

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS**

**EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO**

**Y MATERIAL RODANTE**

**TRAMO:**

**VILLA EL SALVADOR – AV. GRAU**

**TOMO 1**

**MARZO 2008**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS  
EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO Y MATERIAL RODANTE.  
TRAMO: VILLA EL SALVADOR – AV. GRAU**

**INDICE GENERAL**

**TOMO 1**

- 1 INTRODUCCIÓN**
- 2 OBJETO**
- 3 MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL**

**TOMO 2**

- 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL RODANTE**

**TOMO 3**

- 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FIJAS**
  - 5.1 SUPERESTRUCTURA DE VIA PERMANENTE**
  - 5.2 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA**
  - 5.3 ALIMENTACION ELECTRICA Y EQUIPOS PARA LAS ESTACIONES**

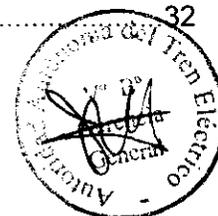
**TOMO 4**

- 5.4 SISTEMA DE SEÑALIZACION**
- 5.5 SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL**
- 5.6 SISTEMA DE TELECOMUNICACION**
- 6 SERVICIOS DE INGENIERÍA**
- 7. PRESTACIONES DIVERSAS E INSTRUCCIONES GENERALES**
- 8. DOCUMENTACIÓN SOLICITADA**
- 9. TALLERES DE MANTENIMIENTO**
- 10. ANEXOS**



## INDICE DEL TOMO 1

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>VI</b>
<b>2. OBJETO .....</b>	<b>VI</b>
<b>3. MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>1</b>
3.1 ANTECEDENTES .....	1
3.2 UBICACION GEOGRAFICA .....	1
3.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	1
3.3.1 <i>Material Rodante</i> .....	2
3.3.1.1 Objeto del suministro .....	2
3.3.1.2 Características Generales de los Trenes .....	2
3.3.1.3 Características de los Trenes .....	7
3.3.1.4 Adecuaciones a los Trenes Existentes .....	7
3.3.2 <i>Superestructura de Vía</i> .....	8
3.3.2.1. Generalidades .....	8
3.3.2.2. Características Geométricas de la Vía en la Línea .....	9
3.3.2.3. Trabajos de Rehabilitación de la Vía Existente .....	10
3.3.3 <i>Suministro Eléctrico</i> .....	11
3.3.3.1. Generalidades .....	11
3.3.3.2. Descripción de los Sistemas Actuales de Energía Eléctrica .....	11
3.3.3.3. Sistemas de Energía Eléctrica en la Segunda Etapa .....	12
3.3.3.4. Alcances .....	17
3.3.4 <i>Alimentación Eléctrica y Equipos para Estaciones</i> .....	20
3.3.4.1. Generalidades .....	20
3.3.4.2. Descripción del Equipamiento e Instalaciones Existentes .....	20
3.3.4.3. Alimentación Eléctrica en la Segunda Etapa .....	22
3.3.4.4. Alcances .....	23
3.3.5 <i>Señalización</i> .....	26
3.3.5.1 Generalidades .....	26
3.3.5.2. Requisitos Técnicos y Funcionales .....	26
3.3.5.3. Modos de Conducción .....	28
3.3.5.4. Interfases con el Tramo en Servicio .....	28
3.3.5.5. Instalación a Bordo del Material Rodante .....	29
3.3.5.6. Alcances .....	29
3.3.6 <i>Mando Centralizado de Automatización y Control</i> .....	30
3.3.6.1. Características del Sistema Existente .....	30
3.3.6.2. Descripción Funcional y Características del Sistema de Mando Centralizado de la Segunda Etapa .....	31
3.3.6.3. Comunicación de las Estaciones con el Pco .....	32
3.3.6.4. Alcances .....	32
3.3.6.5. Interfases del PCO para Control de Señalización .....	32



3.3.6.6. Alarmas e Informes .....	32
3.3.6.7. Interfase Hombre – Maquina (IHM) .....	33
3.3.6.8. Características de los Equipos .....	34
3.3.7. Telecomunicaciones .....	35
3.3.7.1. Generalidades .....	35
3.3.7.2. Compatibilidad de los Equipos .....	35
3.3.7.3. Subsistema de Transmisión .....	35
3.3.7.4. Subsistema de Telefonía Automática de Servicio .....	36
3.3.7.5. Subsistema de Telefonía de Emergencia .....	36
3.3.7.6. Subsistema de Difusión Sonora .....	36
3.3.7.7. Subsistema de Radiotelefonía de Trenes .....	36
3.3.7.8. Subsistema de Relojería .....	36
3.3.7.9. Subsistema de Circuito Cerrado de Televisión .....	37
3.3.7.10. Sistema de Control de Pasajeros .....	37
3.4. SERVICIOS DE INGENIERIA .....	38
3.4.1. Gerenciamiento e Integración Técnica de las Obras Civiles y los Sistemas .....	38
3.4.2. Entrenamiento .....	38
3.4.2.1. Consideraciones Generales .....	38
3.4.2.2. Objetivo .....	38
3.4.2.3. Manuales de Entrenamiento .....	39
3.5. PRESTACIONES DIVERSAS E INSTRUCCIONES GENERALES .....	39
3.5.1. Principios Generales .....	39
3.5.1.1. Diseño de Equipos y Sistemas .....	39
3.5.1.2. Compatibilidad y Tecnología .....	39
3.5.1.3. Fabricaciones Metálicas .....	39
3.5.1.4. Tarjetas y Componentes Electrónicos .....	39
3.5.1.5. Cableado .....	39
3.5.1.6. Normas .....	40
3.5.1.7. Redundancia .....	40
3.5.2. Supervisión de Fabricación .....	40
3.5.2.1. Pruebas Finales y Recepción en Fábrica .....	40
3.5.3. Repuestos, Herramientas Especiales e Instrumentos de Medición .....	41
3.5.3.1. Repuestos .....	41
3.5.3.2. Herramientas y Equipos Especiales e Instrumentos de Medición .....	41
3.5.4. Certificación de Calidad .....	41
3.5.5. Embalaje y Transporte .....	41
3.5.6. Piezas Críticas .....	41
3.5.7. Plan Anual de Conservación .....	41
3.5.8. Manuales y Catálogos .....	42
3.5.9. Documentación Técnica .....	42
3.5.10. Pruebas de Puesta en Marcha .....	42
3.5.11. Garantía .....	43



3.6 TALLERES E INSTALACIONES DE MANTENIMIENTO ..... 43

    3.6.1 *Material Rodante* ..... 43

        3.6.1.1. Limpieza y Lavado de Trenes ..... 43

        3.6.1.2. Modificaciones al taller de mantenimiento existente ..... 43

        3.6.1.3. Taller N° 02 ..... 44

        3.6.1.4. Equipo Misceláneo del Taller N° 2 ..... 44

    3.6.2 *Instalaciones Fijas* ..... 44

        3.6.1.5. Taller de Mantenimiento de Instalaciones Fijas ..... 44



## 1. INTRODUCCION

El presente documento contiene las Especificaciones Técnicas Básicas para la ampliación de la Línea 1 del Tren Urbano de Lima.

La Línea 1 está proyectada para unir el cono sur (distrito de Villa El Salvador) con el centro de la ciudad (distrito de Cercado de Lima). La primera etapa comprende 07 estaciones y recorre los siguientes distritos: Villa El Salvador, Villa María del Triunfo y San Juan de Miraflores. La segunda etapa comprenderá 09 estaciones como mínimo y recorrerá los siguientes distritos: Santiago de Surco, San Borja, La Victoria y Cercado de Lima, en Lima Metropolitana.

## 2. OBJETO

Estas Especificaciones Técnicas Básicas tienen como objetivo describir y especificar el equipamiento electromecánico y el material rodante, instalación, montaje, pruebas preliminares y pruebas de puesta en marcha de la infraestructura, la cual comprende la ejecución de lo siguiente:

1. Suministro de material rodante.
2. Obras civiles de vía permanente, suministro de equipamiento electromecánico, materiales, servicios y equipos relacionados con los sistemas necesarios para la ejecución del tramo Est. Atocongo – Av. Grau;
3. Obras complementarias, suministro de equipamiento electromecánico, materiales, servicios y equipos relacionados con los sistemas necesarios para la rehabilitación y puesta a punto del tramo entre las estaciones Villa El Salvador y Atocongo, así como del Patio Taller de Villa El Salvador.

Todo el equipamiento aquí especificado debe ser totalmente nuevo.

Estas especificaciones están compuestas por los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva;
- b) Especificaciones técnicas del material rodante;
- c) Especificaciones técnicas de las instalaciones fijas;
- d) Servicios de ingeniería;
- e) Prestaciones e instrucciones generales;
- f) Documentación;
- g) Talleres e instalaciones de mantenimiento
- h) Anexos.



### 3. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 3.1 ANTECEDENTES

El proyecto en forma integral, contempla la construcción, suministro, instalación, montaje, pruebas preliminares y pruebas de puesta en marcha del sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao.

Actualmente se tiene ejecutada la primera etapa de la Línea 1, constituida por una línea de ferrocarril urbano a doble vía, cuyo trazado se inicia en la zona sur de la ciudad (distrito de Villa El Salvador), donde está ubicado también el patio taller, para terminar justo antes del puente Atocongo (distrito de San Juan de Miraflores).

En 1997 se realizó la recepción definitiva del sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao para el tramo comprendido entre Villa El Salvador y Atocongo, con una extensión de 9,85 Km.; la primera parte de la línea (alrededor de 7 Km.), se desarrolla mayormente a nivel del suelo, hasta el distrito de San Juan de Miraflores, desde donde se continúa en viaducto elevado.

La AATE mantiene operativa la primera etapa de la Línea 1, desde la estación Villa El Salvador hasta la estación Atocongo. También se encuentra construido (obra civil) el tramo de vaducto entre las estaciones Atocongo y Jorge Chávez, todavía no disponible para el funcionamiento.

#### 3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La segunda etapa de la Línea 1, se inicia en la zona sur de la ciudad (San Juan de Miraflores) y termina en pleno centro (Av. Grau); desarrollando su recorrido a través de los distritos de Santiago de Surco, San Borja, San Luis, La Victoria y Cercado de Lima.

#### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este tramo se prevé la construcción y equipamiento electromecánico de aproximadamente 12,2 Km. de viaducto elevado, incluyendo como mínimo nueve estaciones de pasajeros: Jorge Chávez, Ayacucho, Los Cabitos, Angamos, San Borja Sur, Javier Prado, Nicolás Arriola, Mercado Mayorista y Grau. Además se prevé el equipamiento electromecánico de las estaciones: Pumacahua y Miguel Iglesias, correspondientes a la primera etapa de la Línea 1.

A continuación se describen las características de cada sistema conformante del proyecto:



### 3.3.1 MATERIAL RODANTE

#### 3.3.1.1 OBJETO DEL SUMINISTRO

Suministro de Material Rodante de tipo Metropolitano nuevo, que satisfagan las exigencias de las Especificaciones Técnicas Básicas conforme al Contrato de Concesión.

Los trenes a suministrar deberán estar diseñados y fabricados para alcanzar una vida útil igual o superior a 35 años o 4.500.000 km., considerando recorridos mensuales promedio de 10.500 km. por tren, garantizando el cumplimiento de los Niveles de Servicio requeridos en el Contrato.

#### 3.3.1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRENES

##### CONDICIONES AMBIENTALES

La ciudad de Lima está ubicada frente al mar y además su atmósfera está expuesta a altos niveles de contaminación durante una parte significativa del año. La temperatura ambiente puede oscilar entre los 10 a 36 °C, con una precipitación pluvial anual promedio de 15 mm., y una humedad relativa promedio del 90% y que alcanza al 100%.

