de carga, así como ensayos de fatiga para comprobar su idoneidad para los esfuerzos a que va a estar sometido durante el servicio al que está destinado.

1.4.3 Eje Montado

Se considera eje montado al conjunto formado por un cuerpo de eje y sus dos ruedas caladas a presión sobre él. Las ruedas, así como los demás elementos que pueden ir calados a presión sobre el eje deberán estar provistos de los correspondientes orificios de decalaje por presión de aceite.

La resistencia eléctrica de los ejes montados será inferior a 0,01 ohmios, según norma UIC 512 o equivalente.

Cuerpo del Eje

Será recto, de acero forjado y laminado según Especificación UIC 811 o equivalente. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicará sus características, el material elegido, su tratamiento, las especificaciones de fabricación, ensayos y pruebas que se aplicarán. Las dimensiones se determinarán de acuerdo con los esfuerzos que debe soportar, debiéndose presentar, como se ha indicado anteriormente, los cálculos preliminares de resistencia del mismo. Estos cálculos se revisarán en la fase de proyecto de acuerdo con los datos concretos del mismo. El diseño del eje será tal que permita su inspección mediante ultrasonido durante el servicio sin que sea necesario su desmontaje del bogie. Con la documentación requerida se entregará el reflectograma estándar para este tipo de eje.

Los Rodamientos de Ejes

Los rodamientos acomodados en la caja serán de rodillos normalizados para ferrocarril del tipo rodamiento en paquete cerrado de 120 mm de diámetro.

Ruedas

Las ruedas serán fabricadas de una pieza forjada, de acuerdo con la especificación UIC 812-128 o equivalente, permitiendo el montaje de los discos del freno de ser el caso.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicará el material para la fabricación de las ruedas, el cual será elegido teniendo en cuenta las cargas a soportar, el tipo de freno que se adopte y buscando obtener un recorrido entre retorneados lo mayor posible. Se fijará como objetivo conseguir recorridos mínimos entre una vida de ruedas por encima de 600.000 km.

El diámetro de la rueda nueva no podrá exceder de 840 mm., y con máximo desgaste no deberá ser inferior de 740 mm.

Asimismo, se deberá entregar con la documentación del vehículo los diagramas reales de calado de ruedas y demás elementos calados a presión en el eje, como coronas de transmisión y, en su caso, disco de freno.

Se indicará, asimismo, la máxima diferencia de diámetro de rodadura admisible entre ruedas de un mismo eje, entre las de un bogie y entre distintos bogies, en función de las exigencias impuestas por el equipo de tracción en sus partes mecánica y eléctrica.

La superficie de rodadura de las ruedas, vista en sección transversal debe tener una inclinación respecto de la horizontal de 1 en 20.

Para los ensayos Tipo y Serie de las ruedas y los ejes, deben ser referenciados según Normas EN 13979, EN 13260, EN 13261 y EN 13262.

para lo que se dejará una superficie plana en su parte inferior. Se fabricará en acero moldeado calidad AM-52 según norma une 36.252 o equivalente y con tratamiento térmico de normalizado.

Se efectuarán cálculos mediante elementos finitos para verificar las tensiones de trabajo correspondientes a las diferentes hipótesis de carga que se definen en el apartado de prestaciones del tren.

Los rodamientos de tipo ferroviario deberán ser lubricados mediante grasa. El CONCESIONARIO, de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones del fabricante de los rodamientos, definirá un tipo de grasa del mercado nacional para la lubricación de los mismos.

Asimismo, en el Estudio Definitivo de Ingeniería deberá presentarse un cálculo previo de la vida prevista para los rodamientos en condiciones de mantenimiento y engrase normales, no siendo en ningún caso su duración menor de 1.500.000 km.

Los intervalos de lubricación serán lo más extensos posibles y, en ningún caso, inferiores a 300.000 km. El desmontaje de las cajas para limpieza de los rodamientos y reposición total de la grasa deberá efectuarse a intervalos que, como mínimo, alcanzarán los 700.000 km.

Se presentará un sistema alternativo de caja de engrase, que permita una inyección de grasa nueva y salida de grasa vieja.

1.4.5 Enlaces Primarios

Reciben esta designación los elementos encargados de enlazar los ejes con el bastidor del bogie que realizan las funciones de guiado de ejes y suspensión primaria.

Guiado de Ejes

El guiado de ejes, dispositivo encargado de la transmisión de los esfuerzos de tracción, frenado y esfuerzos transversales, entre los ejes y el bastidor del bogie, se realizará por un sistema probado que puede estar ligado con el sistema de suspensión primaria. Este sistema no contará con la utilización de elementos sujetos a desgaste, debiéndose utilizar, en caso necesario, articulaciones provistas de silentbloks para evitar la transmisión de vibraciones del eje.

Cualquiera que sea el sistema propuesto, deberá permitir los desplazamientos verticales debidos a la suspensión, así como los transversales y longitudinales necesarios para hacer compatible una adecuada estabilidad de marcha a velocidades de hasta 90 km/h y una óptima inscripción en curva.

Suspensión Primaria

La carga vertical que actúa sobre el bastidor del bogie se transmite a los ejes montados a través de la suspensión primaria. Ésta se basa en dos muelles de goma montados entre el bastidor del Bogie y la caja de grasa del eje. Deberá tener la suficiente flexibilidad para asegurar un reparto uniforme de cargas entre las ruedas de un bogie y, en consecuencia, un óptimo aprovechamiento de la adherencia existente. La suspensión tendrá la amortiguación necesaria que permita la circulación hasta la máxima velocidad sin producirse oscilaciones

perjudiciales. Comprenden igualmente dos topes uno para la extensión y otro para la compresión.

Los coches motores y remolques tendrán cada uno de ellos su suspensión específica.

La vida prevista de los amortiguadores de suspensión deberá ser, como mínimo, del orden de los 9 años o los 900.000 km, lo que ocurra primero.

En el bogie se dispondrán, asimismo, los elementos necesarios para que, en caso de ocurrir un descarrilamiento, pueda levantarse éste, así como retener el eje en caso de falla de los sistemas de guiado.

Se deberá indicar la aptitud del bogie para circular por vías defectuosas, incluso con la suspensión secundaria sin aire. Deberá efectuarse, en uno de los primeros vehículos que se fabrique, una comprobación de este valor, mediante ensayos, circulando con suspensión secundaria sin aire sobre las rampas de peralte indicadas en esta especificación técnica. Deberá suministrarse la prescripción de conservación de la misma con diagrama fecha - carga, forma de prueba, suplementos, límites de aceptación, etc.

1.4.6 Enlaces entre Caja y Bogie

Engloba esta designación una serie de elementos o funciones que incluyen: la unión y apoyo de la caja sobre el bogie; la suspensión secundaria y transversal; el sistema de transmisión de esfuerzos longitudinales y transversales; y el travesañó oscilante.

Unión y Apoyo de la Caja sobre el Bogie

Se efectuará mediante corona giratoria. Deberá prestarse especial atención al hecho de que el vehículo debe inscribirse en curvas de los radios que se señalan.

La corona deberá tener una vida mínima de 1.800.000 km. debiendo ser de un tipo probado en el campo ferroviario. Los intervalos de lubricación serán lo más extensos posible y, en ningún caso, inferiores a 600.000 km.

El bogie dispondrá de un sistema que permita el acceso a los puntos de engrase de la corona, desde uno o ambos costados, sin levantar la caja. El montaje y desmontaje de la caja sobre el bogie deberá efectuarse de forma simple. Se deberá prever un sistema que permita compensar alturas tras los retorneados de ruedas.

Se dispondrá de un sistema de topes de limitación de giro de modo que, permitiendo el libre giro del bogie para los radios mínimos que se indican en esta especificación técnica, impidan que el bogie pueda girar en un ángulo excesivo en caso de descarrilamiento.

Suspensión Secundaria

La suspensión secundaria será neumática, a través de balonas, y su frecuencia natural será tal que consiga una óptima comodidad para los viajeros. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicará las frecuencias previstas para esta suspensión.

La altura de la suspensión será constante e independiente de la carga, de modo que la altura del piso se mantenga constante; para ello dispondrá de la

correspondiente válvula de corrección automática de altura para cada muelle de aire. La suspensión vertical dispondrá de amortiguación propia de manera que no sea necesaria la utilización de amortiguadores externos. Entre las muelles deberá haber una válvula de balanceo de presión.

Las bolsas deberán ser alimentadas por un circuito neumático independiente del sistema de freno, a través de una válvula de nivelación.

Para el caso de falla de esta suspensión, se dispondrá de un muelle de emergencia de acero-caucho montado bajo la balona tal que permita la circulación a una velocidad no inferior a 50 km/h, respetando las condiciones de seguridad de circulación.

Por otro lado, y a fin de permitir el alzado del bogie con la caja (por ejemplo, en caso de descarrilamiento), se dispondrán en la suspensión los elementos necesarios para ello. Asimismo, el bogie estará provisto de topes laterales con baja tasa de fricción en el sentido de elevación, para el caso de hinchamiento de uno de los resortes neumáticos por falla de la válvula de mando.

La suspensión transversal se conseguirá mediante los mismos resortes neumáticos y tendrá una frecuencia tal que se obtenga una condición de comodidad para los viajeros. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicará la frecuencia natural prevista para esta suspensión.

La suspensión dispondrá de topes para limitar los desplazamientos de la caja a los permitidos por el gálibo. Las oscilaciones en este sentido deberán ser amortiguadas.

El coeficiente de inclinación del coche deberá ser como máximo 0,45 por lo que deberán tomarse las medidas de fabricación necesarias para limitar el balanceo a este valor y, en caso necesario, incorporar el correspondiente mecanismo que evite que se sobrepase. Asimismo, este dispositivo deberá diseñarse de modo que evite la transmisión de vibraciones entre bogie y caja.

Existirá un sistema de detección de averías relativa a la suspensión neumática que avise al conductor de la anomalía surgida.

Transmisión de Esfuerzos Longitudinales y Transversales

La transmisión de los esfuerzos longitudinales y transversales del bogie a la caja o, en su caso, al travesaño oscilante, deberá realizarse por un sistema de bielas o pivote elástico de modo que presente el máximo desacoplamiento mecánico con el fin de evitar la transmisión de vibraciones u oscilaciones de bogie a caja. Las articulaciones de este dispositivo serán libres de mantenimiento.

El enlace transversal entre caja y bogie deberá permitir una marcha suave, sin golpes laterales en vía en estado medio de conservación. Para limitar los desplazamientos transversales se dispondrá, además de los amortiguadores, de topes de acción progresiva.

Travesaño Oscilante

Este elemento estará constituido por una estructura de acero remachada, la cual servirá de unión entre el coche y el bogie a través de la suspensión secundaria y del sistema de arrastre.

En caso de utilizar el travesaño oscilante como depósito de aire comprimido para la suspensión, llevará todos los tratamientos reglamentarios como si se tratara del reglamento de recipientes de presión.

Se deberá adjuntar cálculo de la resistencia a la fatiga, teniendo en cuenta todas las posibles fuerzas actuantes.

1.4.7 Mecanismo de Transmisión de la Potencia de Tracción

Se engloban bajo esta designación los siguientes elementos: motor de tracción (montaje), acoplamiento y reductor.

Motor de Tracción

El bogie será bimotor, con el montaje de sus motores enteramente suspendido. El sistema de unión de los motores con el bastidor será estudiado convenientemente para evitar la transmisión de vibraciones de éste al coche. El bogie dispondrá de los elementos necesarios de seguridad para que, en caso de rotura de los amarres, se impida que el motor caiga a la vía.

La disposición de los motores en el bogie será tal que permita realizar fácilmente las operaciones de mantenimiento con todos los elementos del bogie montados, con acceso desde la fosa de inspección y desde arriba. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicará y justificará la solución que se propone a este respecto.

Las entradas de aire para la refrigeración de los motores dispondrán de filtros, y deberán ser accesibles desde el exterior del coche o desde la fosa para permitir un fácil acceso en el proceso de limpieza.

El motor de tracción deberá ser de cuatro polos del tipo tres fases de inducción y jaula de ardilla.

Acoplamiento

Este elemento está situado en la cadena cinemática entre motor y reductor. Deberá ser de dimensiones tales que permitan la transmisión de la potencia de tracción y capaz de absorber los desplazamientos relativos entre sus ejes de entrada y salida, permitiendo el libre desplazamiento de los ejes del bogie para adaptarse a las irregularidades de la vía, sin limitar el recorrido máximo necesario de las suspensiones primarias.

Será un sistema que no transmita vibraciones y de bajo mantenimiento, las articulaciones serán mediante elementos elásticos. El sistema deberá estar equilibrado dinámicamente y ser homocinético.

Se indicará en el Estudio Definitivo de Ingeniería los períodos de lubricación y de revisión, así como las operaciones de mantenimiento que sean necesarias, como mínimo, la relubricación será cada 200.000 km. y la revisión cada 600.000 km. Se deberá homologar, para su utilización en el acoplamiento, un tipo de lubricante del mercado nacional. La vida de los acoplamientos será superior a los 1.200.000 km.

Reductor

Este conjunto está dispuesto en el enlace cinemático, entre motor y eje de ruedas. Será de un tipo compatible con el montaje de motor previsto pudiendo ser enteramente suspendido o apoyado en el eje de ruedas. El reductor será robusto y de funcionamiento silencioso, para lo que se deberán tomar las precauciones necesarias en el diseño, debiendo estar previsto para una vida superior a los 2.000.000 km. Los rodamientos estarán calculados para una vida media superior a 1.200.000 km.

El proveedor indicará la relación de transmisión del reductor. Asimismo, se indicará el tipo de dentado previsto, material de los engranes, tratamiento térmico de los mismos, exigencias de calidad, controles a los que se someterán, etc.

En caso de que los engranes estén calados en su eje, deberán disponer de los correspondientes orificios para su decalado por inyección de aceite.

El cárter del reductor será robusto, para evitar deformaciones en servicio, y estanco, evitando salidas de aceite. Dispondrá de los elementos de estanqueidad necesarios para impedir la salida de aceite, los que no deberán incorporar elementos de roce como retenes, etc.

La lubricación será mediante aceite, debiendo disponer el reductor de un sistema simple y fiable para la vigilancia de su nivel. Asimismo, dispondrá de un sistema para vaciado del cárter para el cambio de aceite que permita que éste se efectúe fácilmente. Se deberá recomendar, para su utilización en el reductor, un tipo de aceite del mercado nacional.

Se indicará en el Estudio Definitivo de Ingeniería los períodos de revisión y de cambio de aceite, así como las principales operaciones de mantenimiento que se requiera. En ningún caso los cambios de aceite se efectuarán antes de los 120.000 km. ni las revisiones antes de los 600.000 km.

Todos los reductores serán sometidos, antes de su montaje en el bogie, a una prueba de rodaje de vacío en banco para asegurarse de su correcto montaje. De cada reductor se establecerá una gama de control. Este documento deberá ser sometido a aprobación con anterioridad. Los reductores, de acuerdo con la disposición que se prevea para la cadena cinemática, podrán estar provistos de una biela de reacción que una la carcasa del reductor con el bastidor de bogie. En ese caso, este dispositivo deberá tener sus articulaciones con elementos elásticos de modo que no transmita vibraciones al resto del vehículo.

Sensores de Velocidad

Los sensores de velocidad en los motores de tracción deben ser sin contacto, sin desgaste del tipo electro - magnético. Debe haber dos sensores montados en los ejes del motor para detectar también el sentido de rotación.

1.4.8 Equipo de Freno del Bogie

El equipo de freno del bogie será de disco. Los discos podrán estar montados en las ruedas o calados en el eje. Los intervalos de revisión y engrase que deberán tener los cilindros de freno no serán inferiores a los 700.000 km. El sistema de freno deberá cumplir las prestaciones que se indican en el apartado sobre características de los trenes. Con el Estudio Definitivo de Ingeniería se presentará el correspondiente cálculo de justificación de las prestaciones del equipo de freno previsto.

Los discos de Freno

Los discos de freno serán de acero fundido, debiéndose prever el montaje de anillos de fricción bipartidos a fin de minimizar las operaciones necesarias para su sustitución. Dispondrán de marcas que señalen los límites de utilización de los mismos. La vida media de los discos, en condiciones normales de funcionamiento, será como mínimo de 2.000.000 km.

Los discos serán autoventilados de forma tal que puedan soportar sin deterioro ni deformaciones el frenado del tren con sobrecarga excepcional (4/3 de ccm) y desde la máxima velocidad permitida en la línea. La capacidad de disipación del sistema de discos de freno será tal que, en caso de avería del freno eléctrico de servicio de un coche, se pueda sustituir dicho freno sin limitaciones en el servicio.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería, se presentará el cálculo de justificación de la capacidad de disipación de energía del sistema de discos para el recorrido completo. La temperatura máxima que se puede alcanzar en el recorrido será del orden de los 400 °C, pudiéndose admitir picos de valor superior de corta duración.

Las Pastillas de freno

Las pastillas de freno serán sintéticas y de bajo coeficiente de fricción, no aceptándose amianto en su composición, duración media 100.000 Km, deberán cumplir la norma UIC 541-3 OR. El consumo de la pastilla no debe ser inferior a 24 meses sin desgaste de rueda.

El sistema o mecanismo de accionamiento de las pastillas de freno deberá ser tal que permita una presión uniforme de la pastilla sobre el disco, independientemente del desgaste de la pastilla y el disco. Para dicho fin se podrá emplear sistemas con timonería y regulador en el cilindro de freno u otros debidamente comprobados en aplicaciones similares de Metro.

1.4.9 Freno de Estacionamiento

Los bogies estarán provistos de un freno de estacionamiento del tipo conocido como de muelle acumulador. Su actuación se efectúa eliminando el aire comprimido de la cámara de estacionamiento que mantiene retenido al muelle, con lo que éste se libera entrando en acción.

Este sistema estará incorporado en algunos de los cilindros de freno. Su número será tal que se cumplan las prestaciones exigidas en el apartado "características de los trenes". Con el Estudio Definitivo de Ingeniería se presentarán los correspondientes cálculos de justificación.

Este sistema estará incorporado en algunos de los cilindros de freno. La aplicación de este tipo de freno será controlada por el conductor, para lo que se dispondrá del sistema de regulación correspondiente. El sistema dispondrá, asimismo, de un control manual para su anulación en caso de manipulación de los vehículos en depósito, mantenimiento o avería en vía. Este dispositivo deberá ser de fácil acceso desde uno de los costados del coche, incluso en andenes de estaciones.

1.4.10 EQUIPOS AUXILIARES DEL BOGIE

En este grupo se incluye una serie de equipos que, si bien no son específicos de los bogies, se montan también en ellos. Comprende equipo neumático, equipo eléctrico, equipo antideslizamiento, equipo de engrase de pestaña, equipo velocímetro - tacógrafo, equipo de arenado (opcional), quitapiedras (opcional), guardafangos (opcional), y captador de repetición de las señales (ATP).

Equipo Neumático

Comprende la instalación neumática en el bogie, incluido el sistema de medición de peso. Las tuberías se fabricarán con tubo de cobre o de acero inoxidable, de sección suficiente para los caudales que por ellas circulan.

Los accesorios de unión de las tuberías serán de cobre, pudiendo ser con anillo tórico de junta o con anillo cortante. También se podrán presentar opciones en acero inoxidable.

Las mangueras de unión deberán tener la sección adecuada y se respetará los radios mínimos de curvado, así como una correcta disposición de los mismos, teniendo en cuenta el movimiento relativo de sus extremos. La calidad del material será resistente a los agentes externos que habitualmente se encuentran en las explotaciones ferroviarias, como pueden ser: aceites, álcalis diluidos de limpieza y agentes atmosféricos como agua y radiación solar. La vida de las mangueras será, como mínimo, de 600.000 km.

La conexión de mangueras entre caja y bogie se efectuará mediante un sistema rápido y fiable de modo que todas las conexiones estén agrupadas en un conector múltiple de fácil desconexión.

La señal de medición de peso, necesaria para el control de la tracción y del freno en función de la carga, será la propia presión que existe en el interior de los fuelles de la suspensión neumática. Para evitar que esta señal sea distorsionada por efecto de diferencias de presión entre los fuelles, como puede suceder al estar el vehículo parado en una curva, se elaborará una presión media de los dos fuelles del bogie en una válvula ad hoc, y ésta será la señal primaria de peso.

En lo posible y siempre que no haya afectaciones funcionales, se unificará el tipo de manguera de las uniones neumáticas que pudieran existir entre la caja y el bogie.

Equipo Eléctrico

En este grupo se incluyen la disposición de retornos de corriente y el cableado.

Los bogies dispondrán, entre los componentes móviles, de los shunts necesarios para derivar las corrientes de la tracción y de los circuitos auxiliares de at (alta tensión) hacia el riel.

El paso de estas corrientes entre la caja de grasa (chumacera) y el eje montado se efectuará a través de los dispositivos de escobillas para retorno de corriente. El número de estos dispositivos será definido en función de las necesidades del equipo eléctrico y su disposición en el vehículo estará de acuerdo con las especificaciones VDE 115 y DIN 57115 o similares.

Este sistema deberá ser tal que la inoperancia de una de las escobillas no produzca daños en las demás y mantenga las condiciones de seguridad.

En ningún caso podrá haber diferencia de potencial eléctrico en los rodamientos de los bogies.

El cableado de los circuitos auxiliares del bogie se hará bajo tubo metálico, disponiendo en un lugar accesible un conector general para unión rápida caja-bogie.

Se exceptúan aquellas señales que, por sus particulares características, requieran un tratamiento diferente, como, por ejemplo, la conexión directa caja-bogie.

Los conectores serán estancos y previstos para trabajar a la intemperie.

Equipo Antideslizamiento y Antipatinaje

Los generadores de frecuencia que se precisen para los equipos indicados serán los mismos que utiliza el equipo eléctrico para su control o bien otros específicos para esta función. Podrán estar incorporados en el propio motor de tracción o bien adosados a las cajas de grasa (chumaceras) mediante adaptadores adecuados.

Deberá prestarse atención a la conexión de los generadores con el eje de ruedas para evitar que se transmitan a aquéllos, esfuerzos provenientes de los ejes u oscilaciones parásitas.

El número de generadores utilizados y su ubicación deberá quedar especificado en el Estudio Definitivo de Ingeniería.

El sistema antideslizamiento-antipatinaje instalado en los trenes deberá garantizar prestaciones elevadas, incluso en freno de emergencia, pudiendo obviarse el uso de equipos de arenado siempre y cuando el CONCESIONARIO garantice que el sistema antideslizamiento-antipatinaje propuesto cumplirá con todas las prestaciones solicitadas en los acápite precedentes. El CONCESIONARIO definirá la inclusión o no de los equipos de arenado en su Estudio Definitivo de Ingeniería.

Equipo de Engrase de Pestaña

El primer eje del bogie bajo cabina de los vehículos extremos incorporará un dispositivo eficaz de engrase de pestaña de una firma de reconocido prestigio, la actuación del sistema será neumática.

La posición de los pulverizadores deberá ser regulable para poder ir variando la misma conforme vayan desgastándose las ruedas.

El CONCESIONARIO indicará el sistema propuesto de engrase, así como los intervalos previstos entre pulverizaciones. La capacidad del depósito de aceite del equipo será tal que permita una autonomía de recorrido entre rellenos de 24.000 kilómetros.

Será posible ofrecer otros sistemas de lubricación de pestañas a base de lubricadores sólidos que no requieren actuación neumática y mantenimiento.

Generadores en Cajas de Engrase (chumaceras)

Se dispondrá en las cajas de engrase (chumaceras) los generadores necesarios para los equipos que precisen señales de velocidad o espacio recorrido. Será preferible la integración de señales para reducir el número de generadores requeridos.

Equipo de Arenado

De preferencia se deberá de contar con un sistema de antipatinaje – antibloqueo instalado en los trenes que garantice prestaciones elevadas, incluso en freno de emergencia, de manera que no sea necesario el uso de areneros.

En caso de presentar una propuesta con equipos de arenado, se cumplirá lo siguiente:

Los bogies motores dispondrán, en un eje y por la parte exterior del bogie, de un dispositivo de arenado al riel. Éste actuará combinado con la posición del inversor de marcha.

La actuación del sistema será neumática, para lo que se dispondrá del correspondiente eyector de arena, junto con una tolva o caja de almacenado. Ésta deberá disponer de una tapa que permita su fácil apertura para el llenado y que procure, una vez cerrada, una buena estanqueidad. Su capacidad será, como mínimo, de 20 litros por caja de arena.

Quita piedras

Delante de las ruedas extremas del tren se dispondrán de quitapiedras cuya misión será eliminar de la vía las piedras u objetos que pudiera haber sobre ella. Serán regulables en altura para compensar el desgaste de las ruedas. Estos elementos, a su vez, deberán proteger los captadores de repetición de las señales (ATP).

Guardafangos

De preferencia, cada rueda estará dotada de guardafangos adecuado para evitar la proyección de agua contra los órganos del bogie y de la caja.

Captador de Repetición de las Señales (ATP)

En los extremos de los bogies correspondientes, y fijados a ellos en soportes adecuados, se instalará el captador de repetición de las señales (ATP). Dichas antenas estarán convenientemente protegidas para evitar que se produzcan desperfectos por impactos con piedras u otros objetos sobre la vía.

La distancia de captación con total seguridad abarcará las variaciones propias del desgaste de ruedas, suspensión, etc., por lo que no será preciso efectuar ajustes de las antenas.

El fabricante del bogie preverá soportes adecuadamente robustos para albergar a los soportes de antenas del ATP.

1.5 Cajas

Las cajas deben ser diseñadas y fabricadas para las condiciones de servicio establecidas en la presente especificación, debiendo alcanzar un período mínimo de 35 años de vida útil, durante el cual ningún elemento de la estructura presentará deformación permanente, fisuras, ni corrosión del material. Su construcción y la

selección de los materiales, acabados y recubrimientos deberán resultar en un diseño moderno, funcional, con una elevada resistencia al rayado y a la intemperie.

Los coches con cabina deberán tener el frente reforzado, con una máscara moldeada cuya forma y diseño será concordada con el CONCEDENTE en la fase de proyecto.

La disposición de los equipos instalados en las cajas será estudiada para que las cargas sobre los bogies sean sensiblemente iguales, tomando en cuenta las diversas condiciones de carga y circulación. Se procurará que el salón de pasajeros sea un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación del usuario, máxima capacidad y ausencia de recodos y de aristas vivas.

Los materiales que conforman la caja deberán cumplir con las especificaciones de resistencia al fuego, baja emisión de humos y compuestos tóxicos, así como garantizar la integridad de la estructura bajo condiciones de fuego, según la norma NF F16-101 o equivalente.

Los componentes deberán tener el mínimo de partes móviles y de elementos sometidos a desgaste.

La igualdad de cotas principales permitirá una unificación completa de las piezas constitutivas de los equipos, de la estructura y de los revestimientos. Para los elementos auxiliares y de vestidura, tales como ventanas, asientos, ornamentos, aparatos de alumbrado, órganos del sistema de ventilación y puertas, la unificación deberá ser total y garantizar su intercambiabilidad.

Los ensambles soldados se efectuarán con arco eléctrico de atmósfera protegida, o con otro procedimiento que ocasione la menor distorsión y genere mínimos esfuerzos residuales. La calificación del procedimiento de soldadura y de los operarios será según las normas EM 2523A, NF A88-110 o equivalente.

Las partes de la estructura que requerirán una atención particular serán el ensamble de unión entre la caja y los bogies, las extremidades del bastidor que alojarán los acopladores, los claros de los costados para alojamiento de puertas y los puntos de fijación bajo bastidor de los equipos pesados o que producen vibraciones, tales como equipo de control de tracción-frenado, motocompresores, convertidor estático y bastidores del ATP.

Las cajas deberán contar con los elementos necesarios de apoyo o amarre para las maniobras de mantenimiento o encarrilamiento. Los puntos donde se ubiquen estos elementos evitaren deformaciones permanentes o esfuerzos excesivos bajo cualquier condición de levantamiento.

Los estudios de las formas y disposiciones de la caja y sus componentes se desarrollarán utilizando principios ergonómicos. El salón de pasajeros será confortable. Tanto en la decoración interior como en la exterior, se aplicarán diseños que proyecten una imagen de vanguardia y modernidad, utilizando materiales ignífugos de fácil limpieza y resistencia en caso de vandalismo. Además, la caja deberá contar con un sistema eficiente de ventilación y adecuada luminosidad, tanto en el salón de pasajeros como en la cabina de conducción.

1.5.1 Tipos de Cajas

Las cajas podrán ser de tipos distintos, en función a los tipos de coches que se suministren (coche con y sin cabina de conducción, coche con y sin motores o la combinación de ellos). Estas cajas presentarán la misma concepción y no diferirán más que en las dimensiones, en la disposición de equipos bajo bastidor, en los bogies y en la ubicación de la cabina de conducción.

1.5.2 Estructura de la Caja

La estructura de la caja deberá asegurar que, en ningún momento, sufra deformación permanente bajo el efecto de cargas excepcionales simples o combinadas y que no se produzca ruptura por fatiga bajo el efecto de las cargas de servicio.

Además, la caja no deberá sufrir daños (deformaciones permanentes) ante colisiones que se produzcan en la explotación normal contra otros vehículos o topes de fin de vía (Norma UNE-EN 15227), ni por el levantamiento adecuado de la misma después de un descarrilamiento. Además, la flexión tomada por la caja bajo el efecto de las cargas a las que está sometida en ningún caso deberá afectar el funcionamiento de las puertas.

El espectro de frecuencias propias de la caja deberá ser tal que no exista riesgo de resonancia con los rangos de frecuencia de las suspensiones y aparatos varios ensamblados.

Se podrán presentar propuestas de los materiales en acero inoxidable, aleaciones ligeras de aluminio con perfiles extruídos o una combinación de aluminio y acero en las partes donde se necesite mayores resistencias. En todos los casos se deberá justificar el tipo de materiales y perfiles empleados en el proyecto.

En la propuesta de acero inoxidable, las estructuras primarias deberán ser de acero inoxidable. La construcción del “bolster” y de la cabecera del estrado deberá ser de acero de baja aleación y alta tensión (LAHT). Deberá ser fabricado por medio de soldadura por arco de atmósfera protegida o por punto eléctrico para constituir una estructura integrada. El techo deberá ser de panel de acero inoxidable corrugado.

La propuesta en aluminio deberá ser de perfiles extruídos (aleación tipo AlZnMg y/o AlMgSi 0,7) y planchas (aleación del tipo AlMg 2,5), resistente a la corrosión y construcción totalmente soldada.

La caja deberá ser construida con capacidad de absorber la energía de colisión por deformación en las extremidades y reforzada en las zonas más solicitadas del bastidor, tales como traviesas, con objeto de resistir los esfuerzos correspondientes a la unión caja -bogie, y en los cabeceros para resistir los esfuerzos aplicados por enganches y con elementos anticlimbers de modo que proporcione la mayor protección al personal de conducción y a los pasajeros en caso de accidente, especialmente en colisión frontal violenta.

Se deberá indicar en el Estudio Definitivo de Ingeniería el tipo de material empleado, sus características físicas y químicas, los procesos de fabricación de la caja, el tipo de protección de los materiales contra la corrosión, especificaciones y procedimientos de pintado, y las normas empleadas.

Resistencia

Para las cargas definidas a continuación, el CONCESIONARIO deberá presentar una memoria de cálculo de resistencia de los materiales, según el método de los elementos finitos.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería serán entregados los cálculos detallados, los planos de las estructuras de las cajas propuestas para cada tipo de vehículo, considerando los siguientes aspectos:

- Para cada esfuerzo tomado en consideración, los desplazamientos y las tensiones calculadas, así como un análisis estático para las cargas excepcionales y un análisis de fatiga para las cargas de servicio.
- Se suministrará un análisis vibratorio del conjunto de la estructura del vehículo con indicaciones de los valores de las frecuencias propias, así como sus deformaciones dinámicas asociadas.
- Se deberá determinar, por simulación numérica, la primera frecuencia de flexión de la estructura de la caja completamente vacía.
- Será necesario garantizar que existe, al menos, 1 Hz de desacoplamiento entre este valor calculado y la frecuencia alta de excitación del bogie.
- Esta información deberá ser entregada por el CONCESIONARIO antes de la aplicación del protocolo de pruebas correspondiente.

Definición de las Cargas

Las cargas que se deberá tener en cuenta como hipótesis para el cálculo serán las estipuladas en el punto de las características generales del tren.

La estructura de la caja cumplirá con todos los requisitos estructurales, de cargas de diseño y de tensiones admisibles y factores de seguridad indicados en la norma UNE –EN 12663 “Requisitos de dimensionamiento de las estructuras de los vehículos ferroviarios” que corresponden a los vehículos de la categoría P-III.

Carga vertical estática:

- Carga nominal = peso de la caja + peso de los pasajeros (70 kg/p x total de pasajeros a 6 pas/m²), distribuido sobre el piso.
- Las tensiones no deben sobrepasar 50% de la resistencia de los materiales.
- Carga horizontal: Estática:
- Una compresión de 80 toneladas deberá ser aplicada en los acopladores conjuntamente con la carga vertical de carga nominal.
- Las tensiones medidas no deberán exceder la resistencia de los materiales.

Levantamiento

Las cajas dispondrán de puntos de levante tanto en los talleres como para un eventual encarrilamiento.

Para el levantamiento, la caja en vacío completa será levantada por sus dos extremos por medio de los soportes de levantamiento (2 soportes en cada extremo) previstos para este efecto. Los bogies estarán separados de la caja al efectuar esta manipulación.

Para el izado, se levantará la caja completa en vacío; descansando en el extremo del bogie opuesto. El bogie del lado izado deberá permanecer unido a la caja por

el dispositivo previsto para este efecto. Tendrá dos soportes para cada extremo para este efecto.

En total, hay 8 soportes (4 para el levantamiento y 4 para el izado). La ubicación de estos soportes irá indicada según la ficha UIC 617-2.

Los diferentes órganos que aseguran las uniones entre caja y bogie deberán resistir los esfuerzos horizontales inducidos por las aceleraciones siguientes:

Arrastre transversal: $t = 3 \text{ m/s}^2$

$F_t = \text{masa caja} \times t$

Arrastre horizontal: $t = 3 \text{ m/s}^2$

$F_l = \text{masa caja} \times t$

Esfuerzo por colisión longitudinal: $L = 3 \text{ g}$

Carga Dinámica

Las cargas dinámicas están definidas en la norma UNE-EN 12663 Categoría PIII, es decir:

Carga vertical dinámica $((1 \pm 0.15) \times g$ en carga nominal) combinado con una carga longitudinal que corresponde a una aceleración de $\pm 0.15 \times g$.

