



## Sistema de Compras Públicas de la Ciudad de México

### Proyecto de contratación para discusión pública

#### Datos principales

**ID PAAAPS****Unidad responsable**

Gerencia de Ingeniería y Tecnología

**Nombre del proyecto**

Adquisición de Trolebús Sencillo

**Fecha de publicación**

30/03/2022

**Entidad convocante**

Servicio de Transportes Eléctricos

**Fecha límite para recibir  
comentarios**

22/04/2022, 23:00

**Partidas Presupuestarias**

5412 - Vehículos y equipo terrestre destinados a servicios públicos y la operación de programas públicos.

#### Descripción del proyecto

Establecer los requerimientos técnicos de diseño, funcionales y de operación mínimos, que deben cumplir los trolebuses nuevos sencillos los "Trolebuses", destinados a la prestación del servicio de transporte público de pasajeros en la Red de Trolebuses que administra el Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México.

**Tipo de contratación**

Adquisición de bienes

**Posible método de  
contratación**

Licitación Pública

**Posible carácter de la  
contratación**

Internacional



---

## Índice

---

### **Alcance**

Establecer los aspectos que deberán observar las “Empresas Participantes” para la integración de las propuestas técnicas que desarrollen la descripción detallada sobre el diseño...

### **Definiciones**

Para efectos de la Presente Especificación Técnica se emplearán, salvo se exprese lo contrario, las definiciones contenidas en el Glosario del Manual de Lineamientos Técnicos de Seguridad, Acc...

### **Especificaciones Técnicas Generales**

Los “Trolebuses” suministrados deberán ser fabricados uniformemente, diseñados para prestar el servicio de transporte público de pasajeros en zona urbana, alimentados mediante sistema col...

### **Condiciones Ambientales y de Operación**

Para el diseño y fabricación de “Los Trolebuses”, se deberán considerar los aspectos, tanto ambientales como de infraestructura electromecánica en donde circulan las unidades, a ef...

### **Descripción Funcional**

Puertas de Ascenso y Descenso El diseño del sistema de puertas deberá considerar la integración de un sistema de detección de obstáculos, el cual abrirá de manera automá...

### **Iluminación**

Iluminación Interior La iluminación para los habitáculos deberá ser generada mediante luminarias con tecnología Led en color blanco frío, la cual deberá integrar un difu...

### **Sistemas Complementarios**

Sistema Informativo Sistema de Videovigilancia Los Trolebuses” deberán contar con un sistema de grabación de video digital y almacenamiento de archivos digitales, tipo NVR (Network Video Recorder) ...



## Estructura

Estructura general La estructura deberá estar diseñada para soportar todos los esfuerzos combinados que se presenten durante la operación a plena carga, garantizando además las condiciones de...

## Dispositivos de Seguridad

Claxon y Sirena de aproximación Los "Trolebuses" contarán con dos sirenas de aproximación, una con sonido de campanilla para aviso al ciclista y otro con sonido para av...

## Sistema Eléctrico

La Clasificación de los Sistemas Eléctricos de los "Trolebuses", se realizará de conformidad con lo siguiente: Alta Tensión "AT". Alimentación principal prove...

## Sistemas de Alta Tensión "AT"

Alta Tensión (Doble Aislamiento) Todos los equipos y componentes en contacto con la fuente de alimentación AT deberán tener un segundo nivel de aislamiento entre los electrodos de potencial y ...

## Sistemas de Baja Tensión "BT"

Banco Baterías de "BT" Para asegurar la alimentación de "BT" a los circuitos de control y mando de los diferentes equipos, se empleará un banco de celdas recargables de tecnolog&iac...

## Sistemas Adicionales

Sistema de Frenos Los "Trolebuses" contarán con Frenos de operación neumática con Sistema Antibloqueo de Ruedas (ABS) y Sistema Antiderrape (ASR), los cuales estarán diseña...

## Informática Embarcada

Concepción general del Sistema de Control y mando La arquitectura del sistema de control y mando de "Los Trolebuses" deberá integrar un sistema de diagnóstico y de ayuda al manteni...

## Programa de Trabajo

La Propuesta Técnica deberá integrar un Programa de Trabajo mediante el cual se realice la descripción detallada del alcance de cada etapa del Proyecto, así como un cronograma de trabajo, en G...



## Servicio Post-Venta

Garantía Los equipos, dispositivos, componentes, partes y materiales para la fabricación de los “Trolebuses” deberán estar libres de defectos de diseño, fabricaci&oacut...

## Condiciones Generales

Normas Los “Trolebuses” deberán estar diseñados y fabricados con base en el cumplimiento de normas internacionales de aplicación general y/o particular para la construcción de tro...

## Estaciones de Recarga

Estación de Carga con doble Pistola “El Proveedor” deberá suministrar dos Estaciones de Recarga de doble pistola, con la capacidad y características adecuadas para el mantenimiento de eq...



---

## Proyecto

---

### Alcance

Establecer los aspectos que deberán observar las “Empresas Participantes” para la integración de las propuestas técnicas que desarrollen la descripción detallada sobre el diseño, fabricación, suministro, pruebas, y puesta en servicio de los “Trolebuses”, para su debida integración a la operación en la Red de Trolebuses.

La propuesta técnica deberá integrar y describir de forma detallada, la siguiente información:

- Diseño estructural, funcional y de operación de los “Trolebuses” propuestos, con base en los requerimientos establecidos en el presente documento.
- Protocolos de pruebas estructurales, funcionales y de operación considerando, las pruebas de aceptación en fábrica (FAT, por sus siglas en inglés) y pruebas de aceptación en sitio (SAT, por sus siglas en inglés), así como el acondicionamiento y recepción de “Los Trolebuses” para su puesta en servicio.
- La logística de suministro de los “Trolebuses”, considerando su traslado y entrega en las instalaciones del STE, ubicadas en Avenida Municipio Libre 402, Colonia San Andrés Tetepilco, Alcaldía de Iztapalapa, C.P. 09440.
- Planes y programas generales propuestos para la capacitación del personal del “STE” para la operación y mantenimiento de todos los sistemas y subsistemas que integran los “Trolebuses”.
- Programa de mantenimiento preventivo de los “Trolebuses” durante el periodo de garantía normal, y listado de refacciones y consumibles asociados (Lote de Refacciones).
- Descripción de los equipos asociados al suministro de los “Trolebuses” para su operación y mantenimiento [Sistema para alineación y balanceo de llantas (1), Estaciones de recarga (2), Grúa para Levantamiento y Arrastre de Unidades de Piso Bajo, Sistema de simulación de conducción (1) y Equipos de Cómputo (1 por cada 20 Unidades)].
- Cálculo de la Disponibilidad mensual de cada Trolebús, la cual no deberá ser menor al 98%, con base en las condiciones operativas previstas en la presente Especificación Técnica, planes y programas de mantenimiento propuestos por las “Empresas Participantes”, así como en los índices de fiabilidad, tiempo medio entre fallas (MTBF, por sus siglas en inglés) y distancia media entre fallas (MDBF, por sus siglas en inglés) del Sistema de Tracción, Convertidores, Sistema de Respaldo de Energía, Registrador Programable de Eventos, Sistema Neumático, Sistemas Auxiliares, Suspensión, Diferencial y Dirección. Aplicable para el periodo de garantía normal, y en su caso, ampliaciones.



## Definiciones

Para efectos de la Presente Especificación Técnica se emplearán, salvo se exprese lo contrario, las definiciones contenidas en el Glosario del Manual de Lineamientos Técnicos de Seguridad, Accesibilidad Comodidad y Fabricación de Autobuses Nuevos Corto de Piso Alto y de Entrada Baja, de Motor Delantero y Motor Trasero, Mediano de Piso Alto de Motor Delantero y Largo, de Piso Alto y de Entrada Baja, de Motor Delantero y Motor Trasero para Prestar el Servicio Público de Transporte de Pasajeros en el Distrito Federal, así como las siguientes:

**Trolebuses:** Trolebuses Nuevos Sencillos a adquirir, objeto de la presente especificación técnica.

**Manual de Lineamientos:** Manual de Lineamientos Técnicos de Seguridad, Accesibilidad Comodidad y Fabricación de Autobuses Nuevos Corto de Piso Alto y de Entrada Baja, de Motor Delantero y Motor Trasero, Mediano de Piso Alto de Motor Delantero y Largo, de Piso Alto y de Entrada Baja, de Motor Delantero y Motor Trasero para Prestar el Servicio Público de Transporte de Pasajeros en el Distrito Federal; documento que se integra a la presente **Especificación Técnica como Apéndice A.**

**MDBF:** Mean Distance Between Failure

**MTBF:** Mean Time Between Failure

**Pruebas FAT:** Factory Acceptance Test

**Pruebas SAT:** Site Acceptance Test

**Red de Trolebuses:** Conjunto de líneas y corredores de Trolebuses del transporte público de pasajeros administrados por el Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México.

**STE:** Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México

## Especificaciones Técnicas Generales

Los “**Trolebuses**” suministrados deberán ser fabricados uniformemente, diseñados para prestar el servicio de transporte público de pasajeros en zona urbana, alimentados mediante sistema colector de energía y la integración de un sistema de alimentación eléctrica secundaria (Autonomía), que permita su funcionamiento de forma independiente a la alimentación eléctrica que obtiene de la línea elevada, para recorrer una distancia mínima de 70 Km.

## Dimensiones, capacidades y pesos

Descripción	Dimensión
Largo del trolebús	12 a 12.2 m
Ancho del trolebús	2.5 a 2.6 m

**El presente documento es informativo y no constituye una relación contractual con el Gobierno de la Ciudad de México ni se puede considerar como una intención de participación en un proceso de contratación.**



Altura de piso a punto más alto del trolebús	3.8 m máx.
Entrevía delantera	1.950 m mín.
Entrevía trasera	1.800 m mín.
Distancia entre ejes	6.100 m $\pm$ 2%
Altura del suelo a piso de habitáculo	0.360 m máx.
Altura del suelo a la parte más baja del trolebús	0.20 m mín.
Radio de giro	12 m máx.
Volado delantero	55% máx. distancia entre ejes
Volado trasero	65% máx. distancia entre ejes
Ángulo mínimo de entrada	8°
Ángulo mínimo de salida	8°
Ancho de habitáculo - Referencia Técnica: numeral 7.4.13 del <b>Manual de Lineamientos.</b>	2.320 m mín.
Altura de habitáculo - Referencia Técnica: numeral 7.4.13 del <b>Manual de Lineamientos.</b>	2.250 m mín.
Vestíbulo. - Referencia técnica: Números 5.1.8 del <b>Manual de Lineamientos.</b>	



Capacidad de pasajeros	85 mín.
Capacidad de pasajeros sentados	28 mín.
Capacidad de pasajeros de pie	57 mín.
Puerta de ascenso en costado derecho. - Referencia técnica: Numerales 5.1.1.1 (autobús largo, entrada baja) y 7.4.23.1 del <b>Manual de Lineamientos</b> .	1
Claro de puerta de ascenso.	1.9 x 0.90 m mín.
Puerta de descenso en costado derecho. - Referencia técnica: Numeral 5.1.1.1 (autobús largo, entrada baja) y 7.4.23.1 del <b>Manual de Lineamientos</b> .	1
Claro de puerta de descenso.	1.9 x 1.2 m mín.
Salidas de Emergencia. - Referencia técnica: Numerales 5.1.3 (autobús largo) y 7.4.25 del <b>Manual de Lineamientos</b> .	800 x 900 mm mín.





Ventanillas.

- Parabrisas: Referencia técnica: Numeral 7.4.19 del **Manual de Lineamientos**.

- Medallón: Referencia técnica: Numerales 5.1.5 (autobús largo) y 7.4.17 del **Manual de Lineamientos**.

- Conductor: Referencia técnica: Numerales 5.2.3.3, 7.4.29.1 y 7.4.29.2 del **Manual de Lineamientos**.

- Laterales (Pasajeros): Referencia técnica: Numerales 5.1.6.1 (autobús entrada baja) 7.4.29 y 7.4.29.2 del **Manual de Lineamientos**.

- Tipo panorámico de una pieza.

Sistema de Ventilación Forzada.

- Habitáculo de conducción: Referencia técnica: Numeral 7.4.26 del **Manual de Lineamientos**.

- Habitáculo de pasajeros: Referencia técnica: Numeral 7.4.26 del **Manual de Lineamientos**.

- 127VCA/60 Hz, caudal mínimo 330 m<sup>3</sup>/hora.

- 127VCA/60 Hz, caudal mínimo 2,000 m<sup>3</sup>/hora.



Dispositivos para desplazarse, sujetarse y delimitar zonas.

- Asideras: Referencia técnica Numerales 5.1.7.1, 7.4.7 y 7.4.7.1 del **Manual de Lineamientos**.

- Postes. Referencia técnica Numerales 5.1.7.2, 7.4.7 y 7.4.7.4 del **Manual de Lineamientos**.

- Barandales. Referencia técnica Numeral 5.1.7.3, 7.4.7 y 7.4.7.2, del **Manual de Lineamientos**.

- Cubrepiernas. Referencia técnica Numerales 5.1.7.6, 7.4.7 y 7.4.7.5 del **Manual de Lineamientos**.

Fabricados en tubo de Acero inoxidable AISI 304 de 1.8 mm de espesor con acabado satinado.

Fabricados en lámina de Acero galvanizada de 1.8 mm de espesor pintada al color interior del Trolebús.

Pasillos.