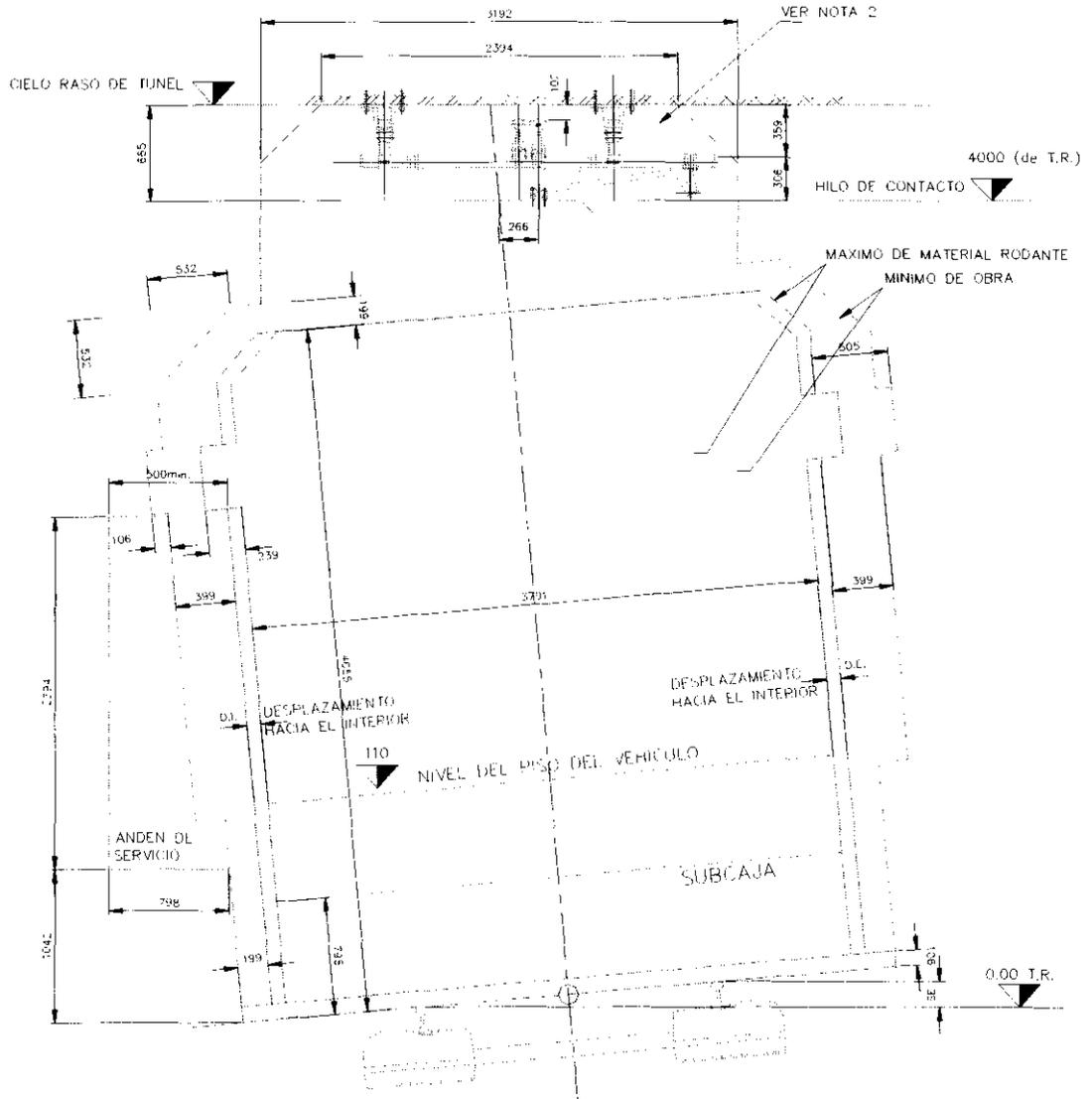
##### VÍA Y GÁLIBO

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.

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.



## GALIBO FERROVIARIO DE UNA SECCION TIPICA EN CURVA



**NOTA:**

- 1.- S.E. VARIABLE, MAX. 160m
- 2.- D.I. Y D.E. ESTAN EN FUNCION DEL RADIO DE CURVA Y LA DISTANCIA ENTRE EJES







### TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

El suministro de la energía eléctrica para la tracción se efectúa a través de la línea de contacto elevada (Catenaria). La tensión nominal de la corriente en línea es de 1.500 Vcc. Los trenes deberán funcionar perfectamente dentro del intervalo de 1.800 Vcc y 1.200 Vcc.

### 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, contara con dos pantógrafos, equipamiento electromecánico de marcha, frenado y servicios auxiliares y deberá tener acopladores automáticos en ambos extremos.

Los coches nuevos a suministrar deberán proporcionar una capacidad adicional efectiva en la línea de por lo menos 8,400 pasajeros (entre sentados y de pie), medida estáticamente, a capacidad de carga máxima (carga nominal), calculada con una densidad de 6 pasajeros de pie por metro cuadrado, descontada el área que ocupan los pasajeros sentados.

El CONCESIONARIO deberá considerar los coches de respaldo necesarios para sostener dicha capacidad efectiva, además de afrontar el mantenimiento y posibles averías, durante las horas punta.

La longitud máxima de la formación no podrá ser superior a 110 m., adecuando la cantidad de coches a esa dimensión.

En el Estudio Definitivo se indicará las características de la conformación del tren y la cantidad y tipo de vehículos que lo componen, para ello el CONCESIONARIO deberá tener en cuenta que los coches existentes junto con los nuevos a suministrar deberán ofrecer una capacidad de transporte que atienda la demanda de viajes real de pasajeros.

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

Longitud máxima de una formación (tren completo):	110,00 m.
Ancho máximo de la caja de un coche:	2.850 mm.
Altura del piso del coche por encima de la superficie de rodamiento:	1.100 mm.
Altura mínima de la línea de contacto existente	3.940 mm.
Altura máxima de la línea de contacto existente	4.700 mm.
Radio mínimo de curva	70,00 m.

Se indicara 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 60 kilogramos. Para tal efecto deberá considerar la CCM con una densidad de 6 pasajeros de pie / m<sup>2</sup>.

El peso de los coches con sobrecarga excepcional no deberá ser superior a la carga máxima de 12,00 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.



### 3.3.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRENES

#### VELOCIDAD

En recta y a nivel, la velocidad máxima impuesta a los trenes deberá ser 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 de aceleración máxima de 0,1 g ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

#### TRACCIÓN Y FRENADO

Se deberá cumplir con las exigencias dinámicas de tracción y frenado para un tren indicadas en las especificaciones técnicas descritas en el tomo 2, en cumplimiento de la hipótesis de tensión nominal de alimentación, vía recta y horizontal y rieles secos.

### 3.3.1.4 ADECUACIONES A LOS TRENES EXISTENTES

Con la finalidad de prestar el servicio de pasajeros en las mismas condiciones que los trenes nuevos, los trenes existentes deberán ser objeto, como mínimo, de las siguientes adecuaciones técnicas:

- Mejoramiento del sistema de ventilación del salón de pasajeros de los coches, con la finalidad de alcanzar por lo menos un flujo de cien (100) renovaciones de aire por hora.
- Instalación del equipamiento necesario para cumplir con lo especificado en el numeral de "radiotelefonía", igual al de los coches con cabina nuevos.
- Instalación del equipamiento de señalización a bordo (ATP), en cumplimiento de las especificaciones técnicas básicas para Señalización.
- Recuperación de la operatividad de algunos sistemas del Material Rodante que se encuentren por debajo del nivel o estado normal de funcionamiento, con el objeto de homogenizar el estado de todas las unidades.



### 3.3.2 SUPERESTRUCTURA DE VÍA

#### 3.3.2.1. GENERALIDADES

Los criterios generales de diseño de la vía, aplicables a un sistema ferroviario urbano de transporte público masivo, deben garantizar la seguridad de la circulación, el bienestar de los pasajeros y la fiabilidad de las instalaciones.

En este punto se describen las características geométricas, tanto de la vía como de los cambiavías, así como de las consideraciones vinculadas a la tecnología y a los materiales o componentes, tanto de la vía como de los cambiavías de la línea y del patio taller.

Se considera en el proyecto para la segunda etapa que los elementos, características y dimensiones de los materiales de vía a utilizar deben ser compatibles con los de la primera etapa construida y operativa.

La vía permanente estará constituida por los rieles y durmientes apoyados sobre balasto, pudiendo emplearse otra tecnología de apoyo de los rieles previa conformidad del CONCEDENTE.

La superestructura de vía principal estará formada por rieles de tipo 50UNI o equivalentes soldados con la soldadura aluminotérmica u otra equivalente colocados sobre durmientes de concreto armado bi-bloques con intereje de 60 cm o bien 1667 por km y con espesor del balasto debajo del plano de apoyo del durmiente de 25 cm (en caso de aplicar tecnología existente para ampliación de Línea I).

El anclaje de los rieles a los durmientes y los accesorios para fijación serán de tipo Pandrol o equivalente.

Los cambiavías serán de tipo 50UNI/170/0.12 o equivalente con maniobra eléctrica.

En general, el CONCESIONARIO podrá utilizar materiales y tecnologías diferentes a los mencionados en la presente especificación, siempre que para ello reciba la conformidad o aprobación del CONCEDENTE.

El suministro debe contemplar un desagregado de los accesorios y componentes necesarios para la interfase vía principal - cambiavía; así como para la transición de rieles de diferente tipo.

En proximidad de las estaciones San Juan y Angamos se requiere realizar terceras vías, para estacionamiento de trenes, conectadas a la vía férrea principal por medio de dos cambiavías. Dichas vías serán dotadas con dos tramos de longitud tal que permitan también el estacionamiento de los vehículos de mantenimiento. No obstante, el CONCESIONARIO podrá proponer otras alternativas de solución, además de la propuesta por la AATE, que cumplan con el propósito de desarrollar estrategias de operación y mantenimiento durante los servicios comerciales.

El Patio taller estará formado por vías realizadas con rieles tipo 36UNI o equivalentes colocados sobre durmientes de madera apoyados sobre el balasto con intereje de 66.6 cm o bien 1500 durmientes por km y con espesor del balasto de 20 cm.

El anclaje entre rieles y durmientes será de tipo directo con el uso de 4 tirafones por apoyo.

Los cambiavías serán del tipo 36UNI o equivalentes.

En el Patio taller se deben realizar las siguientes ampliaciones:



## a) Primer nivel

- Vías para estacionamiento de los trenes;
- Cambiavías.

## b) Segundo nivel

- Vías para estacionamiento de los trenes;
- Vía de pruebas y circulación;
- Vías de acceso a los nuevos talleres e instalaciones, tales como: pintado y lavado de bogies, depósito de ejes montados, depósito de bogies, etc.;
- Cambiavías.

Al final de las vías se instalarán parachoques acordes al ancho de vía de 1435 mm y compatibles al tipo de vehículo que se utilizará.

### 3.3.2.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA EN LA LÍNEA

Las dimensiones mínimas en tangente y el trazado del perfil mínimo deberán respetar los siguientes parámetros:

- La trocha a considerar será de 1.435 mm.
- La entrevía mínima a considerar será de 3,80 metros en línea y 4,00 metros en estación.
- El perfil de la línea está proyectado considerando que la pendiente máxima no debe ser superior a 3,5%.
- En el trazado de la línea se han considerado radios superiores a los 200 m. en la vía principal y 90 m en el patio taller. En casos excepcionales, se podrá incluir hasta un radio mínimo de 148 m. en la vía principal, previa aprobación del CONCEDENTE.
- En el perfil, el radio mínimo considerado para las curvas verticales será de 3.000 m. y, en casos excepcionales, se podrá incluir hasta un radio mínimo de 1.500 m., previa aprobación del CONCEDENTE.
- Para compensar la fuerza centrífuga que se genera en las curvas al paso de los trenes, se eleva el riel exterior con relación al riel interior de la curva. Esta sobreelevación no debe exceder de 140 mm.
- Con la sobreelevación de los rieles se compensa la fuerza centrífuga, cuyo valor depende de la velocidad de paso de los trenes por las curvas y, para comodidad de los pasajeros, la aceleración no compensada no deberá ser superior a 0,90 m/s<sup>2</sup>
- El paso de la vía de un tramo en recta (sin sobreelevación) a un tramo en curva (con sobreelevación) se realizará con una sobreelevación gradual que no deberá exceder de 3 mm/m. Los trenes deberán estar diseñados para aceptar condiciones más desfavorables de variación de la sobreelevación.
- El paso de tramos en recta a tramos en curva y viceversa se realizará mediante enlaces con "curvas de transición".
- Las estaciones, las vías de maniobra y de terminal quedarán en horizontal o en pendiente no mayor a 0,5%, en cambio las vías de estacionamiento quedarán en pendiente no mayor de 0,15%, para evitar la deriva de un tren cuyos frenos no estén activos.
- En todas las ocasiones donde esta disposición no ocasione gastos innecesarios en la obra civil, las estaciones se localizarán guardando una distancia entre ellas del orden de 50 m. entre su extremo y el inicio de la pendiente más cercana.



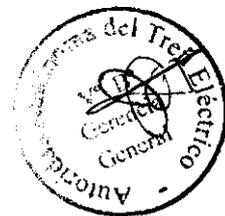
### 3.3.2.3. TRABAJOS DE REHABILITACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE

La vía férrea principal presenta en algunos sectores corrosión severa y localizada en el patín del riel y de las barras de conexión de durmientes de concreto bi-bloque por lo que se requiere su rehabilitación.

La corrosión severa y localizada en el patín de riel fue considerada como fenómeno de corrosión de resquicios según los estudios realizados.

En los estudios realizados se determino que la corrosión existente en las barras de conexión de durmientes de concreto bi-bloque es causada por un ataque severo de material contaminante del balasto el cual tiene alta cantidad de sales y sulfatos solubles.

El CONCESIONARIO se encargara de reemplazar los rieles, durmientes de concreto y sujeciones defectuosas, así como sanear el balasto contaminado a fin de devolver a la vía férrea un estado adecuado para el servicio, tomando en consideración las condiciones específicas de cada sector de la misma.



### 3.3.3 SUMINISTRO ELÉCTRICO

#### 3.3.3.1. GENERALIDADES

Para atender toda la extensión de la Línea 1, serán instalados los siguientes subsistemas de alimentación eléctrica que serán incluidos en el presente Suministro:

- Catenaria para el tramo entre la estación Atocongo y cola de vía de la estación Grau.
- Red de cables de media tensión para alimentar las subestaciones de rectificación y las cabinas eléctricas.
- Equipamientos de las siguientes subestaciones de rectificación:
  - Subestación Los Cabitos
  - Subestación Javier Prado
  - Subestación M. Mayorista
- Subestación de transformación 60/20 kV “Santa Rosa”, y línea de transmisión de 60 kV, desde las instalaciones del CONCESIONARIO de energía.