La estructura de la caja debe soportar la fatiga por un mínimo de 35 años.

Cálculos de la Estructura de la Caja

Deberán ser ejecutados todos los cálculos y verificaciones de la estructura de la caja, con las premisas de carga obligatorias descritas en esta especificación y en la norma UIC 566 OR.

1.5.3 Acopladores (enganches)

Los acopladores (enganches), por ser un equipo de seguridad, se diseñarán para soportar esfuerzos generados bajo condiciones excepcionales tales como maniobras de socorro - descompostura, coches inactivos a la tracción y/o frenado, entre otras, debiendo resistir esfuerzos longitudinales de compresión y tensión de por lo menos 80.000 dan (800kn). Además, contarán con los dispositivos necesarios para impedir que se produzcan desacoplamientos intempestivos de las unidades bajo cualquier condición de circulación y carga. Así mismo, deberán soportar sin deterioro alguno las condiciones que se presentan durante la operación normal de los trenes, para lo cual se garantizará una vida útil de los elementos de amortiguación superior a los 700.000 km.

Los enganches estarán equipados con un sistema de guiado y sustentación que asegure el auto centrado vertical y horizontal, la conexión neumática de la tubería de equilibrio se realizará en forma automática a través de válvulas de fácil reemplazo y con un acoplamiento eléctrico que garantice la continuidad del circuito de seguridad.

Las labores de mantenimiento para los enganches deberán ser simples y el período para mantenimiento mayor será de, cuando menos, 700.000 km.

Habrán dos tipos de acopladores: de tipo automático, para la parte delantera de los vehículos con cabina de conducción, y de tipo semi permanente para los vehículos intermedios.

Los cables de la conexión del sistema "data-bus" deberán ser de alta flexibilidad para soportar las condiciones de trabajo en la región de los enganches entre coches, en lugares que dificulten el vandalismo.

Se deberá proporcionar en el estudio definitivo los cálculos de justificación del cumplimiento satisfactorio de cualquier condición de circulación por el acoplador (enganche), como el paso a través de curvas de radio mínimo. También presentará el cálculo relativo al elemento amortiguador.

El CONCESIONARIO será responsable que los trenes a suministrar se puedan acoplar mecánicamente con los trenes existentes, a través de sus propios acopladores ubicados en los coches con cabina con el propósito de efectuar maniobras de socorro y compostura.

Acopladores automáticos

Se instalarán acopladores automáticos que permitan el socorro de un tren por otro, realizando el acoplamiento mecánico neumático y eléctrico en las condiciones que a continuación se describe:

El acoplamiento automático se efectuará únicamente entre dos trenes del mismo tipo y proveedor. Un acoplamiento mecánico y neumático, como mínimo, se efectuará entre dos trenes nuevos de distinto y proveedor. Un acoplamiento mecánico, como mínimo, se efectuará entre un tren nuevo y uno existente (Ansaldo).

El acoplamiento se efectuará con un tren detenido y el otro a una velocidad inferior a 5 km/h. para desacoplar se accionará desde la cabina de conducción o manualmente por una manija en el acoplador.

Las maniobras anteriores podrán realizarse en las condiciones del trazo de vías definidas en esta especificación, aun cuando los enganches tengan un desnivel de ± 150 mm.

El acoplamiento eléctrico será por medio de botoneras que aseguren un contacto permanente y pleno durante la marcha del tren. El número de contactos serán los necesarios más una reserva. Tendrán una cubierta para proteger a los contactos y una estanqueidad mínima de grado IP55 según norma UNE 20354.

Como alternativa, también se aceptarán acopladores semi-automáticos, con conexiones automáticas, mecánicas y neumáticas. Las conexiones eléctricas, de ser necesarias, se podrán realizar por medio de mangueras.

Acopladores semi permanentes

El acoplamiento se efectuará mediante enganches que unirán mecánica, neumática y eléctricamente (circuito de seguridad) a los coches y se efectuará en las condiciones descritas a continuación.

El acoplamiento se realizará con los coches detenidos y admitirá un desnivel entre enganches hasta ± 150 mm.

El acoplamiento mecánico se diseñará como una unión bridada de dos semi acoplamientos, que incluya la unión mecánica, la conexión neumática y los

contactos eléctricos mediante mangas de conexión, las cuales deberán ofrecer total seguridad para el servicio y también facilidad para su conexión y desconexión en los talleres de mantenimiento.

Los contactos eléctricos estarán conectados al coche por hilos separados y blindados, con una fijación que evite falsos contactos en el mando del freno de seguridad.

Existirá en un lugar accesible una llave de cierre manual para aislar neumáticamente los coches. "

1.5.4 Puertas

Los vehículos podrán tener tres tipos de puertas: las de acceso al salón de pasajeros, las del exterior hacia la cabina de conducción y la de acceso de la cabina al salón.

Las puertas de acceso al salón de pasajeros se describen en el capítulo sobre el salón de pasajeros.

Puertas de la Cabina

De preferencia, el acceso a la cabina guía desde el exterior se hará por medio de puertas laterales de tipo batiente que se abrirán hacia adentro; provistas de ventanas con lunas corredizas, cerradura para llave de servicio y manija externa e interna. Los accesorios visibles en las puertas de cabina, tales como manijas, tornillos, molduras y bisagras serán de acero inoxidable, pudiéndose emplear otro material de resistencia comprobada que demuestre su vida útil con ensayos de duración en medios salinos.

Alternativamente, en su Estudio Definitivo de Ingeniería el CONCESIONARIO podrá presentar al CONCEDENTE otra propuesta para el acceso a la cabina guía desde el exterior, para su aprobación.

Puertas de Intercomunicación entre Salón y Cabina

Los coches con cabina dispondrán de una puerta de intercomunicación con la zona de pasajeros, cuyo movimiento no interfiera con el asiento del conductor, de acuerdo a la norma UIC 617-5. Estas puertas dispondrán de una cerradura con acción por ambos lados. El cerrojo se accionará con la llave de servicio y se deberá garantizar 50.000 movimientos sin presentar avería o desgaste en los elementos que lo constituyen. Las bisagras serán fabricadas en acero inoxidable.

Las cerraduras de las puertas de cabina deberán ser de un diseño robusto, ampliamente probado en el campo ferroviario y su apertura y cierre será por medio de una llave de servicio que manejará el conductor del tren. El aspecto de las puertas estará en armonía con la decoración interior del tren. Estas puertas contarán con una ventana para permitir la observación del salón de pasajeros de parte del conductor o viceversa.

El montaje de las puertas deberá realizarse de forma que se evite todo tipo de ruidos y vibraciones.

El diseño del coche se deberá realizar teniendo en cuenta la eliminación al máximo de las fuentes productoras de ruido y el aislamiento o absorción del mismo, con el

objeto de conseguir un nivel de ruido inferior a 74 dBA en el interior del coche, en las condiciones descritas en el acápite 4.3.6.

Durante la fase de proyecto, el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE un modelo 3D en Autocad del salón de pasajeros, el cual incluirá la distribución de los pasamanos.

1.5.5 Pintura

Los elementos de la estructura del coche deberán protegerse contra la corrosión por medio de pintura de características y espesor adecuados, previa preparación de las superficies por medios mecánicos o químicos para asegurar la correcta adherencia de los materiales.

La pintura exterior será de poliuretano de uso normal en los ferrocarriles y duración mínima de 10 años.

Todo el bajo bastidor y los equipos en él montados se protegerán con pinturas y productos que preserven de las agresiones de proyecciones de aguas calizas o de otros agentes.

En caso de ofertar una estructura de caja en acero, todos los elementos metálicos deberán ser decapados, granallados y protegidos con pintura anticorrosiva epóxica, según prescripciones señaladas en la norma UIC 842 o equivalente.

Si la estructura de la caja es en aluminio, se seguirá:

- Superficie exterior: Preparación superficie por medio mecánico (granallado) y protección con imprimación epoxi.
- Superficie interior: Preparación superficie por medio mecánico y desengrasado sólo en zonas deterioradas. Según el tipo de recubrimiento de piso (si va pegado directamente al aluminio) se recomienda granallar e imprimir dicha zona.

En lo referente a la pintura exterior se proveerá la pintura solamente en las zonas y diseños que indique el CONCEDENTE en la etapa de proyecto.

El interior y exterior de los coches deberá protegerse con pintura antigraffiti y mantener sus propiedades durante 5 años.

1.5.6 Faros y Señalización Exterior Luminosa

De preferencia, sobre los costados de los coches se ubicarán lámparas de señalización de puertas abiertas y lámparas de “señal de alarma” accionada. De ser así, estas señales deberán fabricarse con tecnología de diodos emisores de luz de alta intensidad, visibles desde la cabina de conducción inclusive de día, tipo cartero doble. El cuerpo del cartero doble deberá cumplir con el grado de estanqueidad de la norma IP 65.

La indicación de “no cierre” de las puertas, o la localización del accionamiento de la “señal de alarma”, será indicada tanto localmente como en la cabina de conducción.

Como alternativa, se podrá obviar las lámparas de señalización exterior descritas anteriormente, sólo si el conductor cuenta en su pupitre de conducción con la

información centralizada, que permita determinar el coche y el lado del mismo donde se activó la señal de alarma o se abrió una puerta.

La alimentación de los equipos de señalización será proporcionada por la baja tensión de corriente directa.

1.5.7 Toma de Corriente con Pantógrafo

La toma de corriente, tres por cada tren unidad eléctrica Mb1, Mb2 y Mb3, deberá ser por medio de un pantógrafo de tipo asimétrico y tamaño reducido. Su levantamiento se realizará con aire comprimido de la red general, o a través de una motocompresora auxiliar alimentada en BT (baja tensión), cuando no exista presión suficiente en la red de aire comprimido de los coches. La alimentación se seleccionará con un sistema de electro válvulas y será por semi-composición de:

Coche Ma1, Mb1 equipos de tracción
Coche Mb3 equipo de tracción y convertidor auxiliar
Coche Ma2, Mb2 equipos de tracción y convertidor auxiliar

El mantenimiento en la posición de trabajo se efectuará a través de resortes adecuados, el aire comprimido servirá sólo para anular la acción de los resortes, y no tendrá ningún efecto sobre la presión ejercida por el arco sobre el cable de contacto, mientras el pantógrafo esté en servicio. Por consiguiente, el arco podrá seguir los desniveles de la catenaria por efecto de los resortes.

Las características y prestaciones del pantógrafo deberán ser las siguientes:

Tensión nominal.	1.500 V
Empuje en la elevación comprendida entre 1.000 y 1.150 mm.	8 a 10 kg.
Presión mínima, en el cilindro neumático para el funcionamiento del pantógrafo.	4,5 bares
Dimensiones máximas en el sentido longitudinal con toma baja.	1.495 mm
Alcance del rastreo en captación sobre el plano de la vía férrea.	De 3.800 a 4.800 mm

El pantógrafo deberá ser sometido a pruebas de acuerdo a la norma IEC 494.

Se preverá que con un solo pantógrafo por TUE, se pueda mantener el tren en servicio sin ninguna limitación.

Se instalará un descargador (pararrayos) para la protección contra las sobre tensiones de origen atmosférico. Dicho descargador se colocará en el circuito de AT a continuación del pantógrafo y será del tipo óxido de zinc.

Este descargador no necesitará mantenimiento ni reglajes y tendrá características sin degradación en el tiempo ni por los agentes exteriores.

1.5.8 Cableado de Alta y Baja Tensión

Los cables eléctricos destinados a alimentar los diferentes equipos que se utilizarán en los coches deberán ser seleccionados para soportar la tensión y corriente de los mismos, de tal manera que aseguren continuidad y elevada fiabilidad durante el servicio.

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico de los coches y de los cables adyacentes. Además, deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación, sin degradación de sus características. Los cables deberán soportar, también sin degradación o deterioro alguno, la exposición eventual a solventes y lubricantes.

Los conductores del cableado de alta y baja tensión, así como sus aislamientos, no serán propagadores de la llama (tipo A), de mínima emisión de humos (tipo F1) y de emisión nula de gases tóxicos, deberán cumplir con las normas UIC 895 OR, CEI 1034, NFC 32-101, NFC 33-010, NFC 32-012, NFC 32-200, NH 32-80 e ICEAS 19-81, o equivalentes.

1.5.9 Acoples Eléctricos

La conexión eléctrica entre coches y la comunicación entre los equipos instalados en los mismos se efectuará por medio de acoples eléctricos removibles que estarán formados por cables de tipo múltiple, con funda de hule resistente a solventes y lubricantes.

El número de cables será establecido por las necesidades del diseño del tren, proveyendo una reserva del 10% de hilos que quedarán disponibles para futuras aplicaciones.

Los acoples eléctricos tendrán tomas en cada uno de sus extremos, las cuales se acoplarán a las tomas instaladas en los extremos de las cajas. Cada toma tendrá una guía y un seguro que evite su desconexión.

Las tomas instaladas sobre el cuerpo de los coches contarán con un dispositivo, que asegure su perfecta estanqueidad en caso de no ser usadas, y tener un seguro que impida su pérdida o extravío.

1.5.10 Inscripciones y Placas

Las inscripciones exteriores serán acordadas durante la fase de proyecto. Las inscripciones mínimas son las siguientes.

Identificación Exterior

- Número de coche, en los costados del vehículo.
- Placa metálica del CONCESIONARIO que contenga el nombre y/o anagrama del operador, así como el año de construcción del vehículo y número de carro (bajo carrocería).
- Inscripción de indicaciones de accionamiento del freno de estacionamiento y de aislamiento del freno.
- Inscripción de aislamiento de la tubería de equilibrio.
- Inscripción de la señal de punto de apoyo para levante.
- Placas de identificación de los cofres laterales bajo el bastidor, señalando los principales equipos que contienen, asimismo las señales de seguridad correspondientes, tales como «peligro alta tensión».
- Placa «abrir» en el mando de las puertas de acceso.

- Inscripción encima de las puertas de acceso «antes de entrar permita salir».
- Inscripción de identificación de los acopladores de líneas del tren.

1.6 Salón de Pasajeros

El salón de pasajeros tendrá una disposición de asientos colocados en forma lateral-longitudinal, a fin de procurar un espacio continuo con las menores interrupciones posibles a la circulación de pasajeros, máxima capacidad, ausencia de recodos y de aristas vivas, así como un adecuado nivel de iluminación y ventilación, los cuales serán especificados posteriormente.

Se presentarán planos y perspectivas que muestren la forma y los elementos integrantes y permitan valorar las distintas soluciones.

Dadas las características de operación, con recorridos cortos y poca permanencia del pasajero dentro del tren, se adoptará una disposición de puertas y asientos en bancas laterales que posibilita una fluida circulación, así como una rápida evacuación en caso de emergencia.

Los materiales en el salón de pasajeros deberán cumplir con las especificaciones de resistencia al fuego, baja emisión de humos y compuestos tóxicos, así como garantizar la integridad de la estructura bajo condiciones de fuego, según la norma NF F16-101 o equivalente, para salvaguardar la seguridad del personal de operación y de los pasajeros durante el desalojo de los coches.

1.6.1 Puertas de Acceso al Salón de Pasajeros

El coche deberá tener cuatro puertas en cada uno de sus laterales, cada puerta estará compuesta de dos hojas, sin montante intermedio. Las puertas estarán repartidas de tal forma que el número de viajeros de entrada y salida por cada una de ellas sea similar, de acuerdo con la distribución interior. Se mantendrá la equidistancia entre ellas a lo largo de toda la composición, previendo la incorporación eventual y futura de puertas de andén.

Serán del tipo de doble movimiento encajable deslizante. El accionamiento de las hojas se efectuara mediante un motor eléctrico, con el movimiento de ambas hojas conjugado de forma que realicen simultáneamente las maniobras de apertura y cierre, mediante los adecuados elementos mecánicos de transmisión del movimiento. Las puertas abiertas deberán tener un espacio útil mínimo de 1.300 mm. de ancho y 1.900 mm. de alto.

Las puertas estarán constituidas en base a una estructura metálica revestida con lámina de acero inoxidable o aluminio y reforzadas interiormente por medio de espuma de poliuretano o similar, debiendo resistir una carga de 100 daN aplicada en sentido transversal al plano de la hoja, en un área de 0,02 m². Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma SNCF ST-250 o equivalente. Las juntas de jebes deberán cumplir con las normas ASTM D-2000 o equivalente.

La distribución de las puertas de los coches equilibrará el flujo de pasajeros a desalojar por cada una de ellas. La apertura y cierre de ambas hojas será simultánea. Las juntas de jebes (protección de los usuarios y estanqueidad) colocadas a un lado de las hojas deberán ser proyectadas de forma que tengan flexibilidad suficiente para no causar lesiones a los pasajeros. El sistema de fijación

deberá soportar condiciones de uso rudo. El mantenimiento, el montaje y el desmontaje deberán ser sencillos.

Los motores eléctricos de puertas, deberán ser alimentados por el sistema rectificador / batería.

El motor deberá de tener una vida útil de por lo menos 30 años en operación comercial.

El motor deberá estar dotado de apoyos de rodamiento blindados y tener una protección de tipo IP44. Los ensayos de los motores deberán seguir las condiciones de la norma IEC 34.

El equipo de control de puertas deberá garantizar, bajo cualquier circunstancia, la seguridad de los pasajeros, para lo cual tendrá en cuenta lo siguiente:

- El sistema contará con un mecanismo alternativo que en caso de falla o disfunción del equipo de control, lleve al sistema de puertas al cierre.
- Se tomarán las provisiones necesarias para que el tren se detenga automáticamente en caso que por algún motivo se abra una puerta, después de haberse iniciado la marcha.
- Autorización o Consenso del conductor o del ATP;

La apertura de puertas deberá satisfacer las siguientes condiciones:

- El tiempo entre el comando de la apertura y el término de su ejecución deberá ser inferior a 4,5 segundos, permitiéndose el ajuste de la velocidad al final de la carrera para que evite daños al equipo;
- Cuando las puertas estén libres, se podrán mover manualmente aplicando una fuerza longitudinal inferior a 10 daN.
- En cada una de las puertas se instalará una llave de emergencia de puertas que podrá ser accionada solo en casos de emergencia tan solo cuando la velocidad del tren sea menor a 5 km/h

Además, los equipos de control deberán contar con los elementos de comunicación con el equipo de diagnóstico del tren y almacenar información sobre el sistema de puertas.

El mecanismo de suspensión y conjugación de las puertas deberá tener el mínimo de partes sujetas a desgaste. Los períodos mínimos entre mantenimientos para lubricación y limpieza serán de 120.000 km., y el período mínimo entre cada revisión general será de 600.000 km.

El fabricante de las puertas indicará las operaciones de mantenimiento y ajustes necesarios permitiendo el nivelado de las hojas sin necesidad de desmontarlas del coche.

Los componentes del sistema de puertas deberán garantizar una vida útil superior a los 2.000.000 km.

Control de las Puertas en Operación Normal

La autorización de apertura y cierre de puertas, conforme a la operación del tren, será en la modalidad ATP o Manual. El consenso se ejecutará por el cierre de un contacto eléctrico del ATP o por actuación de un comando a cargo del operador del tren, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad y de validación de la zona del punto normal de parada.

La apertura de las puertas de parte de los pasajeros será por mando local, utilizando botones colocados en correspondencia a las mismas puertas (en el interior y exterior del vehículo). Los mandos de anuncio de apertura y cierre de puertas se instalarán de tal manera que permitan al conductor vigilar el acceso de los usuarios. Asimismo, en cada extremo del pupitre existirán los controles de apertura y cerrado.

El cierre de las puertas de acceso deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Cuando las puertas reciben el comando de cerrado, una alarma sonora de tipo electrónico deberá sonar por lo menos 1,5 segundos o más, ajustable, antes de activar los comandos efectivos.
- El tiempo entre el comando del cierre y el término de su ejecución deberá ser inferior a los 6 segundos, permitiéndose el ajuste de la velocidad. Antes del final de la carrera se tendrá una segunda velocidad más lenta que evite daños al usuario y al equipo.
- El esfuerzo longitudinal a aplicar sobre una hoja para impedir su cierre será de, cuando menos, 50 daN.
- El cierre de puertas deberá funcionar normalmente aun cuando se aplique desde el interior del coche una fuerza de 30 daN en forma transversal a la hoja.
- Las puertas deberán ser provistas de dispositivos de traba mecánica que actuarán automáticamente a través de captadores de posición cerrado.
- Se asegurará la permanencia del cierre de puertas en servicio normal, para autorizar la salida y circulación del tren. Deberá existir una señal luminosa en el exterior de cada coche, y en la cabina se dispondrá una señal luminosa y acústica que confirme el cierre de puertas.

La permanencia del cierre de puertas en servicio normal se perderá cuando se reúnan las siguientes condiciones:

- Velocidad inferior a 5 km/h.
- Autorización o consenso del conductor o del ATP.

Control de las Puertas en Emergencia

En caso de emergencia, en cada una de las puertas de acceso se instalará una manija de “apertura de emergencia” que podrá ser accionada a mano, y que se restablecerá por medio de la llave de servicio del conductor o remotamente desde la cabina de conducción.

Así mismo, en cada coche se instalará un mínimo de 04 manijas de “señal de alarma”, convenientemente distribuidas, que podrán ser accionadas a mano, y que se restablecerán por medio de la llave de servicio del conductor o remotamente desde la cabina de conducción.

Cuando las puertas están en posición abierta, el sistema de tracción no deberá permitir el movimiento del tren mediante el manipulador de tracción.

Los mandos de “señal de alarma” y de “apertura de emergencia” serán independientes.

En caso de avería del mecanismo de operación de una puerta se podrá asegurar su cierre por medio de la llave de servicio o mediante un bloqueo y continuar el servicio normal con las puertas restantes.

Se colocará lámparas en el interior de los coches para anunciar el cierre de puertas a los pasajeros sordos. Estas lámparas estarán ubicadas en la parte media superior de las puertas y encenderán en forma parpadeante cuando sea anunciado el cierre de éstas. El color y la ubicación de éstas serán acordados entre el CONCESIONARIO y el CONCEDENTE durante la fase de proyecto.

El CONCESIONARIO deberá incluir en su Estudio Definitivo de Ingeniería la descripción, diagramas y cálculos que justifiquen el cumplimiento de esta especificación.

1.6.2 Ventanas

Se instalarán ventanas a cada costado, a una altura tal que permitan que el pasajero, sentado o de pie, observe los rótulos y andenes de las estaciones.

Las ventanas podrán ser fijas o tipo “vasitas” en la cual el cristal superior es abatible hacia adentro mientras que el inferior es fijo.

En el caso de ser ventanas fijas, se deberá asegurar la ventilación de emergencia al salón de pasajeros en caso no funcione el sistema de aire acondicionado.

En el caso de ser ventanas tipo vasitas, estas permitirán 15.000 movimientos sin presentar averías que afecten su funcionamiento, salvo los desgastes propios del uso normal.

Las ventanas se fijarán a la estructura mediante un sistema que garantice la estanqueidad, permita su fácil desmontaje y ofrezca seguridad contra desmontajes accidentales por esfuerzos normales aplicados. Las ventanas podrán desmontarse desde el exterior sin dañar el revestimiento interior del coche. Este sistema permitirá la sustitución del acristalamiento en un tiempo corto con un periodo de inoperatividad bajo.

Los cristales de las ventanas serán de seguridad, templados e incorporarán una lámina de protección antivandalismo. Estos cristales se ajustarán a la norma NF F 31-250 o equivalente.

Las lunas frontales tendrán un espesor tal que no pueda ser perforado por el impacto de objetos.

Los cristales deberán cumplir con las características indicadas en la norma SNCF ST-250 o equivalente.

1.6.3 Aislamientos

Para evitar la transmisión de vibraciones, ruidos e intercambios medioambientales, las paredes de los coches estarán provistas de un material aislante que no se deteriore por el contacto con solventes, por envejecimiento o humedad, siendo aplicado en el interior del coche en las zonas donde se requiera, de acuerdo con el diseño propuesto. En las zonas generadoras de calor se evitará su transferencia al interior de los coches, utilizando un material aislante adecuado.

Los materiales empleados para efectuar los aislamientos deberán estar clasificados en la categoría de productos ignífugos correspondientes a la norma NF F16-101 o equivalente.

El diseño del coche se deberá realizar teniendo en cuenta la eliminación al máximo de las fuentes productoras de ruido y el aislamiento o absorción del mismo, con el objeto de conseguir un nivel de ruido inferior a 74 dBA en el interior del coche, en las condiciones descritas en el acápite 4.3.6.

1.6.4 Revestimientos

Para el decorado interior, se deberá utilizar materiales de revestimiento que no necesiten pintura, que no presenten relieves que dificulten la limpieza y que tengan buenas características relacionadas con los siguientes aspectos:

- Resistencia mecánica;
- Resistencia al fuego;
- Baja emisión de humos y gases tóxicos;
- Resistencia a la abrasión;
- Resistencia al envejecimiento;
- Rigidez;
- Resistencia a la suciedad;
- Resistencia al graffiti;
- Posibilidad y facilidad de lavado.

Los materiales utilizados corresponderán a la categoría A2 con una clasificación que no rebase los índices M2-F2 en lo que se refiere a resistencia al fuego y emisión de humos de la norma NF F16-101.

Se dispondrá de los registros necesarios y suficientemente amplios para efectuar la revisión y reparación de los aparatos de forma que no sea preciso desmontar el revestimiento interior.

Paredes y Techo

El revestimiento de las paredes y techos interiores del coche podrán ser de resinas fenólicas, poliéster, u otro material similar, siempre y cuando se cumpla con los índices definidos para la categoría A2 de la norma NF F16-101, preferentemente en paneles enteros, de espesor superior a 2 mm.

La fijación de los revestimientos se hará utilizando el menor número de juntas, molduras y tornillos, los que subsistan serán de acero inoxidable y los tornillos empleados serán del tipo antivandálico.

Las puertas de armarios deberán ser construidas con diseños robustos, articuladas con bisagras continuas de tipo plano y aseguradas con cerraduras rápidas accionadas con la llave de servicio y en material inoxidable.

Para el techo interior se utilizarán paneles similares a los citados para las paredes aluminio.

Pisos

La estructura del piso podrá estar formada por perfiles extrusionados de aluminio o por acero inoxidable.

El piso estará concebido para soportar una carga uniformemente distribuida de 6.5 kN/m² y una carga puntual de 2 kN sobre una superficie de 400 mm x 400 mm.

La parte inferior de la estructura del piso estará protegida térmicamente mediante una capa de material aislante. Esta solución deberá cumplir con el índice M2-F1 de la norma NF F16-101.

El material de revestimiento del piso deberá cumplir las siguientes características:

- Bajo índice de inflamabilidad
- Resistencia contra llamas
- Baja toxicidad por emisión de humos
- Superficie antideslizamiento
- Resistencia al desgaste y abrasión
- Resistencia a sustancias químicas
- Dureza
- Buena absorción de agua
- Resistencia a manchas
- Resistencia a llama del cigarro.

1.6.5 Asientos

Los asientos se colocarán en forma lateral-longitudinal. La cantidad mínima de asientos por coche Ma1, Mb1, Mb3, Mb2 y Ma2 será de 22 y por coche R será de 24, como se indica en el cuadro siguiente:

COCHE MA1	COCHE MB1	COCHE MB3	COCHE R	COCHE MB2	COCHE MA2	UNIDAD DE TREN
22	22	22	24	22	22	112

El material constitutivo de los asientos será rígido, a base de resinas fenólicas, poliéster reforzado con fibra de vidrio u otro material similar, además de perfiles metálicos no visibles.

Alternativamente, se aceptarán asientos de materiales distintos, previa aprobación.

En cada coche, los asientos se montarán entre montantes de puertas, distribuidos en:

- Bloques de asientos de 4 plazas.
- Bloques de asientos de 2 plazas, junto a la zona prevista para la ubicación de una PMR (solamente en los coches Ma, Mb).

Los principios básicos que cumplirán los asientos son los siguientes:

- Presentarán características de resistencia al fuego en cumplimiento a la norma NF F16-101, categoría A2.
- Conformación de características anatómicas y ergonómicas para que no fatiguen las vibraciones.
- Ausencia total de ángulos vivos.
- Se distribuirán en módulos de cuatro (4) asientos con un ancho mínimo para cada asiento individual de 450 mm. Podrá haber también módulos individuales y módulos de dos asientos, con una anchura mínima de 450 mm por plaza.
- Los colores de los asientos guardarán armonía con el resto de la decoración interior.
- Los asientos para personas con dificultades de movilidad (“asientos reservados”) serán de color diferente y en cantidad de cuatro (4) por

coche. Los detalles se definirán en la fase de desarrollo del proyecto, en cumplimiento de la normatividad vigente.

En caso necesario se dispondrá de algunos asientos apoyados mediante una estructura tipo cajón, en el interior de los cuales se situarán los grifos de anulación de freno, seccionadores de coches, elementos del equipo eléctrico o de aire acondicionado, etc., accesibles mediante cerradura con llave de cuadrado.

Su diseño deberá ser confortable e intercambiable entre sí, y de material de calidad auto extingible. El asiento estará diseñado para resistir los esfuerzos transmitidos por los pasajeros sentados y de pie. El montaje y desmontaje de los asientos será sencillo, sin necesidad de retirar otros accesorios. El conjunto de asientos será de mantenimiento nulo.

Los asientos estarán colocados preferentemente en cantilever, es decir sujetos directamente a las paredes del vehículo para facilitar las labores de limpieza.

La estructura del asiento deberá ser de construcción robusta, ensamblada por soldadura. Las partes visibles estarán construidas en acero inoxidable o en aluminio. Las demás partes deberán ser protegidas con pintura anticorrosiva.

1.6.6 Sistema de Climatización

Los trenes estarán equipados con un sistema de climatización para pasajeros que constan de los siguientes componentes, para cada coche:

- 1 equipo compacto de climatización.
- 1 panel de control de climatización.

El sistema permitirá disponer de dos modos de climatización en el coche:

- Modo de refrigeración.
- Modo de calefacción.

El modo de refrigeración en el salón de pasajeros, será alimentado por el convertidor estático y tendrá una potencia frigorífica adecuada para mantener en el interior de los coches el rango de temperatura indicado en la curva de regulación de temperatura interior recomendada por la norma EN 14750 o equivalente.

La instalación estará formada por un grupo evaporador – ventilador y por un grupo compresor - condensador. El sistema de tubos del frigorífico que une el grupo compresor - condensador con el grupo evaporador – ventilador estará formado por tubos flexibles de rápido acoplamiento. Como alternativa, también se aceptarán soluciones con equipos compactos.

Para la revisión y reparación de los equipos se deberá poder acceder fácilmente desde el interior de los coches.

El equipo será de categoría A1 y deberá responder a las normas de fuego y humo NF F16-101 y NF F16-102 o equivalentes.

En su Estudio Definitivo de Ingeniería, el CONCESIONARIO incluirá el estudio del sistema de climatización, mediante el cual demuestre el cumplimiento de esta especificación.

1.6.7 Pasamanos

En el salón de pasajeros se ubicarán convenientemente apoyos o pasamanos próximos a cada puerta y a lo largo de la zona de asientos para otorgar seguridad a los usuarios. Estos pasamanos estarán formados por elementos tubulares de acero inoxidable u otro material equivalente, de una resistencia mecánica adecuada a los requerimientos de carga.

En los casos en que se requiera la unión de dos pasamanos, se emplearán elementos compactos con componentes de fijación ocultos, elaborados en acero inoxidable u otro material de resistencia comprobada, que permitan realizar su montaje y desmontaje sin necesidad de retirar columnas u otros elementos. Todos los tornillos que deban quedar expuestos serán del tipo anti vandálico y del material antes indicado.

Durante la fase de proyecto, el CONCESIONARIO presentará al CONCEDENTE un modelo 3D en Autocad del salón de pasajeros, el cual incluirá la distribución de los pasamanos.

El Estudio Definitivo de Ingeniería incluirá dos alternativas de distribución de pasamanos que permitan su evaluación, tomando en cuenta el flujo de pasajeros y la distribución del peso.

Los pasamanos estarán a una altura aproximada de 1,80m sobre el piso terminado.

1.6.8 Paso entre coches

Se ofrecerá un pasillo de ínter circulación entre coches, logrando que el salón de pasajeros se extienda a toda la formación, el cual se deberá regir por las siguientes características:

- La zona libre de paso será como mínimo de 1.350 mm de ancho y 1.900 mm de alto.
- El pasillo estará perfectamente iluminado y dispondrá de asideros en concordancia con el resto del tren.
- Será robusto, ligero y capaz de resistir todas las sollicitaciones que puedan producirse, con el tren circulando en vía general y talleres, en las peores condiciones, reuniendo las máximas garantías de seguridad para el pasaje, en cualquier momento de la marcha. El montaje y desmontaje de los pasillos será fácil, rápido y seguro.
- Formará una unión perfectamente estanca, impidiendo la entrada de polvo o agua incluso en el lavado mecánico, así como una correcta insonorización.
- Los elementos del pasillo no serán accesibles a los viajeros, especialmente los móviles, para evitar accidentes o actos de vandalismo. En general será de fácil limpieza y con la superficie interna protegida anti graffiti.
- Vida mínima de 15 años

1.6.9 Alumbrado

El sistema de alumbrado del salón de pasajeros deberá ofrecer una iluminación al usuario que brinde una sensación de comodidad y bienestar, asegurando además, en caso de emergencia, un nivel de iluminación adecuado. Las luminarias deberán ser provistas de difusores que eviten el deslumbramiento.

El alumbrado del salón de pasajeros de los trenes podrá ser normal o de emergencia.

Alumbrado normal

Este sistema ofrecerá una iluminación, de acuerdo a los niveles indicados más adelante, sin efectos de sombra. Su alimentación se podrá hacer a partir de la fuente de corriente alterna, en 220 V. o en corriente continua a través de convertidores electrónicos conectados al convertidor estático de la unidad de tracción.

Alumbrado de emergencia.

Este tipo de alumbrado funcionará permanentemente y se mantendrá encendido ante la ausencia de la alimentación de la corriente eléctrica alterna, brindando al usuario la iluminación indispensable para su seguridad y desplazamiento.

Cada lámpara del sistema de alumbrado de emergencia se alimentará a través de un convertidor electrónico, a partir de la batería, considerándose cuatro lámparas de este sistema en cada coche, distribuidas en forma estratégica a lo largo del mismo.

El alumbrado de emergencia se mantendrá por 45 minutos y desconectará automáticamente después de este tiempo.

Operación del Alumbrado

El alumbrado del salón de pasajeros estará disponible, a partir del accionamiento del botón de encendido de los trenes, en presencia de baja y alta tensión. Al iniciarse la energización de los trenes funcionará el alumbrado de emergencia, y al lograrse la operación de todos los equipos auxiliares del tren deberá operar normalmente la iluminación del salón de pasajeros, incluyendo las lámparas que pertenezcan al alumbrado de emergencia.