- Referencia técnica: Numeral 5.1.11 del **Manual de Lineamientos**.

Piso.

- Referencia técnica: Numeral 7.4.21 del **Manual de Lineamientos**.

Asientos de pasajeros.

- Referencia técnica: Numerales 5.1.10, 7.4.1.2, 7.4.1.3 y 13 del **Manual de Lineamientos**.

Timbres.

- Referencia técnica: Numerales 5.1.9 y 7.4.28 del **Manual de Lineamientos**.



Mampara protectora del conductor.

- Referencia técnica: Numerales 5.2.1 y 7.4.16 del **Manual de Lineamientos**.

Fabricada en tubo de acero inoxidable AISI 304 de 1.8 mm de espesor con acabado satinado y cristal templado con un espesor mínimo de 6 mm

Asiento del Operador.

- Referencia técnica: Numerales 5.2.2 y 7.4.1.1 del **Manual de Lineamientos**.

Visibilidad del operador.

- Referencia técnica: Numerales 5.2.3.1, 5.2.3.2, 7.4.30.1, 7.4.30.2 y 7.4.30.3 del **Manual de Lineamientos**.

Espejos.

- Retrovisores Exteriores: Referencia técnica: Numerales 5.2.4.1 y 7.4.10.1 del **Manual de Lineamientos**.

- Retrovisores Interiores: Referencia técnica: Numerales 5.2.4.2 y 7.4.10.2 del **Manual de Lineamientos**.

- Con montaje provisto de ajuste eléctrico.

- Central. Convexo de 290 x 90 mm mínimo.

Delantero derecho. Plano de 280 a 300 mm de diámetro.

Puerta trasera. Convexo de 280 a 300 mm de diámetro.

Mandos y controles.

- Referencia técnica: Numeral 5.2.5 del **Manual de Lineamientos**

Lavaparabrisas.

- Referencia técnica: Numeral 7.4.14 del **Manual de Lineamientos**

Limpiaparabrisas.

- Referencia técnica: Numeral 7.4.15 del **Manual de Lineamientos**



Sistema desempañante de parabrisas (Defroster).

- Referencia técnica: Numeral 7.4.6.9 del **Manual de Lineamientos**

Iluminación interior.

- Accesos. Referencia técnica: Numeral 6.2 del **Manual de Lineamientos.**
- Habitáculo de Operador. Referencia técnica: Numeral 6.3 del **Manual de Lineamientos.**
- Habitáculo. Referencia técnica: Numeral 6.4 del **Manual de Lineamientos**

Iluminación Exterior.

- Referencia técnica: Números 6.5 del **Manual de Lineamientos**

Sistema Informativo.

- Referencia técnica: Numeral 14 del **Manual de Lineamientos**

Sistema de videovigilancia.

- Referencia técnica: Numeral 15 del **Manual de Lineamientos**



#### Estructura.

- Referencia técnica: Numeral 7.4.11 del **Manual de Lineamientos**
- Pruebas: Referencia técnica: Números 7.4.11.1 (Análisis de vibraciones), 7.4.11.2 (Distribución de cargas en los ejes), 7.4.11.3 (Estanqueidad o impermeabilidad de la carrocería), 7.4.11.4 (Flexión), 7.4.11.5 (Levante), 7.4.11.6 (Termografía), 7.4.11.7 (Torsión), 7.4.11.8 (Vida a la fatiga) y 7.4.11.9 (Vuelco) del **Manual de Lineamientos**.

- Se requiere carta responsiva que avale la integridad de la resistencia estructural, firmada por el perito mecánico responsable autorizado por la empresa, conforme a los parámetros del método de prueba.

#### Materiales.

- Estructurales. Referencia técnica: Numeral 7.2.1 del **Manual de Lineamientos**.

#### Aislamientos.

- Térmico. Referencia técnica: Numeral 7.3.1 del **Manual de Lineamientos**.
- Acústico. Referencia técnica: Numeral 7.3.2 del **Manual de Lineamientos**.
- Eléctrico. Referencia técnica: Numeral 7.3.3 del **Manual de Lineamientos**.

#### Botaguas.

- Referencia técnica: Numeral 7.4.2 del **Manual de Lineamientos**.

#### Defensas.

- Referencia técnica: Numeral 7.4.5 del **Manual de Lineamientos**.



#### Dispositivos de Seguridad.

- Alarma de reversa. Referencia técnica: Numeral 7.4.6.1 del **Manual de Lineamientos.**
- Botiquín. Referencia técnica: Numeral 7.4.6.3 del **Manual de Lineamientos.**
- Cinturón de Seguridad. Referencia técnica: Numeral 7.4.6.4 del **Manual de Lineamientos.**
- Claxon y Sirena de Aproximación. Referencia técnica: Numeral 7.4.6.5 del **Manual de Lineamientos.**
- Columna de Dirección. Referencia técnica: Numeral 7.4.6.6 del **Manual de Lineamientos.**
- Extintor. Referencia técnica: Numeral 7.4.6.7 del **Manual de Lineamientos.**
- Triángulo de Seguridad. Referencia técnica: Numeral 7.4.6.11 del **Manual de Lineamientos.**

#### Pasallantas.

- Referencia técnica: Numeral 7.4.18 del **Manual de Lineamientos.**

#### Sistema de Frenos.

- Freno de Estacionamiento. Referencia técnica: Numeral 8.3.2 el **Manual de Lineamientos.**

Identificación	Elemento de Identificación en la carrocería que contenga, el nombre del fabricante, fecha de fabricación, número de identificación vehicular (VIN), número de motor, número de chasis y dimensiones (largo x ancho x alto)
Peso vehicular	12,500 Kg máx.
Capacidad de pasajeros (90 pasajeros 6/m <sup>2</sup> , 70 kg por persona)	6,300 Kg
Peso bruto vehicular (6/m <sup>2</sup> )	19,500 Kg máx.
Llantas	Tipo radial 295/80 R22.5



Vida útil

20 años



## Características Eléctricas

Descripción	Dimensión
Tensión nominal de alimentación	600 VCD
Rango de variación de alimentación	420 – 750 VCD
Captación de corriente	Inserto de carbón colector de energía para Línea Elevada, alambre ranurado de cobre calibre 2/0 AWG (Apéndice B; plano SI-2105146)
Tensión de circuito de control	24 VCD
Rango de variación	18 – 27 VCD
Tensión de circuito de CA	220 VCA / 3F - 4 hilos
Frecuencia	60 Hz

## Capacidad

Los “**Trolebuses**” deberán contar con una capacidad mínima de 85 pasajeros, por lo que se deberá considerar para la elaboración de la Propuesta Técnica correspondiente, la distribución de asientos para pasajeros, asientos preferentes, espacios para personas con discapacidad, accesibilidad, espacio destinado a la silla de ruedas con su respectivo sistema de fijación y pasajeros de pie en la proporción indicada y conforme a lo establecido en el numeral **7.4.9 del Manual de Lineamientos**.

El diseño estructural, capacidades de carga y distribución de equipos, deberá garantizar la operación de las unidades con una ocupación de hasta 5/4, conforme a la siguiente relación

Capacidad de pasajeros	Cantidad
Capacidad (2/4)	42 a 45
Capacidad (3/4)	63 a 67
Capacidad (4/4)	85 a 90
Capacidad (5/4)	105 a 112





## Desempeño

Descripción	Dimensión
Velocidad máxima	60 Km/h
Velocidad máxima de servicio	50 Km/h
Indicador de sobre velocidad (ajustable por software)	50 Km/h
Aceleración máxima con carga a 3/4, ajustable desde software.	0.9 m/s <sup>2</sup> de 0 a 20 Km/h 1.1 m/s <sup>2</sup> de 21 a 60 Km/h
Desaceleración mínima con freno de servicio con carga de (4/4), ajustable desde software.	1.1 m/s <sup>2</sup> hasta 0 Km/h
Desaceleración de freno de emergencia	1.8 m/s <sup>2</sup> hasta 0 Km/h
Pendiente superable	12 % min.
Tiempo de operación mínimo ininterrumpido	20 horas

## Distribución de peso

La ubicación de los equipos y la proyección de ubicación de usuarios deberá realizarse de tal forma que se obtenga una distribución equilibrada de los pesos en el trolebús, que permita fluidez de circulación de pasajeros al interior de la unidad, para lo cual deberá presentar como parte de su Propuesta Técnica, el estudio que describa la distribución de equipos y disposición de espacios para pasajeros respecto a los puntos de carga (ejes).

## Condiciones Ambientales y de Operación

Para el diseño y fabricación de “Los Trolebuses”, se deberán considerar los aspectos, tanto ambientales como de infraestructura electromecánica en donde circulan las unidades, a efecto de garantizar la disponibilidad requerida y la seguridad en la operación.

## Condiciones Climatológicas

En la Ciudad de México se tienen lluvias abundantes, por lo tanto, deberán tomarse medidas necesarias tanto en equipos, como en la construcción de los trolebuses para disminuir el efecto



climatológico en su funcionamiento y durabilidad.

Conviene señalar que la estanqueidad de las paredes exteriores de los compartimientos, así como de las puertas, tienen que considerar estas condiciones para asegurar que su eficiencia no se degrade antes de su vida útil, por lo que deben utilizarse productos químicos y procesos apropiados en el tratamiento de las partes metálicas sueltas y en general en el acabado de la carrocería que los proteja contra la corrosión, se tomará como características principales de clima las siguientes:

Descripción	Dimensión
Temporada de lluvias abundantes	6 meses
Temperatura en el curso del año.	-6°C a 35°C
Índice de humedad relativa máxima	90 %
Altura máxima sobre el nivel del mar.	2,240 m.s.n.m.
Precipitación pluvial anual promedio.	1,058 mm
Eventuales tormentas intensas.	
Altos niveles de contaminación ambiental.	
Agentes externos: Lluvias ácidas, grasas, aceites, solventes, eventuales inundaciones, etc	

### Características de la Ruta de Circulación

Los Trolebuses” deberán estar diseñados para circular en la Red de Trolebuses, cuya infraestructura se describe a continuación:

Descripción	Dimensión
Altura máxima de los topes	120 mm
Ancho de carril (1)	3,000 mm
Distancia recorrida promedio por unidad en un día	300 Km



Horarios de trabajo	Lunes a viernes de 04:00 a 02:00 horas Sábado de 05:00 a 02:00 horas Domingo de 05:30 a 02:00 horas
Horario de mayor demanda	07:00 a 10:00 hrs 17:00 a 20:30 hrs
Velocidad Promedio	50 Km/h
Tiempo mínimo de trabajo continuo	20 horas

- Los carriles exclusivos para el trolebús en corredores se encuentran semiconfinados a través de la disposición de Bolardos.

### Subestaciones

Las subestaciones rectificadoras de la Red de Trolebuses son alimentadas en mediana tensión de 23 KV en corriente alterna, 3 fases, 60 Hz y entregan una tensión rectificada de 600 VCD con variaciones de 420 – 750 VCD, cuya composición es la siguiente:

- Equipos de maniobras para conexión–desconexión y protecciones asociadas de mediana tensión.
- Transformador de potencia de 2,000 KW, 2,225 KVA/ 472 V.
- Rectificador de potencia de estado sólido con enfriamiento natural.
- Equipos de maniobras para conexión–desconexión y protecciones asociadas para distribución de corriente continua.
- Tableros de mando, control y telecomunicaciones.

### Características Técnicas de la Línea Elevada

Descripción	Dimensión
Altura nominal	5.5 m



Variación de la altura	4.2 – 6.7 m
Calibre de alambre ranurado	2/0 AWG
Polaridad de conductores	Positivo: izquierdo Negativo: derecho En el sentido de conducción del Trolebús
Separación entre conductores aéreos	610 mm
Fuerza de contacto de la pértiga con la línea elevada	12.5 Kg

## Descripción Funcional

### Puertas de Ascenso y Descenso

El diseño del sistema de puertas deberá considerar la integración de un sistema de detección de obstáculos, el cual abrirá de manera automática al localizar un objeto en la trayectoria de cierre de puertas.

Se deberá considerar la implementación de un dispositivo que impida el movimiento de la unidad cuando las puertas se encuentren abiertas, este dispositivo deberá disponer de la opción de desactivación por falla del mecanismo de cierre, ubicado en el área de operador debidamente identificado.

Se deberá considerar la colocación de un dispositivo que permita la apertura y cierre de la puerta delantera por el exterior, ubicado preferentemente en la parte interior de la mascarilla frontal.

Adicionalmente, el sistema de puertas deberá permitir su funcionamiento manual en caso de falla de los sistemas de control y/o de operación, para lo cual, en las puertas de ascenso y descenso se deberá instalar un dispositivo (válvula) de fácil accionamiento para los pasajeros, con instrucciones precisas para su liberación de forma manual en caso de emergencia y con un diseño tal que inhiba su accionamiento de forma accidental. El accionamiento de este dispositivo deberá emitir una señal óptica y una audible que informará al operador cuando se haya ejecutado la liberación de puertas.

### Rampa de Acceso para Personas con Discapacidad en Silla de Ruedas

Cada trolebús deberá estar equipado con una rampa abatible para permitir el ascenso y descenso a



personas con discapacidad en silla de ruedas, misma que deberá instalarse en la puerta de descenso de la unidad. Deberá ser de operación manual y su diseño garantizará una pendiente máxima de 8% medida de piso de la unidad a nivel de banqueteta, considerando una altura promedio de banqueteta de 20 cm.