Además deben ser incluidos todos los cambios, reformas y mejoras en el sistema eléctrico existente para adaptarse a las condiciones de funcionamiento que se solicitan.

#### 3.3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ACTUALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El CONCESIONARIO deberá tener en cuenta las instalaciones existentes en la primera etapa de la Línea 1, detalladas en las especificaciones técnicas del tomo 3, en la sección correspondiente.

##### SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN 60/20 KV.

Se cuenta con una subestación de transformación en servicio, ubicada en el patio taller de Villa El Salvador, que recibe la energía eléctrica trifásica a una tensión de 60 kV desde un alimentador de la compañía suministradora y la transforma a 21,6 kV por medio de dos transformadores trifásicos de 20 MVA, 60 Hz de frecuencia, con regulación automática bajo carga cada uno. La energía hacia las subestaciones de rectificación y a las cabinas de las estaciones en MT se llevará a través de dos alimentadores trifásicos independientes con conductores monopolares.

Los transformadores están protegidos por dos interruptores trifásicos, tipo en hexafluoruro de azufre en 60 kV, y contando también con sus respectivos seccionadores, tanto en el lado 60 kV como en el lado 20 kV. Los transformadores pueden operar en paralelo, conectando el lado primario a una misma fuente y los secundarios a la misma carga.

Se cuenta también con una planta térmica con una capacidad aproximada de 5,4 MVA, destinada a enfrentar las emergencias que se pudieran presentar por falla o ausencia de energía en la alimentación preferente de la subestación de Transformación.

##### SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN

Existen cuatro subestaciones de rectificación, ubicadas en el patio taller y en las estaciones El Sol, Villa María y Atocongo. La energía eléctrica de las subestaciones de transformación la



reciben un conjunto de interruptores trifásicos, tipo en hexafluoruro de azufre, a una tensión de 20 kV de corriente alterna, con 60 Hz de frecuencia.

Con relación a los *transformadores de potencia en las subestaciones*, la tensión en el secundario del transformador de MT es de 2 x 590 V, la tensión nominal rectificadora es de 1.500 Vcc. y la potencia nominal entregada en corriente continua por los equipos totaliza 3.500 kW. Hay cuatro interruptores extrarrápidos conectados permanentemente a la catenaria, un quinto interruptor que se utiliza de reserva y asimismo, cada subestación tiene seccionadores positivos y negativos.

#### CATENARIA

La alimentación eléctrica del sistema actual de la catenaria viene de las subestaciones de rectificación, a través de los interruptores extrarrápidos, a una tensión nominal de 1.500 V de corriente continua, tanto en la línea principal como en el patio taller. A continuación veremos sus características principales.

#### Hilos de Contacto:

Las características de los hilos de contacto que se tienen actualmente en operación son las siguientes:

Los hilos positivos en el patio taller están compuestos por un cable de cobre con una sección de 120 mm<sup>2</sup> (portante) y otro cable de cobre con una sección de 100 mm<sup>2</sup> (contacto), lo que suma un total de 220 mm<sup>2</sup>. Los hilos positivos en línea principal están compuestos por dos cables con una sección cada uno de 120 mm<sup>2</sup> (portantes) y otros dos de 100 mm<sup>2</sup> de sección (contacto). La sección total de estos últimos conductores suman un total de 440 mm<sup>2</sup>. Y se encuentran regulados a una tensión de 750 kg.

La presión estática ejercida por el pantógrafo a los hilos de contacto está en el rango de 8 a 10 kg. Las alturas a las que se encuentran instalados los hilos de contacto, con respecto a la parte superior del hongo del riel, son:

- Altura mínima: ..... 3,94 m
- Altura máxima: ..... 4,70 m

Los hilos de contacto tienen una poligonación (zig-zag) constante, de  $\pm 20$  cm con relación a la línea de alineamiento recto; y variable en algunos puntos, como curvas y bifurcaciones, sin ser la poligonación menor a  $\pm 16$  cm.

#### Postes y accesorios:

Los postes en la línea principal son de sección rectangular tipo "LS" están instalados en forma lateral y en ambos sentidos. En la vía del patio taller son de sección tubular cónica tipo "Manessman". Los accesorios son de fierro galvanizado en caliente.

### 3.3.3.3. SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA SEGUNDA ETAPA

#### GENERALIDADES:

Para la segunda etapa se deberá considerar como referencia las características del equipamiento actual de la primera etapa, así como las mejores opciones que presentan las tecnologías de vanguardia a nivel mundial, que se describen en el plan con factores como: espacios



adecuados, seguridad total a usuarios y trabajadores, alta confiabilidad en la operación, comodidad, mínimo impacto ambiental y bajo costo de mantenimiento.

También se debe tener en cuenta el concepto de redundancia del sistema en la composición de esta segunda etapa, para mantener la confiabilidad en la operación misma.

#### INSTALACIONES EXISTENTES

Se deberá implementar todas las interfases y acopladores necesarios para automatizar las subestaciones existentes; los telemandos, telemedidas, telecontroles y alarmas están disponibles en los tableros de lógica de control (AML).

#### CONCEPCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA

Con el fin de garantizar el movimiento regular de los trenes, la Línea 1 debe contar con una red de suministro de energía que sea confiable. La falla de un equipo no debe producir perturbaciones en la circulación de los trenes, ni necesitar de acciones inmediatas por parte del personal que controla el suministro.

Los casos excepcionales, como por ejemplo la falla de dos subestaciones al mismo tiempo, no se tomarán en cuenta en el diseño general del sistema, para no incrementar en exceso los costos.

El diseño y ubicación de los equipos deberá buscar que:

- Sean compatibles con las instalaciones actuales y con las potencias nominales usadas normalmente en el mercado.
- Se tomen en cuenta los niveles de caída de tensión admisibles según las normas UIC o equivalentes.
- La diferencia de potencial entre los rieles y la tierra física no debe sobrepasar los 90 Vcc. y/o 60 Vca. durante un lapso no mayor a 0,2 segundos.
- Ante una falla de sobrecorriente entre el riel y tierra, no debe exceder los 250 amperios, en el lapso de 0,2 segundos como máximo.
- La falla de una subestación tomada de entre un grupo de tres consecutivas no deberá provocar traslados de cargas que sobrepasen las capacidades de las subestaciones adyacentes para que éstas continúen funcionando.
- La tensión de alimentación a la catenaria debe quedar siempre dentro del rango de tensión aceptable para el material rodante (1.200 Vcc. a 1.800 V cc).
- Las cargas de las subestaciones sean muy parecidas.

#### SUBESTACION 60/20 KV "SANTA ROSA"

Las subestaciones de rectificación de la segunda etapa serán alimentadas en cascada desde la subestación 60/20 kV denominada "Santa Rosa".

La alimentación a la subestación 60/20 kV se ha considerado con una sola llegada en 60 kV, sin embargo estará predispuesta para recibir una segunda línea de 60 kV.

La subestación 60/20 kV estará equipada con dos grupos desde una barra común cada grupo tendrá una potencia instalada de 20 MVA, en el lado de 20 KV se implementará una cabina compuesta de un tablero QM, transformadores de servicios auxiliares, rectificadores -



cargadores de 110 y 24 Vcc, tablero de relés y lógicas. El equipamiento deberá incluir un red de puesta a tierra superficial, sistema de ventilación, alarma contra incendios.

#### SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN

La cadena de las subestaciones de rectificación podrá ser alimentada desde ambos extremos, pero a anillo abierto; de este modo las dos fuentes de 20 kV no podrán nunca estar colocadas en paralelo. Las subestaciones de rectificación estarán distribuidas a lo largo del recorrido de los trenes para suministrar energía eléctrica a 1.500 Vcc al sistema de tracción.

Cada subestación de rectificación estará principalmente constituida por:

- Sistema de alimentación de 20 kV de la red eléctrica.
- Sistema de rectificación y distribución de la energía eléctrica a 1.500 Vcc tensión de la línea de tracción.
- Conjunto de servicios auxiliares aptos para garantizar la confiabilidad del sistema de alimentación con la señalización de todas las eventuales averías y/o deficiencias.
- Red de tierra constituida por una red de tierra profunda y una red de tierra superficial

Las subestaciones de rectificación estarán ubicadas en locales independientes y autónomos con un conjunto de equipos destinados a no requerir custodia permanente de técnicos y/o operadores.

Cada sistema interno, según las exigencias específicas estará dispuesto al mando manual y local, a la teleseñalización y al telemando total.

Un conmutador general de subestación (43LT) habilitará todo el sistema, al mando total en el local (Subestación) o al telemando total (PCO).

#### Sistema de Alimentación 20 KV

Cada subestación de rectificación estará dotada con tablero para distribuir los 20 kV, en grado de recibir energía de la red de distribución y a su vez poder distribuirla a los diferentes servicios internos.

La red 20 kV prevé una línea de entrada de la subestación precedente y una línea de salida hacia la subestación siguiente.

Está previsto que la energía pueda ingresar, ya sea por una línea o por la otra, sin conformar un anillo cerrado entre las dos fuentes extremas de alimentación (subestación de transformación 60/20 kV. ubicada en el área del patio taller y subestación de transformación 60/20 kV. ubicada cerca de la Av. Grau).

La conexión entre aquellas será interrumpida en un punto cualquiera mediante apertura de uno de los dos interruptores en una subestación de rectificación del anillo.

Por lo antedicho una serie de subestaciones quedará alimentada por la fuente de la izquierda y la restante sería por aquella de la derecha.

Un sistema de relés de protección contra fallas a tierra o entre las fases, permite una rápida eliminación del tramo averiado con señalizaciones oportunas. En la configuración final del sistema, con la implantación de la segunda subestación de transformación, se prevé el restablecimiento automático del funcionamiento de las subestaciones (telemando) que han permanecido hasta la fecha aisladas, cambiando la fuente de alimentación.



La selectividad de las intervenciones, para evitar fuera de servicio múltiples, se obtendrá mediante relés de protección a hilo piloto.

El tablero de distribución 20 kV alimenta dos grupos de conversión 20/1,5 kVcc, con predisposición para un tercer grupo de conversión.

El tablero de distribución 20 kV alimenta, finalmente, dos transformadores MT/BT de 100 kVA cada uno para alimentar los servicios auxiliares de la subestación.

Los dos transformadores están previstos para funcionar uno como reserva del otro.

Oportunas señales y bloqueos electromecánicos permitirán intervenir al personal en caso de falla y/o mantenimiento.

Todos los componentes iguales deberán ser intercambiables.

**Sistemas de Rectificación y Distribución 1.500 Vcc.**

Cada subestación comprende dos montantes de rectificación, uno de los cuales será reserva del otro.

Las dos montantes están bajo tensión en paralelo permanente.

Cada montante está constituido por:

- Unidad de alimentación 20 kV.
- Transformador trifásico a doble secundario 20/0,59/0,59 kV del tipo sumergido en aceite, con enfriamiento Tipo ONAN.
- Rectificador de 3.500 kW nominales – 1 500 Vcc de salida, enfriado por aire.
- Unidad de llegada (celda de grupo) en el tablero celdas positivas de distribución 1.500 Vcc.

El polo negativo está conexionado a una celda común del tablero de celdas negativas de la cual parten los cables de conexión a los rieles.

De la celda negativa se deriva la unidad de toma a tierra automática de los carriles controlada por sensores que revelan tensiones anómalas entre tierra (masas metálicas circundantes) y rieles, demasiado elevadas para la seguridad del personal.

Cada unidad de rectificación está en grado de erogar el 150% de la respectiva potencia por un tiempo de 2 horas y el 200% por un tiempo de 1 minuto.

El tablero de celdas positivas, además de las celdas de grupo, comprende normalmente cuatro celdas alimentadoras para la distribución de 1 500 Vcc a la línea de contacto y una celda alimentadora para la conexión entre las barras ómnibus principales y barras de reserva con la finalidad de poder sustituir una con otra solamente con las celdas alimentadoras fuera de servicio.

La celda alimentadora comprende además los seccionadores, el complejo de prueba línea, el panel de mando y las lógicas de funcionamiento e inter-bloqueos y el interruptor extrarrápido adaptado a la protección de los feeder de alimentación a la línea de contacto.

**Servicios Auxiliares**

Todos los servicios típicos de una subestación de rectificación.



- Sistema de Iluminación normal y de emergencia;
- Sistema de tomas de fuerza motriz;
- Sistema de ventilación ventilación;
- Sistema de 110 Vcc para protecciones y maniobras;
- Sistema de 24 Vcc para telemando y señalización.

Serán asegurados mediante instalación de un tablero distribución B.T. para servicios auxiliares alimentado por dos transformadores MT/BT descritos anteriormente. La estructura del tablero B.T. estará constituida por tres barras normal – emergencia – continuidad. En caso de falta de energía eléctrica a los servicios auxiliares el tablero está previsto para recibir, en emergencia, la alimentación del tablero baja tensión de la cabina más cercana. Las barras de continuidad estarán conectadas a los UPS de 110 y 24 Vcc.