Nivel de Iluminación

Los niveles a considerar para los dos tipos de alumbrado a 1,2 m del suelo son los siguientes:

Alumbrado Normal (incluye las lámparas de emergencias)	300 lux mínimo
Alumbrado de Emergencia	50 lux mínimo

Las medidas de luminosidad y el cálculo del factor de uniformidad de iluminación se harán tomando como base la norma UIC 555 o equivalente.

Las lámparas a utilizar serán fluorescentes, de 36 o 40 W, con arrancadores electrónicos de encendido rápido y con una vida útil mínima de 7.000 horas.

Si una lámpara se quema, esto no deberá provocar el apagado de otra.

1.6.10 Inscripciones y Placas Interiores

Las inscripciones interiores serán acordadas durante la fase de proyecto. Las inscripciones mínimas serán las siguientes:

Identificación Interior

- Placas del fabricante.
- Número de serie y número del coche.
- Placas de «señal de alarma» en acero inoxidable.
- Inscripción en los cristales de las puertas «por su seguridad no apoyarse».
- Inscripción «no fumar».
- Placa «abrir» en el mando de las puertas de acceso.
- Plano actualizado de la Línea 1, colocado encima de las puertas de acceso.

Todos los rótulos serán redactados en idioma castellano y serán previamente aprobados. Los dispositivos de encendido del tren y de encendido del alumbrado de la cabina deberán contar con una señalización foto luminiscente.

Todos los aparatos mecánicos y eléctricos, incluyendo los paneles de los equipos, serán rotulados de modo que el personal de conducción y de mantenimiento, puedan identificarlos fácilmente, se incluirán el nombre del Fabricante y el número de serie del equipo.

Los rótulos sobre placas con relieve serán resistentes al rayado, de fácil limpieza y con un sistema que asegure su sujeción.

1.7 Cabinas Guía (de conducción)

Las cabinas guía (de conducción) serán concebidas de modo tal que el personal a cargo pueda realizar su función con eficacia y seguridad. Todos los elementos constitutivos de la cabina deberán ser estudiados con el fin de protegerlos del vandalismo.

En la concepción del puesto de conducción se tendrán en cuenta todos aquellos factores que racionalicen el trabajo del conductor como son: una buena visibilidad, buenas condiciones de ventilación y temperatura, una manipulación sencilla de los órganos de conducción, un confort aceptable con atenuación de ruidos y vibraciones, asiento adecuado, etc.

Las cabinas de conducción serán lo suficientemente amplias para que los movimientos del personal se efectúen sin dificultad, especialmente en caso de emergencia, por lo que no podrá admitirse ningún obstáculo que dificulte dichos movimientos.

En la cabina podrá instalarse uno o dos parabrisas frontales, que aseguren al personal una excelente visibilidad de la vía y de la señalización, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la norma UIC 617.7 o equivalente. Tendrán un espesor tal que no puedan ser perforadas por el impacto de objetos sólidos. El parabrisas será de cristal laminado de seguridad, y podrá estar entintado en su parte superior, según lo que se acuerde con el CONCEDENTE. El cristal se montará en el exterior de la cabina, por medio de juntas de jebes o adhesivo especial

y seguro metálico de acero inoxidable que garanticen la fijación y estanqueidad permanente.

Los parabrisas frontales deberán resistir impactos de acuerdo a lo establecido en la norma UIC 651 o equivalente, así como los requerimientos indicados en la norma SNCF ST-250 o equivalente. El parabrisas estará equipado con sistema de desempañamiento incorporado, basado en resistencias.

El asiento del conductor estará situado convenientemente para permitirle el acceso a todos los elementos necesarios para la conducción y control del tren, será cómodo, compacto y regulable. El asiento formará un conjunto resistente y deberá fabricarse con materiales de calidad, será auto extingible. El diseño deberá someterse a la aprobación del CONCEDENTE.

1.7.1 Banco de Maniobras (pupitre de conducción)

Cada cabina deberá contar con un banco de maniobras (pupitre de conducción) en el que se instalarán los aparatos de mando y control de los diversos equipos que forman el tren. Con objeto de no sobrecargar el pupitre, los equipos que no tengan una función activa en la conducción estarán situados en un panel superior o sobre paneles laterales con acceso directo a los componentes.

El conjunto del pupitre debe ser resistente y estético, los materiales empleados serán del tipo inastillable, fácilmente lavables, que no se decoloren con el uso y el tiempo y resistentes a la abrasión.

Los aparatos de mando de utilización frecuente estarán dispuestos de modo que puedan ser accionados cómodamente por el conductor desde su asiento, cuya distribución será similar a la de los trenes actuales. En la etapa de proyecto se definirá la distribución definitiva.

Los aparatos de control estarán situados frente al conductor de modo que queden dentro de su campo de visión y maniobra. Las señales luminosas serán a base de led (pantallas de cristal líquido) parte de un sistema, visibles aun a plena luz diurna. La intensidad del brillo de los elementos de señalización será regulable para evitar molestias a los conductores.

La disposición y montaje de aparatos dentro del pupitre de conducción se efectuará de modo que las operaciones de mantenimiento y sustitución de éstos puedan efectuarse con facilidad. Se incluyen: manipulador de tracción - frenado, manómetros, voltímetro, llave de sentido de marcha, micrófono de voceo, micrófono de radioteléfono, etc.

Los conmutadores de conducción y de servicio del tren deben tener un mecanismo de uso semi rudo y cumplir con las maniobras indicadas en la norma NF 6.200 o equivalente. Todos los conmutadores y llaves deben cumplir con las normas de fuego y humo NF 16.101 y NF 16.102 o equivalentes.

Los siguientes componentes formarán parte de la cabina de conducción:

Interior

- Extintor de polvo químico seco (PQS) colocado en lugar accesible. La fijación de éstos será firme y de fácil desmontaje.

- Un parasol para cada parabrisas, abatible y ajustable, que garantice que el conductor no se deslumbre en vías superficiales.
- Un dispositivo de «señal de alarma» fácilmente accesible.
- Dos pasamanos verticales situados cerca de las puertas laterales.
- Un marco para colocar las laminillas que contienen las matrículas de los coches que componen el tren.
- Una escalera para bajadas de emergencia a las vías.

Exterior

- Un aparato luminoso indicador de destino y numerador del tren, diseñado para una lectura fácil, incluso a plena luz del día.
- Limpiaparabrisas de operación electro neumático, probado ampliamente en el campo ferroviario, con velocidades, dosificador de agua y un aditamento que permita su acción manual.
- Una bocina acústica, con mando electro neumático, colocada en el techo y accionable desde el banco (pupitre).

El CONCESIONARIO presentará a la aprobación del CONCEDENTE las modificaciones necesarias a nivel del software a fin de permitir el correcto y sincrónico funcionamiento del coche Mb3 en la conformación del tren de seis coches. No se aceptara ninguna degradación de los sistemas de conducción existentes. Las previsiones a nivel de software que deban considerarse para el correcto funcionamiento del tren de seis coches serán responsabilidad del CONCESIONARIO y deben ser realizadas dentro del marco de la puesta a punto del Material Rodante a adquirir.

En la fase de proyecto se presentará al CONCEDENTE un modelo 3D en Autocad de la cabina, incluyendo la unión al primer coche de pasajeros, con la disposición de todos los elementos para su análisis y validación.

1.7.2 Puertas de Acceso a la Cabina

El acceso a la cabina guía desde el exterior se hará, de preferencia, por medio de puertas laterales de tipo batiente, con apertura hacia el interior de la cabina, provistas de una cerradura para llave de servicio y manija externa e interna. La manija, accesorios y otras partes visibles se fabricarán en acero inoxidable. Las puertas deberán medir, como mínimo, 0,5 x 1,9 m y estarán provistas de ventanas con lunas corredizas.

Para facilitar el acceso desde la vía se preverá una escalerilla con sus correspondientes asideros.

Tanto el mecanismo de la puerta como el de la chapa deberán garantizar un desempeño de 700.000 movimientos, sin que presenten avería alguna y con un mínimo desgaste de sus partes.

Como alternativa, en su Estudio Definitivo de Ingeniería, el CONCESIONARIO podrá presentar al CONCEDENTE otra propuesta para el acceso a la cabina guía en vez de la descrita como acceso desde el exterior, para su aprobación.

Así mismo, se contará con una puerta de intercomunicación entre la cabina guía y el salón de pasajeros. Esta puerta dispondrá de una cerradura con acción por ambos lados. El cerrojo se accionará con la llave de servicio y se deberá garantizar

50.000 movimientos sin presentar avería o desgaste en los elementos que lo constituyen. Las bisagras serán fabricadas en acero inoxidable.

1.7.3 Iluminación de la Cabina

La iluminación interior de la cabina de conducción se hará por medio de una lámpara fluorescente alimentada permanentemente a partir de la fuente de corriente continua de la batería. Se colocará dos conmutadores en la cabina para poner en servicio esta iluminación.

El alumbrado de la cabina deberá asegurar una iluminación eficiente que no deslumbre al conductor, con un nivel de 50 luxes en el pupitre, que evite que, al reflejarse la luz sobre éste, se dificulte la apreciación de las señales.

1.7.4 Aire Acondicionado de la Cabina

Se instalará un sistema de aire acondicionado en la cabina de conducción que será alimentado por el convertidor estático y tendrá una potencia frigorífica mínima de 3.500 Frig/h.

La instalación estará formada por un grupo evaporador - ventilador, en la cabina guía, y por un grupo compresor - condensador, ubicado en el techo. El sistema de tubos del frigorífico que une el grupo compresor - condensador con el grupo evaporador - ventilador estará formado por tubos flexibles de rápido acoplamiento. El equipo será de categoría A1 y deberá responder a las normas de fuego y humo NF F16-101 y NF 16-102 o equivalentes. También se aceptarán soluciones con equipos compactos.

Como otra opción, se permitirá que la zona de conducción se climatice con el equipo de climatización del salón de pasajeros a través de un booster, para este fin se preverá la instalación de mando manual que permita impedir la impulsión de aire al puesto de conducción.

1.7.5 Luces de Protección de los Trenes

En la parte delantera de las cabinas de conducción se colocarán, en el exterior bajo el parabrisas, 4 faros, los cuales indicarán el sentido de circulación del tren o su condición de estacionado. Los faros extremos emitirán una luz roja, los centrales, una luz blanca.

Los faros de luz blanca se encenderán en la cabina con marcha adelante y los faros de luz roja se encenderán en la cabina opuesta. La elección de operación de éstos será automática por el sentido de marcha elegido. En un tren estacionado, los faros extremos de ambas cabinas se mantendrán alimentados para emitir una luz roja de protección.

En los faros, se instalarán lámparas de halógeno, o de intensidad luminosa similar y de inclinación ajustable, que permitan apreciar la presencia de objetos en la vía a una distancia de 150 m en tramo recto. Estos faros serán alimentados directamente por las baterías y potencia mínima de 200 W tipo "sealed beam".

1.7.6 Luces de Identificación e Indicador de recorrido

Sobre la parte superior delantera de los coches con cabina se instalarán dos luces de color ámbar que enmarquen el número de tren y el indicador de recorrido. Estas

luces serán operadas por medio de un conmutador que estará colocado en la cabina y tendrán posiciones de emisión: fija o intermitente.

La distancia a la cual ambos deben ser perfectamente legibles será de 150 m. Su mando deberá hacerse sin dificultad desde el techo de la cabina de guía.

1.7.7 Bocina Acústica

En cada coche con cabina se instalará una bocina de tipo ferroviario de operación electroneumática, cuyo sonido pueda ser escuchado en la zona superficial de la línea a una distancia mínima de 150 m. El claxon será accionado por un botón desde el banco de maniobras.

El Estudio Definitivo incluirá dos alternativas, en dibujos y diagramas, de la cabina de conducción, tanto interior como exterior. Esta propuesta deberá tomar en cuenta la mejor distribución de los elementos, así como el mejor arreglo ergonómico para el conductor.

1.8 Toma de corriente y cableados

1.8.1 Pantógrafo

Además de la descripción del punto 1.5.7 se tendrá en cuenta lo siguiente.

Todas las estructuras del pantógrafo deberán estar eléctricamente bajo tensión y la corriente deberá derivarse de un borne fijado en el bastidor. Por consiguiente, los aisladores de base deberán efectuar el aislamiento del pantógrafo de las estructuras del vehículo.

Las articulaciones del pantógrafo estarán “puenteadas” en forma adecuada para evitar el paso de corriente por ellas.

El contacto con la catenaria se realizará a través de insertos de carbón grafitado.

El dispositivo de elevación deberá contar con una válvula que permita regular la velocidad de elevación y de descenso.

Al lado de cada pantógrafo se situara un dispositivo de seguridad contra sobretensiones, estática, carente de reglajes, de mantenimiento y cuyas características no se degraden con el tiempo no agentes exteriores.

Sobre el techo del coche, en la región prevista para la instalación del pantógrafo, deberá ser colocado una protección que garantice la no propagación de llama, que deberá proporcionar un aislamiento eléctrico no menor de 15 kV, que cumpla la Norma Internacional. La superficie libre de esta protección deberá ser de tipo antideslizante.

Deberá ser prevista la conexión de los pantógrafos a dispositivos de puesta a tierra, de modo que cuando sea activado, inhiba totalmente cualquier accionamiento de levantamiento del mismo.

El seccionador de tracción (IES), debe integrar el dispositivo que permite el seccionamiento de los pantógrafos, la puesta a tierra y la liberación de llaves.

Los tres pantógrafos que contempla el tren de seis coches, deben ser puestos a tierra, antes de poder poner en marcha el seccionador de puesta a tierra (bloqueo mecánico). En el momento que se realiza la puesta a tierra, la llave Z-sec debe permanecer instalada en el dispositivo. Solo así será posible retirar una o varias llaves con el fin de permitir la apertura de las cajas cuyo acceso está protegido.

Cuando se retira una llave de su ubicación, el seccionador de puesta a tierra no podrá volver a la posición "Normal" (bloqueo mecánico). El dimensionamiento del circuito de potencia, protecciones, características, tiempos de reacción y funcionalidades del pantógrafo del coche Mb3 deberá ser similar al que existe en el resto de los coches motrices existentes en el tren actual.

El CONCESIONARIO debe garantizar la entera compatibilidad de la adición de un pantógrafo adicional con el sistema de electrificación actualmente instalado, cualquier efecto o modificación necesaria será responsabilidad del CONCESIONARIO.

La llave Z-sec, se debe instalar en la cabina de conducción coches Ma1, Ma2 y en un armario eléctrico del coche Mb3.

1.8.2 Cableado de Alta y Baja Tensión

Los cables eléctricos destinados a alimentar los diferentes equipos que se utilizarán en los coches deberán ser seleccionados para soportar la tensión y corriente de los mismos, de tal manera que aseguren continuidad y elevada fiabilidad durante el servicio.

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico de los coches y de los cables adyacentes. Además, deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación, sin degradación de sus características.

Los cables deberán soportar, también sin degradación o deterioro alguno, la exposición eventual a solventes y lubricantes.

Los conductores del cableado de alta y baja tensión, así como sus aislamientos, deberán cumplir con las normas UIC 895 OR, CEI 1034, NFC 32-101, NFC 33-010, NFC 32-012, NFC 32-200, NH 32-80 e ICEAS 19-81, o equivalentes.

La cubierta aislante de los conductores deberá ser libre de halógeno, tomando en cuenta todas las condiciones de operación con las mejores características mecánicas, eléctricas y químicas, asegurando así una elevada fiabilidad en el servicio.

De acuerdo con el diseño del tren, los cables que así lo requieran deberán estar blindados para evitar la interferencia electromagnética. En la cubierta del aislamiento se deberá indicar los siguientes datos: tensión nominal del cable, tipo de aislamiento, clase y sección nominal del conductor.

Los cables tendrán una marca distintiva del Fabricante y las siglas que constituyen la designación, así como el año de fabricación. La separación máxima entre el final de una inscripción y el comienzo de la siguiente será de 50 cm y se aplicará con pintura indeleble sobre la cubierta exterior.

El cableado de los diferentes circuitos se montará de tal manera que no impida o dificulte su montaje y desmontaje en los coches, considerando los siguientes criterios:

Todos los cables unitarios, arneses y cables múltiples deberán estar rotulados o etiquetados en sus extremos, de acuerdo con los esquemas eléctricos y de cableado correspondientes, estos señalamientos deberán ser perfectamente visibles sin degradación alguna con el paso del tiempo.

El cableado bajo bastidor estará colocado en conductos, excepto las acometidas a los diferentes equipos.

Se deberá utilizar canalizaciones para proteger el cableado en las zonas que lo requieran, para evitar toda posibilidad de roce de los cables con partes metálicas.

Los cableados de los circuitos de alta y baja tensión, directa y alterna, así como los circuitos de seguridad y comunicación, serán totalmente independientes entre sí.

Las terminales que se utilicen, especialmente las aplicadas a presión, deberán garantizar la continuidad bajo las condiciones de operación, asegurando que las vibraciones no afecten su funcionamiento. Se aceptará el uso de conexiones sin tornillo, las cuales se someterán a la aprobación del CONCEDENTE.

Las tablillas de conexión deberán contar con identificaciones que permitan una rápida instalación de los cables para facilitar las intervenciones de mantenimiento.

En caso de utilizarse fundas destinadas a contener los cables, el material de éstas será resistente al calor y a las vibraciones, de conformidad con la norma NF F16-101 o equivalente.

Las uniones eléctricas entre los equipos instalados en los bastidores de la caja y en los bogies serán realizadas por medio de cables de longitud apropiada, rematados en cada extremidad por una toma de contactos múltiples, que permita su cambio rápido durante el mantenimiento.

Con el fin de permitir reparaciones eventuales y evitar esfuerzos mecánicos en las conexiones de los circuitos de baja tensión, deberá considerarse en cada conexión una longitud suplementaria de, por lo menos, 12 cm en cada extremo del cable.

Las diferentes partes metálicas de los coches y de los diversos órganos eléctricos y electrónicos, serán conectadas a la estructura de la caja a través de trenzas flexibles de sección suficiente.

1.8.3 Acoples Eléctricos

La conexión eléctrica entre coches y la comunicación entre los equipos instalados en los mismos se efectuará por medio de acoples eléctricos removibles que estarán formados por cables de tipo múltiple, con funda de hule resistente a solventes y lubricantes.

El número de cables será establecido por las necesidades del diseño del tren, proveyendo una reserva del 10% de hilos que quedarán disponibles para futuras aplicaciones.

Los acoples eléctricos tendrán tomas en cada uno de sus extremos, las cuales se acoplarán a las tomas instaladas en los extremos de las cajas. Cada toma tendrá una guía y un seguro que evite su desconexión.

Las tomas instaladas sobre el cuerpo de los coches contarán con un dispositivo, que asegure su perfecta estanqueidad en caso de no ser usadas, y tener un seguro que impida su pérdida o extravío.

La longitud de los cables acopladores entre coches deberá ser suficiente para evitar que se vean sometidos a esfuerzos mecánicos durante la operación de los trenes.

En función del diseño del tren, los acoples eléctricos deberán incorporar cables blindados para protección contra interferencias electromagnéticas.

1.8.4 Elementos de Protección Eléctrica

Todos los equipos eléctricos de alta y baja tensión estarán protegidos por elementos que eviten daños en caso de sobretensiones, sobrecorrientes y cortocircuitos. Los elementos de protección se ubicarán en lugares de fácil acceso y estarán debidamente identificados.

En el caso de los circuitos de alta tensión, su protección se logrará a través de elementos apropiados que cuenten con fijaciones y conexiones seguras y de fácil reemplazo.

En los circuitos de corriente alterna y directa de baja tensión se elegirá magnetotérmicos de rearme manual, su colocación será en tablillas de fácil acceso e identificadas. En la fase de proyecto se justificará la capacidad y tiempos de respuestas de los diferentes elementos de protección empleados en el tren.

Los elementos de protección serán de aplicación ferroviaria.

1.8.5 Equipos y Arreglos Diversos

Los elementos que a continuación se mencionan estarán sobre el exterior de las cajas:

Estribos de acero inoxidable o de aluminio en la parte inferior del marco de las puertas de costado y de cabina.

Un estribo y dos pasamanos que permitan el acceso a la cabina.

Placas de apoyo para gatos mecánicos durante el levantamiento de las cajas, de acuerdo al diseño de las mismas, y pernos de maniobra y ajuste a la caja bogie.

Los órganos mencionados a continuación estarán en el interior de los coches:

- Dispositivo (manija) de “señal de alarma” cerca y a un costado de cada puerta deslizante de los coches de pasajeros.
- Bocinas del sistema de sonorización instaladas sobre los compartimentos y cuyas características se detallan en el acápite correspondiente en esta especificación.
- Dispositivos para el control de los pasajeros por medios electrónicos ubicados en los marcos superiores de las puertas de acceso de los coches o por medio de válvulas sensoras de carga instaladas en el piso

de los coches o a través de otra solución técnica de probada eficacia instalada en la vía férrea.

1.9 Equipo Neumático

El sistema neumático del tren comprende los aspectos de producción, tratamiento, almacenamiento y distribución del aire comprimido, donde están incluidos motocompresor, secador de aire, depósitos, regulación, protecciones y accesorios para su interconexión.

La producción de aire comprimido en el tren de seis coches deberá ser suficiente para que las funciones que desempeñan los equipos de accionamiento neumático, principalmente las de seguridad del tren, se cumplan conforme a lo establecido en esta especificación. Se dispondrá de un secador de aire entre la unidad de compresión y el tanque de almacenamiento. Los consumos de aire comprimido son fundamentalmente para: Equipo de Freno Neumático, Suspensión Neumática, Pantógrafo, Engrase de Pestaña, Equipo de Arenado, Equipos Auxiliares.

El CONCESIONARIO deberá establecer las condiciones de operación del sistema neumático de forma de garantizar, los actuales tiempos de preparación de los trenes establecidos en las Adendas Técnicas (alcance de la presión nominal para el funcionamiento de los trenes).

La apropiada selección de los componentes que realice el CONCESIONARIO permitirá garantizar un suministro de aire seco, limpio y frío. Éste presentará, en su Estudio Definitivo de Ingeniería, la descripción y los diagramas del sistema neumático completo, así como los cálculos de consumo de aire y tasa de funcionamiento del compresor, considerando su aplicación a los equipos de operación neumática previstos en la presente especificación, entre los que destacan: el sistema de frenado mecánico (con accionamiento neumático), la suspensión secundaria y el pantógrafo, y circuitos auxiliares, así como el aire seco empleado en la regeneración del material absorbente del propio secador.

El sistema de suministro de aire deberá estar dimensionado para cumplir con las siguientes condiciones, simultáneamente a partir de la presión de salida de la unidad de compresión, sin llegar a la presión mínima de la tubería principal que lleve al tren a un frenado de emergencia:

- Variaciones rápidas de la carga de aire de vacío a cargado
- dos ciclos completos de alivio y aplicación de freno
- un ciclo completo de izamiento y descenso de pantógrafo
- fuga de aire del tren de acuerdo a la norma IEC 1133

El tiempo máximo de cargado del sistema de aire comprimido del tren de vacío hasta la presión máxima de trabajo deberá ser inferior a 8 minutos.

1.9.1 Unidad de Compresión de Aire

El compresor podrá ser de tipo rotativo, o de tipo alternativo (reciprocante), acoplado directamente a un motor asíncrono trifásico. Cada Tren unidad eléctrica (TUE) contará con dos grupos motocompresores que podrán funcionar en forma individual o simultánea (sincronizada), con el fin de abastecer a todo el tren, bajo el régimen de arranque y paro en un rango de presiones acorde con el diseño del tren.

El sistema neumático deberá incorporar en su diseño la especificación de un nivel normal de funcionamiento de los grupos motocompresores con ciclo de carga de 30 ~ 35%.

En caso de falla de uno de los compresores, el otro deberá suplir el funcionamiento del primero, o de ser el caso, compensar esta deficiencia con el aumento de su ciclo de trabajo.

Cada grupo motocompresor estará dispuesto bajo el bastidor de los coches mediante una estructura suspendida por elementos elásticos que limite la transmisión de vibraciones al salón de pasajeros y que también permita un fácil desmontaje e inspección durante las labores de mantenimiento. El nivel de ruido máximo permitido será de 75 dBA medido a 1,5 metros del piso del vehículo.

El período entre mantenimientos menores del compresor será superior a los 30.000 km. y su revisión general no se realizará antes de los 240.000 km.

El compresor deberá contar con las protecciones de presión y temperatura necesarias para evitar daños a los equipos y al personal de mantenimiento.

El compresor deberá ser de unidad de acoplamiento directo flexible con motor de corriente alterna.

Las conexiones eléctricas, neumáticas y mecánicas serán robustas, confiables, de fácil instalación y de la calidad que exige la operación de un sistema ferroviario.

Considerando la adición del coche Mb3, en los trenes de cinco coches el CONCESIONARIO debe demostrar y garantizar que no se producirá una reducción de la vida útil de los compresores o cualquier otro efecto del resto del tren por los requerimientos de demanda de este nuevo coche.

1.9.2 Motor Eléctrico

El motor que se utilizará para accionar los compresores será asíncrono, tipo jaula de ardilla, alimentado por el convertidor estático. En el diseño, fabricación y pruebas del motor se deberán satisfacer las normas IEC 349, UIC 619 o equivalente, con aislamiento clase F y autoventilados. Deberá contar sobre la carcasa, en su parte superior, con una caja de conexión hermética que permita su empalme con los circuitos del coche a través de una toma rápida.

El inducido deberá ser instalado sobre rodamientos que aseguren una vida útil superior a 1.400.000 km. El inducido será balanceado para permitir un funcionamiento seguro y eficiente a la velocidad correspondiente.

Se deberá considerar las medidas necesarias sobre el cuerpo del motor para efectuar las labores de inspección y mantenimiento que se requieran.

La alimentación del motor asíncrono será a través del convertidor estático que alimenta a los circuitos auxiliares del tren y adecuada a la potencia del motor, con todas las protecciones necesarias que aseguren un funcionamiento confiable. El período mínimo entre mantenimientos mayores será de 700.000 km.

1.9.3 Secador de Aire

El aire comprimido, después de la salida del compresor, pasará por un refrigerador, por un separador de aceite en suspensión y por un secador de aire adecuado al gasto, operación y condiciones ambientales.

La regeneración del material absorbente se efectuará al apagarse el grupo motocompresor, mediante el aire seco contenido en el tanque auxiliar.

1.9.4 Tanques de Aire Comprimido

Se proveerá de depósitos principales para almacenamiento del aire comprimido de una capacidad tal que asegure el suministro de aire a los equipos neumáticos del tren, y un dispositivo auxiliar en cada coche de forma tal que pueda efectuarse, como mínimo, tres frenados consecutivos de emergencia a fondo con detención del tren, en caso de no funcionar el compresor, así como el accionamiento de puertas de ser con mando neumático.

Los depósitos principales estarán en comunicación por medio de una tubería de equilibrio de la cual saldrán las derivaciones para los diversos circuitos.

Los depósitos principales y auxiliares deberán cumplir, con la normativa UIC o equivalente, y se protegerán con recubrimientos de gran resistencia a la corrosión que garanticen una vida útil de 30 años. Asimismo, los depósitos contarán con las válvulas de purga y de seguridad necesarias.

1.9.5 Control, Mando y Regulación

Los paneles de mando neumático, conformados por electro válvulas, transductores y válvulas, constituyen el control, mando y regulación de los sistemas de frenado y pantógrafos; los cuales deberán ser de fácil acceso para su inspección y mantenimiento.

Cada grupo motocompresor deberá tener un regulador ajustado a la presión mínima y máxima de operación. Para el arranque, actuará el mando de los grupos cuando el primer regulador detecte la presión mínima de trabajo; y para el paro, cuando el último regulador detecte la presión máxima.

Se señalará en cabina la falla de los compresores indicando el coche en el que se presente la avería. Además, existirán dispositivos que permitan controlar la alimentación del motor durante las intervenciones de mantenimiento que serán del tipo utilizado en la rama ferroviaria.

De preferencia, se colocarán manómetros en cada coche, para la vigilancia de la tubería de equilibrio y de la presión de frenado.

El circuito eléctrico de comando de la unidad compresora deberá de poseer una llave eléctrica de 3 posiciones (abierto, cerrado automático y cerrado local), localizada en un armario eléctrico y otra llave en serie con dos posiciones (abierto y cerrado) localizada en el panel del compresor. El circuito eléctrico de comando deberá indicar la señalización de falla el monitor de la cabina. Se deberá contar con una protección contra la inversión de rotación del compresor.

El circuito de comando de la unidad de unidad de compresión de aire deberá ser sometido a ensayos conforme a la norma IEC 60077.

1.9.6 Instalación Neumática

Las tuberías serán de cobre o acero inoxidable de espesor reforzado u otro material metálico resistente a la corrosión. La unión de los aparatos y tuberías se realizará con la ayuda de conectores de bronce u otro material metálico de instalación rápida que resista la corrosión.

Para el interior de la caja se podrá emplear tubería de poliamida flexible, conforme a la norma UNE 25.289 o equivalente.

Instalación de Tuberías

Se proyectará la instalación de forma tal que la mayoría de elementos se agrupe en paneles neumáticos, para asegurar una instalación compacta y de fácil manejo y mantenimiento.

La fijación de la tubería al bastidor se efectuará por medio de bridas. La distancia entre dos bridas consecutivas, así como la distancia entre éstas y los aparatos neumáticos deben ser determinadas para evitar:

- Vibraciones de tuberías
- Esfuerzos sobre los conectores y aparatos y sus órganos de fijación
- Golpeteo sobre elementos de las tuberías o de los aparatos

El radio de curvatura de las tuberías neumáticas será el mayor posible.

Las tuberías deben instalarse tan rectas como sea posible y con el número mínimo de uniones. Todo el sistema de tuberías debe disponerse para evitar el desplazamiento, tanto de las tuberías como de los demás elementos unidos a ellas, como consecuencia de las vibraciones, por el peso u otras causas. La disposición de las mangueras flexibles debe evitar el contacto con elementos próximos debido al movimiento relativo entre bogie y caja.

Las derivaciones de las tuberías serán por la parte superior, obligándose a un giro de 180°. Esta condición estriba en evitar el paso de agua procedente de la condensación.

La disposición de las mangueras flexibles debe evitar el contacto con elementos próximos debido al movimiento relativo entre bogie y caja.

En la disposición de las tuberías se evitará las curvaturas que puedan acumular productos de condensación.

Las llaves de aislamiento del circuito neumático deben ser fácilmente accesibles. La manija de las mismas estará en línea con la tubería cuando las llaves estén en posición abierta.

Antes de su montaje, se procederá a una limpieza del interior de las tuberías.

1.10 Equipo Eléctrico de Tracción y Frenado

El objetivo fundamental de este equipo es cumplir con las exigencias de tracción y frenado establecidas en la presente especificación, el mayor ahorro energético posible, los coeficientes de fiabilidad y disponibilidad contenidos en esta especificación, y costos de mantenimiento reducidos.

El equipo de tracción estará diseñado para funcionar a 1.500 Vcc +20% / -30%

El equipo eléctrico deberá ser único para el mando del tren unidad eléctrica. La TUE dispondrá de equipos de tracción constituido por: motores asíncronos, onduladores con tecnología basada en igbt (inversores), contactores de seccionamiento, electrónica de control con base en microprocesadores, filtros de entrada y elementos auxiliares conectados directamente a la línea.

El sistema eléctrico de tracción y frenado deberá estar diseñado para garantizar que el tren pueda recorrer vías con pendiente máxima de 5% en tramos prolongados de hasta 1.000m. Asimismo, deberá realizar la conexión permanente de los motores, dos o cuatro en paralelo en cada coche motor. Por consiguiente, se deberá instalar para cada toma de corriente un interruptor extrarrápido para alimentar y proteger los circuitos de toda la unidad.

El frenado eléctrico será reostático y de recuperación, según la capacidad receptiva de la red, conmutándose automáticamente de uno a otro con la mínima influencia cinemática en cualquier momento de la fase de frenado.

El freno de servicio será eléctrico y estará concebido para obtener la máxima recuperación de energía, por lo que será enviada a la catenaria toda la energía eléctrica que ésta admita durante el frenado eléctrico. El frenado reostático podrá disipar hasta el 100% de la energía máxima procedente del frenado eléctrico, manteniéndose el frenado de fricción (con accionamiento neumático) alternativamente.

Las resistencias de frenado reostático de cada circuito de tracción disiparán solamente la energía generada en el circuito y no de otros en el mismo tren.

El equipo deberá ser comandado por señales generadas por el manipulador, determinando el modo de trabajo (tracción, neutro o frenado).

La anulación del frenado eléctrico en forma parcial o total podrá hacerla el conductor desde cualquier cabina, con posibilidad de realizarse en forma automática.

Los onduladores serán del tipo VVVF (variación de tensión y frecuencia de la alimentación de los motores), conectado directamente a la línea, sin chopper intermedio.

La desaceleración del frenado se adecuará de manera automática al estado de carga de cada uno de los coches.

En caso de falla del freno eléctrico, o a baja velocidad, éste será sustituido automáticamente por el freno mecánico de fricción (con accionamiento neumático), con el mismo esfuerzo total. El sistema utilizado en la sustitución del freno eléctrico por el neumático deberá asegurar que ningún coche del tren quede sin freno bajo ninguna circunstancia. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicará el método sugerido.

Existirá también un modo de operación de «maniobra» para circulación en taller, maniobras de aproximación, etc. con aceleración y velocidades limitadas a valores reducidos (12 km/h).

En lo referente a vibraciones y choques, los equipos deberán ajustarse al cumplimiento de la norma IEC 77 o equivalente. Asimismo, los materiales utilizados se ajustarán a las exigencias de resistencia al fuego y emisión de humos contenidas en la norma NF 16-102 o equivalente.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se presentará la descripción, diagramas y cálculos de todos los equipos y elementos que componen el sistema de tracción y frenado.

1.10.1 Características Generales

Todos los componentes pertenecientes a circuitos electrónicos deberán responder a las especificaciones UIC, CEI y/o Normas Internacionales equivalentes.

Asimismo, se deberá entregar toda la normativa relativa al control de calidad de componentes y equipos electrónicos.