Se deberá considerar la integración de los equipos, accesorios y dispositivos de señalización visual y auditiva para personas con discapacidad de conformidad con el Numeral 13 del **Manual de Lineamientos**.

### **Sistema de Ventilación forzada**

El diseño de Los “**Trolebuses**” deberá considerar el equipamiento de un sistema de ventilación forzada para el habitáculo de conducción y otro para el habitáculo de pasajeros. Estos sistemas serán de operación independiente mediante interruptor de accionamiento que indicará la situación de apagado/encendido desde el puesto del operador.

Para brindar confort al operador de la unidad, se debe colocar un ventilador eléctrico con un mínimo de dos velocidades (alta-baja) o en su caso, de velocidad variable que proporcione un flujo de aire dirigido hacia el puesto del operador. Este elemento debe formar parte del revestimiento interior de la cabina del operador. El control de mando de este accesorio debe estar al alcance del operador en el tablero de instrumentos y controles.

La disposición de los ventiladores en el habitáculo de pasajeros se realizará de manera uniforme. Estos ventiladores tomarán el aire del exterior a través de ductos individuales provistos de filtros, localizados adecuadamente en el techo del habitáculo y lo inyectarán al interior por medio de difusores que asegurarán el flujo uniforme de aire hacia la zona ocupada por los pasajeros. Su acabado armonizará con el interior del habitáculo.

El sistema de ventilación forzada consistirá básicamente de:

- Motor (con rodamientos seleccionados en función de operación, aptos para uso en transporte de pasajeros)
- Hélice de material plástico, calidad autoextinguible.
- Estructura soporte y conjunto de mecanismos de sujeción y abatimiento.
- 
- El peso de cada ventilador no deberá ser mayor a 15 kg.

### **Ventanillas**

La Propuesta Técnica deberá indicar el tipo, dimensiones, disposición y cantidad de ventanillas a instalar en los “**Trolebuses**”, así como las especificaciones y normas de cumplimiento de los



cristales.

### **Dispositivos para desplazarse, sujetarse y delimitar Zonas**

Deberá integrarse un sistema de barras de apoyo (Asideras, Postes y Barandales) para auxiliar al desplazamiento y sujeción de los pasajeros, así como para delimitar zonas en el habitáculo de pasajeros.

El anclaje y/o fijación de estos elementos deberá realizarse directamente a la estructura del trolebús, mediante el empleo de tornillería de acero inoxidable, con especificaciones de acuerdo a normas ISO con cabeza de seguridad para evitar que los pasajeros manipulen su anclaje. Las piezas de unión deberán ser fabricadas en acero inoxidable con acabado pulido satinado.

Estos elementos deberán estar eléctricamente aislados de la carrocería. Adicionalmente podrán contar con un recubrimiento de uso rudo para cubrir las zonas de contacto directo con los pasajeros y operador, con un tiempo de vida útil de 20 años, el cual deberá garantizar la rigidez dieléctrica y la seguridad de los pasajeros ante vibraciones y esfuerzos mecánicos.

### **Vestíbulo**

Contará con un respaldo acojinado, con cinturón de seguridad, timbre y señalización universal de lugar exclusivo para personas con discapacidad en silla de ruedas, el piso será de color azul Pantone 294C

### **Timbres**

Además de las ubicaciones descritas en el numeral 5.1.9 del Manual de Lineamientos, se deberá considerar la instalación de un botón de timbre en el lugar reservado para personas con discapacidad visual.

Para pasajeros con discapacidad visual y auditiva, se colocarán señales visuales y auditivas próximas a la puerta de descenso, ambas deberán ser intermitentes y con potencia de adecuada para ser escuchada por los pasajeros.

### **Asiento de pasajeros**



La Propuesta Técnica deberá incluir la propuesta de distribución de asientos en el habitáculo, la cual deberá facilitar la circulación de los Usuarios al interior de los “**Trolebuses**”. Los asientos preferentemente deberán estar orientados con el frente hacia la parte delantera de la Unidad y se deberá considerar que, a lo largo del pasillo entre las puertas de ascenso y descenso, una fila de asientos tipo mancuerna en el costado izquierdo y una fila de asientos sencillos en el costado derecho de la unidad.

La distribución de asientos deberá considerar la diferenciación de asientos reservados para mujeres y para personas con discapacidad, mediante el empleo de conchas de distinto color de conformidad con la siguiente clasificación.

Tipo de Asiento	Cantidad de asientos	Color
General	Mínimo 10	Gris
Reservado para mujeres	13	Rosa
Reservado para personas con discapacidad	5	Azul pantone 294C

La Distribución final de asientos se aprobará de manera conjunta con el STE.

Asimismo, se deberá realizar la identificación tanto de los asientos como del espacio reservado para personas con silla de ruedas, mediante el empleo de pictogramas.

Cada trolebús dispondrá de un asiento para personas con discapacidad visual, éste deberá contar con espacio aislado para perro guía, con dimensiones equivalente al espacio que ocupa un asiento individual (700 X 440 mm). En la proximidad de este asiento se dispondrá de una placa indicando con grabados a la transcripción en Braille la siguiente información:

- Asiento reservado.
- Número económico de la unidad.
- Número de emergencias de Locatel.

El anclaje de los asientos a la estructura del Trolebús deberá realizarse mediante tornillería de acero inoxidable o con acabado electrolítico (anticorrosión) con dimensiones de acuerdo a las normas ISO grado 8.8, con cabeza hexagonal.



La Propuesta Técnica deberá especificar el tipo de herrajes a utilizar para la fijación de la silla de ruedas.

## Piso

El piso estará constituido en toda la superficie por paneles de Plymetal o material similar, con propiedades de retardante a la flama, libre de cavidades internas, con tratamiento resistente a la humedad, podredumbre y moho en sus dos caras, cantos y barrenos, incluyendo al sellador (recubrimiento y accesorios), con las dimensiones adecuadas para diseño del trolebús.

El piso de “Los Trolebuses” deberá contar con un recubrimiento a base de linóleum con un espesor mínimo de 3 mm de conformidad con los colores descritos a continuación:

- Zona de pasillos y tránsito de pasajeros - Color gris claro.
- Zona para la silla de ruedas - Color azul Pantone 294C.
- Zona de estribos, escalones, rampas de desnivel y restricción de pasajeros de pie - Color amarillo Pantone 114C

Su instalación deberá ser continua y en donde sea posible de una sola pieza, permitiendo su intercambiabilidad en las áreas de mayor tránsito (pasillo y vestíbulo), sin que esto implique desmontar asientos u otros elementos.

El linóleum deberá ser antiderrapante y de fácil limpieza, ignífugo, hidrófugo y deberá garantizar una vida promedio de por lo menos 6 años de uso, debiendo cumplir con las siguientes características y normas:

Norma	Especificación
ASTM D-635	Combustibilidad
ASTM D-2115	Estabilidad térmica
NMX C-114 - 82	Estabilidad dimensional
NMX C-124 - 1983	Resistencia a los solventes
ASTM D-1308	Resistencia a las manchas
DIN 51961	Resistencia a la quemadura de cigarro





ASTM D-3389 Y ASTM D-4060

Resistencia a la abrasión

### Características del recubrimiento de piso

- Dureza Shore A  $85 \pm 3$  (DIN 53505)
- Punzonamiento (DIN 51955)  $< 0.30$
- Resistencia al doblado sobre peldaño (DIN 53509) Radio mínimo 60 mm
- Resistencia a la abrasión bajo carga de 0.5 kg (DIN 53516)  $\geq 160\text{mm}^3$
- Estabilidad dimensional DIN 51962 (6H, 80°)  $\leq 0.2\%$
- Comportamiento al fuego y emisión de humos (NF F 16101) Calificación M2-F2
- Resistencia a los agentes químicos S/DIN 51958, 24 horas a 23°C
- Estabilidad de color S/DIN 53389  $>$  grado 6
- Resistencia al deslizamiento S/UNI 9551
- Resistencia a los cigarros S/DIN 51961

La unión de las piezas adyacentes se realizará mediante adhesivo poliamida epóxico para garantizar la estanqueidad de las juntas. En todo el contorno del linóleoum, así como en las bases para asientos y demás equipos según diseño, se deberá aplicar una impregnación de BETASEAL 43533 y BETASEAL 57302 como sello entre piso y la estructura.

### Revestimiento Interior (forros)

La preparación del revestimiento interior del habitáculo deberá ser agradable, armoniosa y funcional, mediante el empleo de materiales resistentes al vandalismo (penetración de grafitis y al scrashgrafi), al desgaste, al envejecimiento y al fuego. El color del revestimiento interior será definido en conjunto con el STE y su instalación será libre de relieves para facilitar su limpieza.

Los materiales empleados deberán cumplir con la siguiente norma:

NORMA UTILIZADA	ESPECIFICACIÓN
UNE 45545	Calificación M2-F2, Comportamiento al fuego y emisión de humos.

Cuando se encuentren uniones entre los paneles del revestimiento interior, estas deberán realizarse de forma que no se produzcan grietas ni deformaciones en los mismos.

El decorado se realizará de tal forma que los registros necesarios para conservar y reparar los elementos que así lo requieran, sean de fácil acceso, sin que sea preciso grandes desmontajes.

La sujeción de los revestimientos deberá garantizar que se encuentren libres de vibraciones en



condiciones normales de operación.

Para los elementos auxiliares y de vestidura tales como ventanas, asientos, ornamentos, luminarias, ventilación, etc., la unificación debe ser total garantizando su intercambiabilidad.

Los materiales a emplear en el interior serán resistentes a la corrosión, ignífugos, retardantes a la flama y autoextinguibles.

Dentro de este revestimiento debe quedar comprendida la preparación para que se integren las luminarias al techo, asimismo, tendrá un espacio entre la parte superior de ventanas y el toldo.

El número de tornillos aparentes será mínimo, los que subsistan serán de acero inoxidable con cuerda milimétrica según la norma AISI 304/316, se deberá considerar dotarlos de un acabado adecuado a la decoración interior, que resista las condiciones climatológicas de la Ciudad de México. Estos serán de uso frecuente y del tipo imperdible.

Los accesos a los aparatos tales como mecanismos de puertas, serán construidos y articulados con materiales robustos que garanticen el uso rudo de estos y asegurados con cerradura triangular tipo pestillo con una calcomanía adherible indicando la posición de apertura/cierre.

### **Mampara protectora del Operador**

Los materiales empleados en su construcción serán ignífugos, resistentes a solventes, con estabilidad dimensional, no generadores de gases tóxicos y humos negros, así como de fácil limpieza. El tono y acabado será conforme al interior general de la unidad.

En el ensamble y fijación de este elemento se utilizará el mínimo de tornillería, la que subsista será de acero inoxidable AISI 304/316, con cuerda milimétrica y quedará oculta en los elementos del ensamble, se deberá considerar dotarlos de un acabado adecuado a la decoración interior, que resista las condiciones climatológicas de la Ciudad de México. Estos serán con cabezas de estampado cruciforme y para los casos de tornillos de uso frecuentes se utilizarán del tipo imperdible.

Su diseño, disposición y los materiales de fabricación garantizarán al operador acceder al puesto de conducción de una manera fácil, ajustar el asiento de conducción y controlar los elementos de conducción de forma libre sin interferencias, limitar el área del operador (puerta opcional) y mantener visibilidad hacia la parte posterior de la Unidad mediante la ayuda del espejo retrovisor interior,

### **Asiento del Operador**

Los materiales a emplear serán retardantes a la flama, libre de cavidades internas, con tratamiento resistente a la humedad, podredumbre y moho, las partes metálicas deberán estar recubiertas con



algún sistema de pintura (primario cromato de zinc y pintura acorde a los acabados interiores) que evite la corrosión, que cumpla con la norma UNE 45545, Calificación M2-F2, Comportamiento al fuego y emisión de humos.

## Mandos y Controles

Posibilitarán al Operador el accionamiento de las funcionalidades de los “**Trolebuses**” de manera cómoda y sin interferir con la visibilidad tanto al exterior como al interior de la Unidad.

Todos los mandos y controles estarán al alcance de la mano del operador de conformidad con lo descrito en la Práctica Recomendada por SAE J287 “Driver Hand Control Reach”.

Como parte de los mandos y controles, el área del operador debe incorporar un selector de marcha de tres posiciones: adelante, neutro y reversa. Este selector debe contar con un seguro que evite girarlo de una posición a otra cuando la unidad se encuentre en movimiento.

## Tablero de Instrumentos y Controles

Los “**Trolebuses**” estarán equipados con diferentes instrumentos de Control, Indicación, Medición y Aviso sobre las condiciones de operación, los cuales deberán localizarse al frente del volante de dirección, empotrados en un Tablero de Instrumentos, cuyo diseño, posición, instalación y dimensiones garantizará la máxima visibilidad del operador hacia el exterior de la Unidad.

Su diseño garantizará que no se presenten reflejos que dificulten o impidan la lectura de los instrumentos, asimismo, será hermético y de fácil limpieza. Su geometría evitará la presencia de resquicios o lugares donde se acumule basura y polvo, y proporcionará el espacio suficiente y adecuado para que el Operador pueda accionar los pedales sin obstrucción o restricción.

El diseño del tablero considerará la utilización de puertas de registro (tolvas o tapas) para su mantenimiento, con una distribución ergonómica que permita al Operador el accionamiento de controles sin afectar su visibilidad, accesibilidad y confort. Dichas puertas cerrarán herméticamente, para evitar que cables o instrumentos interfieran con el movimiento de los pies del operador. Asimismo, contarán con el soporte adecuado para colocar la conexión (interface) de la computadora de taller (herramienta de diagnóstico) del equipo de tracción.