#### Red de tierra

Constituida por una red de tierra profunda y otra superficial, la red de tierra profunda instalada antes de las construcciones civiles, dimensionada para garantizar seguridad del sistema eléctrico con tensiones de paso y contacto de acuerdo a normas. La red de tierra superficial constituida por una red conexionada a todo el equipamiento electromecánico y las estructuras metálicas de acuerdo a normas.

#### CATENARIA

##### *Composición en Vía Principal:*

Los conductores de la catenaria deberán tener una sección total de conducción que garantice la capacidad de suministro de corriente para una frecuencia de 180 segundos entre trenes, en condiciones normales de operación, con excepción del caso en que una subestación rectificadora quede fuera de servicio, en cuyo caso se permitirá una frecuencia no mayor de 240 segundos entre trenes..

Su composición dependerá principalmente del tipo de catenaria que proponga el CONCESIONARIO, pudiendo ser como sigue:

Dos cables de cobre de 120 mm<sup>2</sup>, dos hilos de contacto de 100 mm<sup>2</sup>. Conexión a tierra mediante dos (2) cables de aluminio de sección adecuada.

Los cables portantes y los hilos de contacto tendrán regulaciones automáticas independientes.

##### *Composición en Patio Taller:*

Su composición dependerá principalmente del tipo de catenaria que proponga el CONCESIONARIO, pudiendo ser como sigue:

Un cable de cobre de 120 mm<sup>2</sup>, un hilo de contacto de 100 mm<sup>2</sup>. Conexión a tierra mediante un cable de aluminio de sección adecuada.

Solo el hilo de contacto tendrá regulación automática.

Los postes, sus accesorios y aisladores deberan conformar un sistema electromecánico que garantice una consistencia mecánica – eléctrica de acuerdo con las normas correspondientes y las exigencias nominales del sistema.



### INTERFASES PARA AUTOMATIZAR LAS SUBESTACIONES EXISTENTES

Se deberá implementar todas las interfases y acopladores necesarios para automatizar las subestaciones y cabinas existentes; los telemandos, telemidas, telecontroles y alarmas estan disponibles en los tableros de logica de control (AML).

### PROTECCIÓN CONTRA LAS CORRIENTES ELECTROLÍTICAS

Existen tres sistemas para evitar la corrosión: protección catódica, drenaje electrolítico y trasiego eléctrico; cualquiera de estos sistemas podrá ser implementado, previa evaluación técnica y características de las instalaciones existentes. Deberá cumplirse con lo indicado en las normas EN 50122-2, UIC 605-1 y UIC 605-2

### NORMAS

El suministro de los equipos, materiales y su correspondiente instalación, deben estar de acuerdo con las normas y publicaciones aplicables de los organismos indicados a continuación. Se aplicará la última edición y revisión a la fecha del pedido, de las siguientes normas:

- Union Technique Europeenne (UTE)
- National Electrical Manufactures Association (NEMA)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Codigo Nacional de Electricidad
- National Electric Code (NEC)
- International Electrotechnical Comission (IEC)
- Norma Europea (EN)
- Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC)

### **3.3.3.4. ALCANCES**

Comprende el proyecto, suministro, montaje, pruebas en vacío y la puesta en marcha de los siguientes equipos electromecánicos:

#### INSTALACIONES EXISTENTES

Suministro y montaje de todas las interfases y acopladores necesarios para automatizar las subestaciones existentes; los telemandos, telemidas, telecontroles y alarmas estan disponibles en los tableros de logica de control (AML).

#### PROTECCIÓN CONTRA LAS CORRIENTES ELECTROLÍTICAS

Suministro y montaje de cualquiera de los tres sistemas para evitar la corrosión: protección catódica, drenaje electrolítico y trasiego eléctrico.

#### CATENARIA

En el tramo entre las estaciones Atocongo y Grau se ejecutarán las siguientes labores:

- a) Suministro y montaje de postes y colocación de suspensiones de catenaria en el tramo desde la estación Atocongo hasta cola de vía de estación Grau.



- b) Suministro y tendido de los conductores: portante e hilo de contacto en el tramo indicado en el punto a).
- c) Suministro y tendido del conductor de puesta a tierra en los tramos indicados en el punto a); también deberán ser incluidas las conexiones de la red de tierra aérea a la malla de tierra profunda en los extremos de las estaciones de pasajeros.
- d) Suministro y montaje de los seccionadores y aisladores de sección junto a las subestaciones de rectificación: Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, así como de los descargadores de tensión de la catenaria.
- e) Suministro y montaje de pórticos, postes, tendido de conductores (portante, hilo de contacto, puesta a tierra), conmutadores y accesorios para la tercera línea de las estaciones San Juan y Angamos.
- f) Suministro y montaje de líneas complementarias en el Patio taller, comprendiendo los postes, conductores (portante, hilo de contacto, puesta a tierra), seccionadores de cuernos, conmutadores de puesta a tierra y accesorios.

#### CABLES DE MEDIA TENSIÓN

Suministro, tendido y conexionado de cables en media tensión para llevar a cabo las siguientes conexiones según planos respectivos:

- Desde las celdas de los tableros 20 kV hacia los transformadores de servicios auxiliares respectivos en las salas de las cabinas de las estaciones nuevas.
- Interconexión de las cabinas de las estaciones desde el tablero QMC de la cabina de la estación Atocongo hasta el tablero QMC de la cabina de la estación Grau incluidas todas las cabinas de las estaciones nuevas.
- Conexión de los tableros 20 kV de las cabinas de las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias a la red de media tensión existente.
- Desde las celdas de los tableros de 20 kV hacia los transformadores de rectificación y de servicios auxiliares en las subestaciones de rectificación Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista.
- Interconexión de las subestaciones de rectificación desde el tablero QMS de la subestación de rectificación Atocongo hasta el tablero QMS de la subestación de rectificación Mercado Mayorista incluidas las subestaciones rectificadoras de Los Cabitos y Javier Prado.

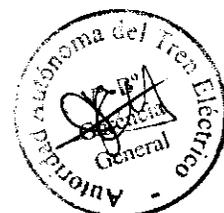
#### LÍNEA DE TRANSMISIÓN 60 KV

Se prevé el diseño, suministro y montaje de una Línea de Transmisión subterránea de 60 kV, a ser instalada desde el punto de suministro de energía de la compañía concesionaria hasta la subestación de transformación 60/20 kV "Santa Rosa".

#### SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN 60/20 KV

Para la segunda etapa se prevé el suministro y montaje de una segunda subestación de transformación 60/20 kV, el cual comprenderá como mínimo:

- Suministro y montaje electromecánico de los tableros, equipos y accesorios para la subestación.
- Suministro y montaje electromecánico de los transformadores de potencia y de servicios auxiliares.



- Suministro e instalación del sistema de puesta a tierra, que comprende la red de tierra superficial (conexión de equipos y estructuras metálicas), el que a su vez se conectará con la red de tierra profunda.
- Suministro e instalación de la red de canaletas y tuberías que serán utilizadas para los cables de media y baja tensión (fuerza, control y alumbrado).
- Suministro, tendido y conexionado de cables en media y baja tensión para la interconexión de tableros, según planos, correspondiente al sistema de fuerza, control y alumbrado, ubicados en la sala de la subestación.
- Suministro e instalación del sistema de supervisión, mando, control, medición y protección de la subestación, así como calibración de los diferentes equipos de protección y medición.
- Equipos para permitir el telemando de la electrificación.

#### SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN LOS CABITOS, JAVIER PRADO Y MERCADO MAYORISTA.

Cada subestación de rectificación comprenderá el suministro y montaje de las siguientes instalaciones:

Equipo electromecánico de las subestaciones:

- Un conjunto de celdas de alimentación en 20 kV.
- Dos transformadores de potencia para equipos de rectificación.
- Dos tableros de rectificación (grupos de conversión).
- Un conjunto de celdas de distribución de 1.500 Vcc lado positivo.
- Un conjunto de celdas de distribución de 1.500 Vcc lado negativo.
- Dos transformadores de distribución para Servicios Auxiliares
- Cuatro descargadores para sobretensiones en la línea de contacto.
- Alimentadores desde el secundario de los transformadores de distribución, hasta los tableros generales en baja tensión.
- Un tablero general de distribución en baja tensión 380/220 Vca.
- Un tablero sinóptico y de lógica de funcionamiento
- Dos rectificadores y cargadores de baterías para 110 y 24 Vcc respectivamente.
- Dos bancos de baterías en 110 Vcc y 24 Vcc.
- Un tablero de puesta a tierra de los rieles.

Sistema de supervisión, mando, control y protección:

Comprenderá el monitoreo, telemando y telecontrol de tipo digital, ubicados en los equipos, el puesto operacional de la subestaciones y en las interfases, para hacer disponible las señales de transmisión y recepción desde el PCO.

Cables de baja tensión y accesorios:

Comprenderá los cables de baja tensión a utilizarse para los circuitos de control, alumbrado y fuerza que se distribuirán en las salas de las subestaciones de rectificación.



#### Red de canaletas y ductos:

Comprenderá las canaletas metálicas y tuberías, donde se alojarán los cables de baja tensión, mando, control y alumbrado de la subestación.

#### Sistema de puesta a tierra (red de tierra superficial):

Comprenderá la puesta a tierra de todas las partes metálicas y equipos a instalarse en la subestación.

#### Subestación de rectificación Atocongo (SER-08):

Comprenderá el suministro y montaje de una segunda celda de 20 kV con las mismas características de la celda existente, que servirá para enlazar con la subestación Los Cabitos.

### 3.3.4 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y EQUIPOS PARA ESTACIONES

#### 3.3.4.1. GENERALIDADES

La presente especificación describe el suministro de la alimentación eléctrica y de los equipos de las estaciones, para la ampliación de la Línea 1, que comprende como mínimo nueve (09) estaciones de pasajeros por construir, además de las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias que faltan equipar.

Además deben ser incluidos todos los cambios, reformas y mejoras en el sistema eléctrico y equipamiento electromecánico existente, para adaptarse a las condiciones de funcionamiento que se requieren

Las nuevas estaciones serán, como mínimo, las siguientes: Jorge Chávez, Ayacucho, Los Cabitos, Angamos, San Borja Sur, Javier Prado, Nicolás Arriola, Mercado Mayorista y Grau.

#### 3.3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES EXISTENTES

El CONCESIONARIO, deberá tener en cuenta como se encuentran las instalaciones existentes, para ejecutar un buen trabajo, por lo tanto a continuación se detalla como se encuentran cada uno de los sistemas:

#### SISTEMA ELÉCTRICO

Actualmente el sistema eléctrico correspondiente a la primera etapa tiene las siguientes características:

- El suministro de energía eléctrica que alimenta al sistema eléctrico proviene de una celda que se encuentra en el centro de transformación de San Juan bajo la concesión de Electroperú, a través de una línea de transmisión en 60 KV llega a una subestación de transformación de 60/20 KV, ubicada en el patio taller distrito de Villa El Salvador.
- Desde esta subestación salen dos alimentadores en 20 KV que se distribuyen a lo largo de la vía férrea en una canaleta central, un circuito alimenta a las subestaciones rectificadoras, donde se transforma la energía eléctrica de 20 KV a 1,5 KV. luego se rectifica y con este valor de tensión (1,5 kV) se energiza la línea de contacto (catenaria) para poner en operación los trenes, el otro circuito permite dotar de energía a las cabinas eléctricas de las estaciones de pasajeros.



### Cabinas:

Las cargas instaladas en la cabina de cada una de las estaciones son alimentadas con energía trifásica de 20 KV en el lado primario del transformador y de 0,4/0,23 KV en el secundario, con una capacidad de 160 KVA.

Las cabinas de las estaciones controlan y protegen los sistemas de alumbrado normal, alumbrado de emergencia, alumbrado continuo o de seguridad, tomacorrientes, tornos, ventilación, detección de incendios, vídeo local, bombeo hidráulico, etc.

Para el respaldo de las cabinas de las estaciones se tienen grupos electrógenos de 125 KW, 380/220 V, y UPS de 60 KVA, 208 V.

Las características eléctricas de los equipos actuales de las cabinas de las estaciones, transformadores de distribución, grupos electrógenos, y UPS en corriente alterna se describen en la sección correspondiente..

### CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES Y DE PROYECTO

Cada cabina de estación está dotada con celdas de 20 kV (QMC), de estas celdas la energía pasa a los transformadores MT/BT, posteriormente al tablero de baja tensión (QBC) y luego se distribuye a los diferentes servicios interiores.

La red 20 KV prevé una línea de entrada de la subestación precedente y una línea de salida hacia la subestación siguiente.

Las celdas de 20 KV (QMC) alimentan a dos transformadores MT/BT de la misma capacidad, de los cuales uno de ellos estará en servicio normal y el otro de reserva.

Los servicios típicos de una estación de pasajeros serán:

- Iluminación normal.
- Iluminación de emergencia.
- Iluminación continua.
- Tomacorrientes.
- Torniquetes.
- Ventilación en la estación.
- Puertas eléctricas de servicio
- Detección de incendios.
- Vídeo (CCTV)
- Bombas de instalaciones sanitarias y contra incendios
- Sistema de relojería
- Iluminación en vías.
- Tomacorrientes en viaducto.