El control de tracción de cada coche se efectuará mediante un equipo controlado por microprocesadores que deberán incorporar autodiagnóstico de fallos con las siguientes funciones de apoyo:

- Ayuda al mantenimiento del tren por conexión con el equipo de monitoreo.
- Realización de la autopruueba de mando y potencia como resultado de una demanda de prueba del sistema de mando y control del tren.
- Envío de resultados del elemento a desmontar si procede.
- Visualización en la pantalla de la cabina de conducción.
- Ayuda al mantenimiento local con una computadora portátil conectada al mando del equipo de tracción que permita: enviar y visualizar los resultados de la autopruueba y configurar, visualizar y obtener diversos niveles de detalle de la información gráfica en la pantalla.

Se efectuará una construcción modular con unidades funcionales separadas, cableados y conexiones entre ellas por tomas independientes, procurando unificar los elementos funcionales.

Condiciones Generales de Funcionamiento

Los equipos serán concebidos para dar servicio bajo las condiciones extremas de operación en las que circularán los trenes, así como para cumplir satisfactoriamente las características de operación que se señalan en la presente especificación para la tracción y el frenado.

Con el propósito de obtener las máximas ventajas de recuperación de energía, el sistema deberá contar con un equipo de control que vigile en todo momento la receptividad de la línea durante el frenado.

Para demandas de desaceleraciones mayores de las que pueda proporcionar el frenado eléctrico, el esfuerzo del frenado neumático complementario incluirá el frenado de los coches remolque.

La estructura de las cajas del interruptor de línea, del ondulator IGBT, del reactor de filtro y de las resistencias empleadas deberá estar al mismo potencial del bastidor del coche.

Influencia sobre las Instalaciones Eléctricas Exteriores

Las frecuencias de trabajo del sistema del equipo de tracción no deberán afectar a otros equipos del tren ni a las instalaciones fijas, ni serán afectadas por las

influencias electromagnéticas del mismo, propias del servicio, ni por las externas a la línea del Metro.

Para ello se calculará y suministrará el equipo y el filtro adecuado para evitar perturbaciones.

El filtro estará constituido por un filtro LC y protegerá al circuito de potencia contra variaciones bruscas de la corriente y de la tensión. El condensador del filtro estará formado por un arreglo conveniente de condensadores en envases herméticos montados de tal manera que permitan evitar los esfuerzos generados por los estados de temperatura a que estén sometidos.

El tiempo de descarga del condensador del filtro de 1.500 a 50 V será inferior a 60 segundos después de apagar el tren.

Sistema de Enfriamiento

Todos los componentes del equipo de tracción serán enfriados adecuadamente, no se admite la utilización de semiconductores inmersos en fluidos para su enfriamiento.

En el Estudio Definitivo se presentarán las características de enfriamiento de los semiconductores, con indicación de las temperaturas máximas previstas, márgenes de funcionamiento y coeficiente de seguridad.

En el caso de requerir ventilación forzada, ésta deberá estar basada en ventiladores alimentados con corriente alterna; se incluirá en el Estudio Definitivo las necesidades de mantenimiento, características de funcionamiento, protecciones y repuestos.

Resistencias de Freno

Las resistencias de freno deberán estar diseñadas para un régimen de servicio ferroviario y su capacidad absorberá como mínimo el 30% del esfuerzo máximo eléctrico regenerativo cuando, por cualquier causa, no hubiera frenado eléctrico de este tipo.

El Estudio Definitivo de Ingeniería deberá incluir las siguientes características de las resistencias:

- Potencia.
- Régimen de recuperación supuesto para el cálculo.
- Sistema de enfriamiento considerando que su ubicación será en el techo o bajo bastidor en los coches motor.
- Medidas de protección previstas para que el calor disipado no afecte al recinto de pasajeros, a los usuarios en andenes ni al personal de mantenimiento, previendo también el aislamiento y señalización adecuados.
- Material de fabricación.

El sistema de instalación será dispuesto en bloques fácilmente desmontables.

Las resistencias de potencia utilizadas en el equipamiento de frenado eléctrico deberán ser sometidas a ensayos de tipo y rutina normalizados de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 322.

Disyuntor extrarrápido

El equipo de tracción deberá contemplar la inclusión de un disyuntor extrarrápido cuya capacidad será adecuada para la alimentación y protección del circuito y de los semiconductores de potencia. Se indicará en el Estudio Definitivo de Ingeniería las características del poder de corte (sobretensión y sobrecorriente), tiempos de apertura y corte. El CONCESIONARIO incluirá en su propuesta las referencias de su uso en otros vehículos, así como un certificado vigente del ensayo de ruptura.

El disyuntor contará con un indicador de estado energizado/desenergizado (uno o cero) para facilitar la intervención y preservar la integridad del personal. Los disyuntores empleados serán de mando electromagnético y de un modelo totalmente probado.

Las conexiones de alta tensión, los contactos auxiliares de estos dispositivos y los reveladores que se requieran deberán estar protegidos contra agentes exteriores, mediante tapas herméticas de material plástico transparente ignífugo.

No se requerirá el desmontaje del disyuntor ni de sus componentes para intervenciones menores en los contactos principales y auxiliares. Éstos deberán ser totalmente accesibles para su revisión y limpieza sistemática, sin que sean afectados los equipos adyacentes.

Las cámaras de extinción de arco deberán ser fácilmente desmontables para la revisión de los contactos principales. No se admitirá la utilización de amianto (asbesto). Todos los dispositivos mecánicos de corte, de conmutación y de aislamiento estarán colocados en una misma caja.

Los mandos de los aparatos electromecánicos se harán mediante la alimentación de la tensión de batería y deberán trabajar adecuadamente entre los rangos de tensión establecidos. La velocidad de apertura y la capacidad de los contactos deberá aislar cualquier falla ocurrida después de su punto de conexión sin dañar ninguno de los aparatos de tracción.

La velocidad de apertura y la capacidad de los contactos deberá aislar cualquier falla ocurrida después de su punto de conexión sin dañar ninguno de los aparatos de tracción.

Los contactos y circuitos auxiliares de baja tensión deberán estar debidamente aislados de la alta tensión.

El equipamiento de control de tracción y frenado deberá ejecutar automáticamente las reconexiones del disyuntor. El número de reconexiones deberá ser definido en el Estudio Definitivo, de conformidad también con el sistema de autodiagnóstico.

Componentes del Equipo Eléctrico de Potencia

Los componentes eléctricos se ajustarán a las especificaciones de la norma UIC 616-0 o equivalente.

La vida media de los contactos eléctricos de ruptura será superior a los 150.000 km.

Los aparatos eléctricos se ventilarán adecuadamente. No obstante, se evitará la entrada de agentes exteriores tales como agua y polvo.

En el Estudio Definitivo se indicará las características de todos los semiconductores de potencia. En cada caso se indicará, al menos, los datos siguientes:

- Función, tipo y fabricante del semiconductor.
- Características de tensión y de corriente.
- Tiempo de apagado.
- Características de sobrecarga intensidad - tiempo.
- Rango de frecuencias de trabajo previsto.
- Características de enfriamiento de los semiconductores, con indicación de las temperaturas máximas previstas, de los márgenes de funcionamiento y del coeficiente de seguridad.

Se valorará la utilización del mínimo número de semiconductores en el diseño del ondulator IGBT.

Protecciones y Seguridades

El sistema contará con dispositivos de medición y protección para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento. Los detectores respectivos deberán ser de aislamiento galvánico entre los circuitos de alta y baja tensión.

Cualquier falla será eliminada o aislada por acción directa de los circuitos de control o de los disyuntores extrarrápidos.

Las averías del equipo de tracción se registrarán y almacenarán en forma no volátil y se transmitirán al sistema de mando y control, estas informaciones servirán a la operación y ayudarán al mantenimiento.

La protección por circuitos electrónicos vigilará la adecuada interpretación de los mandos, así como la respuesta de los equipos a los mismos. Esta vigilancia se realizará sobre los principales parámetros, los que pueden ser: tensión de línea, corriente de línea, corriente de cada fase, corriente de motores, tensión de motores y patinaje o deslizamiento de las ruedas. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se indicarán los valores límites para la actuación de las protecciones.

Además, se incluirá protección con base en cartuchos recargables con fusibles para los circuitos de alta tensión incluidos en el equipo de tracción, los cuales deberán seleccionarse para cumplir con los siguientes requerimientos: que sean de fusión silenciosa, sin huella exterior, recuperables y con una velocidad de fusión adecuada al diseño propuesto y a las condiciones de servicio.

Para baja tensión, todas las protecciones estarán constituidas por interruptores magnetotérmicos con accionamiento automático y se instalarán en lugares fácilmente accesibles al personal de conducción durante la operación normal, para su rearme si fuera preciso.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se incluirá una relación completa de todas las protecciones empleadas.

Se empleará un mecanismo de apertura y cierre que imposibilite el acceso a zonas donde exista alta tensión sin que previamente se encuentre el conmutador de apagado local activado.

Tendrán un sistema de protección que permita al personal de mantenimiento conectar a tierra los circuitos de alta tensión, mediante una secuencia de llaves o con un sistema de mayor avance tecnológico. En general, todos los cajones conteniendo alta tensión estarán protegidos de esta forma.

Sistema Antipatinaje – Antideslizamiento

La función de antipatinaje y antideslizamiento estarán integradas en el equipo de tracción, excepto en los coches remolque, en los que la función de antideslizamiento estará integrada al sistema de frenado neumático.

Cuando se presenten fenómenos de patinaje o de deslizamiento de las ruedas, el sistema debe permitir la captación precisa del movimiento de las ruedas e iniciar inmediatamente las medidas correctivas oportunas, de forma que se obtenga un aprovechamiento óptimo de la potencia de tracción y del frenado dentro de los límites de la adherencia de los materiales en contacto.

El sistema estará formado básicamente por una central por vehículo, los órganos de mando de frenado y los sensores de velocidad ubicados en los ejes del bogie.

El sistema debe detectar con seguridad, precisión y rapidez, tanto los fenómenos espontáneos de rápido desarrollo, que exigen una reducción inmediata de la potencia actuante, como los procesos de pérdida de adherencia de desarrollo lento, con objeto de poder circular de forma óptima en la zona de pseudo deslizamiento.

Considerando que la función de estos equipos es importante para evitar daños a los órganos del tren y situaciones peligrosas, deberán ser concebidos en seguridad, contando con las verificaciones de las diferentes entradas y salidas y con las interfases necesarias para un adecuado funcionamiento de los órganos y señales requeridas localmente y en cabina de conducción, a través del sistema de monitoreo.

Los generadores de frecuencia que se precisen para los equipos indicados serán los mismos que utiliza el equipo eléctrico para su control o bien otros específicos para esta función. Podrán estar incorporados en el propio motor de tracción o bien adosados a las cajas de grasa (chumaceras) mediante adaptadores adecuados.

Deberá prestarse atención a la conexión de los generadores con el eje de ruedas para evitar que se transmitan a aquéllos, esfuerzos provenientes de los ejes u oscilaciones parásitas. El número de generadores utilizados y su ubicación deberá quedar especificado en el Estudio Definitivo de Ingeniería.

El sistema antideslizamiento-antipatinaje instalado en los trenes deberá garantizar prestaciones elevadas, incluso en freno de emergencia, pudiendo obviarse el uso de equipos de arenado siempre y cuando se garantice que el sistema antideslizamiento-antipatinaje propuesto cumplirá con todas las prestaciones solicitadas en los acápite precedentes.

Se deberá indicar en el Estudio Definitivo de Ingeniería el tiempo de detección e inicio de las medidas correctivas, así como una descripción completa de los equipos propuestos en la cual se deberá incluir la siguiente información:

- Exigencias y características técnicas.
- Descripción funcional.
- Criterios de detección antipatinaje y antideslizamiento.
- Toda la documentación que permita un conocimiento completo del equipo ofrecido y referencias del mismo sobre su empleo en otras administraciones ferroviarias, debidamente documentadas.

Sistema de Control y Señalización

Los equipos electrónicos de control del sistema de tracción serán basados en un microprocesador con autodiagnóstico y estarán concebidos para realizar, al menos, las siguientes funciones:

- Tratamiento de informaciones tanto internas como externas.
- Registro de información, memorización de datos, indicando condiciones en las que se presentaron las anomalías, hora y fecha. En el Estudio Definitivo se deberá indicar la capacidad de la memoria.
- Capacidad de realización de pruebas en baja tensión para la verificación del estado tanto de los circuitos de control como de los de potencia, manual o automática. En todos los casos se registrará en la memoria y se podrá visualizar en tiempo real el proceso de funcionamiento.
- La capacidad de transferencia de datos será en forma local y a lo largo del tren, la comunicación deberá ser amigable por medio de menús y la información será de fácil interpretación, rápido procesamiento y en idioma castellano.
- Visualización de información almacenada, mediante un puerto adecuado para el equipo portátil, sin afectar su registro en memoria.
- Señalizaciones locales para indicaciones de avería del mismo equipo.

Aparatos de Mando y Control

Como se ha indicado, el equipo de tracción será comandado preferentemente por un solo manipulador. En el Estudio Definitivo de Ingeniería se incluirán todos los equipos que se requieran para la conducción manual del tren.

El manipulador de la cabina será de tipo deslizante. La posición neutra estará en la parte media de su desplazamiento. El manipulador tendrá como mínimo las siguientes posiciones identificables:

- Frenado de emergencia (FE)
- Frenado (F1 a F6)
- Neutro (N)
- Tracción (T1 a T4)

El manipulador deberá ser capaz de soportar 2.500.000 movimientos sin desgaste notable en sus partes, incluirá los equipos auxiliares necesarios para la transmisión de la información y para la vigilancia de diferentes seguridades eléctricas.

Deberá existir un dispositivo de seguridad denominado "hombre muerto", el cual será alimentado a la misma tensión de la batería. Su activación se producirá cuando el conductor deje de presionar un pedal o el manipulador de Tracción-Frenado.

El dispositivo recibirá una señal de longitud recorrida, mediante los generadores de frecuencia colocados en las cajas de rodamiento de los bogies.

La intervención del dispositivo será "por longitud" o "por tiempo". El dispositivo actuará emitiendo una señal acústica continua después de recorrer los primeros 40 m. o después de haber transcurrido el tiempo programado sin presionar el pedal o manipulador de tracción-frenado, si el pedal o manipulador no es oprimido dentro de los 40 m. siguientes o dentro del tiempo programado, los contactos del dispositivo intervendrán con el frenado de emergencia.

Las órdenes de conducción constituirán el mando de tracción y frenado del tren, mediante circuitos montados en seguridad de tal forma que, si ocurre una avería en cualquiera de sus componentes en un paso de tracción, resultará una disminución del esfuerzo de tracción o, si ocurre en frenado, aumentará el esfuerzo de frenado.

El mando estará duplicado y constituido por dos generadores idénticos, uno de ellos será prioritario. En caso de defecto del generador prioritario, un dispositivo automático conmutará al otro generador. Esta conmutación se señalará en la cabina de conducción. Cualquiera de los dos mandos deberá asegurar la conducción normal del tren.

La señal de marcha se situará dentro de un rango que permita fijar con seguridad esta posición. Cada uno de los coches motores deberá recibir e interpretar la señal de mando, sin que haya diferencia de la señal de origen y de destino.

El frenado de emergencia se realizará por una línea de tren independiente del mando. La ausencia de señal en ella debe provocar la aplicación del mismo.

El dispositivo del mando de tracción y frenado estará protegido contra todas las perturbaciones. El mando no introducirá perturbaciones en las instalaciones de señalización ni en los equipos de tracción ni en los circuitos de baja tensión del tren. Los circuitos serán alimentados por la tensión de batería.

Las líneas del tren que llevan las señales de mando o de control se aislarán galvánicamente de sus circuitos de emisión y de recepción.

Construcción y Montaje

Los semiconductores de potencia, circuitos de control y auxiliares se montarán en un solo cofre, agrupados por funciones y ensamblados en forma modular, con conexiones entre ellos por tomas independientes que permitan su intercambiabilidad. Este cofre deberá suspenderse del bastidor mediante soportes apropiados y seguros, que no afecten el funcionamiento de los semiconductores y permitan el acceso por los costados o por la parte inferior del coche cuando esté en el interior de una fosa de mantenimiento.

Las cubiertas no serán afectadas por el transcurso del tiempo ni por las condiciones ambientales. Se empleará un mecanismo de apertura y cierre de los cofres laterales, mediante un sistema de llaves o similar, y en todos los casos se garantizará su estanqueidad al agua y al polvo. Se establecerá su apertura en dos pasos, el primero de seguridad con una apertura no mayor a 15° y el segundo mayor a 90°.

La estructura del cofre será lo suficientemente robusta para soportar sin problemas las condiciones de trabajo del material rodante. Los disipadores utilizados estarán térmicamente aislados del cofre.

La conexión de los cables de potencia que unen a los semiconductores con otros elementos del circuito se deberá realizar en el interior del cofre. Los cables de control que llegan a éste se deberán conectar mediante tomas múltiples roscadas.

Los capacitores del filtro serán montados de tal forma que se permita las dilataciones y contracciones de sus envases sin ningún problema. La inductancia del filtro podrá ser montada directamente al bastidor y, en todo caso, no deberá transmitir vibraciones a éste. Su aislamiento será clase F y estará protegida contra cuerpos extraños y sus bornes de conexión estarán situados en una caja unida a su estructura. Estará adecuadamente ventilada para su correcta operación.

Los contactos auxiliares y los reveladores estarán protegidos contra el agua y el polvo.

1.10.2 Motores de Tracción

Características Generales

El motor de tracción será asíncrono, de rotor tipo jaula de ardilla, con alimentación de corriente alterna trifásica suministrada por el ondulator IGBT. Sus prestaciones serán las adecuadas para conseguir que los trenes circulen en las condiciones previstas en esta especificación y de forma tal que la recuperación de energía sea óptima. Los motores serán autoventilados.

Cada motor estará fijo al bastidor del bogie; los rodamientos no serán afectados por la transmisión de los esfuerzos. Los motores estarán provistos de una caja con bornes que permita las conexiones con el equipo de control del circuito de potencia. El inducido será balanceado en forma dinámica para permitir un funcionamiento seguro y permanente, reduciendo al máximo los ruidos debidos a la ventilación y a los rodamientos. El sistema de ventilación estará diseñado de tal forma que se evite la llegada de agua al interior de los motores. El aislamiento de los devanados será de la clase H.

Los rodamientos serán seleccionados por sus características técnicas para garantizar una operación libre de averías superior a 1.400.000 km. En la fase de proyecto se indicará la marca, el tipo y el cálculo de vida media de los rodamientos seleccionados.

El montaje y desmontaje de los motores de tracción será sencillo, considerando que estas operaciones se realizarán en fosa por la parte inferior del coche. Asimismo, se deberá dotar a éstos de un sistema de sujeción para el traslado por medio de un polipasto.

En la fase de proyecto, los motores de tracción serán sometidos a los ensayos previstos en la norma IEC- 349.

Se deberá incluir en el Estudio Definitivo la información indicada en los siguientes puntos:

- Curvas características del motor en las que se indique en función de la velocidad (v), la velocidad de giro, potencia y rendimiento para las condiciones de régimen continuo, horario y potencia equivalente al del

cálculo del diagrama de marcha. Se indicará asimismo la corriente máxima admisible durante 01, 15 y 30 minutos.

- Características de marcha y calentamiento para los recorridos.
- Potencia continua.
- Velocidades nominal y máxima.
- Factor de potencia.
- Rendimiento.
- Tipo de características de los devanados y aislamiento, los cuales serán de clase H.
- Peso del motor completo.
- Tipo de ventilación.

1.11 Convertidores Estáticos

La energía eléctrica para los diversos sistemas y circuitos auxiliares del tren será suministrada convertidores estáticos de acuerdo a la formación propuesta. Estos equipos tendrán un funcionamiento independiente, para que, en caso de avería de uno de ellos, el otro continúe operando normalmente. La conmutación de uno a otro será automática.

De esta manera, cada convertidor deberá ser capaz de abastecer todas las exigencias de energía eléctrica de baja tensión que requieren los diversos equipos montados en un tren. Esta energía deberá ser suministrada con coeficientes elevados de eficiencia, fiabilidad y disponibilidad y con costos de mantenimiento reducidos.

La potencia del convertidor se dimensionará teniendo en cuenta las condiciones más duras de trabajo, con todos los consumos funcionando simultáneamente a plena carga, debiéndose absorber las puntas de corriente generadas en la conexión y desconexión de los equipos que alimentan, sin que la tensión o frecuencia de salida salgan de los márgenes de tolerancia especificados.

Algunos de los sistemas del tren que podrán ser alimentados por el convertidor estático son: iluminación, ventilación, aire acondicionado de la cabina de conducción y de los salones de pasajeros, circuitos de control, carga de la batería, circuitos auxiliares y de señalización, circuitos del ATP, registrador electrónico de eventos y motor del compresor, entre otros.

Al no disponer de Convertidor estático el coche Mb3 debe ser alimentado desde uno de los convertidores existentes. (no existencia de interconexión entre los dos convertidores instalados en cada semi-tren).

La función del convertidor estático es el suministro de energía en Baja Tensión para los servicios auxiliares del tren, partiendo de la energía de la línea de Alta Tensión procedente de la catenaria.

El equipo debe alimentar a los servicios de corriente alterna, corriente continua y carga de Batería, proporcionando por tanto las siguientes salidas:

- Red trifásica con neutro de 400 Vca / 50 Hz.
- Línea de tensión continua de valor nominal 72 Vcc, llamada "Batería".
- Línea de tensión continua de valor nominal 72 Vcc, llamada "Cargas", estas cargas deben estar protegida por sendos diodos de bloqueo de corrientes inversas, para permitir su puesta en paralelo.

Los convertidores estáticos efectúan de forma continua, la carga de la batería asociada.

La adición del coche Mb3 provera el suministro los 1500 Vcc al convertidor estático del coche remolque.

El suministro de energía del coche Mb3 se realizara de la siguiente manera:

- El suministro de alta es de 1500 V vía catenaria o de la toma de taller
- La alimentación de los diferentes circuitos de Media Tensión (400 Vac 50 Hz) de la unidad de tren incluido el coche Mb3, deben ser proporcionados por los dos convertidores estáticos existentes.
- El suministro para los diferentes circuitos de Baja Tensión (72Vcc) del coche y de la unidad de tren la proporcionan los convertidores estáticos y los bloques de baterías.

Cada uno de los convertidores estáticos puede ser alimentado directamente y de forma independiente a la tensión de catenaria a través de los pantógrafos de cada semitren contiguo en particular de los pantógrafos de los coches Mb1, Mb3 o Mb2, o bien a través de la toma de taller disponible en cada convertidor.

El TCMS del tren deberá poder reconocer el modo de alimentación (pantógrafo o toma de taller) presente en cada momento y asegurar que no haya posibles inconsistencias entre ambos, de tal manera de no autorizar jamás el modo pantógrafo mientras detecte la existencia de una toma de taller conectada al tren.

El CONCESIONARIO deberá demostrar con los cálculos correspondientes que los convertidores estáticos pueden alimentar la totalidad de las cargas a nivel de 400Vca y de 72Vdc existentes en condiciones normales y degradadas sin reducción de los tiempos de funcionamiento mínimos establecidos ni daños sobre los mismos.

Adicionalmente para mejorar la confiabilidad cada uno de los coches incluyendo el coche Mb3, todos los coches estarán equipado con 1 inversor de emergencia. La función del inversor consiste en suministrar energía en Baja Tensión para los ventiladores del interior del coche en caso de avería en la red CA del tren, tomando para ello, la energía desde la línea de Baja Tensión procedente de la batería.

Las características técnicas del equipo son:

- Entrada CC: Tensión nominal 72 Vcc (con rango de tensión de funcionamiento de 50 Vcc a 95 Vcc).
- Salida CA Trifásica: Tensión nominal 400 Vca ($\pm 50\%$), frecuencia 50Hz,

Adicional a los requerimientos anteriores los convertidores estáticos principales deben tener la potencia necesaria para poder cubrir los requerimientos de alimentación de estas cargas.

En lo referente a vibraciones y choques, los convertidores deberán apegarse al cumplimiento de la norma IEC 77 o equivalentes.

1.11.1 Características Generales

Condiciones de Funcionamiento

El convertidor estático suministrará las siguientes tensiones de salida:

- Media tensión de 380 o 400 Vca trifásica a 50 Hz y
- Baja tensión de 72 o 110 Vcc.

La tensión de alimentación con la que deberá funcionar el convertidor estático es la proporcionada por la línea aérea, debiendo operar satisfactoriamente en el rango especificado.

El encendido y paro del convertidor estático se producirá en el momento en que la alta tensión aparezca y desaparezca, respectivamente. Los efectos provocados por cualquier interrupción de la alta tensión no tendrán consecuencia alguna en el funcionamiento del convertidor. Igualmente, ninguna perturbación deberá producirse cuando el tren pase por algún cambio de vía o atravesase una sección de la línea aérea desprovista de alimentación de alta tensión.

Los convertidores podrán funcionar sea en vacío o con carga máxima; de igual forma, las cargas podrán ser conectadas o desconectadas, sucesivamente, sin importar cuál sea el orden e, incluso, simultáneamente.

Los convertidores estáticos deberán soportar durante su funcionamiento las anomalías que se presentan por lo común en este tipo de operaciones, como:

- Sobrecargas instantáneas.
- Caídas repentinas de tensión.
- Sobretensiones.
- Anomalías causadas por las subestaciones.

El Estudio Definitivo de Ingeniería deberá detallar las características del equipo frente a este tipo de anomalías.

Si durante el funcionamiento normal se interrumpe la conexión de la batería, por ejemplo por la fusión del fusible, el cargador de batería del convertidor continuará funcionando como fuente de alimentación.

La salida alterna trifásica deberá estar aislada de manera galvánica de la alta tensión.

Características de Alimentación

La tensión disponible en los bornes de la batería se utilizará como fuente auxiliar de energía para el control y regulación del convertidor. Asimismo, el convertidor podrá ser puesto en marcha desde la alta tensión cuando la batería se encuentre totalmente descargada, sin que esto influya en sus protecciones ni en su desempeño normal.

Respecto al circuito de entrada, se utilizará fusible y filtro de entrada. Además, deberá contar con protección para el caso de inversión de la polaridad de alimentación de alta tensión.

Las características de la alimentación es de entrada se especifican a continuación:

Tensión nominal de alta tensión:	1.500 Vcc
----------------------------------	-----------

Rango de variación de la alimentación para mantener la salida nominal:	1.050 a 1.800 Vcc
Voltaje nominal de la batería:	72 o 110 Vcc
Rango de variación del voltaje de batería:	Según norma EN 50155 (IEC 571)

Filtros de Entrada

El filtro estará constituido por un filtro LC que deberá diseñarse para soportar sobretensiones de la línea de hasta 5 kV en un minuto.

Los condensadores del filtro de entrada serán montados para permitir las dilataciones de sus envases sin ningún problema.

Se garantizará un valor superior de capacitancia del 95% del valor inicial después de cinco años de servicio. El tiempo de descarga del condensador del filtro de entrada desde una tensión de 1.500 Vcc a una tensión residual inferior a 50 Vcc deberá ser de un tiempo inferior a 60 segundos.

Características de Salida

Las características de salida del convertidor estático con tensión de alimentación comprendida entre 1.100 y 1.800 Vcc, con funcionamiento en vacío, con carga nominal y sobrecarga (todos los equipos alimentados simultáneamente) serán las siguientes:

a) Salida para corriente alterna trifásica – Media tensión	
Tensión de salida:	380 o 400 Vca
Regulación:	+/- 5%
Forma de onda:	Senoidal
Frecuencia:	50 Hz +/- 1
Distorsión armónica:	Inferior al 7%
Potencia de salida en régimen continuo:	A definir en la fase de proyecto
Factor de potencia:	> 0,85
Capacidad de sobrecarga:	50%

b) Salida para corriente continua – Baja tensión	
Tensión nominal:	72 o 110 Vcc
Ondulación:	1 V pico a pico
Potencia en régimen continuo	A definir en la fase de proyecto
Regulación:	+/- 2%
Rango para el ajuste de la tensión nominal de batería:	A definir en la fase de proyecto
Rendimiento energético para tensión nominal y carga máxima:	85% como mínimo
Capacidad de sobrecarga:	30%

El Estudio Definitivo de Ingeniería incluirá el cálculo de justificación de la potencia total, tomando en cuenta para esto todas las cargas de los equipos que serán alimentados y, además, deberá señalar el rendimiento energético del convertidor

estático con carga máxima y para la tensión de alimentación nominal, incluyendo las descripciones y diagramas necesarios.

Durante la fase de proyecto se definirán los consumos de todos los equipos que el convertidor alimentará. La potencia será superior a la máxima teórica necesaria, suponiendo que todos los circuitos que alimenta funcionan simultáneamente, incluyendo el caso anteriormente señalado.

Sistema de Enfriamiento

Los semiconductores de potencia serán adecuadamente enfriados mediante un sistema confiable y de fácil mantenimiento, tomando en cuenta en su diseño la utilización de materiales no contaminantes. Los semiconductores no podrán estar inmersos en el fluido refrigerante.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se describirá las características del tipo de enfriamiento ofrecido, con indicación precisa de las temperaturas máximas previstas, márgenes de funcionamiento y coeficiente de seguridad.

El sistema incluirá un dispositivo de control de temperatura para actuar de inmediato en caso de alcanzarse niveles altos. La acción de este control se hará efectiva mediante el corte de la alimentación del convertidor.

Influencia sobre los Sistemas del Tren y sobre las Instalaciones Fijas

La frecuencia de operación del convertidor y sus armónicas no deberán perturbar el funcionamiento de los equipos del tren; por ejemplo, la señalización, el radioteléfono y la transmisión remota de datos, entre otros.

Los equipos de las instalaciones fijas, tales como armarios de señalización, Telecomunicaciones, no deberán ser perturbados. Tampoco deberá ser alterado el funcionamiento del convertidor estático por la acción de los campos electromagnéticos existentes en los coches o en las instalaciones fijas.

Características de los Materiales

Durante la fase de proyecto, se exigirá la realización de las pruebas correspondientes, a una muestra o al total de los materiales y componentes utilizados, las que serán bajo responsabilidad y a cargo del CONCESIONARIO.

Todos los componentes y tarjetas del convertidor serán totalmente intercambiables, sin que sea necesario efectuar operación alguna de ajuste ni adaptación.

Todos los componentes que deban ser desmontados por avería, o revisados por mantenimiento, estarán dispuestos de modo que sean perfectamente accesibles, sin necesidad de realizar desmontajes previos, adoptándose un sistema modular.

Protecciones y Seguridades

El sistema contará con los órganos de medida y de protección suficientes para asegurar el buen funcionamiento del equipo y facilitar su mantenimiento.

Las protecciones estarán constituidas por detectores electrónicos con aislamiento galvánico entre los circuitos de alta y baja tensión. Además, se incluirá protección

basada en fusibles para el circuito de entrada. Estos fusibles proporcionarán una protección adicional, debiendo ser de fusión silenciosa sin huella exterior y de adecuada velocidad de fusión.

El convertidor estático deberá estar equipado, como mínimo, con los siguientes sistemas de seguridad y protección:

- Aislamiento galvánico de las líneas de salida respecto a los circuitos de alta tensión del convertidor.
- Protección contra sobrecargas en las líneas de salida. En este caso el convertidor deberá pararse durante un segundo para permitir a los diferentes circuitos regresar a sus condiciones normales de funcionamiento. Transcurrido este tiempo, arrancará nuevamente. Si el cortocircuito ha desaparecido, el convertidor seguirá funcionando normalmente, en caso contrario, se volverá a parar durante un segundo y, posteriormente, arrancará. Sin embargo, si persiste el cortocircuito en el siguiente intento de arranque, el convertidor se parará definitivamente (máximo tres intentos de arranque). Lo mismo debe ocurrir en el caso de avería.
- Protecciones contra fallas del sistema de enfriamiento o temperaturas elevadas.
- Fusible de protección.
- Protecciones internas para sobrecorrientes y sobrevoltajes en los semiconductores de potencia.

En todos los casos, el primer nivel de protección contra los defectos será asegurado por los circuitos electrónicos, los cuales actuarán sobre el mando de la potencia o el corte de la alimentación de la alta tensión.

1.11.2 Montaje, Construcción y Señalización

Los cofres de los convertidores se realizarán mediante bastidores de sustentación, los cuales estarán conectados a los bastidores de los coches. Serán robustos, ligeros, resistentes a las tensiones mecánicas, estáticas y dinámicas previstas y, además, totalmente herméticos al polvo y al agua.

Sus puertas y cerraduras deberán ser fáciles de maniobrar, provistas de juntas de estanqueidad e indicadores de cerrado y abierto, respectivamente. Las puertas deben permitir total acceso a los componentes, para su montaje y reemplazo, por los costados del coche. Se establecerá un sistema de apertura de dos pasos, el primero de seguridad con una apertura no mayor a 15° y el segundo mayor a 90° .

Tendrán un sistema de protección que permita al personal de mantenimiento conectar a tierra los circuitos de alta tensión mediante una secuencia de llaves o con un sistema de mayor avance tecnológico.

En general, todos los cajones conteniendo alta tensión estarán protegidos de esta forma.

La intemperie y las condiciones de servicio a que se verán sometidos los convertidores no les deberán ocasionar perturbación alguna en su funcionamiento, ni fatiga anormal en sus piezas y/o componentes.

Electrónica de Potencia

Los semiconductores de potencia deberán ser del tipo IGBT. Se deberá incluir como parte del Estudio Definitivo todas las características técnicas de los dispositivos de potencia utilizados.

Electrónica de Control

La lógica de control del convertidor deberá ser basada en un microprocesador con un sistema de autodiagnóstico y estará concebida para que, por medio de un equipo portátil, se pueda verificar su funcionamiento total y localizar todas las averías del mismo. Además, deberá incluir una memoria para almacenamiento de datos y disponer de un sistema de comunicación por medio del cual se informe a otros sistemas del tren sobre su comportamiento. La transferencia de datos se debe efectuar también por medio del equipo portátil citado, el cual deberá ser incluido en el suministro.

Todos los componentes pertenecientes a circuitos electrónicos deberán responder a las especificaciones UIC, CEI y/o normas internacionales equivalentes.

1.12 Baterías

Las baterías de los trenes constarán de elementos y serán de tecnología de Ni-Cd, los elementos deben estar conectados en serie mediante conexiones rígidas. Las baterías proporcionan potencia eléctrica de emergencia para los sistemas eléctricos de seguridad y auxiliares, incluyendo la iluminación de emergencia, la señalización, las comunicaciones, el control de las puertas, la dirección y el control de los frenos.

La tensión nominal de las baterías es de 72 Vcc con un valor mínimo de 50,4Vcc y un máximo de 90Vcc.