Para el caso que, por diseño se requiera emplear tableros adicionales laterales, estos deberán estar alineados con el costado y a la misma distancia de acuerdo al diseño.



El tablero contará con un interruptor general corta corriente, de manera que ningún componente de tablero, ya sea testigo, interruptor, instrumento, pantalla, computadora de viaje o telemática, funcione o consuma energía de las baterías, a excepción de los dispositivos de apertura de puerta delantera, tanto el que se ubica en el tablero como el del exterior de la unidad.

## Indicadores

El Tablero de Instrumentos integrará indicadores cuantitativos y cualitativos, los cuales tendrán como finalidad informar, hacer notar y/o demostrar el estado de funcionamiento de algún componente, sistema o circunstancia de la Unidad, mediante señales visuales y/o acústicas.

Para la integración de estos indicadores, se empleará tecnología analógica para la detección de estados y se considerará el empleo de un Display Electrónico y un código de colores para dar a conocer las condiciones de la Unidad y visualizar la información en el Tablero, con indicadores en color verde para condiciones de operación normal, rojo para condiciones de mal funcionamiento, azul para activación de luces altas, etc.).

Los Indicadores analógicos, luminosos y acústicos que, de forma mínima se deberán integrar en el Tablero de Instrumentos, se listan a continuación:

Descripción	Señal
Velocímetro. SAE J678 "Speedometer and tachometer - Automotive".	(km/h)
Tacómetro (Motor Eléctrico).	rpm
Odómetro	km
Voltímetro de baja tensión (batería de arranque).	Vcd
Amperímetro para medir la corriente del motor de tracción.	Amp
Manómetro de presión de aire para el sistema de frenado.	bar / psi
Manómetro de presión de aire en el sistema neumático de equilibrio.	bar / psi



Voltímetro de respaldo (batería de respaldo).	Vcd
Carga de baterías.	%
Selector de marcha (luminoso).	Visual en color
Falla del equilibrio del sistema batería-convertidor estático	Visual en color rojo y acústica.
Sobrecorriente	Visual continua en color rojo.
Baja tensión de línea	Visual continua en color rojo.
Carrocería energizada /Nivel de aislamiento de la carrocería	Visual intermitente en color rojo y acústica.
Puertas abiertas	Visual continua en color rojo y acústica.
Accionamiento de timbre para descenso	Visual intermitente en color rojo.
Cinturón de operador	Visual intermitente en color rojo.
Falla de freno o baja presión de aire	Visual intermitente en color rojo.
Freno de estacionamiento	Visual continua en color rojo.
Luces altas	Visual continua en color azul.
Intermitentes	Visual intermitente en color verde.
Direccionales	Visual intermitente en color verde.
Marcha con batería de respaldo	Visual intermitente en color verde.

## BLOQUE SE SEÑALIZACIÓN



FALLA DE CONVERTIDOR	BAJA PRESIÓN DE AIRE SONORO	FALLA DE INFORMATICA	NIVEL BAJO DE BATERIA DE 24 VCD
SOBRECORRIENTE	BAJA PRESIÓN DE AIRE EN SUSPENSIÓN	LUZ DE CONTRAFLUJO	% DE CARGA DE BATERIAS DE RESPALDO
FALLA DE AISLAMIENTO	FRENO DE ESTACIONAMIENTO ACTIVADO	TORRETA	PUERTAS ABIERTAS
BAJO VOLTAJE	LIMITE DE VELOCIDAD	CARROCERIA ENERGIZADA	SOLICITUD DE DESCENSO
TROLE ABAJO	RAMPA ACCESO ACTIVADA	LIBERACIÓN DE PUERTAS MANUAL ACTIVADO	ARRANQUE
CARGA DE BATERIA Y AUTONOMIA	DESCENSO DE PASAJE	DEFROSTER ACTIVO O INACTIVO	INTERRUPTOR DE ALIMENTACIÓN

### Interruptores y/o Válvulas

Para el encendido y preparación de cada Trolebús, se deberá considerar la integración de un interruptor con botones pulsadores para el control de las funcionalidades de cada Unidad.

Los interruptores y botones pulsadores deberán ser de uso rudo, para uso automotriz, confiables y de fácil mantenimiento.

La propuesta técnica deberá integrar los tipos de interruptores propuestos.

El Tablero de Instrumentos deberá integrar por lo menos los controles que a continuación se listan:

Funcionalidad	Tipo de interruptor
Arranque general de la unidad.	Se definirá en conjunto con el STE.
Paro general de la unidad.	Se definirá en conjunto con el STE.



Selector de marcha adelante/neutro/reversa	Tipo trinquete.
Cambio de luces altas y bajas	Mediante palanca de direccionales.
Luces direccionales	Tipo palanca, ubicado en el costado izquierdo del volante. Después de efectuada la maniobra el interruptor volverá a su posición de apagado.
Luces intermitentes	Tipo pulsador, en un lugar visible en el Tablero de Instrumentos, con testigo luminoso ya sea en el tablero o en el mismo interruptor.
Luces interiores circuito 1	Tipo pulsador o palanca. Preferentemente con testigo luminoso.
Luces interiores circuito 2	Tipo pulsador o palanca. Preferentemente con testigo luminoso.
Luz de área de operador	Tipo pulsador o palanca. Preferentemente con testigo luminoso.
Luces cenitales	Tipo pulsador o palanca. Preferentemente con testigo luminoso.
Luces exteriores	Tipo pulsador o palanca con testigo luminoso, incluyendo cuartos, gálibos identificación y el letrero de ruta
Claxon	Tipo pulsador, ubicado en la masa del volante.
Sirena de aproximación	Preferentemente de dos tonos, uno de campanilla para ciclistas y otro para peatones
Limpiaparabrisas	Tipo palanca ubicado en la columna de dirección.



Lavaparabrisas	Tipo Pulsador normalmente abierto, en conjunto con el interruptor tipo palanca del limpiaparabrisas.
Desempañador de parabrisas	Tipo Pulsador, localizado en el tablero de interruptores.
Apertura y cierre de puertas	Tipo tecla o pulsador, con señal auditiva, durante la apertura y cierre de puertas.
Encendido de torretas	Tipo palanca, localizado en el tablero de interruptores.
Selector de batería de respaldo	Tipo palanca, localizado en el tablero de interruptores
Accionamiento neumático de pértigas	Botón pulsador, localizado en el tablero de interruptores.
Ventiladores de pasajeros (habitáculo)	Tipo palanca, localizado en el tablero de interruptores.
Ventilador de operador	Tipo palanca, localizado en el tablero de interruptores.

## Parasoles

El habitáculo del Operador deberá incorporar dos parasoles, uno instalado en la parte superior del parabrisas y otro en la parte superior de la ventana del operador, para impedir que los rayos solares incidan de forma directa en el rostro del operador. Estos dispositivos deberán ser de fácil manejo y estarán al alcance del operador.





Serán de tipo enrollables con un mecanismo que permita realizar la regresión de la cortina de forma fácil y rápida. Su extensión será de forma manual hasta ajustar a la altura deseada. Estarán fabricados a base de cortina de PVC de color azul marino, acabado mate, tipo trama cerrada, retardante a la flama.

## **Limpiaparabrisas**

Su operación se realizará mediante la disposición de motores eléctricos, diseñados para uso rudo, de larga duración, de fabricación reforzada en brazos y plumas y de mínimo mantenimiento.

Adicionalmente, contará con un control para dos velocidades cada uno de los limpiadores (alta y baja) y una intermitente, los cuales al dejar de funcionar regresarán a una posición que no interfiera con la visibilidad del operador, cada motor contará con protección termomagnética en su circuito eléctrico.

La delimitación del área que deben barrer los limpiaparabrisas, será definida con base a una pirámide formada por los ángulos horizontales y verticales de visión mínimos para el barrido de estos, de conformidad con la Norma SAE – J198-2020. El 90% del área que queda delimitada por la intersección de la pirámide con el parabrisas, deberá ser barrida.

## **Iluminación**

### **Iluminación Interior**

La iluminación para los habitáculos deberá ser generada mediante luminarias con tecnología Led en color blanco frío, la cual deberá integrar un difusor de policarbonato (Lexan) que cumpla con la norma UL-94, de color blanco o translúcido sin filtro de color, que servirá como protección para la fuente de luz. No se aceptará la utilización de algún tipo de cristal.

Las luminarias deberán alojarse en un gabinete metálico, con acabado dieléctrico y que prevenga daño por oxidación o corrosión, dicho gabinete proporcionará la sujeción adecuada para evitar actos de rapiña y la rigidez mecánica para resistir actos de vandalismo, su diseño permitirá accesibilidad para el reemplazo rápido de la unidad.

Los gabinetes y difusores serán articulados con bisagras continuas de tipo piano y asegurados con tornillos tipo imperdibles de acero inoxidable. Fabricados de conformidad con la norma EN-13272 o equivalente.

### **Iluminación en el Área de Operador**



La luminaria deberá producir una intensidad del flujo luminoso de 60 a 80 luxes, medido en cualquier punto del área del operador a 1 m de altura a partir del piso.

### **Iluminación Exterior**

Toda la iluminación exterior deberá ser a base de Led y deberán estar selladas para evitar acumulación y filtración de humedad o polvo. Las micas deben ser con un acabado reflejante que conserve el color original a pesar de las condiciones ambientales o el paso del tiempo.

### **Iluminación Auxiliar en Compartimientos**

Los compartimientos deberán contar con luminarias a base de Led con la intensidad suficiente para realizar inspecciones o actividades de mantenimiento y contarán con interruptor independiente ubicado en el mismo compartimiento.

## **Sistemas Complementarios**

### **Sistema Informativo**

#### **Sistema de Videovigilancia**

**Los Trolebuses**” deberán contar con un sistema de grabación de video digital y almacenamiento de archivos digitales, tipo NVR (Network Video Recorder) con las siguientes funcionalidades mínimas:

- Sistema compuesto por un mínimo de cinco cámaras para videograbación de las siguientes zonas:
  - Puerta de ascenso (vista puesto de operador y puerta de ascenso)
  - Puerta de descenso (vista corralillo y puerta de descenso)
  - Trasera interior (vista pasillo)
  - Frontal (vista del operador)
  - Trasera (vista de reversa)
- Características de cámaras de video:



- Digitales
  - Resolución mínima HD (720p)
  - Con capacidad para grabación nocturna
  - Conexión alámbrica e inalámbrica (Gps, Gprs, 3g, 4g)
  - Interfaz de conectividad (BNC, ethernet "Poe")
  - Con capacidad para almacenar la información por un periodo mínimo de 7 días, a través de un NVR, que soporte medios convencionales de almacenamiento local, así como de red.
- 
- Con capacidad para la extracción de video por red, disco local, USB y
  - Los ajustes en la distribución de las cámaras se realizarán en coordinación con el proveedor durante el proceso de acondicionamiento de los trolebuses.

### Sistema de peaje

Los "Trolebuses" deberán contar con canalizaciones, líneas de alimentación eléctrica con sus respectivas protecciones (fusibles) y soporte de fijación, disponibles para la instalación y conexión del validador de peaje, el cual será colocado al costado derecho frente al operador, debiendo considerar que no exista obstáculo visual entre el operador y el validador.

### Conexión WIFI

El trolebús deberá contar con la preparación para instalar un sistema de conexión inalámbrica para pasajeros (WIFI).

## Estructura

### Estructura general

La estructura deberá estar diseñada para soportar todos los esfuerzos combinados que se presenten durante la operación a plena carga, garantizando además las condiciones de seguridad para los pasajeros y una vida útil de al menos 20 años en condiciones normales de operación.



El diseño de la estructura deberá considerar la ubicación y distribución de los equipos pesados (equipos de tracción/frenado, convertidor estático, compresor, ejes, etc.), a efecto de garantizar que la estructura soporte y amortigüe los esfuerzos y vibraciones a fin de evitar fisuras en la estructura.

El proceso de fabricación deberá garantizar que se utilicen procedimientos y materiales que eviten la oxidación de sus componentes, y que se cuente con dispositivos eficaces para la evacuación de agua y desalojo de basura.

La Propuesta Técnica deberá integrar la certificación del diseño y fabricación estructural de la caja, o en su caso deberá indicar las normas de cumplimiento de la estructura propuesta, así como señalar el(los) lugar(es) en donde se encuentra actualmente operando.

## **Materiales**

Los materiales empleados para la fabricación de los “**Trolebuses**” deberán garantizar su operación bajo las condiciones normales de uso en la Ciudad de México, de tal forma que los esfuerzos a que se someten no sobrepasen las características del material empleado, utilizando un alto coeficiente de seguridad.

La Propuesta Técnica deberá indicar las normas de cumplimiento de los materiales empleados para la construcción de travesaños y laminaciones, mismos que deberán cumplir con las siguientes especificaciones de referencia:

- Para láminas. - ASTM A-611 CBS, ASTM A-570 y ASTM A-606, en los grados y espesores requeridos para el diseño.
- Para placas y perfiles. - ASTM A-36, ASTM A-411 y ASTM A-572, en los grados y espesores requeridos para el diseño.

## **Levantamiento y Arrastre**

La estructura deberá contar con puntos de apoyo para levantamiento mediante gatos hidráulicos, los cuales deberán estar visiblemente señalados en los costados de los “**Trolebuses**” .