Todos estos servicios son alimentados mediante la instalación de un tablero de distribución en baja tensión (QBC). La barra normal del tablero se conectará al suministro eléctrico de los transformadores de distribución de la cabina mediante dos interruptores interbloqueados. La



barra de emergencia tendrá de respaldo un grupo electrógeno y la barra de continuidad dependerá del suministro continuo de un UPS.

### 3.3.4.3. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA EN LA SEGUNDA ETAPA

#### INSTALACIONES EXISTENTES

Se deberá implementar todas las interfases y acopladores necesarios para automatizar las subestaciones existentes; los telemandos, telemedidas, telecontroles y alarmas están disponibles en los tableros de lógica de control (AML).

#### ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

Comprenderá las siguientes instalaciones:

- Sistema de puesta a tierra (red de tierra superficial)

Comprenderá la puesta a tierra de todas las partes metálicas y equipos a instalarse en las estaciones

- Cabina eléctrica

Cabina eléctrica que se equipará con los siguientes equipos electromecánicos:

- Un conjunto de celdas de alimentación 20 kV (QMC)
- Dos transformadores de distribución para Servicios Auxiliares.
- Alimentación desde el secundario de los transformadores de distribución, hasta el tablero general en baja tensión.
- Un tablero general de distribución en baja tensión (QBC).
- Un grupo de continuidad (U.P.S.)
- Un banco de baterías 380 V.
- Un pulsador de apertura general.
- Un tablero de ventilación y extractores.
- Un tablero cortocircuitador tierra-riel (Berlino).
- Un tablero de alarmas, sinóptico y lógica de control.
- Oficina del agente de estación, equipada con
  - Una consola de alarmas
  - Un pulsador de emergencia en línea.
  - Un pulsador de apertura parcial.

El CONCESIONARIO proporcionará el estudio para determinar la capacidad de la subestación que alimentará eléctricamente todos los servicios específicos de cada estación. Las potencias y corrientes nominales, de los diversos equipamientos objeto de estas especificaciones son referenciales.



Los equipos que conforman una cabina deberán ser intercambiables entre sí, así como entre las demás subestaciones y tendrán siempre que sea posible la misma potencia nominal; todos los equipos estarán conectados a tierra física.

Las estaciones estarán equipadas con grupo electrógeno conectado a la barra de emergencia del tablero de baja tensión, que se activará en forma instantánea y automática al faltar la energía normal. El grupo generador tendrá una capacidad total a plena carga adecuada a las cargas previstas, cubriendo los sistemas prioritarios y/o de seguridad que demanda cada una de las áreas de la subestación y de la estación.

El UPS de la cabina será conectado a la barra de continuidad del tablero de baja tensión. En emergencia absoluta los UPS alimentarán las rutas de evacuación, el sistema de detección de incendios y otros que tengan prioridad.

#### EQUIPOS AUXILIARES

Se instalarán los siguientes equipos auxiliares en las estaciones de pasajeros:

- Sistema de alarma contra incendios.
- Sistema de ventilación y extractores de aire para la cabina eléctrica y sala de baterías.
- Grupo electrógeno.
- Gabinetes contra incendio.
- Salvaescaleras

En las estaciones existentes de la primera etapa:

- Sistema de control de pasajeros (con eventual aprovechamiento de los equipos existentes).

#### NORMAS

El suministro de los equipos, materiales y su correspondiente instalación, deben estar de acuerdo con las normas y publicaciones aplicables de los organismos indicados a continuación. Se aplicará la última edición y revisión a la fecha del pedido, de las siguientes normas:

- National Electrical Manufacturers Association (NEMA);
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE);
- American Society for Testing and Materials (ASTM);
- Código Nacional de Electricidad;
- National Electric Code (NEC);
- International Electrotechnical Commission (IEC).
- Norma Europea (EN)
- Unión Internacional de Ferrocarriles (UIC)

#### **3.3.4.4. ALCANCES**

El desarrollo de la obra comprende lo siguiente:



### INSTALACIONES EXISTENTES

Suministro y montaje de todas las interfases y acopladores necesarios para automatizar las cabinas eléctricas existentes; los telemandos, telemedidas, telecontroles y alarmas están disponibles en los tableros de lógica de control (AML).

### ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DE LAS ESTACIONES

En las cabinas eléctricas y oficina del agente de estación de las estaciones de pasajeros antes mencionadas:

- Suministro y montaje electromecánico de tableros, equipos y accesorios necesarios para la cabina eléctrica.
- Suministro y montaje electromecánico de (02) transformadores de distribución.
- Suministro e instalación del sistema de puesta a tierra, que comprende la red de tierra superficial (conexión de equipos y estructuras metálicas), el que a su vez se conectará con la red de tierra profunda.
- Suministro e instalación, así como calibración de los diferentes equipos de protección y medición.
- Suministro e instalación de la red de canaletas y tuberías que será utilizada para los cables de baja tensión (fuerza, control y alumbrado).
- Suministro, tendido y conexionado de cables en baja tensión para la interconexión de tableros, correspondiente al sistema de fuerza, control y alumbrado, ubicados en la cabina eléctrica y en la oficina del Agente de Estación.
- Suministro, tendido y conexionado del cable alimentador entre las celdas de MT, transformadores de distribución y el tablero general de baja tensión.
- Sistema de supervisión, mando, control y protección: comprenderá el monitoreo, telemando y telecontrol de tipo digital, ubicados en los equipos, el puesto operacional de las cabinas y en las interfases, para hacer disponible las señales de transmisión y recepción desde el PCO.

### SERVICIOS AUXILIARES

Sistema de alarmas contra incendio:

- Suministro, tendido y conexionado del cable alimentador desde el tablero eléctrico general en baja tensión (QBC) hasta la central de alarmas contra incendios, a través de canaletas y/o tuberías.
- Cableado entre la central de alarmas y los sensores, pulsadores y sirenas.
- Suministro y montaje electromecánico del equipamiento y accesorios del sistema de alarma contra incendios, que comprende las centrales de alarma, sensores de humo, sensores de temperatura y pulsadores

Sistema de ventilación de cabinas y sala de baterías:

- Suministro y tendido del cable alimentador desde el tablero eléctrico general en baja tensión (QBC) hasta el tablero de ventilación (QVC), a través de canaletas y tuberías.
- Cableado entre el tablero de ventilación (QVC) y los extractores y termostatos.



- Suministro y montaje electromecánico del sistema de ventilación de la sala de baterías con equipo anti-deflagrante.
- Suministro y montaje electromecánico del equipamiento y accesorios del sistema de ventilación, que comprende un (1) tablero de control, los extractores de aire, ventiladores, y los termostatos.

#### Gabinetes contraincendio:

- Suministro, tendido y fijación de tubería a la válvula angular
- Suministro e instalación de gabinetes contraincendios en andenes y lugares concurridos de las estaciones.

#### Grupo electrógeno:

- Comprende el suministro y montaje electromecánico de grupo diesel con alternador, tablero de control, tablero de transferencia automática, tanque diario de 100 galones, cisterna de 1.500 galones, sistema de bombeo automático así como tuberías y conductores eléctricos necesarios en cada una de las estaciones de pasajeros.

#### Salvaescaleras:

- Comprende el suministro y montaje electromecánico de 16 salvaescaleras instaladas en todas las estaciones de pasajeros, incluye el alimentador y tablero de control eléctrico.



### 3.3.5 SEÑALIZACION

#### 3.3.5.1 GENERALIDADES

El propósito de este punto es definir las funciones y condiciones técnicas que debe cumplir el sistema de señalización de bloqueo automático de señales normalmente abiertas, para tener la capacidad de alcanzar un intervalo práctico de 180 segundos entre trenes, considerando los niveles de seguridad, fiabilidad, disponibilidad y comodidad impuestos por las normas ferroviarias internacionales.

En este documento se indican sólo las condiciones mínimas que deberá incluir el sistema de señalización, modos de conducción y automatismos, por lo que el CONCESIONARIO podrá proponer al CONCEDENTE para su aprobación las condiciones que considere convenientes para garantizar la óptima fiabilidad, seguridad y disponibilidad del sistema.

Se deben realizar los estudios, fabricación, suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio y garantía, así como las interfases de ingeniería civil y electromecánica de la primera etapa de la Línea 1 que está en operación con el sistema propuesto, cumpliendo con las presentes especificaciones en toda la línea, particularmente en lo que se refiere a homogeneidad, seguridad, fiabilidad, disponibilidad, garantía global y mantenimiento.

El CONCESIONARIO deberá recorrer la línea para conocer los principios funcionales y técnicos de los sistemas y equipos que están en operación en la primera etapa para que, considerándolos, se pueda hacer la oferta respetando la compatibilidad técnica y la homogeneidad operativa.

El recorrido de los trenes se hará en vía doble, ocupando la vía de la izquierda según el sentido de marcha.

#### 3.3.5.2. REQUISITOS TÉCNICOS Y FUNCIONALES

La señalización de las maniobras tiene el objetivo de asegurar el mando y el enclavamiento de los aparatos cambiavías, así como el mando de las señales que autorizan la circulación en las zonas correspondientes. La concepción y la realización del sistema de señalización deberán tomar en cuenta los objetivos que se indican a continuación:

- Facilidad de operación
- Seguridad
- Disponibilidad
- Origen de los mandos:
  - Desde los puestos de maniobras ubicados en las estaciones a lo largo de la Línea 1.
  - Desde el PCO a través del mando centralizado.

#### PUESTO DE MANIOBRAS

El puesto de maniobras o enclavamiento deberá ser concebido con base en la tecnología electrónica o de relevadores Fail Safe. Este puesto controlará todos los equipos exteriores y procesará la lógica para el mando y destrucción de itinerarios.



Todo el equipo deberá diseñarse con base en módulos y elementos estandarizados. Con el objeto de facilitar futuras modificaciones o ampliaciones, se deberá emplear sistemas estándar de comunicación.

El sistema de enclavamiento deberá ofrecer, en gran parte, una operación automática de los trenes para reducir el esfuerzo en el despacho de los mismos.

#### Tablero de control óptico

El tablero de control óptico mostrará al operador, como mínimo, las siguientes informaciones:

- El estado libre u ocupado de los CDV.
- La posición izquierda o derecha de los cambiavías.
- El aspecto de cada señal de maniobras (incluso señales de llamada).
- Las alarmas para los cambiavías en posición manual.
- Alarma por falta de alimentación en los puestos de señalización.

En caso de suministrar un puesto de maniobras informático, en lugar del pupitre de mando y el TCO, en el local del despachador o puesto de operación deberá haber una computadora, impresora y monitor para las funciones correspondientes.

#### Equipo en campo

##### Señales:

Las señales que aseguran la protección de los puntos peligrosos serán dirigidas por un puesto de maniobras, denominándose señales de protección de itinerario. Las señales de protección de itinerario participan en el espaciamiento de los trenes, por lo que se les aplican todos los principios de implementación de la señalización de espaciamiento.

Estas señales se ubican en el origen de los itinerarios para proteger la dimensión de los trenes, tomando en cuenta el tamaño total de la formación.

En las estaciones terminales, las señales de salida deberán permanecer en rojo (vía impedida) hasta que el regulador del puesto central de operación (PCO) ordene la apertura de la señal en mención.

La señalización en cabina debe repetir las condiciones de las señales de campo.

El sistema de señalización deberá asegurar que la distancia entre dos trenes sea mayor que la distancia de frenado de los mismos. El tren que va adelante deberá estar protegido por una señal con indicación de detención absoluta para el segundo tren.

##### Motores para Cambiavías

En las vías señalizadas, los cambiavías se desplazarán por medio de motores eléctricos, un motor por cada cambiavía. Los motores son comandados por la formación de un itinerario, si los enclavamientos lo permiten.

##### Circuitos de Vía (CDV)

El CDV será del tipo birriel, concebido bajo el concepto de seguridad intrínseca (Fail Safe), con funciones de detección de trenes y detección de riel roto, con juntas eléctricas de separación sin corte de riel.



Deberán proveerse CDV que permitan el retorno de la corriente de tracción a las subestaciones de rectificación. Se deberá indicar el criterio de creación de dichos CDV.

### 3.3.5.3. MODOS DE CONDUCCIÓN

El sistema de modo de conducción y señalización debe estar concebido de tal manera que las condiciones de seguridad estén garantizadas por un dispositivo de control y verificación permanente, para evitar que, en cualquier circunstancia, el tren se encuentre en situaciones peligrosas o se aproxime a dichas situaciones.

El sistema deberá ser concebido de forma que permita la marcha del tren en modo conducción manual controlada (CMC) mediante un módulo ATP. El equipo ATP permitirá garantizar la seguridad en el modo de conducción CMC, y será concebido en seguridad intrínseca y/o numérica controlada, de tal manera que se autorice la marcha de los trenes únicamente si todas las condiciones permisivas de señalización están establecidas.

Para ayudar al conductor, el sistema de conducción contará con un dispositivo de señalización en cabina que repita abordo las condiciones de señalización de la vía.

El sistema deberá mandar un frenado que, en determinadas circunstancias, cumpla con los siguientes requisitos:

- En caso de que exista una sobrevelocidad, se aplicará un frenado de servicio que permita continuar la marcha en seguridad hasta que la velocidad se encuentre nuevamente dentro de los límites permitidos.
- En caso de que se pierda, en forma permanente o transitoria, la transmisión continua debido a una anomalía en la emisión y/o la captación, el sistema podrá autorizar la marcha del tren garantizando siempre la seguridad. El tren en conducción manual deberá ser provisto del dispositivo de hombre-muerto y una señalización visual y sonora.
- En caso de falla de un equipo fijo en vía, el sistema autorizará la marcha en seguridad del tren, hasta la primera señal frontera de la zona en falla.
- En caso de superación de una señal en rojo se aplicará de inmediato un frenado de emergencia irreversible.