La capacidad de las baterías del tren debe ser revisada en función de la nueva carga que significa el coche Mb3 ya que las mismas deberán mantener las condiciones de respaldo en el tiempo establecidas para el caso del tren de cinco coches e indicadas en el Anexo 6 Apéndice 1 punto 1.12 del Contrato de Concesión.

Las baterías estarán en configuración flotante es decir que únicamente proporcionan energía cuando el cargador asociado a las mismas no funciona, por fallo del mismo o por ausencia de tensión de catenaria.

La batería deberá incorporar un conjunto de sensores de temperatura, instalado en la conexión rígida perforada.

Los bloques de baterías deben estar conformadas por cajas de polipropileno retardadoras de la llama, con un sistema integrado de rellenado de agua.

Las tensiones, corrientes y régimen de carga de la batería se establecerán basándose en las características del tipo de batería ofertada.

En el caso que los convertidores estáticos no suministren energía eléctrica al banco de baterías, y suponiendo que el estado de carga de dicho banco sea de 3/4 de su capacidad nominal, éste deberá permitir alimentar al control del tren y al alumbrado de emergencia durante 45 minutos como mínimo, y 01 hora, todos los equipos de freno y comunicación.

Sobre la cubierta de la celda se señalará:

El signo de las polaridades: (+) y (-).

En cada borne, una pieza de color convencional que señala la polaridad del borne: negro para el borne negativo y rojo para el borne positivo.

Estas indicaciones deben ser claras, legibles, durables y estar marcadas en relieve.

Los recipientes de las celdas del banco de baterías deberán ser fabricados conforme a la norma UL 94V-O o equivalente.

Los elementos serán recargables y totalmente intercambiables.

El banco de baterías se debe ubicar en un chasis portaceldas, el cual es un conjunto metálico que permite colocar varios acumuladores para asegurar su protección, fijación y mantenimiento. Además, este último deberá tener un sistema que permita su deslizamiento hacia el exterior del carro para su inspección o cambio.

El CONCESIONARIO deberá proporcionar un plano especificando:

- Dimensiones y tolerancias.
- Partes constitutivas y especificación de cada una de ellas.
- Peso.
- Material.
- Chasis.
- Justificación de capacidad.

El chasis estará protegido contra la corrosión del electrólito y permitirá el cambio fácil de una o varias celdas. Además, incluirá los conectores para alimentar los circuitos del tren. La caja de baterías será en acero inoxidable y montado en corredera.

Las agarraderas o platinas de manipulación deberán fijarse sólidamente, para evitar que los tornillos, tuercas u otros elementos hagan saliente en el interior de la caja.

La batería estará perfectamente aislada del chasis y situada de tal forma que tenga una ventilación adecuada para evitar la acumulación de los gases.

Los accesorios de los bancos de baterías permitirán el correcto funcionamiento de estos elementos, bajo las condiciones de operación y de vibraciones establecidas en esta especificación.

El CONCESIONARIO deberá presentar los ensayos de rutina y tipo a que serán sometidas las baterías.

1.13 Sistema de Control y Mando del Tren

Este sistema constituye una red de datos conforme a la norma IEC 61375.

Los servicios digitales principales que ofrece son, entre otros: el control de la tracción y del coche (puertas, luces etc.), y la centralización de la gestión y supervisión de todos los dispositivos auxiliares del tren.

Este sistema de control y mando computarizado supervisara el funcionamiento del tren de acuerdo a la norma IEC 61375, además el sistema deberá integrar un sistema de diagnóstico y de ayuda a la operación y al mantenimiento, considerando los siguientes aspectos:

- ✓ Utilización de circuitos específicos y líneas del tren para la realización de las funciones de seguridad.
- ✓ Aplicación de tecnología de lógica programada, utilizando como enlace un sistema de comunicación distribuido para la realización de las funciones que no corresponden a la seguridad, e incluyendo las funciones de ayuda al mantenimiento.

La comunicación entre los equipos embarcados se realiza mediante una arquitectura de buses jerarquizada en dos niveles: el bus de tren que conecta los vehículos entre sí, y el bus de vehículo que conecta el equipo embarcado en un vehículo o grupo de vehículos. Ambos utilizan un protocolo Maestro-Esclavo.

El sistema contará con dos buses de comunicaciones redundantes a los que estarán conectados todos los equipos del tren.

La arquitectura y el equipo de monitoreo del tren deben asegurar que el sistema pueda escalarse, de manera que sea posible efectuar fácilmente modificaciones y extensiones de las aplicaciones.

El bus de tren especificado será en el estándar TCN como el Wire Train Bus (WTB), el cual permite la comunicación entre los equipos de diferentes vehículos del mismo tren, a 1 Mbps. Este bus se conecta a los nodos localizados en los vehículos, que son dispositivos que actúan como puertas de enlace entre el bus de tren y los diferentes buses de vehículos de cada coche.

El bus de vehículo será especificado en el estándar TCN como el Multifunction Vehicle Bus (MVB) que es un bus de comunicaciones serie que permite el intercambio de información entre los equipos instalados en un entorno local, a 1.5 Mbps. A él se conectan los dispositivos de los sensores y actuadores instalados en el vehículo, así como los dispositivos de control y supervisión.

El sistema monitor del tren se utilizará para:

- Optimizar el nivel de ergonomía entre el conductor y la función de conducción.
- Mejorar el nivel de disponibilidad general del material y reducir los tiempos de intervención en mantenimiento correctivo.
- Minimizar la complejidad del cableado.

El sistema monitor garantizará la independencia en el control de las funciones que el CONCESIONARIO considere críticas para el funcionamiento del tren, de manera que la disponibilidad del conjunto no se vea afectada si llega a producirse una avería en uno de los componentes.

Las funciones de supervisión, mando y control que deben ser consideradas en el sistema de monitoreo del tren incluirán los siguientes equipos:

- Sistema de tracción y frenado
- Algunas de las variables del sistema de ATP
- Sistema de operación de puertas
- Convertidor estático

- Carga de batería
- Motocompresor
- Sistema neumático
- Ventilación de salones de pasajeros
- Alumbrado
- Freno de estacionamiento
- Suspensión neumática
- Sistema de sonorización
- Pantógrafo
- Engrasador de pestaña
- Equipo de arenado (de ser el caso)
- Dispositivos de «señal de alarma»
- Presencia de alta tensión
- Conmutadores y llaves de operación del tren
- Registrador electrónico de eventos (caja negra)
- Conducción
- Ayuda al mantenimiento

Características de la Red del Tren

Los trenes contarán con una red informática inteligente distribuida en cada uno de sus coches, basada en tecnología de sistemas abiertos. La red se basará en el enlace del autómata programable (PLC) de cada coche, a través de la línea del tren, a las computadoras centrales (una en cada cabina). El sistema de interconexión estará basado en un anillo de cable de par trenzado (twisted pair) blindado. La red debe poseer una alta capacidad de desempeño, fiabilidad y escalabilidad.

El sistema operativo de la red deberá permitir trabajar con los diversos programas individuales de comunicación que existan en cada uno de los autómatas programables (PLC) y los equipos que interconecte.

1.14 Sistema de Comunicación a Bordo

Las funciones que deberá realizar este sistema se listan a continuación:

- Aviso de cierre de puertas.
- Comunicación del interior de los coches a la cabina.
- Comunicación entre cabinas.
- Comunicación de las cabinas a los salones de pasajeros.
 - Anuncio de las estaciones (comunicación visual y sonora).
 - Emisión de música ambiental con control de volumen automático.
 - Emisión de mensajes pre-grabados y/o programables.

Las funcionalidades y características de este sistema serán las mismas estipuladas para el resto de los coches que componen el tren y en ningún caso se aceptara una reducción de los niveles sonoros o de la nitidez y/o calidad de este.

1.15 Radiotelefonía

Los trenes estarán equipados con un equipo transmisor-receptor de radio TETRA (Terrestrial Trunked Radio) ubicado en la cabina de guía, así como con sus accesorios, incluyendo su antena en el techo de la cabina.

Este sistema solo corresponde a los vehículos con cabina de conducción pero deberá cumplirse con lo establecido en el punto anterior.

Los Equipos serán de igual marca y características técnicas que los instalados en los trenes existentes modificados (MDT-400, de Teltronik). Debiendo el CONCESIONARIO completar el suministro, instalación y pruebas.

La potencia máxima en emisión de los equipos será como mínimo de 10 W que podrá ajustarse fácilmente sobre el tren al valor idóneo para operar en condiciones reales de servicio en la línea.

1.16 Sistema de Modos de Conducción

El tren tendrá dos (2) modalidades de conducción: Manual y Manual con Protección ATP. El equipo ATP será suministrado como parte del Sistema de Señalización de Vía. Los equipos serán de igual marca y características técnicas que los instalados en los trenes existentes modificados (CityFlo 350 de Bombardier). La infraestructura del coche deberá estar preparada, tanto en ubicación como en canalizaciones, para admitir el equipo de ATP. Se utilizará canalizaciones exclusivas para este sistema. La llave de selección de conducción deberá ser de construcción robusta y de seguridad intrínseca.

El CONCESIONARIO presentará a la aprobación del CONCEDENTE las modificaciones necesarias a nivel del software a fin de permitir el correcto y sincrónico funcionamiento del coche Mb3 en la conformación del tren de seis coches. No se aceptara ninguna degradación de los sistemas de conducción existentes. Las previsiones a nivel de software que deban considerarse para el correcto funcionamiento del tren de seis coches serán responsabilidad del CONCESIONARIO y deben ser realizadas dentro del marco de la puesta a punto del Material Rodante a adquirir.

1.17 Caja Negra

Los trenes deberán contar con un dispositivo que permita detectar, medir, registrar, procesar, mostrar y transmitir parámetros relacionados con el funcionamiento de sus equipos, los cuales permitirán conocer el comportamiento general del tren, así como el de sus principales sistemas, y, en caso de incidentes, realizar un deslinde de responsabilidades. La caja negra es un registrador electrónico múltiple, diseñado con base en un microprocesador, cuyo objetivo principal es memorizar parámetros de funcionamiento del tren. La caja negra deberá contar con un puerto de comunicación a través del cual sea posible conectar al equipo un sistema de cómputo para programarla y extraer la información.

El CONCESIONARIO presentará a la aprobación del CONCEDENTE las modificaciones necesarias a nivel del software a fin de permitir el almacenamiento de los mismos parámetros que actualmente se registran para el caso del tren de 5 coches. Para ello el coche Mb3 deberá contar con las interfaces y elementos necesarios para la comunicación de las informaciones.

1.18 Pruebas Preliminares y de Puesta en Marcha

1.18.1 Pruebas Preliminares

Estas pruebas serán de tres tipos:

Pruebas de prototipo

Se realizarán a aquellos equipos diferentes a los ya instalados antes de lanzar su producción en serie.

Pruebas tipo

Son las que se efectúan a la primera unidad, llamada cabeza de serie, de un diseño ya experimentado.

Se realizarán a los principales equipos y/o sistemas, y comprenderán:

- Determinación de ajustes y tolerancias.
- Determinación de temperaturas.
- Verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño, de operación y de mantenimiento establecidos.
- Se realizarán pruebas de rendimiento del primer tren, con carga simulada. Estas pruebas podrán realizarse en las instalaciones del fabricante o en las del CONCESIONARIO, previo acuerdo con el CONCEDENTE.

También, considerado la diferencia de arquitectura presente en este coche Mb3 con respecto a los ya existentes, se deberán realizar nuevamente pruebas tipo de los sistemas siguientes:

- Sistema de anuncio al público
- Sistema de puesta a tierra del circuito de alta tensión y funcionamiento del Pantógrafo
- Secuencia de arranque de los sistemas eléctricos y neumáticos
- Pruebas de cargas de media y baja tensión
- Verificación de cumplimiento de los parámetros de diseño, de operación y de mantenimiento establecidos.
- Pruebas del tren en condiciones degradadas

Pruebas de serie

Estas pruebas se realizarán a todas las unidades del lote.

Serán efectuadas a los principales elementos, equipos y sistemas antes de la puesta en servicio y comprenderán:

- Verificación breve de las características de operación.
- Verificación del buen funcionamiento general.
- Verificación de los endimientos.
- Repetición de algunas pruebas de tipo que se considere conveniente realizar.

1.18.2 Pruebas de Puesta en Marcha

La puesta en marcha se refiere a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio el tren en línea, una vez que hayan sido instalados los equipos y/o sistemas.

Las pruebas en cuestión comprenderán, por lo menos y no necesariamente en este orden: pruebas de funcionamiento, operativas y de marcha en vacío.

Pruebas de Funcionamiento

- Pruebas en vacío, sin carga, de todos y cada uno de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas con carga de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos, excepto la circulación de los trenes.
- Pruebas del gálibo estático y dinámico de las instalaciones con respecto a los trenes.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos incluyendo la circulación de los trenes.

Durante el desarrollo de estas pruebas se realizará todos los ajustes que resulten necesarios.

Pruebas Operativas

Éstas se realizarán para verificar y ajustar el sistema completo a los parámetros operativos establecidos e incluyen, por lo menos, los siguientes aspectos:

- Intervalo mínimo posible de separación de trenes.
- Tiempos de recorrido entre estaciones y el de una vuelta completa.
- Tiempos de parada en estaciones y terminales.
- Velocidad máxima y comercial.
- Marcha tipo.
- Modos de conducción.
- Señalización de espaciamiento y de maniobra.
- Mando y control del tráfico y de los equipos.
- Telecomunicaciones.
- Interferencias Electromagnéticas e inmunidad de los componentes del sistema
- Distancias y curvas de frenado

Pruebas para la puesta en operación comercial

Considera pruebas en vacío y con carga involucra la operación para:

- Probar los equipos en condiciones muy cercanas a las reales para efectuar los últimos ajustes y poner en evidencia las fallas de «juventud» que se producen normalmente en todo sistema nuevo.
- Completar el entrenamiento del personal en el manejo de los nuevos equipos.

Los procedimientos y/o los protocolos de las pruebas aquí mencionadas y otras que resulten necesarias serán formulados por el CONCESIONARIO de acuerdo a prácticas y normas comunes para pruebas de equipos y sistemas ferroviarios o de Metro y sometidos a la aprobación del CONCEDENTE.

Los costos resultantes de la realización de todas las pruebas estarán a cargo del suministrador del Material Rodante, que someterá a la aprobación del CONCEDENTE, con anticipación, la realización de cada prueba, el programa y protocolos de pruebas de todos y cada uno de los equipos y/o sistemas.

1.19 Documentación

Se deberá entregar toda la documentación del proyecto, la cual comprende cuatro partes: documentación del estudio de ejecución, documentación a entregar con el Estudio Definitivo en los casos aplique, documentación de aceptación y documentación de operación y mantenimiento.

1.19.1 Documentación del Estudio

Comprende también los elementos del proyecto preliminar.

A título indicativo y no limitativo esta documentación debe incluir:

- Descripción técnica y un listado de todos los componentes del equipo (hardware y software), en la cual se pueda identificar cualquier repuesto y/o programa que sea necesario en el futuro. En los listados de componentes deberán constar las especificaciones, el código del fabricante y el código del componente en el mercado.
- Esquemas de principios de ejecución.
- Documentos de los parámetros utilizados, etcétera.
- Planos de cableado.
- Planos de circuitos impresos.
- Memorias de cálculo.

Se pondrá especial énfasis en las diferencias que introduce la adición del coche Mb3 así como en la integración de este coche en el resto del tren (cinco coches) tanto a nivel de planos, características generales, particulares, manuales de operación y mantenimiento, catálogo de partes o piezas, simulaciones solicitadas a lo largo de este anexo y cualquier otro que deba ser modificado.

Todos los aspectos que componen esta especificación deberán ser presentados detalladamente en los EDIS para la aprobación del Concedente con la opinión del regulador dentro de los plazos establecidos en esta Adenda.

1.19.2 Documentación a Entregar con el Estudio Definitivo de integración

Se realizará para obtener la aprobación del CONCEDENTE y también para verificar las interfases con las demás instalaciones. Se entrega según la progresión de los estudios de ejecución del CONCESIONARIO.

Se entregará en dos ejemplares, más un tercero que será devuelto al Concesionario con las observaciones o aprobación de ésta.

La documentación a entregar con el Estudio Definitivo deberá incluir los siguientes puntos:

- Plano de montaje con indicación de dimensiones y peso, además de los requerimientos de espacios, ventilación, energía eléctrica, etc., necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos ofrecidos. Con respecto al consumo de energía, deberá proporcionarse el requerimiento preciso de éste en la peor condición.
- Descripción detallada de la configuración propuesta, con identificación y ubicación física de los componentes del sistema.
- Descripción técnica del funcionamiento de los elementos componentes del sistema.
- Especificaciones técnicas completas referidas a la configuración propuesta.

- Esbozo de los sitios, con indicación y justificación del espacio necesario.
- Descripción técnica del sistema ofrecido.
- Programa de operación.
- Referencias.
- Toda la información que el CONCESIONARIO esté obligado a presentar de acuerdo a lo aquí especificado y la que considere necesaria para cumplir y/o aclarar los términos técnicos y comerciales de su propuesta.

Una vez aprobados los documentos, el CONCESIONARIO deberá entregar la colección completa de las copias maestras u originales en papel y en soporte digital.

1.19.3 Documentación de Aceptación

Presentada a más tardar en el momento de la aceptación del Material Rodante, la documentación de aceptación comprenderá:

- Inventarios de los equipos y partes principales de los sistemas y subsistemas a entregar.
- Certificados de los ensayos y mediciones efectuadas antes de la instalación, en las empresas o laboratorios de los diferentes constructores y fabricantes del material.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados durante la instalación.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados después de la instalación: ensayos generales de funcionamiento.
- Juego de planos correspondientes, incluyendo montaje y distribución, en su última versión, planos «tal como instalado» (as built).
- Los procedimientos de pruebas en fábrica, pruebas aisladas en campo, pruebas integradas y de puesta en marcha.

A esta documentación de aceptación se anexará un expediente que recopile los resultados de los ensayos de aceptación. La documentación de aceptación será entregada en tres ejemplares en papel y en soporte digital.

1.19.4 Documentación de Operación y Mantenimiento

Esta documentación será presentada en soporte resistente y de fácil utilización. De una forma general y hasta el final del período de garantía, el CONCESIONARIO deberá cumplir con la actualización de toda la documentación contractual suministrada.

La documentación comprende:

- El conjunto de documentos del estudio de ejecución, perfectamente actualizado (entregada al efectuarse la aceptación provisional en tres ejemplares).
- Manuales de operación.
- Manuales que incluyan instructivos de funcionamiento y de montaje de equipos y sistemas, y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Un manual que defina toda la planificación del mantenimiento preventivo, incluyendo un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo, para cada uno de los cuales se deberá especificar los siguientes datos:

Periodicidad con la cual deberán realizarse estos trabajos, ya sea en kilómetros recorridos, en horas de servicio, en número de movimientos o, de preferencia, en tiempo calendario.

Descripción detallada del método manual que deberá seguirse para la correcta ejecución de los trabajos, de ser posible con una estimación del tiempo necesario.

Especificación técnica de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos, haciendo una especial mención de las herramientas y/o equipos de fabricación especial.

- Manuales que definan los procedimientos de diagnóstico, detección y corrección de fallas y averías, además de las reparaciones (descripción de las fallas más probables, de sus efectos, de su detección, maniobras a efectuar, reparación propiamente dicha, en tres ejemplares).
- Manuales que incluyan instructivos de principios de funcionamiento, de operación y montaje de equipos y sistemas y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Catálogos de conjuntos, subconjuntos y partes hasta nivel de componente del total de los suministros, con los datos necesarios y suficientes para la adquisición, fabricación y montaje de cada pieza en el mercado nacional o internacional. Estos catálogos contendrán los números de referencia e información de los fabricantes originales y dibujos «explosionados» de los conjuntos y subconjuntos.
- Juego de planos detallados de circuitos eléctricos y electrónicos de módulos, equipos, sistemas y subsistemas, indicando la interconexión de todos los elementos. Se indicará asimismo los valores de corriente y tensión, formas de onda y denominación de componentes eléctricos y electrónicos.
- Un conjunto de copias maestras y documentos originales de muy buena calidad, de la siguiente información:
 - Manual de programación
 - Manual de comunicación de datos
 - Guía para la corrección de problemas
 - Descripción de circuitos
 - Descripción del sistema
 - Descripción del software
 - Manual de utilización del software
 - Cartilla de prueba de operación del sistema (este documento podrá incorporar comentarios de la AATE que deberán ser considerados durante la aceptación definitiva del sistema)

Toda esta información deberá ser suministrada, también, en soporte digital.

1.19.5 Generalidades Sobre La Documentación

El CONCESIONARIO deberá entregar toda la documentación y los planos en idioma castellano. Los planos serán entregados en tamaños normalizados según normas ISO. También se entregarán en medio digital, en la última versión de Inventor, solid Work o similar. Asimismo, el CONCEDENTE deberá remitir dicha documentación al Regulador

El texto y los cuadros se editarán en las últimas versiones de los programas Word y/o Excel de Microsoft.

Las unidades serán expresadas en el sistema métrico decimal.

Toda la documentación entregada por el CONCESIONARIO, hasta la puesta en servicio del sistema, será considerada como propiedad del CONCEDENTE, por lo que ésta podrá elaborar las copias que considere necesarias para su uso interno. La aprobación de los EDI deberá ser realizada conforme a lo establecido en las Cláusulas 6.3 a 6.8 del Contrato de Concesión.

APÉNDICE 7:

Especificaciones Técnicas Mínimas para las Obras Complementarias

Anexo N° 1: Especificaciones Técnicas Mínimas para la Remodelación de 5 Estaciones

1.1 Objeto General

Ampliación de la capacidad de las 5 estaciones de la Línea 1 por incremento de la demanda, para que satisfaga las exigencias de estas Especificaciones Técnicas Básicas.

La adecuación de estas estaciones, cuyas cargas en la actualidad son críticas, producto de la demanda, son: Villa El Salvador, La Cultura, Gamarra, Grau y Bayóvar, en tal sentido es necesario mejorar las condiciones físicas de las mismas de acuerdo al siguiente detalle:

Diseño, Construcción, desinstalación e instalación del Equipamiento Electromecánico de las estaciones mencionadas, que permitirá reducir la congestión y los riesgos ante el incremento de la demanda brindando un adecuado nivel de servicio al público con toda seguridad, garantizando la capacidad de la estación y el flujo de ingreso y salida de los usuarios a la estación.

El CONCESIONARIO será responsable de las mejoras realizadas y de la operatividad de los equipos a suministrar como de los sistemas existentes. El suministro del equipamiento comprenderá el programa de mantenimiento.

En su Estudio Definitivo de Ingeniería, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado y su diagrama PERT-CPM para la implementación de las mejoras, que incluya todas las etapas hasta la entrega completa y demás suministros previstos en la presente especificación.

El Estudio Definitivo de Ingeniería debe referirse a las Obras y el equipamiento vinculado a las intervenciones necesarias para implementar las ampliaciones de las estaciones objeto de este anexo.

El CONCESIONARIO deberá construir, modificar y equipar las instalaciones de la estación que considere en su Estudio Definitivo de Ingeniería para garantizar la operatividad de los equipos e instalaciones de toda la Línea 1, sin que se alteren las prestaciones de seguridad y funcionalidad operativa exigidas en este documento.

El alcance de los trabajos está dirigido al diseño, construcción, suministro de equipos auxiliares, sistema de control de pasajeros, interfaces con los elementos existentes y pruebas de las ampliaciones de las estaciones Bayóvar, Grau, Gamarra, La Cultura y Villa El Salvador para poder atender en condiciones de confort y seguridad adecuadas el aumento de demanda que se producirá con el incremento de la flota de trenes.

1.2. Condiciones Ambientales

La ubicación donde se realizarán las Obras Complementarias será en la ciudad de Lima y las condiciones de temperatura ambiente son poco variables en el curso del año, y puede oscilar entre los 10 a 35° C, con una precipitación pluvial anual promedio de 15 mm, concentrada en un período de tres meses, y una humedad relativa promedio del 90% y que alcanza al 100%.

De manera particular debe considerarse que se trata de un medio ambiente marino, ya que la ciudad de Lima está ubicada frente al mar, y que, además, su atmósfera está expuesta a altos niveles de contaminación durante una parte significativa del año.

La operación de los trenes de la Línea 1 se realizará al aire libre desde las primeras horas de la mañana hasta la noche, durante toda la semana, con ingreso y salida de usuarios de la estación del nivel del suelo o sobre viaducto, por lo que las condiciones de trabajo a las obras fundamentalmente se realizarían fuera de servicio y a las condiciones antes descritas.

1.3 Normas

Las normas que se aplicarán al diseño, construcción y equipamiento de las 5 estaciones de pasajeros a ser modificadas son los reglamentos y normas nacionales, así como con las normas internacionales que correspondan.

2. Descripción de las obras

A continuación se describen las características técnicas de las obras civiles a ser construidas y modificadas, en las 5 estaciones de pasajeros.

2.1. Estación Villa El Salvador

Ubicación

La Estación está ubicada en la Av. Separadora Industrial, al sureste del Distrito de Villa El Salvador, al lado del ingreso, cuenta con una Pasarela Peatonal de concreto para el acceso de ingreso y salida de los usuarios y en su entorno está compuesta por edificaciones de carácter comercial y residencial.

2.2. Estación La Cultura

Ubicación

La Estación está ubicada en la Av. Aviación con la Av. Javier Prado en el Distrito de San Borja, el ingreso corresponde al primer nivel, no cuenta con Pasarela Peatonal y en su entorno está compuesta por edificaciones de carácter comercial y residencial.

2.3. Estación Gamarra

Ubicación

La Estación está ubicada en la misma Av. Aviación en el cruce de la calle Unanue en el Distrito de la Victoria, siendo un entorno de edificaciones comercial.

2.4. Estación Miguel Grau

Ubicación

La Estación está ubicada en la Av. Miguel Grau en el distrito de Cercado de Lima, el entorno inmediato es básicamente comercial y residencial, es la única estación que cuenta con tres niveles para el acceso al andén de pasajeros.

2.5. Estación Bayovar

Ubicación

La Estación está ubicada en la Av. Próceres de la Independencia cercana a la intersección con la Av. Bayovar en el Distrito de San Juan de Lurigancho, siendo la última estación cerca del Patio de Maniobras de Bayovar, su entorno está compuesto por edificaciones de carácter comercial.

Características Generales de las estaciones a ser intervenidas

Las obras de mejora comprenden la adecuación del acceso y las instalaciones, y deberán tener las dimensiones apropiadas para proporcionar el confort del servicio y la capacidad para el flujo de ingreso y salida de los usuarios a la estación.

Las estaciones contarán con ambientes y oficinas equipados con todas las facilidades necesarias (conexiones de Internet, teléfono, iluminación, sanitarios, sistemas de detección de incendios interconectado al sistema, etc.). Se trata de una edificación de tipo comercial.

Para el techado de las estaciones y las que cuenten con pasarelas se ha propuesto coberturas de plancha metálicas que permitan la iluminación y ventilación de la instalación; con una cubierta de paneles acanalados similar a la existente del tramo 2 de la Línea 1.

El piso de la nueva infraestructura dentro de las estaciones mejoradas debe contar con un acabado, igual o mejor a las estaciones existentes del Tramo 2 de la Línea 1.

Los acabados exteriores deben garantizar la durabilidad, se deberán elegir muros de concreto, mampostería, acabados tipo piedra o con una durabilidad similar. Cuando se utilicen materiales como paneles de madera o metales, se deberán utilizar medios para evitar la corrosión.

Los espacios públicos en las estaciones deben ser construidos en materiales de superficie resistente, durabilidad y buen mantenimiento en el tiempo.

Obras Civiles

Las Obras civiles de columnas, zapatas, vigas, pisos e infraestructura deberán regirse al Estudio Definitivo de Ingeniería con sus respectivos planos aprobados y cálculos de cargas de diseño.

Para este fin, dentro de las actividades previstas para la mejora de las estaciones se debe dimensionar, mejorar y diseñar las estaciones tomando en consideración las siguientes normas, estándares y recomendaciones de diseño:

- Las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y las normas del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- Los estándares recomendados por la National Fire Protection Association (NFPA), en su norma NFPA 130 "Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems" y National Fire Protection Association (NFPA) 101 Life Safety Code.
- Las recomendaciones del Transit Capacity and Quality of Service Manual - 2nd Edition
- Código Nacional de Electricidad - utilización 2006
- Normas de Fabricación Normas Europeas EN-115
- Normas internacionales relacionadas (tales como DIN, ASME, NFPA, NEC)
- Se podrá tomar en cuenta lo indicado en el NFPA para definir las características de las escaleras de evacuación en andenes.
- El Decreto Supremo N° 039-2010-MTC - Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros en Vías Férreas que Formen Parte del Sistema Ferroviario Nacional.
- Manual de Diseño de Puentes de la DGCF del MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones). Según las recomendaciones de las normas establecidas para los acabados (AREMA).
- ASTM (American Society of Testing and Materials).
- ACI (American Concrete Institute).
- AWS (American Welding Society).
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Generalidades

Debe estudiarse de manera especial todos los elementos equipos e instalaciones que se coloquen o que puedan interferir con los andenes para evitar puntos de congestión y reducción del espacio útil a ésta. En las áreas de andenes se procurará no poner elementos verticales para estructura, avisaje, retención, etc.

Ambos andenes, deben estar conectados al corredor de evacuación.

Se prevé la construcción de una pasarela peatonal en la Estación Miguel Grau por contar un acceso en el segundo nivel, la cual debe ceñirse a las normas establecidas respectivas para construcción.

Todas las obras civiles y las modificaciones realizadas a la estructuras de los techo de la estación deben ceñirse al Estudio Definitivo de Ingeniería cálculos de cargas y esfuerzos de ingeniería.

Dimensionamiento

Las dimensiones básicas que se indican a continuación son informativas de las obras existentes que de ser intervenidas deberán ser respetadas:

1.	Longitud de andenes, mínimo	120 m.
2.	Ancho de andenes laterales, mínimo	4,0 m
3.	Desnivel entre tope del riel y andén - Altura de andén	1,05 m
4.	Altura mínima libre de los accesos a los andenes	2,5 m
5.	Separación máxima entre borde de andén y vagones(para estación en recta)	10 cm
6.	Separación máxima entre borde de andén y vagones (para estación en curva)	15 cm
7.	Diferencia de nivel máxima entre el andén y la puerta del tren	+ - 5 cm.
8.	Radio de curvatura horizontal mínimo	800 m.
9.	Pendiente máxima de perfil de estaciones	0.50%
10.	Galibo mínimo entre calzada y estructuras sobrepasantes	5.00 m

Arquitectura

Las zonas predefinidas en las estaciones son:

- Zona de Boletería
- Anden para acceso de usuarios
- Servicios higiénicos para personas
- Área de recepción (ingreso)
- Área de torniquetes (ingreso y salida)
- Acceso para escaleras mecánicas y/u otros hacia andenes

Los acabados de la estación deben soportar un tránsito muy intenso, y las condiciones ambientales extremas (agua, polvo, humedad) para lo cual se emplearán materiales de alta resistencia y larga duración.

Toda la carpintería propuesta para puertas, ventanas y paneles divisorios será metálica, en base de perfiles y chapas de acero galvanizado.

Los muros interiores, ya sean de albañilería tarrajada o paneles prefabricados en concreto, y en acabado exterior deben ser pintados.

Instalaciones Eléctricas en general

Las instalaciones eléctricas interiores y exteriores de las estaciones deberán ser diseñadas de acuerdo con las siguientes Disposiciones, Normas y Reglamentos:

- Código Nacional de Electricidad – Utilización – 2006
- Resolución Ministerial N° 175-2008-MEM/DM. Modificaciones del Código Nacional de Electricidad – Utilización.
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma Técnica EM.010 Instalaciones eléctricas interiores.
- Norma Técnica NTP – 370.303 Instalaciones eléctricas en edificios.
- Decreto supremo N° 034-2008-EM. Medidas de ahorro de energía en el sector público.

El Estudio Definitivo de Ingeniería de los ambientes de la estación sujetos a modificación debe incluir los siguientes estudios complementarios:

- Cálculo del alumbrado de las instalaciones y ambientes.
- Cálculo de ventilación donde sea requerido
- Cálculo de aire acondicionado para oficinas.
- Cálculo del sistema de puesta a tierra

El Estudio Definitivo de Ingeniería debe incluir la modificación a los siguientes sistemas complementarios:

- Cambio de transformadores de Servicios auxiliares
- Sistema de alarma contra incendio
- Sistema de agua contra incendio
- Sistema de Movilización de personas
- Sistema de puesta a tierra superficial y profunda
- Sistema de agua industrial y desagüe en los ambientes que lo contemplen
- Sistema de alumbrado y tomacorrientes
- Sistemas de aire acondicionado
- Sistema de telefonía IP
- Sistema de cableado estructurado incluido servidores.
- Sistema eléctrico, electrónico y de comunicaciones.
- Sistema de control de pasajeros.

Instalaciones Sanitarias

El diseño de instalaciones sanitarias comprende:

1. Conexiones de agua.
2. Desague: redes de desague, conexión de desague.
3. Desagues pluviales: canaletas de recojo en la estación, techos y redes de evacuación.

De la red general de agua de la estación se abastecen los servicios higiénicos, siendo tuberías de agua de PVC, clase 150. El sistema de eliminación de desagues es por gravedad, desde los servicios higiénicos hasta su descarga en el colector público. El colector exterior en su recorrido recolecta las aguas pluviales.

El sistema de tubería debe ser calculado con la suficiente capacidad para conducir la contribución correspondiente a la máxima demanda simultánea. El sistema descarga en la red pública.

Todas las tuberías de desague serán de PVC, tipo SAL. Las redes exteriores pueden ser de cemento normalizado y tomándose en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones, en su título de Instalaciones Sanitarias.

El Concesionario deberá considerar en su Estudio Definitivo de Ingeniería de las Obras la recolección de agua de lluvia, los planos arquitectónicos y sanitarios indicando el sistema de canaletas de recojo, las que mediante las bajadas convenientemente distribuidas descargan las aguas de lluvias en el colector exterior de desague. Estas canaletas están incluidas en el diseño estructural de la edificación y de arquitectura.

3. Equipamiento electromecánico

A continuación se describen las características técnicas del equipamiento electromecánico a ser implementado en cada estación, según el Estudio Definitivo de Ingeniería.

Los criterios a utilizar en cuanto a cantidad y ubicación de los elementos de supervisión y vigilancia (Circuito Cerrado de Televisión – CCTV) para los nuevos accesos y modificaciones en las estaciones deberán ser los mismos que los ya existentes en los accesos actuales.