Asimismo, deberá contar en los extremos delantero y posterior la Unidad, con dispositivos de remolque con la resistencia suficiente para el levantamiento (de fácil acceso para equipo under lift ) o arrastre con grúa. Los soportes frontales deben resistir sin deformación permanente, tensiones de hasta 1.2 veces el peso de la unidad vacía, dentro de los 20° del eje longitudinal del Trolebús. Estos soportes deben permitir levantar el trolebús vacío hasta que las ruedas delanteras se hayan despegado completamente del piso.

La operación de las puertas, ventanas u otros elementos electromecánicos del Trolebús no deben verse afectados por deformaciones o deflexiones de la estructura causadas por el levantamiento o arrastre de la unidad. En ningún caso las deformaciones podrán ser permanentes.

### **Sistema de retención de pértigas**

En la parte posterior de los “**Trolebuses**” se deberá considerar la instalación de un mecanismo para recuperación de las pértigas, dispuestos sobre una base metálica de calibre y dimensiones que aseguren el montaje y operación de este mecanismo.

### **Barra protectora y Ganchos**

Los “**Trolebuses**” deberán integrar una barra protectora metálica en la superficie del toldo, a todo lo ancho de la unidad, la cual servirá de protección durante el accionamiento del sistema de retención de las pértigas. Estará fabricada en acero al carbón con un espesor mínimo de 4.76 mm (3/16”). Tendrá un recubrimiento de neopreno o material similar que amortigüe el contacto entre la barra y las pértigas y que garantice el esfuerzo a que será sometido.

También se deberá considerar la instalación de dos ganchos para la sujeción de las pértigas en posición de desconectado, serán fabricados de acero al carbón con un espesor mínimo de 6.35 mm (1/4”). Los ganchos deben estar aislados eléctricamente de la estructura, con un nivel mínimo de 2,200 Vrms / 60 Hz, de conformidad con la norma IEC 77.

Asimismo, se deberá contar con un dispositivo que sirva de guía para las cuerdas del sistema de retención, de tal manera que evite que éstas excedan el ancho del Trolebús cuando efectúa alguna maniobra de giro.



Todos estos elementos, deberán contar con un tratamiento anticorrosivo que les permita resistir la exposición al medio ambiente. Las uniones con el toldo y la estructura deben garantizar estanqueidad hacia el interior.

### Compartimientos de Servicios

La habilitación de compartimientos para la instalación y protección de los equipos en el techo o bajo plataforma de “**Los Trolebuses**”, se realizará considerando la adecuada distribución del peso de los mismos. Estos compartimientos deberán integrar en su diseño elementos anticolidión para garantizar la integridad de los equipos que resguardan, así como un sistema de tapas móviles abatibles, cuyo diseño y operación facilite las actividades de mantenimiento de los componentes, con la disposición de mecanismos que las sostengan en su posición de máxima apertura.

Los compartimientos contarán con ventilación o desagüe adecuado de acuerdo a las necesidades funcionales de los sistemas o componentes que alojen. En su superficie interior contarán con aislamiento eléctrico y protección contra la corrosión. La totalidad de los componentes de los compartimientos deberán ser fabricados en acero inoxidable acabado satinado. Sus dimensiones, ubicación y disposición evitarán interferir con la seguridad y comodidad de los pasajeros.

Los compartimientos que contengan equipos que utilicen alta tensión, deberán garantizar la estanqueidad al polvo y agua, estarán identificados con calcomanías de riesgo de descarga eléctrica y deberán indicar el tiempo de descarga. Asimismo, las tapas deberán estar equipadas con un dispositivo de seguridad que permita la apertura de los compartimientos únicamente cuando exista ausencia de alta tensión.

Para los compartimientos con acceso desde el exterior de los “**Trolebuses**”, las puertas contarán con seguros adicionales que impidan su cierre accidental cuando se encuentren en posición abierta. La manija de los cerrojos quedará al ras o embutida en la carrocería, sus dimensiones facilitarán su apertura. Entre las tapas y compartimientos se deberá considerar un sello perimetral para garantizar la estanqueidad.

Todas las puertas de los compartimientos deberán integrar cerradura triangular tipo pestillo o equivalente con una calcomanía auto adherible indicando la posición de apertura / cierre.



## Dispositivos de Seguridad

### Claxon y Sirena de aproximación

Los “**Trolebuses**” contarán con dos sirenas de aproximación, una con sonido de campanilla para aviso al ciclista y otro con sonido para aviso a peatones, éstas podrán ser activadas y desactivadas mediante interruptores monoestables, para que las sirenas puedan funcionar de manera continua durante la conducción del Trolebús, dichos interruptores deberán ubicarse en un lugar cercano al volante, que permita su fácil y rápida activación.

La operación del claxon y las sirenas de aproximación, deberá ser de forma independiente.

### Torretas

Los “**Trolebuses**” contarán con 2 torretas instaladas en el toldo, una en la parte frontal y la otra en la parte posterior, mismas que servirá de señalización visual para peatones y vehículos cuando el trolebús circule en el carril de contrasentido.

Las torretas trabajarán con la tensión proporcionada por el convertidor auxiliar a una tensión de 24 VCD y serán a base de led de alta intensidad con reflectores que proporcionan 360° de luz continua, con al menos 2 patrones de destellos, luz color ámbar.

### Escaleras para Mantenimiento

Los “**Trolebuses**” estarán provistos de un dispositivo para acceder a la parte superior de la Unidad para realizar trabajos de mantenimiento e inspección. El diseño de este dispositivo quedará a elección de las Empresas Participantes, debiendo atender a las siguientes consideraciones:

- El Dispositivo podrá ser fijo o móvil.
  - Fijo. Mediante soportes retractiles u ocultos anclados a la estructura.
  - Móvil. Mediante dispositivo abatible tipo “escalera” con anclaje de seguridad.
- Acceso desde el interior o exterior de la Unidad.
- Separación máxima entre peldaños 450 mm.



- Para soportar un peso mínimo de 200 Kg.
- Con asideras o agarraderas en el toldo de la Unidad como medio de sujeción para facilitar el ascenso y descenso.
- Con cubierta aislante tipo tapete dieléctrico antiderrapante en el toldo de la Unidad, con capacidad dieléctrica de 18 KV, resistente al envejecimiento por ozono, la superficie a cubrir será de 1,000 X 1,000 mm.

### Letreros de Ruta

Los “**Trolebuses**” estarán equipados con Letreros de Ruta para desplegar información sobre el origen y destino de la Unidad, con iluminación a base de Led, y alimentación de 24 Vcd mediante el circuito de auxiliares.

Con capacidad para programar las diferentes rutas, serán configurables desde el puesto del operador o mediante memoria precargada y se instalarán en las siguientes ubicaciones:

- **Exterior**

- Uno ubicado en la parte frontal superior del Trolebús.
- Uno en el costado izquierdo de la puerta de ascenso.
- Uno en parte trasera superior.

- **Interior**

- Uno ubicado al interior del Trolebús en posición y vista hacia los usuarios

### Pintura

La pintura exterior deberá ser del tipo poliuretano o de características superiores, deberá ser resistente al grafiti. El color de la pintura y la imagen institucional tales como logotipos, emblemas y números económicos, serán asignados de acuerdo a lo establecido por el Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México.





“El Proveedor” deberá presentar las probetas y pantones para su aprobación antes del proceso de aplicación de la pintura.

## Sistema Eléctrico

La Clasificación de los Sistemas Eléctricos de los “Trolebuses”, se realizará de conformidad con lo siguiente:

- Alta Tensión “**AT**”. Alimentación principal proveniente de la Línea Elevada, con una tensión nominal de 600 Vcd.
- Baja Tensión “**BT**”. Alimenta los sistemas auxiliares con una tensión nominal de 24 Vcd. Proveniente de un Convertidor Auxiliar, que proporcionará el suministro eléctrico BT a los equipos embarcados y el banco de baterías será la fuente de inicio de marcha y el sistema de respaldo para la lógica de control del trolebús.
- Tensión trifásica. “**TT**”. Alimenta los sistemas auxiliares con una tensión igual o mayor a 220 Vca / 60 Hz, generada a partir del Convertidor Auxiliar.
- Reserva “**FR**”. Fuente de almacenamiento de energía eléctrica, disponible únicamente cuando se pierda la “**AT**”. La capacidad de almacenamiento deberá ser suficiente para dotar al Trolebús con la capacidad para recorrer una distancia mínima de 70 Km (en condiciones normales de operación).

La demanda de consumo de los equipos instalados no deberá exceder la potencia máxima entregada por el Convertidor Auxiliar, y su capacidad debe permitir cuando menos un régimen del 10% de sobrecarga durante 20 minutos. Del convertidor se obtendrán por lo menos cuatro tomas de tensión monofásica de 127 VCA/60 Hz.

## Protecciones para los Circuitos Eléctricos



Los “**Trolebuses**” deberán contar con protecciones para aislar la alimentación de los circuitos eléctricos, e inhibir que se sobrepasen los valores máximos permisibles de corriente, hasta que se reestablezcan las condiciones normales de operación.

Estas protecciones serán seleccionadas tomando como referencia los valores nominales, máximos de cada equipo, circuito eléctrico, corto circuito y deberán garantizar y asegurar la integridad física de los componentes (contactos, relevadores, conductores, conexiones, motores, etc.).

Su ubicación deberá permitir el accionamiento rápido y seguro. Sus características de aislamiento y montaje deberán ser acordes con los valores de tensión y corriente involucrados. Los interruptores deben contar con testigos de accionamiento.

## **Sistemas de Alta Tensión “AT”**

### **Alta Tensión (Doble Aislamiento)**

Todos los equipos y componentes en contacto con la fuente de alimentación AT deberán tener un segundo nivel de aislamiento entre los electrodos de potencial y el cuerpo de la carrocería, el cual se puede proporcionar mediante la utilización de elementos de fijación aislantes adecuados.

Para el caso del motor de tracción, se deberá contar adicionalmente con un Cople Aislante que evite una conexión eléctrica con el eje de la transmisión.

Todos los aparatos que sean alimentados con 600 VCD y tengan circuitos o componentes a nivel de 24 VCD, como circuitos de medición, deben mantener el doble aislamiento entre dichos circuitos. La cualidad del doble aislamiento debe ser de conformidad con la Norma IEC 77.

Los aisladores a utilizar deberán contar con las propiedades mecánicas y dieléctricas suficientes para soportar sin fisurarse o flamearse, los esfuerzos mecánicos y eléctricos a los cuales se verán sujetos.

La Unidad debe disponer de un indicador acústico y óptico en caso de fallas de aislamiento y desarrollo de potencial de la carrocería con respecto a tierra (carrocería energizada). Si la falla de aislamiento se encuentra después del interruptor de línea, el indicador debe apagarse al abrir este



interruptor, mientras que, si la falla se encuentra entre el colector de corriente y el interruptor de línea, este indicador permanecerá activado.

### **Apartarrayos**

El sistema AT deberá integrar en su diseño, la instalación de un apartarrayos (dispositivo de protección contra sobretensiones en la línea ya sea por descargas atmosféricas o por maniobras), el cual se ubicará sobre el techo de los “**Trolebuses**”, a la entrada entre ambas tomas de corriente de AT.

El apartarrayos a instalar deberá ser preferentemente de Clase 3, 600 VCD como mínimo, con una corriente de descarga igual o mayor a 10,000 A.

La Propuesta Técnica deberá incluir las características del apartarrayos propuesto.

### **Sistema de Captación de Corriente**

Este sistema comprende los equipos y accesorios necesarios a instalar sobre el techo de la unidad para la captación de la tensión eléctrica desde la Línea Elevada (alambre “trolley”) y hasta su conducción a la unidad por medio de cables flexibles.

El sistema de captación de corriente, debe estar formado por los siguientes equipos:

#### **Cabeza Captadora**

Dispositivo que aloja al inserto de carbón colector de energía, por medio del cual se mantiene en contacto con el alambre ranurado de Línea Elevada (calibre 2/0 AWG), para la captación de energía eléctrica.

En caso que la Empresa Participante proponga un nuevo diseño de la cabeza captadora, deberá considerar lo siguiente:

- El diseño propuesto deberá ser compatible con la infraestructura de Línea Elevada con la que



cuenta el STE.

- El diseño propuesto deberá conservar las dimensiones del inserto de carbón utilizado actualmente por el STE.

### **Pértigas (Troles)**

Fabricadas en material con resistencia suficiente para soportar los esfuerzos estáticos y dinámicos propios de su función y soportar como mínimo la presión de contacto entre el inserto de carbón y el hilo de contacto de Línea Elevada.

Deberán contar con un sistema de elevación y retracción automático, mismo que deberá ser accionado desde el puesto del operador

La Propuesta Técnica deberá incluir la descripción funcional y las características técnicas del Sistema de Pértigas Propuesto. Asimismo, deberá incluir un análisis para determinar la fuerza de contacto entre el inserto de carbón y la Línea Elevada, considerando la altura nominal de la misma y las variaciones señaladas en el numeral 5.4 de conformidad con el diseño del sistema propuesto.

### **Base de Pértigas**

Deberán contar con un mecanismo que impulse las pértigas y producir una fuerza de contacto entre el inserto de carbón y el hilo de contacto de Línea Elevada, de al menos 12.5 kgf, para evitar producir arcos eléctricos durante la operación del Trolebús, el mecanismo deberá contar con algún medio para ajustar la tensión mecánica.