### 3.3.5.4. INTERFASES CON EL TRAMO EN SERVICIO

Se deberán hacer los estudios necesarios para asegurar la total compatibilidad del tramo por construir con el que ya está en operación, para lo cual se elaborará un expediente que demuestre, como mínimo, lo siguiente:

- Compatibilidad electromagnética.
- Compatibilidad eléctrica.
- Compatibilidad de protocolos de comunicación.
- Compatibilidad operativa (misma información y consignas operativas para los conductores de trenes reguladores de tráfico y despachadores de terminal).
- Circulación con protección de señalización.



### 3.3.5.5. INSTALACIÓN A BORDO DEL MATERIAL RODANTE

Se deberán utilizar los espacios reservados y las canalizaciones de cables, previstas para la instalación de sus equipos. Se deberá instalar los equipos de captación de manera tal que no aumenten ni el gálibo estático ni el gálibo dinámico del tren.

Para el mantenimiento, deberá proveerse un simulador de ATP que reproduzca las condiciones necesarias para reparar el equipo de modos de conducción, además tendrá capacidad de autodiagnóstico. Incluirá tarjetas de extensión para diagnóstico, revisión y mantenimiento.

### 3.3.5.6. ALCANCES

Se deberá suministrar la señalización de todo el tramo desde la Estación Villa El Salvador hasta la Estación Grau; incluyendo las estaciones del tramo en operación, de acuerdo con los requisitos funcionales, de desempeño y de seguridad definidos.

La responsabilidad de la seguridad es completa de todo el sistema de señalización, incluido el sistema existente, en caso de su utilización parcial o total.

Se deberán equipar los trenes nuevos con el equipamiento ATP de a bordo y substituir los equipamientos de los trenes existentes por el equipamiento ATP de a bordo. El sistema de señalización deberá estar diseñado para garantizar a futuro la circulación segura de los trenes en un intervalo de 180 segundos.



### 3.3.6 MANDO CENTRALIZADO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL

Se describe aquí los principales requerimientos funcionales y técnicos que se deberá tomar en cuenta para el estudio, fabricación, instalación, pruebas y puesta en servicio del nuevo sistema de mando centralizado de la Línea 1.

El nuevo sistema de mando central, que sustituirá el sistema existente, deberá abarcar toda la Línea 1, o sea, entre la Estación Villa El Salvador y la Estación Grau.

Además, el sistema de mando central poseerá los recursos que permitan controlar en forma centralizada y operar:

- Las funciones de mando de tráfico de la línea.
- Las funciones de mando de distribución de energía y tracción a la línea.
- Las funciones de mando de los equipos de estaciones.

#### 3.3.6.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EXISTENTE

La estructura del sistema existente se basa en un equipo de procesamiento central instalado en el puesto central de operación (PCO) y equipos periféricos en las estaciones que cuentan con aparatos de maniobra o cambiavías, que procesan las informaciones de los equipos de señales para su envío y tratamiento por parte del equipo central, de los equipos de la estación y de las señales del tramo que administra la estación.

Este sistema posee un tablero de control óptico (TCO) instalado en la sala de operaciones, tres monitores a color, como apoyo al TCO, una consola de mandos, dos terminales de operación con teclado asociado (una de ellas administra el procesamiento del seguimiento de los trenes y la otra las estadísticas y control de eventos y fallas) y tres impresoras (una para la impresión de los acontecimientos del sistema, otra para la historia del tren y la última para los registros de estadísticas). El sistema está formado por tres subsistemas:

- Puesto central
- Puestos periféricos
- Red de transmisión de datos centro-periferia.
- Puesto central, por medio de una estructura de procesadores conectados entre ellos en redes locales, con funciones distribuidas, y con terminales e instrumentos de interfase para operadores expandibles.
- Puesto periférico, con una estructura de entrada/salida modular que permite su adaptación a estaciones de diversas dimensiones.
- Red de transmisión de datos centro-periferia que, a través de una estructura de directrices Full Dúplex, permite obtener todas las combinaciones entre todos los apoyos físicos y tiempos de actualización.

#### PUESTO CENTRAL OPERATIVO

Para responder a los requisitos de modularidad, expandibilidad e implementación gradual, la configuración del puesto central de operación (PCO) está basada en el criterio de distribución de las informaciones y de la inteligencia. El sistema de elaboración está compuesto por unidades o nodos conectados mediante red local de comunicación de alta velocidad en cable coaxial.



Los nodos de elaboración se definen concentrando en cada uno de ellos funciones homogéneas, simplificando al mismo tiempo las estructuras de *software* y la distribución de los recursos.

Para responder a los requisitos de fiabilidad, disponibilidad, degradabilidad y diagnosticabilidad se duplican las unidades dedicadas a la gestión del proceso, está prevista una unidad de control del sistema y se introducen reservas específicas para impresoras y vídeo en color.

El par de unidades de elaboración están en reserva recíproca y las terminales con las que deben comunicarse (impresoras, paneles de comando, vídeo de comunicación bilateral, unidad sinóptica, directrices de teleoperaciones) están conectadas con una o con la otra unidad del par a través de dispositivos de conmutación (*line split*) de comando automático-manual.

#### PUESTO PERIFÉRICO FIJO

Los requisitos del proyecto descritos en el punto anterior determinan una configuración del puesto periférico fijo basada en aparatos de microprocesador. En este caso no es necesario disponer de una red local de inteligencia distribuida puesto que las funciones requeridas pueden ser desarrolladas por un único computador.

#### TRANSMISIÓN DE DATOS CENTRO-PERIFERIA

La arquitectura del sistema de transmisión de datos entre el puesto central y los puestos periféricos se caracteriza por una conexión de puentes múltiples (*multipoint*) con velocidad de transmisión de 1.200 a 2.400 bit/seg.

Un sistema de directrices específicamente redundante permite la interpelación de los puestos periféricos (PP) desde el puesto central, el envío de telecomandos a los PP y la adquisición de controles en el PCO.

La transmisión de datos es full dúplex con el método de conversión analógico/digital de los datos mediante el empleo de unidades de módem que respetan las recomendaciones CCITT.

#### **3.3.6.2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO DE LA SEGUNDA ETAPA**

El nuevo sistema de mando central, que aquí será denominado "Nuevo PCO", o simplemente "PCO", se compondrá de dos partes, que podrán ser integradas o no a criterio del CONCESIONARIO:

- Una parte responsable por la operación de tráfico de trenes en la Línea.
- Otra parte responsable por la operación de los equipos ubicados en las estaciones y los equipos de energía, con la finalidad de poder telecomandar el sistema de electrificación.

El PCO deberá proporcionar recursos y facilidades que permitan la operación de la Línea 1, en lo que se refiere al control de los servicios de tráfico, producción y distribución de energía auxiliar y energía de tracción.

#### **EQUIPOS DE SEÑALIZACIÓN**

Los equipos se responsabilizarán por señalar la segunda etapa de la línea, y serán localizados en las estaciones denominadas "estaciones maestras", donde abarcarán los controles vitales de tráfico y trenes y dispondrán de sus propios recursos de IHM para operación local.



Relativo al sistema de señalización de la primera etapa, que no sea reemplazado, se deberá suministrar con el PCO los controladores de lógica programable – CLP's dedicados a hacer adecuadamente la interfaz con el enclavamiento existente basado en relés.

#### EQUIPOS DE CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA Y TRACCIÓN

Los controladores de lógica programable – CLP's responsables por el control de la distribución de energía y tracción.

Las nuevas subestaciones y cabinas eléctricas dispondrán de paneles de operación local, que deberán hacer interfaz con los CLP's de forma de proveer medios de operación alternativos al control central (PCO).

Las subestaciones y cabinas tendrán preparadas las interfaces para enviar la señal al PCO y recibir comandos, a través de los CLP's.

La lógica de selección de modo de operación local/central deberá ser programada en los CLP's.

#### EQUIPOS DE ESTACIONES

Los equipos de estación que serán supervisados son el sistema contraincendio, sistema de control de pasajeros, sistema de CCTV y sistema de relojería.

##### 3.3.6.3. COMUNICACIÓN DE LAS ESTACIONES CON EL PCO

La comunicación entre el PCO y las estaciones, se debe realizar mediante un sistema de comunicación basado en la red externa de comunicación (WAN). Dicha red tendrá un patrón compatible con ATM (modo de transferencia asincrónica) o SDH o PDH y dispondrá, en el PCO y en las estaciones, de interfaces tipo ethernet rápido / gigaehternet (100 Mbps / 1 Gbps), con un protocolo TCP/IP.

##### 3.3.6.4. ALCANCES

El alcance del nuevo PCO se extenderá desde la estación de Villa El Salvador hasta la estación Grau, debiendo abarcar también la entrada/salida del patio taller hacia la vía principal y viceversa. Además de las funciones descritas, se debe considerar agregar la función del mando y control de los equipos de alimentación de tracción de los trenes y servicios de las estaciones para la Línea 1.

Se considera la implementación de un sistema de mando centralizado completamente nuevo, con reemplazo de los equipos existentes.

##### 3.3.6.5. INTERFASES DEL PCO PARA CONTROL DE SEÑALIZACIÓN

Las interfases del PCO con los equipos de señalización serán de los siguientes tipos:

- Interfaz con el enclavamiento existente de la primera etapa, en caso de ser mantenido.
- Interfaz con los equipos del nuevo sistema de señalización.

##### 3.3.6.6. ALARMAS E INFORMES

En el nuevo PCO deberá ser posible el registro y organización de la información de interés para el mantenimiento y operación, cálculos matemáticos y lógicos, emisión de informes y listado de alarmas y eventos, que los operadores del PCO deberán consultar.

El sistema deberá registrar y procesar las diferentes alarmas relacionadas con:



- El funcionamiento del mismo sistema;
- Los sistemas de señalización y modo de conducción;
- El sistema de alimentación y tracción;
- Los equipos de estación: sistema contra incendios, control de pasajeros y sistema de relojería.

### 3.3.6.7. INTERFASE HOMBRE – MAQUINA (IHM)

#### PUESTO DE OPERACIÓN DEL DCT

En el PCO, el DCT deberá disponer de las siguientes funciones de control y mando directo para la sección de Tráfico:

- Mando, destrucción y control de los itinerarios.
- Control de la posición de las agujas de los cambiavías.
- Control del aspecto de las señales de maniobra en tiempo real.
- Control de la posición de los trenes por el estado de los CDV.
- Mando de las salidas de las estaciones terminales.

Las representaciones gráficas y los símbolos empleados en las imágenes de las pantallas deberán ser homogéneos con las formas, colores y principios de animación de los mismos representados en el TCO.

#### PUESTO DE OPERACIÓN DEL JCE

El JCE deberá disponer de las siguientes funciones de control y mando directo para la Electrificación de la Línea:

- Todos los equipos de alta y media tensión alojados en las subestaciones de transformación, necesarios para la recepción de los 60 kV, su transformación y su distribución en 20 kV para cada una de las subestaciones de rectificación SER y cabinas eléctricas CAB ubicadas en las estaciones.
- Todas las SER y CAB distribuidas en la línea.

Para la sección de Tracción se deberá disponer de las siguientes funciones de mando y control:

- Control de algunas alarmas de las cabinas eléctricas.
- Mando y control de los interruptores o disyuntores de alimentación.
- Control de presencia y ausencia de tensión en cada sección de la línea.
- Corte de alimentación de tracción, completa o por zona.
- Mando y control de los seccionadores y/o seccionadores repartidos en la línea.

Los mandos y controles que se realizarán los propondrá el CONCESIONARIO, de acuerdo a las características de los equipos existentes y los que suministrará.

#### TABLEROS DE CONTROL ÓPTICO (TCO)

El TCO de tráfico deberá mostrar:

- El trazo esquemático de las vías de la línea donde se visualizarán los controles relativos a la circulación de los trenes.



- El corte en zonas de acción del subsistema de teletransmisión, donde se visualizarán las alarmas técnicas de los sistemas de mando centralizado, señalización y modo de conducción; el reloj general; y los horarios de próxima salida de los trenes en las estaciones terminales.

El TCO de energía deberá mostrar:

- La representación esquemática del sistema eléctrico, con los estados operacionales de todas las subestaciones.
- El esquema unifilar simplificado de la alimentación de tracción a la catenaria y los controles relativos a la alimentación de tracción

### CONTROLADORES DE LÓGICA PROGRAMABLE (CLPS)

Se deberán utilizar controladores programables de suministro internacional, con una buena estructura de soporte en el Perú. El modelo que se utilizará deberá ser único para todos los controladores de cada estación, de modo que uniformice la solución. La única diferencia aceptable será en la cantidad de puntos de I/O (entrada/salida) configurada en cada CLP.

Las entradas y salidas digitales deberán estar protegidas de acuerdo con la norma IEC 1131-2 o equivalente vigente. Las salidas deberán ser de tipo de contacto seco libre de tensión y las entradas deberán estar en 24 V<sub>DC</sub>.