3.1. Requerimientos generales a cumplir por los equipos

Los requerimientos tecnológicos descritos en las especificaciones técnicas deben satisfacer la ejecución de las operaciones en la prestación del servicio a los usuarios y deberán estar acompañado de su Estudio Definitivo de Ingeniería, detallando la instalación, montaje, conexión del sistema eléctrico de potencia de los equipos con el nuevo sistema eléctrico de las subestaciones.

Equipamiento a ser suministrado para la Estación Villa El Salvador

Equipamiento	Cantidad
Torniquetes	12
PMR	1
MET portátil	1
TVM	4
Escaleras Mecánicas	2

Equipamiento a ser suministrado para la Estación La Cultura

Equipamiento	Cantidad
Torniquetes	18
PMR	1
MET portátil	2
TVM	3

Equipamiento a ser suministrado para la Estación Gamarra

Equipamiento	Cantidad
Torniquetes	9
PMR	1
MET portátil	1
TVM	2
Escaleras Mecánicas	2

Equipamiento a ser suministrado para la Estación Miguel Grau

Equipamiento	Cantidad
Torniquetes	8
PMR	1
MET portátil	1
TVM	2

Equipamiento a ser suministrado para la Estación Bayóvar

Equipamiento	Cantidad
Torniquetes	12
PMR	1
MET portátil	1
TVM	2
Escalera Mecánica	2

Prueba y puesta en Marcha

Después de haberse construido y realizado las mejoras a las obras y sistemas, se realizarán las pruebas correspondientes con el sistema energizado y con operación controlada desde el PCO. Para dicho fin se deben realizar previamente los siguientes trabajos y pruebas:

- Prueba de los transformadores de Servicios Auxiliares
- Pruebas del Sistema Contra incendio.
- Pruebas de Escaleras mecánicas.
- Pruebas de Alarmas Contra incendio.
- Pruebas de Sistema Eléctrico.
- Pruebas de Torniquetes.
- Prueba de PMR (Torniquete para persona de movilidad reducida)
- Pruebas de TVM (Máquina automática expendedora/recarga de tarjetas)
- Prueba de MET (Máquina semi-automática expendedora/recarga de tarjetas)

3.2 Cambio de Transformadores de Servicios Auxiliares

Para cubrir los requerimientos de alimentación en las estaciones de pasajeros originados por las ampliaciones y equipos complementarios se ha previsto la permutación de transformadores desde las estaciones de menor carga hacia las que serán ampliadas, a excepción de Bayóvar que luego de su traslado requerirá de un transformador de mayor capacidad que el resto de las estaciones.

En las Subestaciones se hace necesario adaptar el sistema de alimentación auxiliar a las nuevas solicitudes.

El transformador a suministrar será el correspondiente a la Cabina Bayóvar los dos nuevos transformadores son de características similares al anterior y de potencia de al menos 315 KVA a confirmar con los estudios de carga de dicha estación.

Los trabajos de permutación de estos transformadores deben realizarse sin afectar la funcionalidad de la estación, para lo cual el CONCESIONARIO deberá presentar un programa detallado de trabajo en donde se indiquen las medidas a tomar para evitar la interrupción del servicio, así mismo informara de los equipos de respaldo a utilizar, personal, logística necesaria para esta intervención.

La distribución de permutación de Transformadores de servicios auxiliares es referencial, no así la cantidad de ellos.

El valor de la potencia de transformador de Bayóvar y del resto de permutaciones serán confirmadas con el estudio de cargas de cada estación a remodelar, a fin

de intercambiar los Transformadores de servicios auxiliares identificados por los que menos demanda tiene en el Tramo 2.

Distribución de transformadores de Servicios Auxiliares

Estación	Potencia actual (KVA)	Potencia nueva (KVA)	Descripción de cambio
Villa el Salvador	160	250	Reemplazado de estación Bayovar (**)
La Cultura	160	250	Intercambiados con estación El Ángel
Gamarra	160	250	Intercambiados con estación Presbítero
Grau	160	250	Reemplazado de estación Pirámide del Sol
Bayovar	250	315	Fabricación nueva (*)

** Los transformadores de la estación VES luego de estas operaciones serán entregados al Concedente.

El cambio de los transformadores debe mantener la filosofía de redundancia de alimentación: un transformador funciona alimentando la estación mientras el otro se encuentra en stand by, en caso de que el transformador que está trabajando caiga por algún problema, la rutina de transferencia que se implementará en los RTU conmutará automáticamente hacia el transformador que se encuentra en stand by.

Todos los trabajos directos o indirectos resultado de las permutaciones de los transformadores y de la instalación de los nuevos transformadores de Bayovar están incluidos en la prestación y deben ser presentados al CONCEDENTE.

3.3 Accesibilidad para personas de movilidad reducida

Las estaciones deberán contar con accesos para personas de movilidad reducida y adultos mayores y cumplir la normatividad vigente.

Se deberá hacer accesible a estas personas todos los espacios públicos de las instalaciones, eliminando toda barrera que impida el uso de las instalaciones. Se deberá tomar en cuenta ambos lados de cada estación (lados par e impar), desde el ingreso exterior a la estación hasta el andén, además de instalación de líneas de pavimento de pisos podotáctiles para los discapacitados.

Los trabajos se adecuarán a las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE Norma A 120), tomando en cuenta las definiciones de persona con discapacidad, persona adulto mayor, accesibilidad, ruta accesible, barreras arquitectónicas, señalización, señales de acceso, mobiliario urbano y espacios públicos entre otros.

Escaleras Mecánicas

Las estaciones VES y Gamarra se equiparán con 2 escaleras mecánicas en cada una de ellas y deberán ser eficientes, compactas para instalación en espacio reducido, de bajo consumo energético.

Las escaleras mecánicas dejan de funcionar en caso de evacuación por incendio y/o sismo. Sin embargo, la capacidad de estas escaleras paradas debe ser considerada en los cálculos de evacuación.

Especificaciones técnicas generales

Tipo	: Alto Trafico
Velocidad	: 0.50 m/seg
Apoyo del escalón	: 1000 mm
Inclinación	: 30°
Apoyo intermedio	: De acuerdo a desnivel de entresijos
Zócalos	: Lamina de acero inoxidable
Control	: Maniobra independiente, dispositivo de Arranque Estrellatriangulo” baja intensidad de energía
Balaustradas	: De vidrio templado
Maniobra	: Reversible para subir o bajar

Cubierta Exterior Laterales e inferior acabados con chapa de acero inoxidable (tipo Sándwich)

3.4 Sistema de Control de Pasajeros en Estaciones

3.4.1 Objeto del Suministro

Suministro de Equipamiento del Sistema de Control de Pasajeros en las estaciones que satisfaga las exigencias de estas Especificaciones Técnicas Básicas.

En su Estudio Definitivo de Ingeniería, el CONCESIONARIO deberá proporcionar las especificaciones técnicas detalladas, así como un cronograma de actividades a realizar.

En la presente especificación técnica se describen las principales características de los equipos que conforman el sistema de control de pasajeros, tales como:

- Torniquetes,
- PMR (Torniquete para persona con movilidad reducida),
- TVM (Máquina automática expendedora/recarga de tarjetas) y
- MET (Máquina semi-automática expendedora/recarga de tarjetas).

Dicho equipamiento será instalado en las estaciones Bayóvar, Gamarra, La Cultura, Grau y Bayóvar. El nuevo equipamiento a instalar deberá considerar las características del sistema existente contemplando el hardware, software, comunicaciones o cualquier otro elemento necesario para la integración de la base de datos del Concentrador Central y del Concentrador de Estación, de tal modo que presenta un funcionamiento óptimo.

El sistema de control de pasajeros tiene como objetivo fundamental satisfacer tres necesidades básicas que se presentan en las estaciones:

- Llevar a cabo el control tanto en la entrada como en la salida de usuarios.
- Comprobar mediante los equipos adecuados el pago que realiza el usuario por el derecho a utilizar el servicio de transporte.
- Ayudar en la venta de soportes.

Se cuenta con un sistema de control de pasajeros con base en:

- Tarjetas u otros medios con microprocesador (inteligentes), sin contacto.

3.4.2 Estructura del Sistema de Control de Pasajeros en Estaciones

Para cumplir las funciones ya mencionadas, el sistema de control de pasajeros se conformará de la manera siguiente:

- Torniquetes bidireccionales del tipo sin contacto.
- Equipos automáticos para la recarga de tarjetas sin contacto.
- Se considerará un acceso bidireccional para los pasajeros minusválidos en sillas de ruedas. Este acceso también será utilizado por los pasajeros con maletas y cajas, así como el personal de operación.

Se deberá presentar con el Estudio Definitivo de Ingeniería la adecuada calidad de servicio, considerando lo siguiente:

- Flujo práctico de torniquete de 25 pasajeros/minuto para el tipo sin contacto.
- Una red de cableado de mando y control para el manejo de los datos entre los equipos de peaje y la computadora de estación.
- Una red de cableado de energía para alimentar eléctricamente a cada uno de los equipos (incluyendo el cableado de tierra física)

3.4.3 Torniquete Bidireccional sin contacto

Este equipo está encargado de controlar el ingreso y la salida de los usuarios al vestíbulo (interior de la estación) mediante la aproximación de una tarjeta sin contacto (tarjeta inteligente), que será revisada y procesada, y que, solamente en el caso de que sea válida, permitirá el paso a través de su mecanismo de control de paso. El control de salida se encargará de validar la salida aproximando la tarjeta sin contacto y aplicará la tarifa correspondiente al tramo recorrido por el usuario. También, se encargará de controlar y contabilizar la salida de usuarios, el cual permite la circulación bidireccional.

El Torniquete será bidireccional, permitiendo la validación en ambos sentidos, debido a que será controlado eléctricamente en dos direcciones. Dependiendo del modo de funcionamiento en que esté configurado el torniquete la utilización por parte del usuario será distinta.

Los diferentes modos de funcionamiento son los siguientes:

- Entrada
- Salida
- Bidireccional
- Bloqueado
- Antipánico

En caso de emergencia en la estación, los torniquetes y accesos bidireccionales deberán abrirse automáticamente en ambas direcciones, previa validación del agente de estación.

El torniquete estará compuesto por los siguientes subconjuntos:

- Lector de tarjetas sin contacto con electrónica de control para la entrada.
- Lector de tarjetas sin contacto con electrónica de control para la salida.
- Mecanismo de control de paso (trípode o barrera equivalente)
- Dispositivo de avisos y señales de entrada y salida
- Fuente de alimentación.
- Conmutadores de entrada y salida en los torniquetes
- Módulo selector de canal
- Gabinete

Lector de tarjetas sin contacto con electrónica de control para la entrada/salida

Este subconjunto tendrá la función de comunicarse con la tarjeta sin contacto mediante tecnología inductiva de alta frecuencia y una codificación tal que garantice la integridad y seguridad de la transacción.

El validador de tarjetas permitirá al pasajero tener un tiempo de transacción de tarjeta menor a 350 milisegundos (sin considerar acción mecánica), agilizando la operación de validación y el riesgo de transacción errónea, así como el tránsito del pasajero durante el ingreso y egreso del área de transporte.

Estos dispositivos contarán con una memoria de datos (Flash) de gran capacidad, lo que permitirá registrar cantidades superiores a los 100.000 registros en modo stand-alone para aquellas ocasiones en que se pierda la comunicación con el Concentrador de Estación.

El tiempo de espera desde que una tarjeta se presente en el validador de entrada o salida hasta que se realice el giro del brazo en el torniquete será configurable desde el concentrador central.

El lector deberá contar en forma general con lo siguiente:

- Una interface de radio frecuencia para tarjeta sin contacto con una frecuencia de portadora de 13.56 Mhz y una velocidad de transmisión de 106 Kbit/s, según el estándar ISO 14443.
- Un conector exterior libre de tipo RS-232 C ó RS-422.
- Electrónica de control.

Operación Normal:

La lógica del lector debe permitir:

- La identificación y procesamiento de la tarjeta.
- El tratamiento de una gama tarifaria flexible y fácilmente configurable según las necesidades de operación, incluyendo modalidades de uso tales como:
 - Multiviaje
 - Abono temporal fijo (válido por quincena, mes, "n" meses, etc.)
 - Abono temporal variable (quincena, mes, "n" meses, etc.)
 - Tarjeta de servicio para operación y mantenimiento
 - Reserva 1.
 - Reserva 2.

Las modalidades denominadas "reserva" 1 y 2 prevén para otras opciones que se podrán incorporar de origen (tarifa diferencial, tarifas de horas pico/valle, tarjeta de dinero almacenado, abono temporal con límite de viajes al día u otro período, etc.).

Asimismo, se deberá incluir el uso de al menos seis tipos de tarifas preferenciales para servicio a usuarios específicos, tales como estudiantes, discapacitados o tercera edad. Los otros tres tipos de tarifas los precisará el CONCEDENTE.

La operación del conjunto lector – tarjeta deberá efectuarse con base en radiofrecuencia, sin que la tarjeta requiera de dispositivo adicional alguna para establecer la comunicación con el lector.

Operación autónoma:

Los torniquetes podrán funcionar en forma independiente, pues en caso de alguna falla de alimentación (o avería) del concentrador de la estación que impida la comunicación con los torniquetes, estos no deberán verse afectados en su funcionamiento.

El lector tendrá que:

- Mantener sus parámetros de programación:
- Fecha
- Hora Real
- Tarifas vigentes
- Modalidades de uso vigentes de tarjetas.
- Tratar las tarjetas en las modalidades de uso programadas sin presentar problema alguno.
- Almacenar en memoria, por lo menos hasta por 10 días, los parámetros de programación y los datos de validación, a partir del momento en que se presente un corte de alimentación, falla del concentrado de la estación y/o falla del propio torniquete y transmitirlos en cuanto se solucione la falla.

Presentación y Procesamiento de tarjetas:

Para efectuar el procesamiento de la tarjeta (pago del pasaje) será suficiente aproximar la tarjeta a una distancia menor a 5 centímetros; además, ésta podrá presentarse en cualquier sentido, al menos, en el plano paralelo a la posición de la antena.

Las tarjetas no serán procesadas en los casos siguientes:

- Por ausencia de alimentación eléctrica al equipo
- Por equipo fuera de servicio
- Por presencia simultánea de dos o más tarjetas dentro de su lóbulo de radiación (anticolisión).

El tiempo de procesamiento de la información de la tarjeta en su interacción con el lector deberá ser menor a 400 milisegundos, lapso en el cual deberá efectuar el ciclo de procesamiento que consiste en lectura, escritura y verificación de la escritura y transmisión.

Mecanismo de Control de paso

El mecanismo de control de paso tiene la función de permitir el paso de los usuarios en sentido de salida y restringirlo en el sentido de la entrada, el cual requiere de una orden de autorización para permitir el giro pues, de lo contrario, impedirá el paso al usuario. Dicha orden de autorización la genera el lector de soportes (tarjetas sin contacto, boletos o medio alternativo, etc.) del propio torniquete.

Además de lo anterior, el mecanismo citado genera la información necesaria para el registro y contabilización de pases. Está constituido por los siguientes elementos básicos:

- Un soporte general
- Un trípode o barra equivalente
- Un conjunto de detectores de giro y posición de fraude
- Un sistema de frenado
- Dispositivos complementarios para su mando.

Bajo la presencia de alimentación eléctrica el mecanismo de trípode o barrera estará libre en ambos sentidos, salvo cuando se cumplan las dos condiciones citadas a continuación, en cuyo caso se activará el bloqueo:

- Girar el brazo del trípode o barreras en un rango mayor al de la posición de reposo.
- Ausencia de la orden de autorización de paso.

A fin de asegurar un flujo elevado de usuarios, el movimiento del trípode o barrera debe ser suave, sin puntos duros, sin rebotes al fin de su carrera y si permitir que los brazos del trípode o las barreras queden en posiciones intermedias.

El mecanismo de control de paso debe contar con piezas reparables y de fácil acceso para su recambio; sin embargo los conectores poseerán seguro y requerirán del empleo de herramientas especiales para su montaje y retiro.

Como dispositivos de detención de giro y posición del trípode deberán descartar el uso de minirruptores, dado su inconvenientes (bajo MCBF, consumo de energía mantenimiento, etc.). Por lo anterior, el dispositivo empleado, sea trípode o barrera, deberá ser insensible al polvo y a los ambientes húmedos y salinos, eficiente al antifraude y de mantenimiento sencillo.

En los casos de cortes o micro cortes de alimentación eléctrica, el trípode o barrera podrá regresar a su posición de reposo si afectar su operación normal.

Dispositivo de avisos

El dispositivo de avisos, exclusivamente en torniquetes de entrada, será un elemento luminoso, basado en led y/o visualizador de caracteres, que muestre mensajes de dos tipos y en forma independiente:

- Tipo 1. De la tarjeta en lectura
- Tipo 2. Del estado de operación del lector

Los mensajes tipo 1 se dirigirán al usuario para indicarle, al menos, lo siguiente:

- Tarjeta no valida
- Retire su tarjeta
- Error, presente una solo a tarjeta
- Último día de uso
- Le queda xx saldo o xx viajes (donde xx es una cantidad variable de 00 a 99)

Los mensajes tipo 2 servirán al personal de operación y mantenimiento para dar información del estado de funcionamiento del torniquete respecto a:

- Código de falla
- Torniquete fuera de servicio debido a mantenimiento
- Cantidad de intervenciones en el equipo o cantidad de fallas del equipo definidas por códigos preestablecidos que lo pusieron fuera de servicio, durante el día en curso, etc.

Esta información se mostrará en códigos numéricos o alfanuméricos. Su ubicación será en la parte superior y cerca de la zona (notoriamente) identificada para la lectura de las tarjetas. Este dispositivo es un elemento monofónico emisor de señales acústicas de tipo bit. La manera de diferenciar acústicamente los distintos eventos de interés provocados en el torniquete será mediante la duración y repetición de dicha señal. Existirá un zumbador por cada sentido del torniquete.

Dispositivos de señales

El dispositivo de señales será un elemento luminoso basado en la led de luminiscencia ultra alta que exhibirá logos dirigidos al usuario que se aproxima al torniquete. Se ubicará al frente del gabinete y mostrará dos logos diferentes de acuerdo con su función:

- Flecha verde apuntado al pasillo de circulación para indicar que el usuario puede utilizar el equipo.
- “X” de color rojo para indicar que el usuario no puede utilizar el equipo.

Estos logros deberán ser vistos desde una distancia de, al menos 13 metros y con un ángulo mínimo de 33° de visibilidad respecto al eje longitudinal del torniquete. El montaje de este dispositivo será preferentemente sobre el propio gabinete del torniquete. En caso de estar previsto sobre una puerta o tapa, se deberá justificar ante el CONCEDENTE.

El dispositivo mostrará mensajes sobre lo que se permite hacer y sobre el resultado de la acción realizada y dispondrá de 2 líneas de texto con 16 caracteres cada una (2x16).

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación recibirá y distribuirá en forma independiente para los conjuntos eléctricos y electrónicos, los voltajes necesarios para su funcionamiento debiendo cumplir con las características que se mencionan en la presente especificación.

Contadores de entrada y salida

Estos dispositivos permitirán el fiel registro de la cantidad de pases efectuados por los usuarios, registrados a través del mecanismo de control de paso, en forma independiente para cada sentido.

Estarán identificados exteriormente con leyendas de entradas y salidas respectivamente, mediante placas metálicas. Permitirán el conteo de hasta 9.999.999 pases (contador de siete dígitos). Su ubicación será en el interior del gabinete y su lectura será posible desde el exterior del mismo.

Modulo Selector o de control

El módulo selector permitirá dos funciones básicas: seleccionar el modo de operación del torniquete y programar e introducir los diversos parámetros. Sus modos de operación serán por lo menos los siguientes:

- Entrada
- Salida

- Fuera de servicio

El submódulo de programación permitirá introducir datos y/o validar parámetros como fecha hora (con minutos), modalidades de uso vigente de tarjetas tarifas vigentes, memoria a uno/dos, periodo y horario de gracia de aceptación de tarjetas temporales etc. Todos ellos son necesarios para la operación.

De igual forma contendrá un visualizador de caracteres alfanuméricos que permita exhibir los datos, parámetros o funciones que controla cada submódulo.

En virtud a la importancia del módulo selector o de control, su operación será un procesamiento restrictivo (software o hardware con selector a llave) y se auxiliará con las teclas, botones pulsadores, mini interruptores etc., según el caso. La funcionalidad requerida puede ser realizada por software mediante el uso de tarjeta sin contacto.

En caso de utilizar selector a llave, la combinación de cerradura deberá ser estándar entre sí, pero distinta a la que se emplea en otras partes o subconjuntos de los equipos del sistema de peaje. Asimismo, esta cerradura deberá ser propuesta para autorización del CONCEDENTE.

Este módulo podrá estar integrado en el torniquete o ser independiente al equipo lector e incluso de tipo extraíble. En tal caso dispondrá de suficiente cable de enlace y conectores confiables.

Gabinete

El gabinete del torniquete de entrada sin contacto sirve para alojar, proteger y permitir la operación de los diversos subconjuntos que lo integran y será fabricado en acero inoxidable.

Los equipos a instalar deberán ser de tecnología, ya probadas en otros sistemas de transporte ferroviarios similares.

3.4.4 Torniquete para persona con movilidad reducida (PMR)

Es un tipo de torniquete cuya función es permitir el ingreso/salida a la zona paga de la personas con movilidad reducida. La puerta permitirá la liberación en ambos sentidos (E/S), determinando el sentido de giro de forma automática mediante el análisis de la última operación registrada en la tarjeta del usuario. El panel batiente de la PMR contará con un cristal templado o similar.

Dependiendo del modo de funcionamiento en que esté configurado el PMR la utilización por parte del usuario será distinta. Los diferentes modos de funcionamiento son los siguientes:

- Entrada
- Bloqueado
- Antipánico

La PMR cuenta con los siguientes dispositivos:

Validadores de Tarjetas Contact Less

La PMR dispondrá de un validador que cumpla con la norma ISO 14443 A y B, mediante el cual el viajero validará el título y la PMR analizará la validez del mismo.

En función de dicho análisis se permitirá o no el acceso a la zona paga. El validador de tarjetas permite al pasajero tener un tiempo de transacción de tarjeta menor a 350 milisegundos (sin considerar acción mecánica), agilizando la operación de validación y el riesgo de transacción errónea, así como el tránsito del pasajero durante el ingreso y egreso del área de transporte.

Estos dispositivos cuentan con una memoria de datos (Flash) de gran capacidad, lo que permite cantidades superiores a los 100.000 registros en modo stand-alone para aquellas ocasiones en que se pierda la comunicación con el CDE.

Zumbador

El zumbador es un elemento monofónico emisor de señales acústicas de tipo bit. La manera de diferenciar acústicamente los distintos eventos de interés provocados en el torniquete será mediante la duración y repetición de dicha señal.

Display

El display de usuario muestra mensajes sobre lo que se permite hacer y sobre el resultado de la acción realizada.

El display de usuario dispone de 2 líneas de texto con 16 caracteres cada una (2x16).

A través de los torniquetes y PMR (torniquetes para persona con movilidad reducida) se podrá, tanto entrar como salir a la zona paga de la estación. Serán capaces de trabajar en diferentes modos adaptándose así a la situación de la estación.

Los procesos y funcionalidades de estos equipos, son:

Tratamiento de Datos: conjunto de parámetros, ficheros, registros, etc., que están guardados en la memoria del Lector y permiten su funcionamiento en el comportamiento deseado.

Proceso de Control: actualiza el estado de las alarmas y en dependencia de éstas y del modo recibido desde el proceso de comunicaciones, determina el nuevo modo de funcionamiento.

Proceso de Comunicaciones: sirve como interfaz de comunicaciones con el concentrador.

Proceso de Validación: tomando los parámetros de localización y ficheros de configuración, la fecha/hora del sistema y el modo, ejecuta los procesos de validación de títulos además genera los registros de transacción que han de enviarse al concentrador a través del proceso de comunicaciones para su tratamiento en entidades superiores.

Proceso de Interfaz de Usuario: a partir del resultado de la validación proporcionado por el proceso de validación, o el modo de funcionamiento indicado por el proceso de control, genera señales visuales, acústicas y luminosas.

3.4.5 Máquina automática expendedora/recarga de tarjetas sin contacto (TVM)

Este equipo permite el expendio, recarga y consulta de saldo de tarjetas sin contacto. El usuario, a través del menú de uso simple del TVM procede a ingresar

el monto deseado que será cargado en la tarjeta, ingresando en la máquina el dinero correspondiente. Esto último podrá hacerse en billetes y/o monedas, realizando la devolución de un eventual vuelto solo en monedas. Asimismo, dispondrá de una impresora para emisión del ticket de la transacción.

Dada las dimensiones y la altura a la que se encuentra el interfaz del usuario, ésta máquina podrá ser operada por personas con movilidad reducida. A continuación se muestran algunas de sus características funcionales y operativas:

- **Consulta, venta y recarga de monedero**, permitiendo a los viajeros la ampliación del saldo.
- **Emisión de recibos** para las operaciones de recarga.
- **Operaciones de mantenimiento**, recaudación de monedas y billetes con autenticación de operador.
- **Registro de las operaciones** en un fichero diario para su posterior transferencia hacia el Centro de Control.
- **Proceso de recepción de parametrización** (ficheros de configuración, usuarios, listas negras, software de aplicación). Estos ficheros se recibirán desde el proceso de transferencias del Concentrador Central. Según sea el tipo del envío de parámetros (usuarios, ficheros de configuración, software de aplicación, listas negras) se enviarán unos ficheros u otros, pero siempre empaquetados en ficheros "ZIP" que serán los que detecte la máquina.
- **Proceso de gestión de las comunicaciones**. Será un proceso capaz de comunicarse simultáneamente con el Concentrador Central y el concentrador de estación para enviarles toda la información referida a monitorización (alarmas, modo de funcionamiento, estado contable, estado de los dispositivos, versiones de parámetros), y la recepción de órdenes de telemando.

El equipo TVM estará compuesto por los siguientes dispositivos:

- Interfaz Usuario (Display, Touch panel).
- Módulo monetario.
- Modulo RFID (Lector Contact Less).
- Módulo emisor de tarjetas
- Módulo impresión de recibos
- Módulo de energía

3.4.6 Máquina semiautomática expendedora de tarjeta sin contacto (MET) portátil

La Máquina Expendedora de Tarjetas Sin Contacto (MET) portátil, también denominada Equipo expendedor y codificador de tarjetas sin contacto, permite cargar las tarjetas con viajes o dinero y vender nuevas tarjetas, además de la comunicación con el Concentrador Central del Sistema de Control de Pasajeros para notificación de ventas y eventos y con el Concentrador de Estación para notificación de eventos. Este equipo permitirá al personal operador autorizado

grabar (codificar o recodificar) las tarjetas “sin contacto” que desee adquirir o recargar el usuario, conforme a la modalidad solicitada. El pago correspondiente se realizará directamente al personal, según el monto indicado por el usuario.

A continuación se muestran algunas de sus características funcionales y operativas:

- **Venta y recarga de tarjetas**, en sus diferentes modalidades de títulos y tarifas.
- **Emisión de recibos** para el viajero acorde a la operación realizada.
- **Gestión de turnos y cierres de caja**, con su correspondiente replicación en el Concentrador Central en forma de informe para la explotación de datos.
- **Registro de las operaciones** en un fichero diario para su posterior transferencia hacia el Centro de Control.
- **Proceso de recepción de parametrización** (ficheros de configuración, usuarios, listas negras, software de aplicación). Estos ficheros se recibirán desde el proceso de transferencias del Concentrador Central. Según sea el tipo del envío de parámetros (usuarios, ficheros de configuración, software de aplicación, listas negras) se enviarán unos ficheros u otros, pero siempre empaquetados en ficheros “ZIP” que serán los que detecte máquina.
- **Proceso de gestión de las comunicaciones**. Será un proceso capaz de comunicarse con el Concentrador Central y el concentrador de estación para enviarles toda la información referida a monitorización (alarmas, modo de funcionamiento, estado contable, estado de los dispositivos, versiones de parámetros), y la recepción de órdenes de telemando.
- **Anulación de la operación** de venta o recarga realizada sobre el monedero

3.4.7 Arquitectura de comunicaciones del equipamiento del sistema de control de pasajeros

Los equipos del sistema de control de pasajeros que se instalarán en las estaciones Villa El Salvador, La Cultura, Gamarra, Grau y Bayóvar se conectarán directamente con el concentrador central; localizado en la sala de telecomunicaciones principal – 3er piso Torre de Control- Patio Taller; a través de un switch ya instalado y configurado con una VLAN exclusiva para el sistema de control de pasajeros. Este switch irá conectado a su vez a la OTN (que es el equipo principal de la red de transmisión digital) la que llevará la información hacia otro switch ubicado en la sala de telecomunicaciones principal, este último switch a través de la VLAN correspondiente llevará la información de los equipos hacia el concentrador central.

La Red de la estación está formada por dos tipos de comunicaciones:

- Las comunicaciones Ethernet permitirán la interconexión de los equipos (a excepción de los torniquetes y PMR) con el concentrador de la estación para el envío de información de estado y monitorización. Esta red también permitirá la conexión de los equipos con el Concentrador Central para el envío de información de estado y el intercambio de ficheros de datos y configuración.

- Las comunicaciones serie multipunto RS485 permitirán la conexión de los equipos como son torniquetes y PMR con el concentrador de la estación. Mediante este enlace el concentrador recibirá información de estado y datos desde los torniquetes y PMR y transmitirá a éstos la información de configuración. El concentrador local será el encargado de transmitir la información de los torniquetes y PMR reducida al Concentrador Central a través de la red Ethernet en primera instancia y de la red interna después. También recibirá la información de configuración para los torniquetes y PMR, y la transmitirá a estos mediante el enlace RS485.

3.4.8 Normas aplicables

Las siguientes normas serán aplicables para el sistema de control de pasajeros, sin embargo, se podrá utilizar otras equivalentes, previa aprobación del CONCEDENTE.

- ISO/IEC 7811
- ISO/IEC 7813
- ISO/IEC 7816
- ISO/IEC 14443, Partes 1/2/3 y 4 tipos A y B
- ISO/IEC 1443 A RF Interface
- ISO 7810 Ticket size
- DIS 9798-2 Data encryption

3.4.9 Confiabilidad, Disponibilidad y Capacidad

Los equipos y materiales suministrados deberán respetar para cada conjunto, subconjunto o pieza el parámetro MCBF (mean cycle between failure) acerca de "número de ciclos promedio entre fallas" y la disponibilidad y capacidad indicados a continuación.

De igual forma, se citará los parámetros de confiabilidad para un mínimo de confiabilidad de cinco piezas o componentes de mayor desgaste de cada subsistema, así como los procedimientos de evaluación en que fueron determinados.

Parámetro MCBF:

- Conjunto torniquete de entrada (para un flujo promedio de 4 000 usuarios/día/torniquete),: mínimo 150 000 ciclos
- Sistema interno de transporte de boletos: mínimo 1 500 000 ciclos
- Mecanismo de control de paso: superior a 1 200 000 pasos

Parámetro de Disponibilidad.

- Torniquete de entrada: 25 usuarios/minuto en cualquier sentido
- Mecanismo de control de paso: mínimo 30 usuarios/minuto.

3.4.10 Protección contra la humedad y la contaminación

Todos los gabinetes que contienen equipo electrónico serán herméticos y tropicalizados para protegerlos contra la humedad y contaminación extremas de la ciudad de Lima. Las tarjetas y los componentes electrónicos también serán tropicalizados.

3.4.11 Pruebas preliminares y de puesta en marcha

Pruebas prototipo

Pruebas del prototipo de los equipos no existentes hasta la fecha en el sistema. En este caso, y dado que se exige que los equipos para el CONCEDENTE deban ser equipos ya probados en otros Metros.

El CONCESIONARIO realizará las pruebas FAT Y SAT de acuerdo al protocolo que debe enviar con anticipación.

Estas pruebas serán de dos tipos:

Pruebas tipo

Son las que se efectúan a la primera unidad, llamada cabeza de serie, de un diseño ya experimentado.

Se realizarán a los principales equipos y/o sistemas, y comprenderán:

- Determinación de ajustes y tolerancias.
- Determinación de temperaturas de funcionamiento.
- Verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño, de operación y de mantenimiento establecidos.
- Se realizarán pruebas de rendimiento de la unidad. Estas pruebas podrán realizarse en las instalaciones del fabricante o en las del CONCESIONARIO, previo acuerdo con el CONCEDENTE.

Pruebas de serie

Estas pruebas se realizarán a todas las unidades del lote. Serán efectuadas a los principales elementos, equipos y sistemas antes de la puesta en servicio y comprenderán:

- Verificación breve de las características de operación.
- Verificación del buen funcionamiento general.
- Verificación de los rendimientos operativos.
- Repetición de algunas pruebas de tipo que se considere conveniente realizar.

Pruebas de puesta en marcha

La puesta en marcha se refiere a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio la línea, una vez que hayan sido instalados los equipos y/o sistemas.

Las pruebas en cuestión comprenderán, por lo menos y no necesariamente en este orden: pruebas de funcionamiento, operativas y de marcha en vacío.

Pruebas de Funcionamiento

- Pruebas en vacío, sin carga, de todos y cada uno de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas con carga de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos incluyendo la circulación de los trenes.

Durante el desarrollo de estas pruebas se realizará todos los ajustes que resulten necesarios.

Pruebas Operativas

Éstas se realizarán para verificar y ajustar el sistema completo a los parámetros operativos establecidos, incluye las Interferencias Electromagnéticas e inmunidad de los componentes del sistema.

Pruebas de Marcha en Vacío

La marcha en vacío involucra la operación, sin pasajeros, de toda la línea para:

- Probar los equipos en condiciones muy cercanas a las reales para efectuar los últimos ajustes y poner en evidencia las fallas de «juventud» que se producen normalmente en todo sistema nuevo.
- Completar el entrenamiento del personal en el manejo de los nuevos equipos.

Los procedimientos y/o los protocolos de las pruebas aquí mencionadas y otras que resulten necesarias serán formulados por el CONCESIONARIO de acuerdo a prácticas y normas comunes para pruebas de equipos y sistemas ferroviarios o de Metro y sometidos a la aprobación del CONCEDENTE.

Los costos resultantes de la realización de todas las pruebas estarán a cargo del suministrador del equipamiento del sistema de control de pasajeros, que someterá a la aprobación del CONCEDENTE, con anticipación, la realización de cada prueba, el programa y protocolos de pruebas de todos y cada uno de los equipos y/o sistemas.

4. Documentación

Se deberá entregar al CONCEDENTE con copia al REGULADOR de toda la documentación del proyecto, la cual comprende cuatro partes: Documentación del estudio de ejecución, documentación a entregar con el Estudio Definitivo de Ingeniería, documentación de aceptación y documentación de operación y mantenimiento.