Deberá permitir la elevación y retracción de las pértigas de manera automática. La base de pértigas deberá estar automatizada mediante un control electrónico, dicho control deberá contar al menos con un puerto USB 2.0 o superior, o estar integrado al CanBus, mediante el cual se podrá realizar la configuración, ajuste de parámetros y extracción de fallas.

### **Banco Rectificador Principal “MRF”**



Se deberá incluir en el diseño de los “**Trolebuses**”, un banco rectificador de onda completa, con las características adecuadas para soportar la demanda total de energía que consumen los equipos embarcados, considerando un 25% adicional a la potencia que requieren dichos equipos.

El “MRF”, garantizará la correcta polaridad de alimentación a los equipos eléctricos instalados en el trolebús.

La Propuesta Técnica deberá incluir la descripción funcional, incluyendo un diagrama de bloques en la que se muestre la forma en que interactúa con los demás equipos, así como la ubicación física propuesta para la instalación del “MRF”.

### **Sistema de Tracción/frenado**

El diseño del sistema de tracción/frenado debe considerar, además de las funciones requeridas para el desplazamiento de la Unidad, la funcionalidad para que en cada Unidad se realice el diagnóstico, verificación y localización de fallas.

La Propuesta Técnica deberá describir tanto la funcionalidad del sistema de tracción/frenado así como la descripción del sistema de diagnóstico embarcado propuesto, o en su caso, la descripción y propuesta para la instalación de un Banco de Pruebas con las características adecuadas para realizar las actividades de diagnóstico, verificación y localización de fallas en el sistema de Tracción/Frenado del modelo de Trolebús ofertado, de conformidad con los Manuales de Mantenimiento correctivo del fabricante del sistema propuesto.

### **Motor eléctrico**

Motor eléctrico con las siguientes características:

- De corriente alterna trifásica, síncrono de imán permanente, con aislamiento grado F como mínimo.
- Potencia nominal 200 KW mínimo
- Con sistemas de enfriamiento adecuado al diseño y monitoreo de temperatura.



- Con rodamientos con una vida útil mínima de 25,000 horas de operación.
- Con acoplamiento aislante en motor, que evite conexión eléctrica.
- Grado de protección IP68 (resistencia a polvos y agua)

El montaje deberá asegurar la sujeción del motor y garantizar el aislamiento entre el motor y la estructura.

### Convertidor de Tracción

Convierte la tensión de la Línea Elevada (AT), a la tensión adecuada para energizar al Motor de Tracción Eléctrico.

Su diseño deberá prever el uso de semiconductores de potencia de última generación o alguna tecnología superior. No se permitirá la utilización de dispositivos de diseño especial en montaje, encapsulado y características eléctricas.

La Propuesta Técnica deberá contener las características de todos los semiconductores de potencia instalados en los “**Trolebuses**”, indicando la siguiente información mínima:

- Función, tipo y fabricante del semiconductor.
- Características de tensión – corriente.
- Tiempo de respuesta (Turn - Off) de los semiconductores.
- Características de sobrecarga intensidad – tiempo.

A la entrada del convertidor de tracción, se deberá realizar la instalación de un Filtro de Línea del tipo LC, con una inductancia de respuesta de  $1.8 \text{ mH} \pm 10 \%$ , que servirá para atenuar las perturbaciones que presenta la alimentación proveniente de la Línea Elevada, evitando las demandas bruscas de corriente y tensión, limitando la corriente por falla.



La inductancia del Filtro de Línea dispondrá de fijaciones de tal forma que inhiban la transmisión de vibraciones a la carrocería. El aislamiento será clase G y estará adecuadamente ventilada para su correcta operación.

Deberá contar con un sistema de enfriamiento acorde a diseño y gabinete que garantice la protección mecánica y estanqueidad del equipo.

El equipo deberá controlar al motor de tracción para producir un arranque suave al acelerar el vehículo y prevenir que se produzcan daños en otros dispositivos.

Asimismo, deberá controlar la secuencia de frenado eléctrico (Freno eléctrico regenerativo dinámico y el freno eléctrico reostático) y la activación del freno mecánico. La transición entre el freno electrodinámico y el freno mecánico deberá ser tal, que el valor de la desaceleración se mantenga constante durante el proceso.

En el instante del arranque de un Trolebús en pendiente, este no deberá presentar desplazamiento alguno, para ello existirá interface entre el sistema de tracción y el sistema de freno.

El Convertidor de tracción deberá contar al menos con un puerto USB 2.0 o superior o estar integrado al CanBus, mediante el cual se podrá realizar la configuración, ajuste de parámetros y extracción de fallas.

La Propuesta Técnica deberá incluir la descripción funcional del Convertidor de Tracción y del Sistema de Diagnóstico embarcado propuesto. Asimismo, deberá indicar su conocimiento y aceptación en relación con el suministro al STE de los equipos portátiles (laptop), provistos con las licencias y configuraciones necesarias para la instalación y uso del software para la comunicación, diagnóstico y extracción de datos del Convertidor de Tracción, incluyendo las interfaces necesarias para tal fin; considerando el suministro de 1 equipo portátil por cada 20 Unidades.

Para el caso de que los “**Trolebuses**” no cuenten con un Sistema de Diagnóstico embarcado, la Propuesta Técnica deberá incluir la descripción y propuesta para el suministro, instalación y puesta en operación de un Banco de Pruebas con las características adecuadas para realizar las actividades de diagnóstico, verificación y localización de fallas en el Convertidor de Tracción del modelo de Trolebús ofertado, de conformidad con los Manuales de Mantenimiento del fabricante del



sistema propuesto.

### **Transductores**

Ubicados en pedales de acelerador y freno, de alta sensibilidad, robustos para evitar errores, interferencias o variaciones a causa de vibraciones producidas durante el funcionamiento.

La lógica de control debe interpretar la señal proveniente del transductor de aceleración para transmitir el aumento de velocidad acorde al desplazamiento del pedal, considerando que si no hay desplazamiento la orden de marcha no se generará y el desplazamiento máximo indicará la velocidad máxima del Trolebús, el incremento de velocidad será gradual para evitar esfuerzos que produzcan daños en los elementos del Trolebús (flecha cardan o transmisión, diferencial, neumáticos, motor, estructura, etc.).

El incremento gradual de velocidad será un parámetro el cual se ajustará mediante el software del equipo Convertidor de tracción para evitar los daños antes mencionados.

### **Equipo de Potencia**

Todos los equipos de potencia, deberán encontrarse alojados en contenedores metálicos fabricados en acero inoxidable, con cableado interno y listo para operar, dichos contenedores deberán estar montados en la parte trasera del Trolebús o de bajo la plataforma y deberán ser construidos de tal forma que los componentes y equipos alojados en él, sean de fácil acceso para realizar actividades de revisión y mantenimiento, sin necesidad de que tenga que ser retirado del Trolebús.

Para el filtrado del aire, solamente se permitirá el empleo de filtros mecánicos del tipo autolimpiables, que permitan un alto grado de filtraje de polvo y suciedades contenidos en el aire de enfriamiento.

### **Convertidor Auxiliar**

Proporcionará una tensión de salida trifásica en corriente alterna (VCA) y frecuencia de 60 Hz. y deberá contar con otra salida para abastecimiento de "BT" y carga de baterías de 26.1 VCD  $\pm 0.5$  como valor nominal, la potencia entregada deberá ser un 30% mayor como mínimo de la potencia nominal de diseño, que corresponde con la demanda máxima del total de los equipos que se





instalarán.

Adicionalmente, se deberá disponer de por lo menos una toma de tensión monofásica de 127 VCA / 60 Hz.

Deberá utilizar semiconductores de potencia de última generación o alguna tecnología superior. No se permitirá la utilización de dispositivos de diseño especial en montaje, encapsulado y características eléctricas.

La Propuesta Técnica deberá contener las características de todos los semiconductores de potencia instalados en los “**Trolebuses**”, indicando la siguiente información mínima:

- Función, tipo y fabricante del semiconductor.
- Características de tensión - corriente.
- Tiempo de respuesta (Turn - Off) de los semiconductores.
- Características de sobrecarga intensidad – tiempo.

El equipo electrónico del Convertidor deberá detectar zonas sin tensión de Línea Elevada (Bajo Voltaje) para mantener al convertidor temporalmente en modo durmiente. Una vez que la tensión de Línea Elevada se recupere debe continuar su funcionamiento. El nivel máximo de ruido acústico del convertidor deberá ser menor o igual a 75 dBA.

Se deberá garantizar el arranque del convertidor con una tensión de baterías mínima de 17 VCD y contará como mínimo con los siguientes sistemas de seguridad y protección:



- Aislamiento galvánico de las líneas de salida respecto a los circuitos de alta tensión.
- Protección contra sobrecarga en las líneas de salida.
- Protección contra falla del sistema de enfriamiento o temperaturas elevadas.
- Protección de respuesta ultrarrápida, rearmable y de fácil mantenimiento, en caso de alguna falla al interior en alguno de sus componentes. No se aceptará la protección mediante fusibles o dispositivos de protección que requieran material de consumo.

El sistema de enfriamiento del convertidor deberá ser por medio de convección natural, y su fabricación deberá cumplir con las normas de estanqueidad, vibraciones e inducción electromagnética con fibra óptica y/o en su caso con cable de cobre con pantalla y cumplir con las normas EN-V50124-1; ENV50121 -3-2; EN-60076-10. Los módulos o equipos deben ser montados sobre guías deslizantes para facilitar su mantenimiento. Este equipo deberá ser instalado preferentemente en la parte trasera del trolebús.

El convertidor deberá contar con un sistema de diagnóstico de fallas, el cual deberá señalar la falla del equipo en el Tablero de Instrumentos y Controles, desplegar la memoria de incidencias, datos de operación, programación de registros para análisis de fallas y test de equipos on-line. Se podrá conectar un dispositivo portátil (laptop) para entablar comunicación con el convertidor y poder extraer los datos o registros de las fallas almacenadas. La comunicación será a través de un puerto USB 2.0 o superior, y podrá monitorearse en tiempo real el equipo del Convertidor Auxiliar.

El diseño y funcionamiento del Convertidor Auxiliar deberá considerar, además de las funciones requeridas, la funcionalidad para que en cada Unidad se realice el diagnóstico, verificación y localización de fallas.



La Propuesta Técnica deberá incluir la descripción funcional del Convertidor Auxiliar y del Sistema de Diagnóstico embarcado propuesto. Asimismo, deberá indicar su conocimiento y aceptación en relación con el suministro al STE de los equipos portátiles (laptop), provistos con las licencias y configuraciones necesarias para la instalación y uso del software para la comunicación, diagnóstico y extracción de datos del Convertidor Auxiliar, incluyendo las interfaces necesarias para tal fin; considerando el suministro de 1 equipo portátil por cada 20 Unidades.

Para el caso de que los **“Trolebuses”** no cuenten con un Sistema de Diagnóstico embarcado, la Propuesta Técnica deberá incluir la descripción y propuesta para el suministro, instalación y puesta en operación de un Banco de Pruebas con las características adecuadas para realizar las actividades de diagnóstico, verificación y localización de fallas en el Convertidor Auxiliar del modelo de Trolebús ofertado, de conformidad con los Manuales de Mantenimiento del fabricante del sistema propuesto.

## **Sistemas de Baja Tensión “BT”**

### **Banco Baterías de “BT”**

Para asegurar la alimentación de **“BT”** a los circuitos de control y mando de los diferentes equipos, se empleará un banco de celdas recargables de tecnología Plomo Acido o de tecnología superior, con capacidad para mantener funcionando los circuitos de **“BT”** durante un tiempo mínimo de 30 minutos, este conjunto entregará una tensión nominal de 24 VCD cuando esté en funcionamiento y conmutará al estado de flotación cuando el Convertidor Auxiliar entre en operación, se deberán incorporar los dispositivos de detección de alto y bajo voltaje en el banco de baterías así como un interruptor de protección y aislamiento para las condiciones anormales de operación.



Cada celda de batería deberá estar equipada con una tapa de ventilación que prevenga la flotabilidad, al permitir el escape de los gases generados durante el proceso de carga. Asimismo, esta tapa deberá prevenir flamas o chispas eléctricas hacia la celda a fin de evitar explosiones por contacto chispa-gas. El contenedor de la celda deberá ser de un halógeno libre e ignífugo (plástico opaco resistente a golpes).

### Fuente de Reserva “FR”

Es un sistema conformado por diversos equipos que permitirán almacenar energía eléctrica y liberarla para alimentar los sistemas eléctricos de los **“Trolebuses”** ante la ausencia de la fuente primaria de alimentación **“AT”**.

La **“FR”** será utilizada como fuente de energía secundaria, por lo que su diseño deberá garantizar que se encuentre a plena carga y en modo flotante, para actuar en ausencia de la fuente primaria. Cuando la **“FR”** se encuentre a plena carga y sin alimentación de **“AT”**, deberá proporcionar una autonomía de desplazamiento mínima de 70 Km, considerando que la Unidad se encuentra a 4/4 de su capacidad.

Se deberá contar con dispositivo de señalización instalada en el Tablero de Instrumentos y Controles que permitirá al operador conocer el estado de la **“FR”** mientras realiza la conducción del Trolebús (Fuente de Reserva **“FR”** en operación).

Su diseño deberá garantizar que, los **“Trolebuses”**, operen de forma continua mediante la alimentación de **“AT”**, ante cualquier incidencia que ocasione que la **“FR”** se encuentre fuera de servicio.