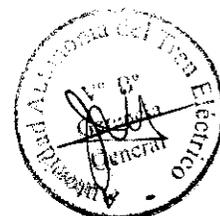
Los CLP deberán disponer de recursos de programación compatibles con la norma IEC 1131-3 o equivalente vigente.

Los programas de mantenimiento o pruebas deberán permitir tanto las verificaciones de la lógica de operación programada en los CLP como la visualización de los estados de las interfaces de comunicación (monitoreo de mensajes) y el envío de órdenes.

#### 3.3.6.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

Los equipos propuestos deberán considerar en su diseño los siguientes aspectos:

- Empleo de última tecnología probada en sistemas similares, tanto en componentes como en equipos y orientación a soluciones abiertas;
- Redundancia en los equipos de procesamiento, transmisión y alimentación;
- Prever una alimentación de respaldo UPS para proteger los equipos durante el lapso en el que entra en funcionamiento la planta de emergencia (conjunto electrógeno);
- Alimentación principal de 380/220 VCA según el código nacional de electricidad;
- Señalización adecuada para la identificación de fallas o anomalías de manera automática para facilitar el mantenimiento;
- Facilidad de acceso, para el mantenimiento a los gabinetes o armarios.



### 3.3.7 TELECOMUNICACIONES

#### 3.3.7.1. GENERALIDADES

En este punto se describe los principales requerimientos funcionales y técnicos que el CONCESIONARIO deberá tomar en cuenta para el estudio, suministro, diseño, fabricación, instalación, pruebas y puesta en servicio de cada uno de los diferentes subsistemas y equipos de telecomunicaciones de la segunda etapa de la Línea 1, el que comprende telefonía automática de servicio, radiotelefonía de trenes (radio tierra – tren), telefonía de emergencia, difusión sonora, sistema de relojería y circuito cerrado de televisión.

Los equipos propuestos deberán considerar en su diseño, de manera general, los siguientes aspectos:

- Confiabilidad de los componentes o elementos empleados en los equipos.
- Alto nivel de vida útil de los elementos empleados en los equipos.
- Empleo de componentes o elementos utilizados en los equipos de uso internacional, es decir, fáciles de encontrar en el mercado. De ser posible debe evitarse el empleo de componentes de uso exclusivo, salvo previa autorización del CONCEDENTE y que se garantice su suministro, al menos, por un periodo de 10 años.
- Empleo de última tecnología, en cuanto a componentes y/o equipos.
- Redundancia en los equipos de procesamiento, transmisión y alimentación.
- Prever una alimentación de respaldo para proteger los equipos durante el lapso en el que entra en función la planta de emergencia (grupo electrógeno y UPS).
- Alimentación principal de 380/220 VCA.
- Las condiciones ambientales descritas en este expediente.
- Señalización adecuada para la identificación de fallas o anomalías de manera automática, para facilitar el mantenimiento.
- Facilidad de acceso a los gabinetes o armarios.

#### 3.3.7.2. COMPATIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

Los subsistemas de telecomunicaciones que conforman las telecomunicaciones de la segunda etapa de la Línea 1 deberán prever en su diseño la compatibilidad de los mismos con los equipos de la primera etapa ya en operación; para lo cual, además de lo aquí descrito, se deberá realizar una visita al campo con el propósito de realizar una inspección de los equipos ya existentes y tomar en cuenta lo que considere necesario para asegurar la compatibilidad de sus equipos.

Independientemente de la compatibilidad con los equipos de la primera etapa, los equipos propuestos deberán ser compatibles con la arquitectura de los trenes, la arquitectura de las estaciones y entre ellos mismos.

#### 3.3.7.3. SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN

Las telecomunicaciones entre las estaciones deberán estar basadas en un tendido de cable de fibra óptica que deberá transportar todas las informaciones de telefonía, radio-comunicación, difusión sonora, sistema de relojería, control de pasajeros, transmisión de datos del sistema centralizado de control de tráfico, supervisión y automatización de los sistemas eléctricos y contraincendio.



Este sistema deberá substituir el cable multi-conductor de cobre actualmente existente en la primera etapa en operación.

#### **3.3.7.4. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA AUTOMÁTICA DE SERVICIO**

La telefonía automática de servicio es una red de telefonía privada cuya función principal es permitir la comunicación entre el personal que labora, sea en oficinas, locales de los agentes de estación, locales técnicos, etc. o de estos mismos con cualquier usuario de la red de telefonía pública, directamente si se le ha habilitado o mediante operadora.

#### **3.3.7.5. SUBSISTEMA DE TELEFONÍA DE EMERGENCIA**

El subsistema de telefonía de emergencia es una red de enlaces dedicados cuya función principal es brindar una comunicación rápida y segura entre puntos específicos de la línea y el operador del PCO en situaciones de peligro o emergencias que afecten la seguridad de los pasajeros, del personal de servicio y/o de las instalaciones.

Esta función puede realizarse a través de aparatos telefónicos especiales, conectados hilo a hilo, que permiten la realización de llamadas unidireccionales sin necesidad de tener que marcar un número telefónico; es decir, con sólo accionar un botón o perilla en el aparato telefónico o puesto que genera la llamada en el puesto o aparato de destino al que esté conectado dicho aparato se escuchará el tono de llamada.

El CONCESIONARIO podrá proponer otra estructura y/o tecnología para la red de telefonía de emergencia considerando sistemas de respaldo de energía y repetidoras, independientes del sistema de telefonía automática.

#### **3.3.7.6. SUBSISTEMA DE DIFUSIÓN SONORA**

La función principal del subsistema de difusión sonora es la emisión de mensajes e informaciones al público usuario y al personal de servicio en las estaciones.

El subsistema deberá difundir mensajes generados localmente en las estaciones y paradas desde la oficina o local del agente de estación, a través de un combinado telefónico o microteléfono, y mensajes remotos, generados en el PCO por el despachador central de tráfico, a través de una llamada general.

Los mensajes deberán estar jerarquizados en los equipos del subsistema de difusión sonora de cada estación, teniendo prioridad el despachador central de tráfico sobre el agente de estación.

#### **3.3.7.7. SUBSISTEMA DE RADIOTELEFONÍA DE TRENES**

La función principal del subsistema de radiotelefonía de trenes es la de brindar comunicaciones bidireccionales entre los conductores a bordo de los trenes y el operador del PCO.

El subsistema debe permitir estas comunicaciones de manera selectiva.

Los equipos de emisión y recepción de radiotelefonía de trenes podrán operar en bandas de frecuencias distintas, en cuyo caso la Sociedad Concesionaria deberá realizar el trámite de licencia ante el organismo correspondiente.

#### **3.3.7.8. SUBSISTEMA DE RELOJERÍA**

Con el fin de proporcionar la hora al público usuario y al personal de servicio, se instalará en cada andén un reloj digital, o de otro tipo que se acuerde con el CONCEDENTE.



### 3.3.7.9. SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

La función principal del subsistema de circuito cerrado de televisión es permitir al agente de estación (principalmente), al despachador local y al despachador central en el PCO, la vigilancia y control del comportamiento de los usuarios en los andenes, atrios, etc.

El subsistema de CCTV debe permitir que las señales de video generadas por las cámaras distribuidas estratégicamente en las estaciones sean centralizadas en el P.C.O., con el propósito de poder ser controladas a distancia desde este sitio.

### 3.3.7.10. SISTEMA DE CONTROL DE PASAJEROS

- Suministro, tendido y conexión del cableado de energía para alimentar a los equipos (incluyendo el cableado de tierra física)
- Suministro y conexión de cables de mando y control entre los equipos de peaje y la computadora de estación.
- Adecuación de las demás estaciones de pasajeros al nuevo sistema propuesto.
- Suministro y montaje electromecánico del equipamiento y accesorios del sistema de control de pasajeros que comprende, como mínimo:
  - Torniquetes de entrada sin contacto
  - Torniquetes de entrada mixto
  - Torniquetes o barreras de salida.
  - Computadoras de estación.
  - Computadora central.
  - Expendedores automáticos
  - Expendedores codificadores de tarjetas sin contacto.
  - Otros, que se definirán en la fase de proyecto.



### 3.4 SERVICIOS DE INGENIERIA

#### 3.4.1 GERENCIAMIENTO E INTEGRACION TECNICA DE LAS OBRAS CIVILES Y LOS SISTEMAS

Forman parte del alcance de la presente especificación, los servicios de ingeniería necesarios para la ejecución de la integración técnica entre los sistemas, y, entre éstos y las obras civiles.

Por integración técnica se entiende el total funcionamiento adecuado, dentro de los patrones del estado de la técnica actual, de las instalaciones fijas, de la interacción de las mismas entre sí y con el material rodante y de todos éstos con la vía permanente y las obras civiles, los cuales constituirán, en forma global, el sistema anunciado para la Línea 1, Villa El Salvador – Av. Grau.

Los servicios de ingeniería relativos a la integración técnica constan básicamente de lo siguiente:

- Análisis de la coherencia técnica de cada sistema por separado;
- Análisis de la coherencia técnica de los sistemas entre sí;
- Verificación del desempeño del proyecto como un todo, garantizando la compatibilidad, interface y capacidad de complemento del suministro y/o de los servicios relativos a los diversos sistemas entre sí y con las especificaciones técnicas y términos contractuales;
- Establecimiento y gerenciamiento del cronograma general de implantación del proyecto, incluyendo las etapas de: proyecto, fabricación, transporte, pruebas y encomienda de los sistemas y su compatibilidad con el cronograma de las obras civiles;
- Coordinación de la organización de las pruebas de cada sistema y de las pruebas integradas.

#### 3.4.2 ENTRENAMIENTO

##### 3.4.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

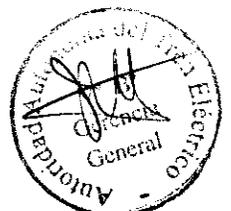
El CONCESIONARIO deberá presentar una descripción del programa de entrenamiento que aplicará al personal de operación y mantenimiento, previo a la etapa de pruebas de puesta en marcha. El programa de entrenamiento deberá comprender desde el entrenamiento en la fábrica hasta la operación comercial, de modo que proporcione conocimiento sobre las características de operación y mantenimiento de los equipos suministrados.

En caso de que el entrenamiento sea en la fábrica, los gastos de transporte y estadía de las personas que reciban el entrenamiento correrán por cuenta del CONCESIONARIO.

##### 3.4.2.2. OBJETIVO

Capacitar al personal del CONCESIONARIO para que esté en capacidad de operar todos los sistemas de la Línea 1 y para que realice diagnósticos de fallas y entienda el funcionamiento de los equipos, desde el nivel de sistema hasta el nivel de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos, preparándolo para:

- Operar todos los sistemas y equipos vinculados a la prestación del Servicio.
- Realizar todas las rutinas de mantenimiento preventivo y predictivo previstas para los equipos.



- Corregir defectos que puedan repararse en el local o en el laboratorio, así como detectar circuitos y/o dispositivos que requieran cambio.
- Manejar correctamente y con eficiencia todas las funciones del material rodante y de los equipos electromecánicos e interpretar correctamente los indicadores de las fallas de los equipos, de modo que se promueva el pronto accionamiento del equipo de mantenimiento.

### 3.4.2.3. MANUALES DE ENTRENAMIENTO

El CONCESIONARIO deberá suministrar manuales de entrenamiento específico para cada curso a cada persona entrenada.

Cada manual podrá organizarse en uno o más volúmenes que contendrán toda la información, ejemplos, documentos técnicos, ejercicios, etc. necesarios para el debido acompañamiento de las clases, de modo que las personas entrenadas no necesiten otra bibliografía específica de apoyo.

## 3.5 PRESTACIONES DIVERSAS E INSTRUCCIONES GENERALES

### 3.5.1 PRINCIPIOS GENERALES

#### 3.5.1.1. DISEÑO DE EQUIPOS Y SISTEMAS

Los equipos y sistemas electromecánicos y electrónicos se diseñarán y suministrarán bajo el marco de los principios de máxima seguridad, confiabilidad, rapidez, comodidad, mínimo costo, automatización y mínimo impacto ambiental.

#### 3.5.1.2. COMPATIBILIDAD Y TECNOLOGÍA

Las tecnologías para los materiales, equipos y sistemas que se propongan deberán ser compatibles con las existentes, de calidad y avance tecnológico superior a los instalados actualmente, de vanguardia a nivel mundial y que hayan sido operados con buenos resultados por un período no menor a dos años en sistemas de transporte masivo similares y en condiciones de alta exigencia de servicio y adecuadas para los niveles de demanda previstos y a las características de la ciudad de Lima.

#### 3.5.1.3. FABRICACIONES METÁLICAS

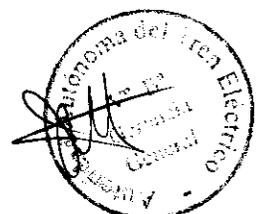
Las fabricaciones metálicas a instalar serán tropicalizadas con procedimientos altamente confiables, tales como el galvanizado en caliente, presentando altas características de resistencia a la degradación por el ambiente húmedo y salino, y la contaminación ambiental.

#### 3.5.1.4. TARJETAS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Todos los gabinetes, tarjetas y componentes electrónicos serán tropicalizados.