Documentación del Estudio

Comprende también los elementos del proyecto preliminar.

A título indicativo y no limitativo esta documentación debe incluir:

- Descripción técnica y un listado de todos los componentes del equipo (hardware y software), en la cual se pueda identificar cualquier repuesto y/o programa que sea necesario en el futuro. En los listados de componentes deberán constar las especificaciones, el código del fabricante y el código del componente en el mercado.
- Esquemas de principios de ejecución.
- Documentos de los parámetros utilizados, etcétera.
- Planos de cableado.
- Planos de circuitos impresos.

- Memorias de cálculo.

Documentación a Entregar con el Estudio Definitivo

Se realizará para obtener la aprobación del CONCEDENTE con opinión del REGULADOR y también para verificar las interfaces con las demás instalaciones. Se entrega según la progresión de los estudios de ejecución del CONCESIONARIO.

Se entregará en dos ejemplares, más un tercero que será devuelto al CONCESIONARIO con las observaciones o aprobación de ésta.

La documentación a entregar con el Estudio Definitivo de Ingeniería deberá incluir los siguientes puntos:

- Plano de montaje con indicación de dimensiones y peso, además de los requerimientos de espacios, ventilación, energía eléctrica, etc., necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos ofrecidos. Con respecto al consumo de energía, deberá proporcionarse el requerimiento preciso de éste en la peor condición.
- Descripción detallada de la configuración propuesta, con identificación y ubicación física de los componentes del sistema.
- Descripción técnica del funcionamiento de los elementos componentes del sistema.
- Especificaciones técnicas completas referidas a la configuración propuesta.
- Esbozo de los sitios, con indicación y justificación del espacio necesario.
- Descripción técnica del sistema ofrecido.
- Toda la información que el CONCESIONARIO esté obligado a presentar de acuerdo a lo aquí especificado y la que considere necesaria para cumplir y/o aclarar los términos técnicos y comerciales de su propuesta.

Una vez aprobados los documentos, el CONCESIONARIO deberá entregar la colección completa de las copias maestras u originales en papel y en soporte digital al CONCEDENTE y al REGULADOR

Documentación de Aceptación

Presentada a más tardar en el momento de la aceptación del equipamiento la documentación de aceptación comprenderá:

- Inventarios de los equipos y partes principales de los sistemas y subsistemas a entregar.
- Certificados de los ensayos y mediciones efectuadas antes de la instalación, en las empresas o laboratorios de los diferentes constructores y fabricantes del material.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados durante la instalación.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados después de la instalación: ensayos generales de funcionamiento.
- Juego de planos correspondientes, incluyendo montaje y distribución, en su última versión, planos «tal como instalado» (as built).

- Los procedimientos de pruebas en fábrica, pruebas aisladas en campo, pruebas integradas y de puesta en marcha.
- Los protocolos de las pruebas FAT Y SAT sin observación alguna.
- Pruebas de integración sin observación alguna

A esta documentación de aceptación se anexará un expediente que recopile los resultados de los ensayos de aceptación. La documentación de aceptación será entregada en tres ejemplares en papel y en soporte digital al CONCEDENTE y al REGULADOR.

Documentación de Operación y Mantenimiento

Esta documentación será presentada en soporte resistente y de fácil utilización. De una forma general y hasta el final del período de garantía, el CONCESIONARIO deberá cumplir con la actualización de toda la documentación contractual suministrada.

La documentación comprende:

- El conjunto de documentos del estudio de ejecución, perfectamente actualizado (entregada al efectuarse la aceptación provisional en tres ejemplares).
- Manuales de operación.
- Manuales que incluyan instructivos de funcionamiento y de montaje de equipos y sistemas, y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Un manual que defina toda la planificación del mantenimiento preventivo, incluyendo un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo, para cada uno de los cuales se deberá especificar los siguientes datos: Periodicidad con la cual deberán realizarse estos trabajos, en horas de servicio, en número de movimientos o, de preferencia, en tiempo calendario.
- Descripción detallada del método manual que deberá seguirse para la correcta ejecución de los trabajos, de ser posible con una estimación del tiempo necesario.
- Especificación técnica de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos, haciendo una especial mención de las herramientas y/o equipos de fabricación especial.
- Manuales que definan los procedimientos de diagnóstico, detección y corrección de fallas y averías, además de las reparaciones (descripción de las fallas más probables, de sus efectos, de su detección, maniobras a efectuar, reparación propiamente dicha, en tres ejemplares).
- Manuales que incluyan instructivos de principios de funcionamiento, de operación y montaje de equipos y sistemas y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Catálogos de conjuntos, subconjuntos y partes hasta nivel de componente del total de los suministros, con los datos necesarios y suficientes para la adquisición, fabricación y montaje de cada pieza en el mercado nacional o internacional. Estos catálogos contendrán los números de referencia e información de los fabricantes originales y dibujos «explosionados» de los conjuntos y subconjuntos.
- Juego de planos detallados de circuitos eléctricos y electrónicos de módulos, equipos, sistemas y subsistemas, indicando la interconexión de todos los elementos. Se indicará asimismo los valores de corriente y tensión, formas de onda y denominación de componentes eléctricos y electrónicos.

- Un conjunto de copias maestras y documentos originales de muy buena calidad, de la siguiente información:
 - Manual de programación
 - Manual de comunicación de datos
 - Guía para la corrección de problemas
 - Descripción de circuitos
 - Descripción del sistema
 - Descripción del software
 - Manual de utilización del software
 - Cartilla de prueba de operación del sistema (este documento podrá incorporar comentarios del CONCEDENTE que deberán ser considerados durante la aceptación definitiva del sistema)

Toda esta información deberá ser suministrada, también, en soporte digital.

Anexo N° 2: Especificaciones Técnicas Mínimas de Mejoras en el Sistema Eléctrico

1- Objeto general del suministro

Estudio, fabricación, instalación y pruebas de los equipos eléctricos que alimentan el tramo VES-ATO de la Línea 1 del Metro de Lima y Callao, con miras a permitir la circulación de trenes a intervalos de 3 minutos.

El CONCESIONARIO será responsable de realizar el diseño, fabricación, instalación y puesta a punto de los equipos eléctricos que alimentan la Línea 1 en el tramo VES-ATO y otras obras necesarias como consecuencia de la operación de trenes a 3 minutos de intervalo, así como también la entrega de los protocolos de pruebas FAT y SAT, calidad, un nuevo programa de mantenimiento y de la documentación necesaria para la correcta operación del sistema.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado y su diagrama PERT-CPM para la instalación de los equipos en vía, subestaciones y locales técnicos, indicando las diferentes etapas desde los estudios, adquisición, fabricación, hasta la entrega completa para su instalación y puesta en servicio.

2- Alcances de las intervenciones

El tramo de la Línea 1 del Metro de Lima desde el Patio en Villa del Salvador hasta la estación Atocongo, cuenta con una Subestación Alta Tensión (SEAT), 4 Subestaciones Rectificadoras (SER) y 8 Cabinas Eléctricas (6 antiguas y 2 con equipamiento nuevo). Dicho tramo fue construido y posteriormente puesto en servicio al inicio de la década de los 90.

La Línea 1, a partir del año 2014, ha sido extendida hasta San Juan de Lurigancho. La diferencia entre la instalación de los equipos en el tramo VES-ATO en relación al resto de la Línea genera una brecha tecnológica a nivel de equipamiento.

Se debe revisar de manera detallada la capacidad eléctrica del Sistema para atender los requerimientos de los trenes a intervalos de hasta 3 minutos.

Las previsiones actuales consideran la sustitución de:

SEAT:

- Seccionadores de 60 KV
- Interruptores de 60KV
- Transformadores de medición (tensión y corriente)
- Pararrayos
- Celdas de Media Tensión
- Tablero de Control y Protección

SER:

- Celdas de Media Tensión
- Cableado de Media Tensión
- Protecciones en Media Tensión
- Protecciones en Corriente continúa

- Transformadores de tracción
- Rectificadores
- Celdas de Corriente continúa
- Descargadores de tensión

CATENARIA (Por Cantones)

- Sustitución de Catenaria tramo Parque Industrial – La Cultura
- Sistema de control y monitoreo
- Seccionadores bajo carga

CABINAS

- Celdas de MT
- Sistema de alimentación de auxiliares (Conjunto Transformador, UPS, protecciones)
- Cableado de MT
- Descargadores de tensión

ANILLOS

- Cableado de MT
- Protección anillos

3- Generalidades

La antigüedad de los equipos de suministro de Alimentación de energía de tracción en Corriente Alterna (AC) y Corriente Continua (DC) del tramo Villa el Salvador – Atocongo, basado en equipamientos de tecnología antigua y en particular las características de las protecciones electromecánicas deberán ser sustituidas por tecnología de estado sólido.

Los sistemas eléctricos deben estar adaptados a la evolución de los sistemas de transporte de pasajeros actuales, requiriendo de diseños que cumplan los nuevos requerimientos para lograr un sistema de alta Fiabilidad, Disponibilidad y Seguridad de las personas.

Lo anterior se logra mediante la implementación de tecnologías digitales de amplio espectro en el campo de regulación y selectividad de las protecciones.

Los nuevos sistemas de protección deben tomar en cuenta las variaciones de las cargas de los trenes proponiendo sistemas de protección diferentes a los poco efectivos sistemas electromecánicos. Las protecciones actuales deberán ser sustituidas por protecciones mejor adaptadas a los sistemas ferroviarios de corriente continua por lo que deben contemplar la protección por la pendiente inicial de la corriente di/dt estas deben diferenciar los arranques de los trenes de los cortocircuitos lejanos, así como, sobrecargas y falla a estructura de todos los componentes del sistema de alimentación en 1500VDC del tramo Villa el Salvador – Atocongo.

4- Equipos a suministrar (fabricación, instalación y pruebas)

4.1 Equipamiento de SEAT VES.

A nivel de las SEAT subestación de 60/20 KV, se contempla la sustitución de las protecciones electromagnéticas por dispositivos de estado sólido, estos elementos deben ser de comprobada durabilidad, estables y deben ser seleccionados para poder detectar las diferentes desviaciones que se puedan producir en las subestaciones. El CONCESIONARIO deberá presentar los estudios de coordinación de protecciones que garanticen el adecuado funcionamiento de las subestaciones, incluyendo los equipos de monitoreo, control y seguimiento del comportamiento de la línea. Estos equipos deben ser compatibles en cuanto hardware y software con el existente en el resto de la Línea 1. Así mismo se deberán realizar las modificaciones necesarias para el control y seguimiento remoto de estos equipos (SCADA).

Considerando que en los últimos 10 años tanto el sistema de transmisión eléctrico y los proyectos de generación eléctrica han crecido considerablemente originando un incremento del nivel de cortocircuito en las subestaciones eléctricas, por lo que toda la subestación y sus elementos deben estar preparados para soportar estas nuevas condiciones.

Los sistemas actuales por ende deberán soportar las Corrientes de cortocircuito reportadas en el último estudio de flujo de carga y cortocircuito de la estación San Juan, subestación que alimenta la SEAT de VES.

Debido a ello los seccionadores de Línea, de barra y los interruptores de potencia, Transformadores de medición, descargadores deben diseñarse para soportar Corrientes de cortocircuito mayores de 30 KA.

El CONCESIONARIO confirmará estos valores con el estudio correspondiente e indicará cual debe ser el dimensionamiento, características, dimensiones, marcas, modelos, requerimientos de mantenimiento, confiabilidad y vida útil de dichos dispositivos, los cuales deberán ser aprobados por el CONCEDENTE, con la opinión del REGULADOR

Se considera dentro del alcance de estas intervenciones todos los materiales, equipos, herramientas, estructuras y obras civiles consecuencia de la sustitución de los elementos arriba mencionados.

A continuación se indican las principales características de los equipos a instalar en la SEAT Villa El Salvador y que representa la propuesta mínima para la actualización planteada.

4.1.1 Interruptor de Potencia SEAT.

Características	Equipo propuesto
Tipo:	Tripolar
Voltaje nominal:	72,5 kV
Corriente nominal:	1250 A
Medio de extinción: SF6	SF6
Corriente de cortocircuito:	>34,27 kA

Los Interruptores a instalar deben ofrecer tecnología de extinción de arco en gas SF6, con valores de corriente de cortocircuito adecuados a las nuevas condiciones de la red eléctrica.

Adicionalmente los nuevos interruptores deben garantizar que los valores de fuga de gas SF6 por año sean inferiores a los valores establecidos en la correspondiente Norma IEC.

4.1.2 Seccionador de Línea SEAT

Características	Equipo
Tipo:	Apertura central
Voltaje nominal:	72,5 kV
Corriente nominal:	1250 A
Corriente de cortocircuito:	>34,27 kA

El seccionador de línea debe ser un seccionador de apertura central con caja de mando motorizado y caja de mando manual para la cuchilla de puesta a tierra, el equipo debe cumplir con las especificaciones de la correspondiente Norma IEC.

4.1.3 Seccionador de Barra SEAT.

Características	Equipo
Tipo:	Apertura central
Voltaje nominal:	72,5 kV
Corriente nominal:	1250 A
Corriente de cortocircuito:	>34,27 kA

Los

seccionadores de barra deben ser seccionadores de apertura central con caja de mando motorizado, el equipo cumple con las especificaciones de la correspondiente Norma IEC.

4.1.4 Transformador de Corriente SEAT

Características	Equipo
	Inductivo
Voltaje nominal:	72,5 kV
Corriente nominal:	300-600/1-1-1 A
Corriente de cortocircuito:	>34,27 kA

El transformador de corriente será del tipo inductivo, aislado en aceite, el equipo debe cumplir con las especificaciones de la correspondiente Norma IEC.

4.1.5 Transformador de Tensión SEAT.

Características	Equipo
Tipo:	Inductivo
Voltaje nominal:	72,5 kV
Corriente nominal:	$60: \sqrt{3}/0.11: \sqrt{3}KV$
Corriente de cortocircuito:	>34,27 kA

El transformador de tensión será del tipo inductivo, aislado en aceite, y debe cumplir con las especificaciones de la correspondiente Norma IEC.

4.1.6 Descargadores de Sobretensión SEAT

Características	Equipo
Tipo:	Oxido Metálico
Voltaje nominal:	72,5 kV
Corriente de cortocircuito:	>34,27 kA

Los descargadores de sobretensión deben ser de óxido metálico, el equipo debe cumplir las especificaciones de la correspondiente Norma IEC.

4.1.7 Tableros de Control y Protección SEAT

Características	Equipo
Tipo:	Relés Digitales

Los tableros deberán contener los elementos de protección y serán de acero galvanizado que soporten las condiciones específicas de la ciudad de Lima es decir, polvo, temperatura, niveles de humedad y ambiente marino, propios de la zona donde serán instalados, cumpliendo con las normas correspondientes.

Dichos tableros deberán poseer elementos de seguridad que impidan intervenciones no autorizadas y deben ser de diseño para mínimo mantenimiento.

Los tableros a instalar deben contar con relés de protección multifuncional, los cuales tienen la función de controlar los equipos de maniobra del patio de llaves de la SEAT Patio Taller y realizar la labor de protección según los algoritmos internos y los parámetros introducidos de acuerdo al estudio de coordinación de protección.

Adicionalmente estos deben ser relés numéricos de protección digital multifunción compatibles con los instalados en los tramos de la Línea 1 construidos recientemente.

4.2 Equipamiento de la SER

4.2.1 Grupos de rectificación

Dada la elevada impedancia del sistema, los armónicos presentes actualmente pueden causar disfunciones en los equipos y fallos prematuros que se denomina "Baja Calidad de la Energía".

En un sistema trifásico equilibrado cualquiera, con neutro distribuido y con cargas lineales, la componente fundamental de la corriente que recorre cada una de las tres fases, se anula en el conductor neutro debido a que estas corrientes están desfasadas en el tiempo en 120° y por tanto la suma de esta es cero. Sin embargo si se trata de cargas monofásicas no lineales como los trenes (presencia de armónicos), las mismas no se anulan, sino por el contrario se suman en el neutro provocando el sobrecalentamiento de los cable de MT y BT, así como degradación en el aislamiento de los transformadores, aumento de las pérdidas y pudiendo provocar calentamiento excesivos en la instalación en general.

Con el fin de incrementar la confiabilidad del sistema Eléctrico para la operación de 180 segundos los grupos rectificadores deben tener las mismas características de los grupos rectificadores utilizados en tramo Cabitos – Bayovar que emplean transformadores con desfase (+/-7.5°) y tensión de 2x1180V en el secundario

conectado a los rectificadores en configuración en paralelo de 24 pulsos con el objeto de mitigar posibles fallas a otros equipos producidos por presencia de armónicos.

a. Transformadores de Tracción

El grupo transformador a suministrar tendrá características similares a los instalados de la Línea 1 (construidos recientemente) y deben incorporar arrollados dobles a nivel del secundario con desplazamiento de ángulo en el lado primario a (+7.5°) para un transformador y (-7.5°) para el segundo transformador logrando así un sistema de rectificación de red de corriente continua a 24 pulsos, reduciendo así los armónicos de grado 11 y 13.

Características	Equipo
Potencia:	3800 kVA
Voltaje primario nominal :	21.6kV
Voltaje secundario nominal :	2x1180V
Grupos de conexión	D(+/-7.5°)d0 ; D(+/-7.5°)y11
Medio aislante:	Resina epoxica-seco

Tendrán las siguientes características:

La capacidad de los transformadores tracción deberá estar en concordancia a las normas EN50329, IEC 60076-5.

Los transformadores de tracción dispondrán de sensores de temperatura en el núcleo y las bobinas de cada fase, estas señales serán enviadas a SCADA.

b. Rectificadores 1500 Vcc y Protección de los Grupos rectificadores.

Los equipos rectificadores implementados en el tramo VES – ATO son de tecnología de los años 80 y fueron diseñados utilizando un doble puente Graetz de 2 X 590-Vca, sumando 1180 V. Los rectificadores a sustituir deben considerar el doble puente Graetz en conexión paralela suministrando 1180 Vca.

Estos rectificadores deben contar con un Sistema de desconexión selectiva que permita ubicar rápidamente el tipo de falla y aislar el rectificador afectado. La ubicación rápida de la falla a estructura y su restablecimiento sin mayores interrupciones de servicio.

El grupo transformador debe estar diseñado de forma de evitar:

- Multas por parte de los proveedores de energía (Edelnor o Luz del Sur), del OSINERGMIN o del MINEM, de acuerdo a la reglamentación vigente.
- Posibilidad de disparos intempestivos en interruptores
- Disminución del factor de potencia del sistema
- Deterioro de la forma de onda en corriente alterna, lo que ocasionaría el malfuncionamiento de los aparatos electrónicos del sistema de alimentación eléctrica y sistemas auxiliares de infraestructura tales como relés de protección, sistema de control de las subestaciones y cabinas eléctricas, sistemas de control de la señalización y telecomunicaciones a lo largo de la Línea, etc.
- Degradaciones en el aislamiento de los transformadores.

- La presencia de corrientes armónicas incrementa el valor eficaz de la corriente que recorre la línea, aumentando las pérdidas y pudiendo provocar calentamientos excesivos en la instalación en general.

4.2.2 Celdas DC con disyuntor extra rápido (SER)

Con el aumento de la cantidad de trenes que disminuye el intervalo a 3 minutos, se hace necesario aumentar la capacidad de apertura de estos disyuntores a la vez que mejorar la selectividad de las protecciones a los eventos que se producirán con el mayor número de trenes circulando.

El Disyuntor a suministrarse debe cumplir al mínimo con las siguientes características:

Características	Equipo
Voltaje nominal:	1500 V
Corriente nominal:	4000 A
Corriente de corto circuito:	80 kA

Estos equipos deben ser instalados en compartimientos cerrados, montados en carros extraíbles para su cambio o reparación. Los equipos necesarios para el control local, control remoto y monitoreo serán instalados en el compartimento metálico de baja tensión, el cual está incorporado en la parte superior de las celdas de alimentación en DC. Después de abierta la puerta inferior, el carro del interruptor debe ser fácilmente extraíble de la celda.

Dicho carro debe poseer dos posiciones:

- "insertado" (posición de operación) y
- "extraído" (posición de prueba y/o mantenimiento).

Los interruptores no deberán poder ser extraídos cuando se encuentran cerrados. Un indicador mecánico independiente de la tensión auxiliar debe mostrar la posición del interruptor.

Deben ser elementos intercambiables sin la necesidad del uso de herramientas especiales en un tiempo muy corto.

La celda debe contar con protecciones configurables acorde a las necesidades de los sistemas ferroviarios incorporando:

- Protección sobrecorriente (ajustable)
- Protección Delta I
- Protección di/dt
- Protección de "falla a estructura" para fallas de descarga o pérdida de aislamiento de los componentes eléctricos de 1500VDC de manera que el equipamiento en falla quede aislado de las fuentes de energía
- Realizar las funciones de arrastre para la verificación de un tramo de catenaria, que pueda estar en avería.

4.3 Celda de media tensión (MT)

SER-CABINAS

Características	Equipo
Voltaje nominal:	24 kV
Corriente nominal:	2000 A
Medio de extinción:	Vacío en ambiente SF6
Corriente de corto circuito:	25 KA SER y 20KA Cabinas

Las celdas de Media Tensión deben ser de tecnología de extinción de arco en botellas de vacío, con compartimiento completamente sellado y con SF6, los valores de corriente y de cortocircuito deben ser no menores de 25KA para el caso de la SER y 20 KA para las Cabinas respectivamente. El valor de cortocircuito de las Celdas será de conformidad al resultado del estudio de cortocircuito.

Las celdas de los transformadores de servicios auxiliares serán con interruptores similares a las celdas de línea

Las celdas deben estar equipadas con relés de protección tipo numéricos multifuncionales de última tecnología.

Este relé tendrá la función de controlar los equipos de maniobra dentro de la celda de media tensión y realiza la labor de protección según los algoritmos internos y los parámetros introducidos, para lo cual deberá realizarse un estudio de coordinación de protecciones.

Los relés multifuncionales deberán:

- Detectar cortocircuitos en redes radiales, líneas alimentadas desde uno o ambos extremos, líneas paralelas y anillos cerrados o abiertos de cualquier nivel de tensión.
- Detectar fallas a tierra en sistemas aislados o resonantes-aterrados con topologías radiales, de anillo o malla.
- Realizar mediciones de fasores (PMU), medición de valores synchrophasor de acuerdo al protocolo IEEE C37.118
- Proteger de sobrecorriente de tiempo direccional y no-direccional con funciones adicionales
- Reconocer fallas a tierras estáticas y transitorias en circuitos resonantes y aislados.
- Controlar y realizar enclavamientos.
- Realizar funciones de automatización mediante CFC gráficos (continuous function chart)
- Mostrar gráficamente el estado de la celda mediante un diagrama unifilar
- Realizar la comunicación serial segura de data de protecciones, también sobre largas distancias y todo tipo de medio físico disponible (fibra óptica, conexiones de dos hilos y redes de comunicaciones).
- La integración de los equipos de protección al Control Distribuido será del tipo estrella o en anillo cerrado.
- Registrar las fallas que puedan presentarse
- Poseer puertos de comunicación y entradas/salidas para el monitoreo y control de los parámetros de la celda, seccionadores e interruptores, que deben garantizar que el software SCADA acceda a toda esta data permitiendo

a los operadores vigilar de forma continua los parámetros eléctricos del sistema de forma centralizada.

- Debe contemplar el registro gráfico de las perturbaciones (oscilografías)

4.4 Protección de los anillos de cables de Media Tensión (MT)

El Sistema actual de protección presenta un comportamiento poco estable y es por ello que se requiere la sustitución de los actuales elementos por tecnología capaz de proteger de manera más confiable al Sistema.

La solución a implantar debe ser la misma que el caso de las celdas de Media Tensión.

Los relés que deberán ser suministrados deben cumplir las funciones de: sobrecorriente 51(N), cortocircuito 50(N), direccional 67(N) y tensión (27). Para posibilitar la protección selectiva, dichos relés se deberán instalar en las celdas de MT ubicadas en los extremos de un tramo de cable 21,6 kV, deberán intercambiar información sobre los valores de sobrecorriente 51(N), cortocircuito 50 (N) y la dirección de flujo 67(N). Las fallas a tierra en el sistema de 21,6 kV se detectarán midiendo el desplazamiento del punto neutro mediante la función 27, debido a que se trata de una red con neutro aislado.

En las redes de MT sin neutro puesto a tierra, como es el caso del sistema de energía eléctrica de la Línea 1, la detección de la falla a tierra se debe realizar mediante la vigilancia de tensión de las tres fases. En la barra 21,6 kV de cada subestación rectificadora SER y de cada cabina Eléctrica deben existir tres transformadores de potencial con primario $21,6\text{kV}/\sqrt{3}$, provistos de devanado secundario $110\text{V}/\sqrt{3}$ para la medición y de un devanado terciario $110\text{V}/\sqrt{3}$ y para la medición de tensión de secuencia cero.

El relé de protección deberá detectar el desplazamiento del punto neutro de la red.

4.5 Cables de Media Tensión

Los cables a suministrar deben ser similares a los existentes en cuanto a propagación de humo, inflamabilidad, libre de halógenos y aislamiento según su función y serán los necesarios para realizar tanto las instalaciones provisionales (resultado de la metodología de realización de los trabajos) como para las instalaciones definitivas.

Los cables deben cumplir las normas vigentes y las capacidades obedecen al resultado de los estudios previos de la ingeniería de detalle.

4.6 Dispositivos cortocircuitadores

El dispositivo de cortocircuito a suministrar debe estar constituido de un contactor de 600V/800A y un par de tiristores en conexión anti paralela. El conjunto debe ser capaz de reaccionar cuando se presenta una tensión peligrosa entre riel y tierra de la infraestructura, los tiristores deben cerrar con alta velocidad y luego lo hace el contactor.

La curva de trabajo del cortocircuitador propuesto debe cumplir con la norma EN50122-1 – “Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 1: Medidas de protección contra los choques eléctricos.

El nuevo equipamiento debe basarse en tecnología que utilice controladores digitales cuyo tiempo de respuesta es menor al tiempo de respuesta de las protecciones electromagnéticas de los cortocircuitadores tradicionales.

El control lo debe realizar un controlador programable que debe venir ajustado de fábrica con los parámetros de tensión / tiempo basados en las curvas EN 50122-1.

Estos dispositivos deben contar con transductores detectores de tensión DC, para la medición de la tensión riel tierra. El equipo viene montado en un armario provisto de puerta frontal, con grado de protección IP40.

Deben cumplir con:

- Los criterios según la norma IEC 62128-1 / EN 50122-1, supervisión opcional de tensiones combinadas (EN 50122-3)
- Los aspectos de seguridad y fiabilidad debido a la alta capacidad de carga y verificación de las pruebas de tipo de conformidad con la norma IEC 61992-6 / EN 50123-6
- Niveles de alta funcionalidad y facilidad de uso debido a controlador programable con pantalla y teclado.

4.7 Seccionadores de Catenaria

Las subestaciones rectificadoras SER cuentan con seccionadores montados sobre postes junto a la vía. Existen dos tipos seccionadores alimentadores de vía (generalmente son cuatro) y seccionadores de acoplamiento (generalmente son dos).

Estos seccionadores tienen un accionamiento eléctrico en la parte inferior del poste a la altura del operador. Igualmente se puede realizar un control remoto desde el PCO.

Los seccionadores alimentadores de vía tienen la función de permitir aislar la catenaria de los alimentadores de la SER, mientras que los de acoplamiento interconectan las catenarias de cada lado y en ambas vías cuando la SER se encuentra desconecta (excluida), con el propósito de dar continuidad eléctrica.

Los seccionadores a suministrar deben cumplir las mismas funciones y deben estar diseñados para soportar las corrientes nominales, máximas y de cortocircuito sin sufrir daños, igualmente deben poder ser comandados de manera local y remota.

Los elementos necesarios para la correcta instalación y operación de estos dispositivos deben ser suministrados como parte de esta prestación y deben cumplir con los requerimientos eléctricos soportando las condiciones ambientales a la que estarán sometidos.

Los seccionadores deben ser de operación bajo carga, para permitir las maniobras desde el SCADA.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se presentaran las características detalladas y planos de montaje de estos nuevos seccionadores.

Junto con estos elementos se suministrarán estructuras y herrajes que permitirán fijar los nuevos seccionadores a los postes existentes. La responsabilidad de integración de estos equipos será responsabilidad del CONCESIONARIO.

4.8 Refuerzo Catenaria

Con el fin de mantener el valor de tensión en el pantógrafo por encima de los niveles de tensión necesarios para el correcto funcionamiento de los trenes, se hace necesario aumentar la sección de los conductores que suministran los 1500 Vcc al tren, a fin de disminuir las caídas de tensión que producirán el paso de trenes a 3 minutos de intervalo.

En función de las simulaciones existentes se ha definido que sea parte de la Ingeniería de detalle, reforzar los alimentadores para cumplir con la norma IEC 60850 de la siguiente manera: cable de refuerzo (por cada vía) entre las estaciones Parque Industrial y La Cultura con un conductor de 185 mm² Cu.

Este refuerzo debe incorporar los elementos necesarios para su instalación, funcionamiento, así como los ajustes de las protecciones que correspondan.

5- Requerimientos generales

El CONCESIONARIO deberá realizar la simulación del sistema para el correcto dimensionamiento de los elementos indicados en esta especificación, a fin de establecer la adecuada integración, al igual que los estudios de coordinación de protección para el correcto funcionamiento y someter la aprobación las normas a aplicar en la fabricación, instalación y pruebas de cada uno de los suministros. Los protocolos de pruebas deben ser debidamente aprobados.

Debido a que el sistema de electrificación es un sistema vital, deberán presentar un plan de trabajo detallado que incorpore como mínimo las medidas de seguridad, las secuencias de trabajo de forma tal que no se afecte el servicio comercial tanto la circulación de trenes como en las estaciones. Las afectaciones al servicio comercial serán imputables al CONCESIONARIO.

Las interfaces con otros sistemas deberán ser previstas por el CONCESIONARIO al igual que las coordinaciones con terceros (municipios, empresas eléctricas, tránsito).

Durante la fabricación se deberá convocar al CONCEDENTE y al REGULADOR a presenciar las etapas que consideren vitales, el CONCESIONARIO mantendrá en todo momento al día la documentación relativa a certificados de calidad y pruebas de recepción de equipos.

A pesar de ser equipos de tecnología similar el CONCESIONARIO deberá entregar toda la documentación a título referencial: Estudios, especificaciones técnicas manuales de operación, manuales de mantenimiento, catálogo de partes.

Anexo N° 3: Especificaciones Técnicas Mínimas del Segundo Acceso al Patio Villa El Salvador

1. Objeto General del Suministro

Diseño, Construcción y Equipamiento Electromecánico del segundo acceso al segundo nivel del Patio Taller Villa el Salvador.

El proyecto contempla la construcción de un viaducto que una el anillo lado sur del segundo nivel del patio taller con la vía par de vía principal de la Línea 1, de tal manera de brindar una alternativa para acceder al segundo nivel del Patio Taller.

Para dicho fin se implementarán tres cambiavías automatizados, los mismos que estarán incluidos en el sistema de señalamiento actual con el fin de ser monitoreado y controlado por el PCO.

El CONCESIONARIO será responsable de garantizar que el Segundo Acceso al Patio Taller de Villa El Salvador sea una vía alterna para que las operaciones de mantenimiento y el propio servicio, no sean interrumpidos ante el eventual bloqueo de la única vía de acceso al del Patio Taller.

Dada la experiencia que se ha tenido en el tramo Villa El Salvador - Atocongo, con la aparición de corrosión severa en los elementos de la vía, el CONCESIONARIO deberá tener especial cuidado en la especificación de los materiales y en el control de calidad de los suministros.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se deberá considerar los impactos ambientales (ruido, vibración, polvo, etc.) que se presentarían en la etapa de la construcción y explotación.

El CONCESIONARIO deberá incorporar en su Estudio Definitivo de Ingeniería, un cronograma detallado y su diagrama PERT-CPM para el Segundo Acceso al Patio Taller de Villa El Salvador, que incluya todas las etapas hasta la entrega completa y demás suministros previstos en la presente especificación.

NORMAS

El Diseño, Construcción y Equipamiento Electromecánico del Segundo Acceso al Patio Taller de Villa El Salvador será elaborado de conformidad a las normas vigentes. La lista de normas aplicables se enumera a continuación:

- ISO 9001. Calidad
- ISO 14001. Medio ambiente
- RNE Norma U 190 A.060
- RNE A-120
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros
- INDECOPI. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Protección De la Propiedad Intelectual
- Transit Capacita and Quality of Service Manual -2nd Edition Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones para el Desplazamiento de Personas con Discapacidad; Vivienda Art. únicos DTO N° 10 y 193.
- DT0-10 Vivienda Art. N° 13, 15, 15.2,21 y 23
- DT0-13 Vivienda Art. N° 14b y 13
- RAL 3000. Colores

OBRAS CIVILES

- E.050 Reglamento Nacional de Edificaciones de 2006 -Suelos y Cimentaciones

- Manual de Diseño de Puentes de la DGCF de PROVIAS NACIONAL
- RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones
- ASTM. American Society of Testing and Materials

VIADUCTOS Y PUENTES

- AASHTO. American Association of State Highway and Transportation Officials
- AREMA vol 2. American Railway Engineering and Maintenance of-way Association
- AASHTO LRFD. Specification for Sismic Bridge Design, version 2009
- ACI. American Concrete instituto
- AWS. American Welding Society
- NCHRP 472. Comprehensive Specification for the Seismic Design of bridges
- ATC 32. Improved Seismic Design for Gritería for California Bridges
- TRB. Design of Elevated Guideway Structures for Rail Transit
- ASBI. Segmenta! Box Girder Standards
- PCI. Prestressed Concrete Institute- Bridge Design Manual
- PTI. Post Tensioning Manual
- PROVIAS NACIONAL. Manual de diseño de Puentes.

VIAS FERROVIARIAS

Rieles y fijaciones

- AREMA. American Railway Engineering and Maintenance of way Association
- AREMA 115RE. Rieles de Vía principal y contraríeles
- ASCE 75. Rieles de Patio de maniobras
- FS Welding
- SNCB. Especificaciones (pliego de condiciones de la SNCB)
- DIN 53482. Resistividad
- DIN 53455
- DIN 53479. Aisladores densita
- DIN 53505. Dureza y Resistividad
- ASTM D 257
- ASTM D 792. Aisladores densidad
- ASTM D 789. Aisladores; punto de fusión
- ASTM D 785 método A. Aisladores, test de dureza
- ASTM D 1238·1973. Placa de Apoyo
- ASTM D 1248 ·1974. Resistencia de tracción a rotura
- ASTM D 1505. Placa de Apoyo
- BS 970 Parte 2

Durmiente Mobloque

- AREMA. Capítulo 30 Inciso 4.9.