La fuente de reserva **“FR”** debe estar compuesta como mínimo de los siguientes equipos:

### Banco Baterías de “FR”

Un banco de baterías de Ion – Litio o equivalente (hierro-litio), con una capacidad mínima de 125



kW/hr, para alimentar a todos los sistemas eléctricos y electrónicos que integran el Trolebús, y que proporcione la autonomía para recorrer una distancia mínima de 70 Km a 4/4 de carga de pasajeros (en las condiciones de operación, geológicas y de tráfico en la Ciudad de México).

Cada banco de baterías estará equipado con un dispositivo para protección y desconexión ante sobrecarga, sobrecorriente o cortocircuito. Su diseño deberá incorporar un sistema de enfriamiento a base de líquido refrigerante, para garantizar su eficiencia y prolongar su vida útil. Asimismo, deberá considerarse la instalación de una cubierta protectora (de material ignífugo) para brindar protección a la intemperie, aislamiento térmico y evitar arcos eléctricos.

Cada celda de batería deberá estar equipada con una tapa de ventilación que prevenga la flotabilidad, al permitir el escape de los gases generados durante el proceso de carga. Asimismo, contará con una tapa y un sistema para garantizar la ausencia de oxígeno con la finalidad de prevenir flamas o chispas eléctricas hacia la celda a fin de evitar explosiones por contacto chispas. El contenedor de la celda deberá ser de un halógeno - libre e ignífugo (plástico opaco resistente a golpes).

Los compartimentos para el alojamiento de la “FR” deberán estar diseñados con una estructura anticolidión, a fin de garantizar su integridad ante impactos por colisión, así como elementos que garanticen la protección del habitáculo de pasajeros en caso de incidentes como explosión y/o incendio del Banco de baterías.

La Propuesta Técnica deberá describir el diseño estructural, arreglo y la ubicación propuesta para la instalación del Banco de Baterías, así como la información general incluyendo: Número de baterías, tipo de protección de habitáculo de pasajeros, dispositivos de desconexión, sistema de inhibición de propagación de flamas o chispas eléctricas, dimensiones, capacidad, peso, voltaje, corriente, garantía, número de ciclos de carga y descarga, tiempo de recarga, vida útil y tipo de mantenimiento.

### **Cargador de “FR”**

Proporciona y controla el voltaje de carga para el Banco de Baterías “FR”, manteniendo en todo momento el voltaje de flotación en el Banco de Baterías para asegurar su disponibilidad. El sistema



deberá vigilar el nivel de carga en el Banco de Baterías “FR”, para evitar daños a éste por sobrecargas.

Se alimentará a partir de 600 VCD, mediante una derivación la cual deberá integrar para uso exclusivo de este sistema, una protección contra corto circuito y sobre tensiones en línea (disyuntor).

Cuando las pértigas se encuentren retraídas, el Cargador de “FR” recibirá la energía eléctrica a través del Frenado Eléctrico Regenerativo Dinámico, la cual se deberá adecuar y controlar para mantener el nivel de carga en el Banco de Baterías “FR”, tomando las medidas necesarias para evitar daños a este por sobrecargas.

El Cargador “FR” deberá proporcionar señalización que le permita al operador conocer el estado del equipo y del Banco de Baterías mientras se realiza la conducción del Trolebús, la señalización mínima para el operador deberá ser la siguiente.

- Falla del Cargador “FR”.
- Nivel de Banco de Baterías “FR”.
- Banco de baterías “FR” sin energía.

La Propuesta Técnica deberá describir la funcionalidad e interacción de propuesta para la instalación del Banco de Baterías, así como la información general incluyendo: Número de baterías, dimensiones, peso, voltaje, corriente, garantía, número de ciclos de carga y descarga, tiempo de recarga, vida útil y tipo de mantenimiento.

### Sistema de Diagnóstico

Los “Trolebuses” contarán con un sistema que permitirá llevar a cabo las funciones de diagnóstico, verificación y localización de fallas en los equipos embarcados.

Este sistema contará con capacidad de memoria suficiente para registrar y almacenar la secuencia de eventos ocurridos en los sistemas embarcados, ante cualquier cambio que ocurra en las señales que se encuentren conectadas, ya sea por un mal funcionamiento de los equipos o derivado de la conducción del Trolebús, registrando la fecha y la hora del evento, además del valor que tienen las



señales. Todos los sistemas embarcados deberán comunicarse a través del protocolo Bus CAN para asegurar la coordinación de las funcionalidades de cada servicio.

Adicionalmente, el Sistema permitirá visualizar la información generada, para lo cual deberá contar con un puerto de comunicación para configuración, diagnóstico y descarga de registros del tipo USB 2.0 o superior. El Sistema permitirá mediante software realizar la configuración de por lo menos los siguientes parámetros:

- Fecha (día/mes/año) y hora (hora/minuto/segundo).
- Frecuencia de grabación de eventos (100 ms, 500 ms, 1,000 ms).
- Número de trolebús (4 dígitos).
- Odómetro de viaje (7 dígitos).

La Propuesta Técnica deberá incluir la descripción funcional del Sistema de Diagnóstico embarcado propuesto. Asimismo, deberá indicar su conocimiento y aceptación en relación con el suministro al STE de los equipos portátiles (laptop), provistos con las licencias y configuraciones necesarias para la instalación y uso del software para la comunicación, diagnóstico y extracción de datos, incluyendo las interfaces necesarias para tal fin; considerando el suministro de 1 equipo portátil por cada 20 Unidades.

## **Sistemas Adicionales**

### **Sistema de Frenos**



Los "Trolebuses" contarán con Frenos de operación neumática con Sistema Antibloqueo de Ruedas (ABS) y Sistema Antiderrape (ASR), los cuales estarán diseñados de acuerdo a las condiciones de operación y considerando el peso bruto vehicular, cargas máximas por eje y las características de los demás componentes mecánicos de la unidad. Adicionalmente, deberá integrarse por subsistemas a los que se les asignarán las siguientes prioridades:

### **Freno Eléctrico Regenerativo**

Deberá considerar la recuperación de por lo menos el 30% de energía generada en el motor. Este valor de regeneración podrá ser ajustable, de acuerdo a las necesidades de la operación para la carga de Banco de Baterías de "FR".

### **Freno Mecánico**

El freno mecánico deberá ser de tipo disco para las llantas delanteras y traseras, deberán ir montados en sus respectivos ejes, con accionamiento de las zapatas de freno por medio de cilindros neumáticos.

Durante la operación normal y con los sistemas eléctricos de freno funcionando, su accionamiento debe ocurrir cuando la desaceleración alcance una velocidad igual a 7 Km/h, y a partir de ese límite su aplicación se mantendrá hasta detener el vehículo.

Las características fundamentales que debe cumplir el freno mecánico son:

- Mantenerse en estado de preparación para sustituir en forma automática y con transición gradual, el frenado eléctrico regenerativo. En el caso de ausencia imprevista del freno eléctrico, el freno mecánico se accionará manteniendo el mismo valor de desaceleración.
- El frenado debe controlarse y actuar sobre todas las llantas del trolebús.





- El desgaste del freno debe compensarse con un ajustador de freno automático, según lo establecido en la norma FMVSS 121.
- La presión aplicada en los cilindros de freno se calculará como una función de carga del trolebús, de manera que el freno sea independiente de éste cuando la carga sea inferior a 4/4.

La Propuesta Técnica deberá integrar la descripción funcional del Sistema de Frenos, señalando las características, referencias y números de parte de los equipos propuestos.

### **Sistema Neumático**

El sistema neumático será construido a partir de una red neumática de tubería única de la cual saldrán las ramificaciones para los diversos circuitos neumáticos. La tubería deberá ser para uso rudo y de alto rendimiento. Cada circuito asegurará su maniobra y protección por su correspondiente válvula de retención y grifo de aislamiento. En el interior de los "**Trolebuses**" se podrán utilizar mangueras flexibles de uso rudo.

La disposición de mangueras flexibles debe ser de tal forma que se eviten rozamientos con elementos próximos, debido al movimiento del Trolebús.

Deberá contar con dos terminales (toma rápida), una ubicada en el frente y la otra en la parte posterior del Trolebús, para realizar transferencia de aire comprimido en casos de emergencia.

El sistema neumático, se integrará por los siguientes equipos:

- **Motocompresor**



El conjunto Motocompresor deberá estar diseñado para satisfacer las condiciones de funcionamiento más severas de la unidad, garantizando las mínimas intervenciones de mantenimiento. Será del tipo Reciprocante, libre de mantenimiento, con un sistema de enfriamiento a base de aceite mineral o sintético. La temperatura máxima de salida del aire comprimido no deberá ser mayor a 20°C de la temperatura ambiente.

El motor eléctrico del compresor debe ser trifásico de inducción, tipo jaula de ardilla para servicio pesado, armazón totalmente cerrado con ventilación exterior y dimensiones de conformidad con la norma IEC 60034 o equivalente y aislamiento clase F, seleccionado para operar con una elevación de temperatura para aislamiento Clase B y protección termomagnética del tipo ultrarrápido.

Diseñado para un régimen continuo de operación, su capacidad deberá garantizar el accionamiento del compresor en vacío o con presión de aire en los tanques de almacenamiento.

El conjunto Motocompresor deberá estar diseñado para su empleo en sistemas de transporte público de pasajeros.

El conjunto Motocompresor deberá contar con un sistema (Secador de aire o equivalente) para proporcionar aire limpio y seco, el cual deberá de contar con una válvula de purga para la evacuación automática de condensados a la atmósfera en cada paro del Motocompresor. El diseño de este conjunto deberá prever la instalación de válvulas check para evitar contra presiones. A la salida del Motocompresor, se deberá contar con un dispositivo para de retener y expulsar del sistema las partículas pesadas de aceite y agua, éste dispositivo deberá operar de forma automática a cada paro del compresor.



El arranque del Motocompresor, se realizará cuando la presión de equilibrio llegue al valor mínimo, asimismo, deberá contar con una válvula de seguridad, la cual estará ajustada a una presión mayor al valor máximo de la presión de equilibrio y menor que la sobrepresión en los tanques de almacenamiento, esta válvula actuará de forma automática como desfogue para liberar presión, esto en caso de que el motocompresor por falla exceda el valor máximo de la presión de equilibrio.

El sistema neumático deberá manejar una presión mínima de seguridad, esta presión deberá ser menor que la presión de equilibrio mínima y deberá asegurar el abastecimiento de aire para la activación de los equipos neumáticos del Trolebús, cuando la presión en el sistema neumático sea menor que la presión mínima de seguridad, el Trolebús se bloqueará, haciendo que disminuya la velocidad (si se encuentre en marcha) y se active el freno de estacionamiento de manera automática, esto aun cuando se encuentre activado el selector de traspaso de bucle y se restablecerá hasta que la presión en el sistema neumático supere la presión mínima de seguridad.

La Propuesta Técnica deberá contener las características del conjunto Motocompresor seleccionado, así como las referencias de sistemas de transporte público de pasajeros en los cuales se emplea el conjunto Motocompresor propuesto.

- **Tanques de Almacenamiento**

Los tanques deberán de operar en la zona de presión mínima nominal del compresor con capacidad de soportar sobrepresiones de hasta 200% de los valores nominales. Los tanques deberán de estar fabricados en aleación de acero inoxidable de calibre adecuado y que cumplan con los requisitos establecidos las normas SAE J10 y FMVSS-121.

Se deberá considerar varios tanques de almacenamiento para alimentar a los diferentes sistemas neumáticos (Puertas, Suspensión, Pértigas, etc).



La Propuesta Técnica deberá integrar las características técnicas, distribución, ubicación y aplicación de los tanques de almacenamiento propuestos.

#### • **Tuberías y Accesorios**

La tubería deberá ser de acero inoxidable y resistente a presiones altas, las cuales deberán cumplir con la norma AISI 201/410. Para el interior del habitáculo se podrán utilizar tubería flexible (deberán estar conforme a la norma UNE 25.289)

La fijación de la tubería al chasis se efectuará por medio de bridas. La distancia entre bridas y aparatos neumáticos deberá determinarse de tal forma que se eviten:

- Las vibraciones de las tuberías.
- Esfuerzos normales sobre uniones, aparatos y sus órganos de fijación.
- El golpeteo sobre estos elementos de las tuberías o de los aparatos a ellas unidos.

La disposición de mangueras flexibles debe ser de tal forma que se eviten rozamientos con elementos próximos, debido al movimiento del vehículo. Las líneas flexibles de aire deben cumplir con los requerimientos de la norma SAE J844 y debe instalarse de acuerdo con el siguiente código de colores:



- Verde: Frenos primarios y suministro.
- Rojo: Frenos secundarios.
- Café: Freno de estacionamiento.
- Amarillo: Señal del gobernador del compresor.

### Sistema de Dirección

El sistema de dirección deberá ser de accionamiento mecánico con asistencia neumática o hidráulica, para permitir la maniobrabilidad de giro dentro de los límites especificados, garantizando estabilidad direccional, un adecuado retorno a la trayectoria rectilínea y rapidez de respuesta al operador.

El diseño de los mecanismos auxiliares y articulados de la dirección, debe minimizar los efectos de desviación sobre la trayectoria del Trolebús, ocasionados por variaciones y oscilaciones en la suspensión.

Todas las articulaciones del sistema deberán contar con protección contra el agua, lodo u otros agentes nocivos, garantizando la adecuada retención de grasa lubricante y encontrándose cubiertas para evitar el contacto con el operador.