#### 3.5.1.5. CABLEADO

Los cables deberán operar satisfactoriamente en grupos de conductores, en un ambiente cerrado (sin ventilación) y expuestos a las radiaciones térmicas del equipo eléctrico y de los cables adyacentes.



Deberán estar diseñados para soportar temperaturas de sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos que se puedan presentar durante la operación sin degradación de sus características. Además, deberán soportar sin degradación o deterioro alguno la exposición eventual a solventes y lubricantes.

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

#### **3.5.1.6. NORMAS**

El CONCESIONARIO deberá proporcionar al CONCEDENTE, junto a su Estudio Definitivo, la totalidad de normas y estándares aplicados en el suministro, pruebas y mantenimiento de los equipos, así como las normas y estándares aplicados en las pruebas de conjunto realizadas a los sistemas. El CONCEDENTE se reserva el derecho de aprobar o rechazar las normas propuestas e imponer las más restrictivas, sin que esto cause sobrecostos..

#### **3.5.1.7. REDUNDANCIA**

Los equipos y/o sistemas vitales para la operación y la seguridad se deben concebir en redundancia.

### **3.5.2 SUPERVISIÓN DE FABRICACIÓN**

El CONCEDENTE podrá enviar personal a las instalaciones del fabricante y de los subcontratistas de las principales estructuras, equipos y/o sistemas, para que, en visitas puntuales o permanencias que pueden comprender todo el período de diseño, fabricación y pruebas, supervisen la conformidad de los suministros con los términos contractuales.

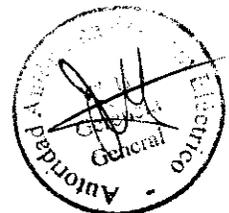
El CONCESIONARIO se obliga a reparar los defectos identificados por el CONCEDENTE. Así mismo, cuando se presenten rechazos repetitivos de algún material o componente se podrá paralizar los trabajos y dejarlos en suspenso hasta que el problema se resuelva. Los materiales o componetes rechazados deberán ser convenientemente identificados y separados.

Todos los costos originados por esta supervisión serán a cargo del CONCESIONARIO.

#### **3.5.2.1. PRUEBAS FINALES Y RECEPCION EN FÁBRICA**

El CONCESIONARIO debe ofrecer estructuras, sistemas, materiales y equipos con tecnología de vanguardia y que hayan sido utilizados masivamente con buenos resultados por períodos mínimos de dos (2) años en sistemas similares al propuesto para la ciudad de Lima. En caso de sistemas que tengan modificaciones o innovaciones, se deberá realizar pruebas de prototipo y pruebas tipo del sistema, basadas en las normas vigentes.

El CONCESIONARIO debe contemplar los costos de la participación del personal necesario del CONCEDENTE en la supervisión, pruebas y recepción en fábrica, y/o de la interventoría delegada, durante el tiempo que sea necesario.



### **3.5.3 REPUESTOS, HERRAMIENTAS ESPECIALES E INSTRUMENTOS DE MEDICION**

#### **3.5.3.1. REPUESTOS**

Se deberá entregar con el Estudio Definitivo una lista detallada de todas las piezas de repuestos (consumibles y no consumibles) con sus respectivos precios unitarios y tiempos de entrega.

#### **3.5.3.2. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS ESPECIALES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

Las herramientas especiales, los bancos de prueba y los instrumentos de medición que sean necesarios para la operación y el mantenimiento de los equipos y sistemas deberán estar incluidos en el Estudio Definitivo del suministro.

Asimismo deberá incluirse en el Estudio Definitivo los equipos y vehículos especiales utilizados para la instalación y el montaje, y que pudieran ser utilizados también para el mantenimiento, después de terminarse los trabajos de instalación.

### **3.5.4 CERTIFICACION DE CALIDAD**

El sistema de certificación de calidad del diseño, fabricación, montaje, pruebas y servicio de posventa deberá cumplir con las normas ISO 9001. Se anexará a el Estudio Definitivo copia de los certificados expedidos por organizaciones acreditadas.

### **3.5.5 EMBALAJE Y TRANSPORTE**

Todo el equipamiento descrito en las especificaciones técnicas deberá tener embalajes apropiados para proteger el contenido contra daños que pudiesen ser causados durante el transporte desde la fábrica hasta el cantero de obras, abarcando embarque, desembarque y transporte por carreteras, ferroviario, aéreo y/o marítimo.

En el caso de equipos y accesorios importados, cuya entrega será en el cantero de obras en Lima, corresponderá al CONCESIONARIO conseguir y acompañar el transporte, pagar los costos que incluyen tasas hasta el puerto peruano, e introducir los equipos y accesorios. También será de responsabilidad del CONCESIONARIO el transporte desde el puerto peruano hasta el local de instalación o depósito. Los costos y tasas provenientes de los servicios descritos en este ítem deberán estar incluidos en los precios de los suministros presentados.

### **3.5.6 PIEZAS CRÍTICAS**

El CONCESIONARIO deberá presentar la lista de piezas críticas con los respectivos precios unitarios, recomendadas para dos (2) años de operación. También proporcionará la lista de juegos de herramientas y dispositivos especiales requeridos para el montaje, ensayos y mantenimiento de los equipos.

### **3.5.7 PLAN ANUAL DE CONSERVACIÓN**

El CONCESIONARIO proporcionará un plan anual de Conservación que incluirá todas las intervenciones de mantenimiento que deberán ser realizadas a los sistemas, equipos e instalaciones conformantes de la Línea 1.

El plan anual de Conservación, deberá indicar claramente las frecuencias de las intervenciones de mantenimiento (horas o kilometrajes de operación) y las correspondientes sustituciones de piezas y/o componentes a ser efectuadas.



### 3.5.8 MANUALES Y CATÁLOGOS

El manual de operación deberá ser suficientemente detallado e ilustrado, a fin de poder orientar a los operadores, incluso conteniendo informaciones que puedan auxiliar en la identificación de fallas en la operación.

El manual de mantenimiento deberá contener informaciones técnicas que permitan comprender correctamente el mantenimiento que será realizado, abarcando la descripción de los equipos y su funcionamiento, listas de piezas críticas, relación de herramientas especiales y dispositivos específicos de mantenimiento, diagramas esquemáticos y de bloques, imágenes fragmentadas de los equipos que muestren sus diversos componentes, identificación de las diversas partes de los equipos, vista de planta de las instalaciones eléctricas y otras informaciones pertinentes al mantenimiento.

### 3.5.9 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Los siguientes documentos técnicos relacionados a la Infraestructura deberán ser preparados y proporcionados por el CONCESIONARIO, en la oportunidad que presente su Estudio Definitivo:

- Diseños de reparación y modernización de los coches y de los equipos de todos los sistemas, incluyendo diversas imágenes, vistas de planta y cortes.
- Diagramas unifilares, trifilares y funcionales de los equipos (donde sea aplicable);
- Descripción del tratamiento de partes metálicas, pintura de equipos;
- Especificaciones de los equipos y materiales;
- Informes de tipos de ensayos realizados;
- Plan de inspección y control de calidad;

### 3.5.10 PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

Las Pruebas de Puesta en Marcha se refieren a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio la Línea 1, una vez que hayan concluido los servicios de construcción y montaje.

El CONCESIONARIO deberá entregar al CONCEDENTE y al Supervisor de la Obra, los Protocolos de Pruebas de todos y cada uno de los sistemas y/o equipos para la puesta en marcha, indicando todas las fases que serán observadas para verificar la existencia de las condiciones para la posterior Puesta en Operación Comercial.

Las pruebas solicitadas comprenden por lo menos:

- Pruebas de funcionamiento, aquellas donde se realizan todos los ajustes que resulten necesarios inicialmente.
- Pruebas de operación, aquellas donde se realizan las verificaciones y ajustes del sistema completo a los parámetros operativos establecidos.
- Pruebas de marcha en vacío, aquellas que involucran la operación de la Línea 1, sin pasajeros.

Como parte de las pruebas de marcha en vacío, se realizarán pruebas integradas para la verificación del óptimo funcionamiento de la Línea 1 en su conjunto.

Las pruebas integradas se realizarán durante un período mínimo de dos (2) meses y se extenderán hasta demostrar que han sido subsanadas cualesquiera omisiones o defectos de la Obra que hayan surgido durante la ejecución de estas pruebas.



Durante este periodo, el o los Contratistas se obligan a poner a disposición del CONCESIONARIO al personal técnico necesario para la inmediata solución de cualquier problema o falla que pudiera ocurrir en cualesquiera de los sistemas o equipos de los Bienes de la Concesión.

### 3.5.11 GARANTÍA

El CONCESIONARIO asume plena responsabilidad por la buena calidad de los suministros, asegurando que el desempeño de los mismos estará en conformidad con estas especificaciones técnicas básicas, ofreciendo completa garantía contra cualquier defecto de los equipos, materiales o componentes, o del proceso de fabricación, métodos de construcción, montaje o entrega de los mismos.

La garantía de la que trata el párrafo anterior es válida e ineludible, sin ningún gasto para el CONCEDENTE, durante un periodo mínimo de veinticuatro (24) meses a partir de la aceptación de la obra. Esta garantía comprenderá la reparación o sustitución de los sistemas o equipos afectados valores acordados.

## 3.6 TALLERES E INSTALACIONES DE MANTENIMIENTO

En el Patio Taller se deberán construir y equipar los talleres de mantenimiento y reparaciones mayores necesarios para garantizar la operatividad de los equipos e instalaciones de toda la Línea, así como del Material Rodante.

El CONCESIONARIO tendrá libertad de construir y equipar los talleres de acuerdo a sus propios requerimientos, sin que se alteren las prestaciones de seguridad y funcionalidad operativa exigidas en este documento.

Dichos talleres deberán entrar en funcionamiento como máximo a los tres (03) años de iniciada la Puesta en Operación Comercial.

### 3.6.1 MATERIAL RODANTE

Debido al uso y tiempo transcurrido, el actual Material Rodante necesitará de mantenimientos mayores en el corto plazo, para lo cual el CONCESIONARIO deberá construir y equipar la infraestructura que considere pertinente, entre las cuales se mencionan:

#### 3.6.1.1. LIMPIEZA Y LAVADO DE TRENES

Para la limpieza interior, debe suministrarse un sistema portátil de aspirado, con humidificador de polvo, para limpieza de pisos, paredes y asientos de los vehículos.

El sistema de limpieza exterior de los trenes consistirá en la aplicación de agua a la superficie de los trenes, aplicación de desengrasador líquido, cepillado de la superficie exterior y enjuague, mediante un equipamiento de lavado automático que será diseñado e implementado por el CONCESIONARIO.

#### 3.6.1.2. MODIFICACIONES AL TALLER DE MANTENIMIENTO EXISTENTE

El taller de mantenimiento corriente y reparación ya se encuentra terminado, sin embargo, se requiere hacer algunos trabajos de acondicionamiento en los talleres de electrónica, electromecánica y neumática, en los depósitos, así como la instalación de pasarelas para las inspecciones de puertas de los trenes.



### 3.6.1.3. TALLER N° 02

La construcción de este taller será necesaria para posibilitar las reparaciones mayores del material rodante existente así como del adquirido, en cumplimiento de estas especificaciones.

Este taller deberá adecuarse a las necesidades del nuevo material rodante sin disminuir su capacidad de mantenimiento previsto para el material rodante existente.

Para la construcción de este taller, el CONCESIONARIO dispone de un área libre de 8.400 m<sup>2</sup>, junto al taller de mantenimiento corriente de material rodante (existente).

Como referencia, se indican a continuación las secciones necesarias para el Taller N° 2, de acuerdo al Proyecto Ejecutivo de la Primera Fase Villa El Salvador – Hospital Dos de Mayo, desarrollado por el Consorcio Tralima:

- Ejes – ruedas y ejes montados
- Taller de tornos
- Reductores
- Bogies
- Equipos neumáticos y frenos
- Acopladores automáticos
- Maquinas eléctricas rotatorias
- Pantógrafo
- Reparación general de cajas y equipos interiores
- Pulido y pintura
- Lavado de bogies

### 3.6.1.4. EQUIPO MISCELÁNEO DEL TALLER N° 2

El CONCESIONARIO suministrará el equipo misceláneo para uso en las áreas del nuevo taller de mantenimiento de material rodante. Este equipamiento incluirá estaciones de trabajo especializadas, bancos de trabajo para reparación de bogies, bancos de trabajo para motores de tracción, hornos para secado y curado, calefactores para extracción y montaje de piezas mecánicas, equipo de detección de fisuras ultrasónica y de flujo magnético u otros que el CONCESIONARIO considere necesarios.

## 3.6.2 INSTALACIONES FIJAS

### 3.6.1.5. TALLER DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES FIJAS

Este edificio estará destinado a las cuadrillas de operarios que realizan el mantenimiento de las instalaciones de vía férrea, catenaria y equipos auxiliares.

Cada unidad deberá tener su propia oficina y almacén. Se instalará un puente grúa con alcance mínimo de 2 ton. que se deslizará por toda la longitud del edificio, con mando desde tierra.

Para la construcción de este taller, el CONCESIONARIO dispone de un área libre de 660 m<sup>2</sup>, cercana a las instalaciones de la planta de emergencia (existente), adicionalmente al área de 8.400 m<sup>2</sup> destinada al taller de material rodante