Balasto

- AREMA Parte 2. Manual for Railway Engineering. Numeral 3 de la tabla 1-2-2
- AREMA capítulo 1, Parte2 para la resistencia a la compresión

Cambiavías

- AREMA
- ASCE 75. Para el riel de cambiavías y montaje
- EMV_13803_1. Alineamiento (track alignment design)

Catenaria

- Arema Vol 3
- EN 50119
- EN 50317. Para el montaje
- UIC 600-0R
- UIC 870 0/1
- DIN 57115 Parte 1 y Parte 3
- DIN 43140
- DIN 4818
- VDE 0115 Parte 1 y Parte 3
- ASTM B-47
- ASTM B-8

Señalización

- MIL-HDBK-217
- MIL-STD-760
- F71-011 NF
- F71-012 NF
- F71-013 NF
- IEC Comisión Electrotécnica International
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- UTE Unión Técnica de Electricidad
- EN 50128/IEC 62279 Norma Europea Software
- EN 50126
- EN 50129 Communication Signaling and Processing Systems
- EN 50121 Norma Europea EMC
- UIC Unión Internationale des Chemins de Fer
- CENELEC Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, as aplicable
- RT/E/C/11210 Signalling Installation Handbook
- AREMA American Railway Engineering and Maintenance of-way Association

PARÁMETROS DE SEGURIDAD PARA OBRAS CIVILES

- Cumplir con lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones
- Cumplir los requisitos de la categoría A de la norma peruana de sismos, así como su trato de estructura especial.

- La vida útil de las estructuras de las obras civiles de concreto debe ser como mínimo de 50 años, manteniendo la misma calidad.
- El diseño deberá contemplar las presiones que puedan transmitir estructuras aledañas al derecho de vía (edificios, reservorios, etc.).
- Cualquier otro tipo de documento, de seguridad, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones u/u otro órgano competente.

MATERIALES

La calidad de los materiales, su modo de utilización y las condiciones de ejecución de los diversos ensayos a los que se deberán someter en obra, estarán especificados en el Estudio Definitivo de Ingeniería, así como, según sea el caso, en los planos del proyecto; así mismo, estarán de conformidad con la última versión vigente de las normas, de los siguientes organismos:

- RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Protección de la
- Propiedad Intelectual).
- ASTM (American Society of Testing and Materials). ACI (American Concrete Institute).
- AWS (American Welding Society)
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Se debe tomar en cuenta que esta lista de normas no es limitativa, en caso de divergencia entre las normas listadas, prevalecerán las indicaciones más restrictivas.

Este proyecto abarca tres áreas:

- Obra Civiles
- Sistema y Equipamiento Electromecánico (actualización e implementación).
- Prueba y puesta en marcha.

2. Obra Civiles

En los aspectos relacionados con el diseño y construcción de las obras civiles e infraestructura, se deben tener en cuenta las interfaces existentes entre ellos, respetando las especificaciones técnicas y normas vigentes de:

- Construcción, equipamiento, montaje y operación de sistemas de transporte masivo ferroviario.
- Construcción de líneas férreas en viaducto elevado.
- Mitigación del impacto ambiental durante la construcción.

2.1. Obras Preliminares

Comprende todos los trabajos que se deben realizar antes de la construcción del segundo acceso, como:

- Trazo y replanteo.
- Trabajos de demolición (Muros, cerco, losa, cimiento y sobre cimiento).
- Movimiento de tierras y Eliminación de desmonte.

- Reubicación de Postes si fuera el caso.

2.2. Viaducto Elevado

Comprende el diseño del viaducto elevado que soportará el tránsito del tren y las estructuras de apoyo como catenarias, cableado, superestructura y señalización de vía férrea.

El viaducto elevado comprende el diseño de la cimentación, bi columna y/o mono columnas, cabezales, vigas prefabricadas, losas prefabricadas, diafragmas, tablero, borde típico, canaletas y estructuras de refuerzo de catenaria.

El CONCESIONARIO podrá proponer tipologías alternativas las cuales estarán sujetas a la aprobación del CONCEDENTE.

2.3. Terraplén

El proyecto contempla el diseño y construcción de un terraplén. El proceso constructivo de un terraplén comprenderá diversas etapas y operaciones encaminadas a conseguir las características resistentes y estructurales exigidas a cada capa y que aseguren un correcto funcionamiento del mismo. La calidad de un terraplén depende en gran medida de su correcta realización.

3. Sistema y Equipamiento Electromecánico (actualización e implementación).

3.1. Sistemas y Equipamiento Electromecánico

Comprende el diseño y construcción del sistema y equipamiento electromecánico de todo el proyecto, incluyendo la superestructura de vía, sistema de catenaria, sistema de alimentación eléctrica y sistema de señalización, a ser precisado en el Estudio Definitivo de Ingeniería.

3.2. Superestructura de vía

La estructura de la vía del Segundo Acceso al Patio Taller estará conformada por dos tipos de estructura:

- Vía sobre placa con una trocha de 1435 mm, con riel de perfil tipo 100RE, con una inclinación de 1/20 en la vertical,
- Vía sobre balasto con los durmientes mono-bloques de hormigón pretensado con 250 mm debajo de los durmientes.

A continuación se describe las principales características del proyecto:

Características de la Vía	Unidad	Valor
Longitud de vía férrea	m	560*
Longitud del viaducto elevado	m	230*
Longitud de terraplén	m	330*
Radio Mínimo	m	100
Gradiente	%	3.5

Velocidad de Diseño	Km/hr	40
Riel	Lb/yd	100RE
Cambivías	Und.	03

*Son longitudes aproximadas a confirmar en el estudio definitivo.

Los cambiavías son de norma UIC, con excepción de los cambiavías de inicio al segundo Nivel que está constituida de riel ASCE 75. Su diseño será determinado en el estudio definitivo

3.3. Sistema de catenaria.

El Sistema de catenaria será diseñado para las siguientes condiciones de operación:

Parámetros de Diseño	Valor
Velocidad de Viento	120 km/h
Tensión Nominal	1500vcc
Nivel de aislamiento	3000vcc
Velocidad máxima del material rodante	40km/h
Altura del hilo de contacto sobre la cota superior de riel (Catenaria)	Mínimo 4300 mm, normal 4500 mm y máximo 4700 mm
Altura del sistema (portante e hilo de contacto)	1600 mm
Zigzag/Flecha máxima en curva (catenaria)	+/- 200 mm / 250 mm
Distancia máxima entre dos puntos de soporte de catenaria	60 m
Hilo de contacto ranurado de cobre (catenaria)	Ri 100
Cuerda Portante	120 mm ² Cu
Cable de puesta a tierra	120 mm ² Cu

Se instalará un sistema de catenaria convencional autocompensada, que se compone de los siguientes elementos:

- Cable para catenaria: Portador Principal e Hilo de Contacto.
- Puesta a tierra.
- Aisladores.
- Aisladores de sección.
- Secciones de línea (tipo cuernos).
- Postes de Vía principal y patio taller.
- Conjunto de suspensiones.
- Conjunto de compensación.
- Protección contrata sobre corriente.
- Accesorios.
- Todas las redes de desvíos a lo largo de la línea.
- Circuito de retorno de corriente de tracción.

3.4. Alimentación Eléctrica

La alimentación eléctrica será conectada al sistema que alimenta actualmente al Patio Taller de Villa El Salvador, para lo cual en el Estudio Definitivo de Ingeniería se deberá tomar en cuenta todos los parámetros con los que fue diseñado dicho sistema.

3.5. Sistema de señalización

Para garantizar la seguridad de la circulación de los trenes, se prevé la implementación de un sistema de señalización cuyas características son las mismas a las que se posee la vía principal.

Para tal fin, se instalará un pulsador de control ingreso/salida de trenes conectados al sistema de señalización del enclavamiento de VES con sus respectivos equipos de campo y cabina.

Se automatizarán los cambiavías siendo estos controlado y monitoreado por el PCO y sus respectivos enclavamientos.

Adicionalmente deberá realizarse las modificaciones de visualización en el sistema de control de tránsito centralizado (CTC) del PCO, para cumplir con las normas de seguridad.

4. Prueba y puesta en Marcha

Después de haberse construido el viaducto e instalado todos los sistemas, se realizarán las pruebas de paso de trenes con el sistema energizado y con operación controlada desde el PCO. Para dicho fin se deben realizar previamente los siguientes trabajos y pruebas:

- Conexión de las vías férreas del segundo acceso al Patio Taller y de la vía principal.
- Integración del sistema de catenaria entre la vía principal y el segundo acceso al segundo nivel del Patio Taller.

Anexo N° 4: Especificaciones Técnicas Mínimas de Ampliación de Vías de Estacionamiento del Patio de Maniobras de Bayóvar

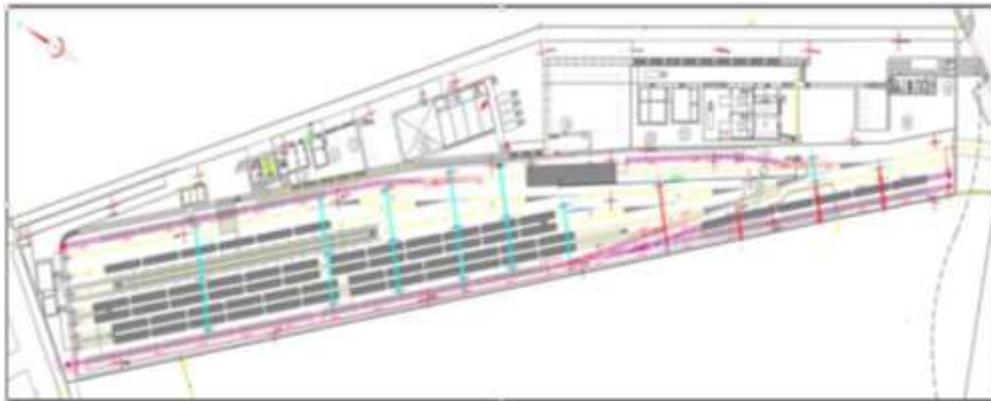
1. Objeto General del Suministro

Diseño y Ampliación de vías de estacionamiento patio Bayóvar.

El proyecto contempla la construcción de vías férreas para estacionamiento de 5 trenes más, con esta implementación se podrá alcanzar los requerimientos de estacionamiento de los trenes necesarios para garantizar el servicio a una frecuencia de 3 minutos, para dicho fin se prevé la construcción e instalación de 5 cambiavías del tipo 1:8 automatizados y la ampliación de vías en un total de 899 metros aproximadamente para estacionar 5 trenes más y una vía para estacionamiento de equipos de mantenimiento, como también se están considerando la instalación de 8 parachoques incluido en ellos las Obras Civiles, Equipamiento electromecánico, prueba y puesta en marcha, el mismo que estará incluido en el sistema de señalamiento actual con el fin de ser monitoreado y controlado por el PCO.

Las vías a instalar están conformadas de la siguiente manera:

- En la vía 2 (vía existente) se instalará un cambiavías 1:8 (CV10) y se prolongará hasta llegar al Cambiavías de 1:8 (CV11) de la Vía 11.
- Se proyecta la Vía 11 teniendo acceso por el Cambiavías 1:8 (CV11) para estacionar 03 trenes.
- Desde la vía 11 (vía proyectada) se implementará un cambiavías 1:8 (CV12) para dar acceso a la vía 12, para estacionar 01 tren.
- Se implementará un cambiavías 1:8 (CV13) en la vía 08 (vía existente) para dar acceso a la vía 09 (vía proyectada), para estacionar 01 tren.
- Y en la misma vía 08 (vía existente) se montará un cambiavías (CV14) antes de la zona de lavado para dar acceso a la vía 1 o para estacionar el material rodante de mantenimiento.



Plano general de la ampliación del Patio Bayovar

Dada la experiencia que se ha tenido en el tramo Villa El Salvador - Atocongo, con la aparición de corrosión severa en los elementos de la vía, el CONCESIONARIO deberá tener especial cuidado en la especificación de los materiales y en el control de calidad de los suministros.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería se deberá considerar las condiciones técnicas con el que fue diseñado el patio de maniobras Bayóvar, como también los impactos ambientales (ruido, vibración, polvo, etc.) que se presentarían en la etapa de la construcción y posterior explotación.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado y su diagrama PERT-CPM para la Ampliación de vías de estacionamiento patio Bayóvar, que incluya todas las etapas hasta la entrega completa y demás suministros previstos en la presente especificación.

NORMAS

El Diseño, Construcción y Equipamiento Electromecánico de esta ampliación será elaborado de conformidad a las normas vigentes en el momento de la licitación. La lista de normas aplicables se encuentra a continuación:

- ISO 9001. Calidad
- ISO 14001. Medio ambiente
- RNE Norma U 190 A.060
- RNE A-120
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Reglamento Nacional del Sistema Eléctrico de Transporte de Pasajeros
- INDECOPI. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Protección De la Propiedad Intelectual
- Transit Capacity and Quality of Service Manual -2nd Edition Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones para el Desplazamiento de Personas con Discapacidad; Vivienda Art. unicos DTO N° 10 y 193.
- DT0-10 Vivienda Art. N° 13, 15, 15.2,21 y 23
- DT0-13 Vivienda Art. N° 14b y 13
- RAL 3000. Colores

OBRAS CIVILES

- E.050 Reglamento Nacional de Edificaciones de 2006 -Suelos y Cimentaciones
- Manual de Diseño de Puentes de la DGCF de PROVIAS NACIONAL
- RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones
- ASTM. American Society of Testing and Materials

VIAS FERROVIARIAS

Rieles y fijaciones

- AREMA. American Railway Engineering and Maintenance of way Association
- AREMA 115RE. Rieles de Vía principal y contraríeles
- ASCE 75. Rieles de Patio de maniobras
- FS Welding
- SNCB. Especificaciones (pliego de condiciones de la SNCB)
- DIN 53482. Resistividad
- DIN 53455
- DIN 53479. Aisladores densita
- DIN 53505. Dureza y Resistividad
- ASTM D 257
- ASTM D 792. Aisladores densidad
- ASTM D 789. Aisladores; punto de fusión
- ASTM D 785 método A. Aisladores, test de dureza
- ASTM D 1238-1973. Placa de Apoyo
- ASTM D 1248 -1974. Resistencia de tracción a rotura
- ASTM D 1505. Placa de Apoyo
- BS 970 Parte 2

Durmiente Mobloque

- UIC

Balasto

- AREMA Parte 2. Manual for Railway Engineering. Numeral 3 de la tabla 1-2-2
- AREMA capítulo 1, Parte2 para la resistencia a la compresión

Cambiavías

- Según normas UIC

Catenaria

- Arema Vol 3
- EN 50119
- EN 50317. Para el montaje
- UIC 600-0R
- UIC 870 0/1
- DIN 57115 Parte 1 y Parte 3
- DIN 43140
- DIN 4818
- VDE 0115 Parte 1 y Parte 3
- ASTM B-47
- ASTM B-8

PARÁMETROS DE SEGURIDAD PARA OBRAS CIVILES

- Cumplir con lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones
- Cumplir los requisitos de la categoría A de la norma peruana de sismos, así como su trato de estructura especial.
- La vida útil de las estructuras de las obras civiles de concreto debe ser como mínimo de 50 años, manteniendo la misma calidad.
- El diseño deberá contemplar las presiones que puedan transmitir estructuras aledañas al derecho de vía (edificios, reservorios, etc.).
- Cualquier otro tipo de documento, de seguridad, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MATERIALES

La calidad de los materiales, su modo de utilización y las condiciones de ejecución de los diversos ensayos a los que se deberán someter en obra, estarán especificados en el Estudio Definitivo, así como, según sea el caso, en los planos del proyecto; así mismo, estarán de conformidad con la última versión vigente de las normas, de los siguientes organismos:

- RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Protección de la Propiedad Intelectual).
- ASTM (American Society of Testing and Materials). ACI (American Concrete Institute).
- AWS (American Welding Society)
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Se debe tomar en cuenta que es una lista no limitativa, en caso de divergencia entre las normas listadas, prevalecerán las indicaciones más restrictivas.

El proyecto de Ampliación de Vías de Estacionamiento del Patio de Maniobras de Bayóvar está compuesto por tres componentes:

- Obras Civiles
- Sistema y Equipamiento Electromecánico
- Pruebas y puesta en Marcha

Estos tres puntos se detallan a continuación:

2. Obra Civiles

En los aspectos relacionados con el diseño y construcción de las obras civiles e infraestructura, se deben tener en cuenta las interfaces existentes entre ellos, respetando las especificaciones técnicas y normas vigentes de:

- Construcción, equipamiento, montaje y operación de sistemas de transporte masivo ferroviario.
- Construcción de líneas férreas en viaducto elevado.
- Mitigación del impacto ambiental durante la construcción.

2.1. Obras Preliminares

Comprende todos los trabajos que se deben realizar antes de la construcción del proyecto Ampliación de vías de estacionamiento patio Bayóvar, como:

- Trazo y replanteo.
- Trabajos de demolición (Muros, cerco, losa, cimiento y sobre cimiento).
- Reubicación de interferencias (catenaria, señalización, postes, eléctricas, agua y desagüe) o ampliación de la plataforma de la subrasante.

2.2. Movimiento de tierras.

Comprende el movimiento de tierra de la plataforma, el cual servirá de base para terraplén de la vía para estacionamiento de trenes y estacionamiento de equipo de mantenimiento.

3. Sistema y Equipamiento Electromecánico (actualización e implementación).

3.1. Sistemas y Equipamiento Electromecánico

Comprende el diseño y construcción del sistema y equipamiento electromecánico de todo el proyecto, incluyendo la superestructura de vía, sistema de catenaria, sistema de alimentación eléctrica y sistema de señalización, a ser precisado en el Estudio Definitivo de Ingeniería.

3.2. Superestructura de vía

La estructura de la vía de la ampliación de vías de estacionamiento del patio de maniobras de Bayóvar contara con las siguientes características:

A continuación se describe las principales características del proyecto:

- Ancho de vía de 1435 mm
- Riel de perfil tipo 115RE.
- Espaciamento entre durmientes =650 mm.
- Balastro = 24 cm de espesor mínimo.
- Durmientes de madera en los cambiavías.
- Durmientes de Concreto.

3.3. Sistema de catenaria.

El Sistema de catenaria será diseñado para las siguientes condiciones de operación:

Parámetros de Diseño	Valor
Velocidad de Viento	120 km/h
Tensión Nominal	1500vcc
Nivel de aislamiento	3000vcc

Velocidad máxima del material rodante	40km/h
Altura del hilo de contacto sobre la cota superior de riel (Catenaria)	Mínimo 4300 mm, normal 4500 mm y máximo 4700 mm
Altura del sistema (portante e hilo de contacto)	1600 mm
Zig-Zag/Flecha máxima en curva (catenaria)	+/- 200 mm / 250 mm
Distancia máxima entre dos puntos de soporte de catenaria	60 m
Hilo de contacto ranurado de cobre (catenaria)	Ri 100
Cuerda Portante	120 mm ² Cu
Cable de puesta a tierra	120 mm ² Cu

Se instalará un sistema de catenaria convencional autocompensada, que se compone de los siguientes elementos.

- Cable para catenaria: Portador Principal e Hilo de Contacto.
- Puesta a tierra.
- Aisladores.
- Aisladores de sección.
- Secciones de línea (tipo cuernos).
- Postes de Vía principal y patio taller.
- Conjunto de suspensiones.
- Conjunto de compensación.
- Protección contrata sobre corriente.
- Accesorios.
- Todas las redes de desvíos a lo largo de la línea.
- Circuito de retorno de corriente de tracción.

3.4. Alimentación Eléctrica

La alimentación eléctrica será conectada del mismo sistema que alimenta a los estacionamientos actuales del patio maniobras de Bayóvar, para lo cual en la ingeniería a detalle se deberá tomar en cuenta todos los parámetros con los que fue diseñado dicho sistema.

3.5. Sistema de señalización

Para garantizar la seguridad de la circulación de los trenes, se prevé la implementación de un sistema de señalización cuyas características deben ser las mismas a las que se posee en el patio de maniobras de Bayóvar.

Para tal fin, se instalara un pulsador de control ingreso/salida de trenes conectados al sistema de señalización del enclavamiento de Bayóvar con sus respectivos equipos de campo y cabina.

Se automatizara los cambiavías que une la vías, siendo este controlado y monitoreado por el PCO y sus respectivos enclavamientos.

Adicionalmente deberá realizarse las modificaciones de visualización en el sistema de control de tránsito centralizado (CTC) del PCO, Puestos de comando local y moviola, para cumplir con las normas de seguridad.

4. Prueba y puesta en Marcha

Después de haberse construido el viaducto e instalado todos los sistemas, se realizarán las pruebas de paso de trenes con el sistema energizado y con operación controlada desde el PCO. Para dicho fin se deben realizar previamente los siguientes trabajos y pruebas:

- Conexionado de las vías férreas de los estacionamientos nuevos y de la vía principal.
- Integración del sistema de catenaria entre la vía principal y los estacionamientos nuevos del patio de maniobras de Bayóvar.

Anexo N° 5: Especificaciones Técnicas Mínimas de Nuevos Enlaces (Cambiavías doble) en Vía Principal

1.1 Objeto General del Suministro

Diseño, Construcción y Equipamiento de los cambiavías complementarios a lo largo de la vía férrea principal de la Línea 1 a través de la adición de una serie de cambiavías, que mejoren la disponibilidad y la regularidad de los trenes frente a la ampliación de la capacidad de la línea, el incremento de la flota de los trenes y la consecuente reducción de la frecuencia de los mismos, considerando que el intervalo de paso de los trenes será de 3 minutos y se requerirán de maniobras de sobrepaso o devolución de trenes oportunas cuando ocurra un evento que interrumpa la circulación de trenes.

El CONCESIONARIO será de la implementación e incorporación de ocho (08) cambiavías a lo largo de la vía principal de la línea como son:

- 01 cambiavía en la cabecera de la estación de Villa El Salvador lado norte.
- 01 cambiavía en la estación de Bayóvar lado sur.
- 01 cambiavía en la estación de Pumacahua lado sur
- 02 cambiavías lado sur y norte de la estación de Ayacucho.
- 01 cambiavía en la 3ra vía de México (Nicolás Arriola) lado norte.
- 01 cambiavía en la 3ra vía de Jardines lado sur.
- 01 cambiavía en la estación de San Carlos lado sur.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería deberá considerar los impactos ambientales (ruido, vibración, polvo etc.) que pudiera presentarse en la etapa de construcción y explotación.

En el Estudio Definitivo de Ingeniería, el CONCESIONARIO deberá proporcionar un cronograma detallado y un diagrama PERT-CPM para la implementación de los nuevos cambiavías solicitados, que incluyan todas las etapas desde el diseño, fabricación, pruebas hasta la entrega completa y demás suministros previstos.

La implementación de los cambiavías deberá de cumplir con las normas:

- AREMA
- EMV_13803_1 Alineamiento (track alignment design).
- Normas internacionales de señalización y electrificación.

1.2 Cambiavías

Los cambiavías de la vía principal debe estar contruidos por rieles 115RE u otro equivalente y serán tipo 1:10 dependiendo de la implantación de los mismos en el trazado existente, deben integrar el accionamiento eléctrico, los aparatos de vía, debe considerar corazones de acero al manganeso y deben poseer todos los elementos necesarios para su fijación y apoyo sobre durmientes especiales de madera dura, resistente al ataque de hongos, insectos y microorganismos.

1.3 Instalación de cambiavías en la vía principal

1.3.1 La inserción de los cambiavías en la línea principal requiere que se realicen una serie de estudios de seguridad e implantación para garantizar la correcta instalación de todos los elementos y garantizar la operación segura de los mismos.

1.3.2 El CONCESIONARIO presentará la secuencia donde se indique paso a paso el cambio o instalación de los cambiavías. Estas operaciones deberán realizarse en horario nocturno y sin afectar la operación comercial del día siguiente. En tal sentido el CONCESIONARIO deberá tomar las precauciones del caso necesarios para evitar que la operación de montaje e instalación de estos equipos afecte el servicio.

1.3.3 El CONCESIONARIO presentará los estudios geométricos de cada aparato de vía, donde se considera la ejecución de los trabajos para la fabricación, suministro e instalación de estos a lo largo de la línea principal y tercera vía.

1.3.4 En la instalación de los cambiavías se contemplará los siguientes:

- Retiro de vías
- Retiro de catenaria
- Retiro de señalización
- Modificación de bases de zapatas de catenarias
- Modificación de bases de zapatas de catenarias
- Modificación de las canaletas centrales
- Modificación de cruces de cables
- Modificación de cables de 20Kv.
- Adicionalmente todas las actividades relacionadas con el diseño, fabricación, instalación y pruebas de los cambiavías y de los equipos electromecánicos asociados.

1.3.5 Los cambiavías serán soldados a las vías por medio de soldaduras aluminotermias realizadas por personal calificado y los componentes, sean ellos especiales o normales como también los materiales pequeños, deberán ser conforme a las normas AREMA o sus equivalentes. No se admitirán ajustes hechos por rebarbadora.

1.3.6 Todas las superficies maquinadas serán tratadas con una capa de pintura anticorrosiva, con exclusión de las superficies de deslizamiento de los cojinetes, protegidas con grasa.

1.4 Sistema de señalización

El CONCESIONARIO implementará un sistema de señalización cuyas características deben ser las mismas a las que poseen los cambiavías existentes en la vía principal.

Para tal fin, deberá estudiar las modificaciones, cálculo de distancias de seguridad, itinerarios y otros aspectos y suministrar las unidades de sintonía, circuitos de vía, armarios y elementos asociados al enclavamiento para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Se automatizarán los 08 cambiavías, siendo estos controlados y monitoreados por el PCO y sus respectivos enclavamientos.

Adicionalmente, deberán realizarse las modificaciones de visualización en el sistema CTC del PCO, para cumplir con las normas de seguridad.

1.5 Pruebas y puesta en marcha

1.4.1 En fábrica de los cambiavías se realizará un pre-montaje de cada aparato de vía que consiste en el ensamblaje completo de cambiavía en banco nivelado, clavado sobre las traviesas de madera, montaje y ajuste de los cerrojos de uña, marcado completo e identificación de los componentes, verificación, desmontaje y ensamble para el transporte. Adicionalmente el Concesionario pondrá a la disposición todos los certificados de calidad de los elementos constituyentes del sistema electromecánico a instalar posteriormente en sitio.

1.4.2 El Concesionario realizará una simulación eléctrica para demostrar que no existan caídas de tensión importantes con la nueva sectorización eléctrica así mismo se deberá establecer por medio de una simulación los efectos de la introducción de los nuevos circuitos de vía en los tiempos de recorrido e intervalos.

1.4.3 Después de haber instalado los cambiavías y el resto de los sistemas, se realizarán las pruebas de paso de trenes con el sistema energizado y con operación controlada desde el PCO. Igualmente considerando que el trabajo se realizara en varias etapas después de cada jornada de trabajo y antes del inicio de la operación comercial se deberán realizar las pruebas necesarias para confirmar su funcionamiento y el nivel de seguridad exigido por la circulación ferroviaria.

Para dicho fin se debe realizar previamente los siguientes trabajos y pruebas:

- Conexiones de las vías férreas existentes de vía principal con las cambiavías a implantar
- Integración del sistema de catenaria entre vías existentes de la vía principal con los cambiavías a implementar.

1.6 Repuestos

El Concesionario deberá de considerar los elementos necesarios para el mantenimiento de los cambiavías y para el sistema de señalización y de

electrificación con la finalidad de adecuar el parque de repuestos actual a las nuevas instalaciones.

APÉNDICE 8

CALENDARIO DE INVERSIÓN DE MATERIAL RODANTE COMPLEMENTARIO Y CALENDARIO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

APÉNDICE 9
PENALIDADES DE INVERSIONES COMPLEMENTARIAS

Monto en UIT	Descripción de la Penalidad	Criterio de aplicación
1 UIT	Atraso en la presentación del Estudio Definitivo de Ingeniería para la incorporación del sexto coche al Material Rodante Adquirido y Material Rodante Complementario	Cada día
1 UIT	Atraso en la subsanación de observaciones del Estudio Definitivo de Ingeniería para la incorporación del sexto coche al Material Rodante Adquirido y Material Rodante Complementario	Cada día
1 UIT	Atraso en la presentación del Estudio Definitivo de Ingeniería correspondiente a las Obras Complementarias	Cada día
1 UIT	Atraso en la subsanación de observaciones del Estudio Definitivo de Ingeniería correspondiente a las Obras Complementarias	Cada día
12 UIT	Atraso en la inversión en Material Rodante Complementario en los plazos establecidos en el Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario, para cada uno de los trenes	Cada día por tren no entregado
2 UIT	Atraso en la inversión en Material Rodante Complementario en los plazos establecidos en el Calendario de Inversión en Material Rodante Complementario, para cada uno de los coches	Cada día por coche no entregado
1 UIT	Incumplimiento del Concesionario del plazo máximo de la ejecución de cada una de las Obras Complementarias	Cada día
50 UIT	Realizar modificaciones de las especificaciones técnicas y/o EDI aprobados, respecto al cambio de conformación de trenes, de cinco a seis coches, sin la autorización previa del Concedente	Cada vez
1 UIT	Atraso en el plazo para la culminación de las Pruebas de Puesta en Marcha del Material Rodante Complementario, por hecho imputable al Concesionario	Cada día
1 UIT	Atraso en la renovación de la Garantía de Fiel Cumplimiento de Inversiones Complementarias	Cada día
1 UIT	Atraso en la renovación de la póliza de seguros del Material Rodante Complementario y de las Obras Complementarias.	Cada día

Monto	Descripción de la Penalidad	Criterio de aplicación
PKT ₂ por Kilómetro Garantizado no recorrido	El incumplimiento por causa imputable al CONCESIONARIO de acuerdo a lo previsto en la Cláusula 10.4 del Contrato de Concesión	Cada pago de PKT ₂ por Kilómetro Garantizado no recorrido recibido por el CONCESIONARIO

APÉNDICE 10
CONCEPTOS REEMBOLSADOS POR EL CONCEDENTE POR EL COSTO DE
ESTRUCTURACIÓN

Bancos Estructuradores

Comisión de Estructuración

Makewhole Guarantee

Abogados

Asesores Legales bajo Ley de NY del Banco Estructurador
Asesores Legales bajo Ley Peruana del Banco Estructurador
Asesores Legales bajo Ley de NY del Concesionario
Asesores Legales bajo Ley Peruana del Concesionario

Otros Relacionados al Financiamiento Iniciales

Asesores Financieros del Concesionario
Settlement Agent (Banco Liquidador)
Asesores Legales bajo Ley de NY del Trustee
Asesores Legales bajo Ley Peruana del Trustee
Process Agent en NY
Gastos Reembolsables (viajes, hoteles, logistica)

Otros Relacionados al Financiamiento Recurrentes

Off Shore Trustee (Fiduciario en NY) de la Emisión
On Shore Trustee (Fiduciario en Perú) de la Emisión
Collateral Agent (Agente de las Garantías)
Paying Agent (Banco Pagador)
Calculation Agent (Banco Calculador)
Clasificadoras de Riesgo

Aprobación Bonistas para la Ampliación

Asesor Técnico Independiente
Asesor de Seguros Independiente
Apoyo y Asociados (Reafirmación del Rating)
Asesores Legales bajo Ley de NY del Trustee
Waiver Fee

APÉNDICE 11
LINEAMIENTOS PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS COSTOS DE ESTRUCTURACIÓN

1. Conceptos reembolsados por el CONCEDENTE por el Costo de Estructuración

Los conceptos que serán reconocidos por el CONCEDENTE mediante el Costo de Estructuración son todos aquellos que se detallan en el Apéndice 10 del Anexo 12 de la Cuarta Adenda al Contrato.

2. Lineamiento para el reembolso del Costo de Estructuración Máximo

El reembolso de los Costos de Estructuración se realizará tomando en consideración el procedimiento que se detalla a continuación:

- (i) Las entidades o proveedores que prestaron determinados servicios, a fin estructurar el financiamiento de las Inversiones Complementarias, deberán emitir un documento de cobro a nombre del CONCEDENTE o CONCESIONARIO, por los costos y gastos generados como consecuencia de la prestación de dichos servicios.

Una vez emitido el documento de cobro que corresponda a los Costos de Estructuración, el CONCESIONARIO podrá enviar el mismo al Fiduciario o al CONCEDENTE.

- (ii) Para los documentos recibidos por el Fiduciario, en un plazo máximo de cinco (5) días de recibido el documento de cobro de los Costos de Estructuración, deberá remitir una comunicación al Concedente requiriendo el pago del monto indicado en dicho documento de cobro.
- (iii) Recibida la comunicación señalada en los numerales anteriores, el CONCEDENTE tendrá un plazo de 10 días para depositar en la “Cuenta de Estructuración” del Fideicomiso de Administración o en la cuenta indicada por el CONCESIONARIO, el importe requerido. En el caso del Fideicomiso, el CONCEDENTE deberá instruir el pago de los Costos de Estructuración a quien corresponda de acuerdo a lo señalado en el numeral (ii) y (iv).

En caso el Concedente no deposite el monto que corresponda a los Costos de Estructuración en el plazo indicado y/o en la cuenta que designe el CONCESIONARIO, el CONCEDENTE pagará al CONCESIONARIO, por concepto de mora y por cada Día de atraso, un interés equivalente a Libor (3m) + 2% al momento de producirse la mora.

- (iv) Verificado el depósito en la cuenta “Cuenta de Estructuración” del Fideicomiso de Administración, el Fiduciario deberá comunicar dicha situación al CONCESIONARIO en un plazo máximo de tres (3) días, a fin que este último indique a quien se debe efectuar el pago de los Costos de Estructuración.

Los Costos de Estructuración podrán ser pagados por el Fiduciario, de acuerdo a lo siguiente

- a) De forma directa a las entidades o proveedores que prestaron los servicios de financiamiento, cuyos gastos y costos se encuentran detallados en el documento de cobro presentado al Fiduciario.
- b) Al CONCESIONARIO, en calidad de reembolso, en los casos que este último haya adelantado el pago de los Costos de Estructuración a las entidades o proveedores que prestaron los servicios de financiamiento.
- (v) En ningún caso, los pagos efectuados por concepto de Costos de Estructuración podrán exceder, en su conjunto, el Costo de Estructuración Máximo. Para efectos de éste cálculo no se tomarán en cuenta los intereses que el CONCEDENTE podrá pagar al CONCESIONARIO de acuerdo a lo previsto en el numeral (iii).