La Propuesta Técnica deberá contener las características del Sistema de Dirección seleccionado, así como las referencias de sistemas de transporte público de pasajeros en los cuales se emplea el sistema propuesto.

### Sistema de Suspensión



El Sistema de Suspensión delantera y trasera será de accionamiento neumático, y su diseño deberá garantizar la capacidad para cubrir el peso bruto vehicular requerido. El diseño básico de la suspensión deberá garantizar una vida útil mínima de 10 años.

La Suspensión contará con un sistema de elevación y control de altura (arrodillamiento), el cual será manipulado por el operador, desde el Tablero de Instrumentos y Controles. Durante su operación se emitirá una alarma audible y otra visual perceptibles en el interior de la unidad.

De manera opcional, se podrá disponer de sensores de carga en los ejes que, por el accionamiento de una alarma sonora u óptica, o ambas, advierta al conductor que las condiciones de carga máxima de la unidad han sido sobrepasadas. En éste caso, las señalizaciones deben incluirse en el Tablero de Instrumentos y Controles.

La Suspensión deberá asegurar la estabilidad de la unidad mediante la nivelación permanente de la carrocería y el contacto constante de las llantas con el pavimento.

### **Sistema de Transmisión (Cardán y Diferencial)**

El diseño del Sistema de Transmisión deberá satisfacer las condiciones de tracción y frenado de la Unidad bajo los parámetros de operación a plena carga, proporcionando un par de arranque suave, confortable y, garantizando los requisitos de funcionamiento y seguridad de la Unidad.

La localización de los elementos de transmisión (Flecha Cardán - Eje Trasero) deberá garantizar la libertad de movimiento del Sistema de Suspensión, asimismo, estos elementos deberán contar con una protección metálica tipo "U", que impida que, en caso de desprendimiento de la flecha de transmisión ésta golpee el suelo, evitando así que se incruste en el pavimento.



La relación de los engranes del diferencial debe conservar la velocidad de rotación del motor de tracción dentro de sus márgenes normales de operación con base a las curvas típicas de comportamiento entregadas por el constructor.

Preferentemente deberán contar con mirillas de aceite o algún otro elemento que facilite la inspección rutinaria de niveles, así como con un tapón de fondo magnetizado, a fin de atraer residuos y/o rebabas metálicas.

La Propuesta Técnica deberá indicar las características técnicas, referencias, marcas y números de parte del Sistema de Transmisión propuesto.

### Sonorización

Los “**Trolebuses**” contarán con funciones de sonorización incorporadas a través de un sistema central, conforme a lo siguiente:

**Anuncio de estaciones.** - Con base en la localización del Trolebús, el sistema procederá a emitir los mensajes acústicos que informen a los pasajeros de datos relevantes sobre el servicio del Trolebús. Por ejemplo; próxima parada, correspondencia, dirección, etc.

**Tono de puertas.** - Reproduce un tono en altavoces del Trolebús al habilitarse las puertas.

**Comunicación de mensajes acústicos pregrabados.** - Consiste en la reproducción de mensajes de audio pregrabados comandados por el operador. Dichos mensajes son reproducidos a través de la megafonía del Trolebús.

**Comunicación de megafonía manual.** - Permite la comunicación acústica unidireccional del operador hacia los usuarios.



**Música ambiental.** - Permite la emisión de música a través de la megafonía del Trolebús, debiendo considerar para tal efecto la reproducción de música a partir de un dispositivo externo mediante conexión USB, RCA o HDMI.

## Informática Embarcada

### Concepción general del Sistema de Control y mando

La arquitectura del sistema de control y mando de “**Los Trolebuses**” deberá integrar un sistema de diagnóstico y de ayuda al mantenimiento, que considere los siguientes aspectos:

- Utilización de circuitos específicos y líneas de trolebús para la realización de las funciones de seguridad.
- Aplicación de tecnología informática, utilizando como enlace un sistema de comunicación distribuido para la realización de las funciones que no corresponden a la seguridad e incluyendo las funciones de ayuda al mantenimiento.

La arquitectura y el equipo informático a bordo, deben asegurar que el sistema pueda escalarse de manera que sea posible efectuar fácilmente modificaciones y extensiones de las aplicaciones.

El sistema informático a bordo del Trolebús será utilizado para obtención de parámetros de conducción, operación y estado de “Los Trolebuses”, considerando las siguientes funcionalidades mínimas:

- Monitoreo de la conducción y operación.
- Controlar y/o monitorear los equipos auxiliares.





- Registro de parámetros (Velocidad, consumo de energía, alerta de fallas, etc.
- Obtención de reportes.

El sistema informático garantizará la independencia en el control de las funciones críticas y de seguridad para el funcionamiento del Trolebús, de manera que la disponibilidad del conjunto no se vea afectada si llega a producirse una avería en uno de los componentes de dicho sistema informático.

En caso de cualquier avería del sistema, este no afectará la seguridad, el control, ni la conducción del Trolebús.

Las funciones que no están directamente relacionadas con la seguridad, ligadas a condiciones imprescindibles para asegurar la operación de la unidad en condiciones degradadas, podrán efectuarse a través del propio sistema informático, o bien ponerse en servicio de manera forzada en caso de avería de este sistema.

Las “**Empresas Participantes**” deberán incluir en su Propuesta Técnica, la información que permita evaluar el sistema de todas las funciones de mando, control, monitoreo, señalización y ayuda al mantenimiento que serán procesadas a través del sistema de informática embarcada sin que se vean afectados los circuitos de seguridad. Asimismo, incluirá las características del hardware del sistema.

El equipo de informática embarcada, deberá ser tecnología de vanguardia, las “**Empresas Participantes**” deberá precisar las características del mismo.

### **Características de Funcionamiento**



El sistema de informática embarcada tendrá las siguientes características:

- Monitoreo y control de los eventos generales en el Trolebús sin afectar la seguridad.
- Almacenar en memoria los eventos de al menos 30 días sobre la operación del Trolebús con indicación de la fecha y hora.
- Almacenar con fecha y hora en memoria las condiciones presentadas en intervalos mínimos de 100 ms.
- Comunicación con la totalidad de los equipos informáticos embarcados, a través de una red (sistema centralizado de información y sistemas de ayuda al mantenimiento de los equipos principales del Trolebús), tales como: Registrador de Eventos, Grupo Motocompresor, Convertidor Estático, Sistema de tracción/frenado, Ventilación, Sistema de Puertas, entre otros. Se deberá cumplir con la Norma IEC 61375-1, también conocida como MVB (Multifunctional Vehicle Bus) o equivalente. Además, contará con interfaces seriales, USB 2.0 o superior para extracción de datos con posibilidad de consultar el registro histórico de fallas.
- Efectuar autopruueba y diagnóstico del sistema.
- Contar con señalización de fallas propias del sistema.
- Todas las fallas que le reporten a la informática embarcada los diferentes sistemas del Trolebús se deben presentar en el área del operador con una alarma acústica de intensidad y duración ajustable y una descripción clara y breve de la falla, con indicaciones al operador respecto a las acciones a tomar según la falla presentada. Asimismo, se deberán presentar en el tablero todos los señalamientos de avería o estado del Trolebús que se consideran en la caja de señalización.
- Las tarjetas y elementos no deberán ser dañados o degradados por los componentes atmosféricos del medio ambiente.



- El sistema que se implemente deberá estar en operación en algún sistema de transporte de pasajeros.

A fin de que las fallas que se presenten en el sistema de control informático no afecten la continuidad del servicio ni la operación del Trolebús, las “**El Proveedor**” deberá incluir en su diseño las redundancias en los buses de comunicación, así como en cualquier otro equipo informático que “**El Proveedor**” considere necesario.

Las funciones de seguridad (por ejemplo: tracción/frenado y operación de las puertas) estarán efectuadas por líneas de Trolebús que no dependan directamente del sistema de informática embarcada, pero que conozcan las condiciones de operación de las mismas para su señalización, registro y monitoreo.

Por medio de la señalización en el puesto de operación o del uso de algún monitor y/o un equipo portátil podrá realizarse lo siguiente:

- Simulación de señales de entrada y salida.
- Monitoreo del estado de las salidas.
- Efectuar autoprueba para verificar el funcionamiento general del equipo.
- Extraer los datos almacenados en las memorias del sistema mediante un puerto serial USB 2.0 o superior.
- Señalizar averías del mismo.
- Visualizar información en tiempo real de la operación del Trolebús de todos los parámetros monitoreados, así como a través de una computadora portátil mediante puertos USB 2.0 o superior.



- Presentación oportuna y sencilla de los datos para facilitar la interpretación de los mismos y así ayudar al mantenimiento correctivo del Trolebús (presentando los parámetros de las señales y desplegando el comportamiento de las señales de manera gráfica).
- Preparación automatizada de reportes de la operación a partir de los datos almacenados.
- Búsqueda de eventos específicos determinados a partir de funciones lógicas de las señales registradas.
- Facilidad de exportación de datos a hojas de cálculo de Excel para elaboración de reportes estadísticos.

El sistema tendrá incorporado un programa de autoprueba que se ejecutará al encender el equipo. La interrupción de la alimentación eléctrica, no deberá provocar consecuencia alguna en su funcionamiento, por lo que al normalizarse reanudará en forma automática su operación y mantendrá en memoria los eventos registrados.

El equipo contará con protecciones internas en caso de que la tensión de alimentación o de que las señales de entrada sobrepasen su valor máximo. La corriente demandada será nula cuando el Trolebús se encuentre apagado.

Cuando se realicen las actividades de mantenimiento y se desconecte la batería del trolebús, la información almacenada en el equipo deberá ser asegurada a través de batería de respaldo, la vida útil de ésta no será menor de 5 años, debiendo señalar en la pantalla su requerimiento de cambio con al menos un mes de anticipación.

### **Funciones auxiliares integradas a la informática**

Las funciones de operación y control que, de manera mínima, deben ser integradas en el sistema de informática embarcada incluirán las siguientes funciones. “**El Proveedor**”, podrá integrar funciones adicionales, con la finalidad de optimizar el uso del equipo, mismas que deberán ser puestas a consideración del “



**STE”:**

<b>Función</b>	<b>Atribución</b>
Ventilación	Encendido y apagado
Freno de estacionamiento	Accionamiento manual.
Retracción de pértigas	Accionamiento de elevación y descenso.
Accionamiento de compresor	Administración de compresor
Reactivación de Disyuntor	Accionamiento manual.

Cada vez que se ejecute alguno de los comandos indicados en la tabla a través de la informática embarcada, estas acciones del operador deben quedar registradas.

Las funciones de supervisión de la operación, que de forma mínima deberán integrarse en el sistema de informática embarcada incluirán los siguientes equipos:

<b>Función</b>	<b>Atribución</b>
Sistema de tracción/frenado	Convertidor Estático
Sistema de puertas	Motocompresor



Sistema neumático	Freno de estacionamiento
Sistema de alarmas visual y sonoras	Timbres
Registrador de eventos	Sistema de dirección
Conducción	Conmutadores de trolebuses.
Sistema de antibloqueo	Ventilación
Carga de baterías de respaldo	Pértigas
Suspensión	Sistema de Video información, etc

Estas funciones deberán ser acordadas durante la etapa de revisión de diseños.

- **Características de la Red Informática del trolebús**

Los "Trolebuses" contarán con una red informática de vanguardia, basada en tecnología de sistemas abiertos.

La red permitirá su interconexión para extracción de datos y monitoreo a través de computadoras portátiles, por medio de puertos USB 2.0 o superior, instalados en los equipos locales de la informática embarcada de cada Trolebús.



El sistema de interconexión estará basado en un cableado que permita tener un BUS redundante de comunicación de alta velocidad mayor o igual a 1.5 Mbps, que garantice la funcionalidad satisfactoriamente. La red debe poseer alta capacidad de desempeño, fiabilidad, modularidad y escalabilidad.

El sistema operativo de la red deberá permitir trabajar con los diversos programas individuales de comunicación que existan en cada uno de los equipos informáticos que se interconecten a la red.

#### • **Características de la Información en el Puesto de Operación**

La información obtenida a través de la red a bordo del Trolebús se presentará mediante representaciones gráficas y mensajes de texto al operador y al personal de mantenimiento. Los datos disponibles y utilizados por el sistema se procesarán con el propósito de obtener:

- La información de las averías presentadas en la unidad.
- Ayuda en la operación en todos los casos de avería.
- La información sobre el estado del Trolebús.
- La información al personal de mantenimiento para facilitar el diagnóstico y reparación.

#### **Ayuda al Mantenimiento**

El objetivo es permitir la puesta en operación del Trolebús mediante la emisión de un diagnóstico de la avería de primer y segundo nivel de intervención de mantenimiento correctivo, por lo que en el dispositivo del puesto del operador y en el equipo portátil se podrá consultar la información ya clasificada de cada avería (no presentarlos en forma de códigos).

Durante la operación, algunos sistemas ejecutarán una supervisión de los equipos que los componen y producirán mensajes de mantenimiento. El sistema de ayuda al mantenimiento permitirá homogeneizar y centralizar estos mensajes. En el transcurso de la operación, un operador



podrá ejecutar las indicaciones correspondientes a una recomendación que le haya sido notificada por la informática embarcada derivada de una avería y/o comportamiento del trolebús.

Al presentarse una avería o falla el personal de mantenimiento podrá a partir de una terminal en el puesto del operador, consultar los datos durante la operación en tiempo real o durante las pruebas funcionales a equipos y consultar sus resultados, lo anterior también se podrá realizar a través de una computadora portátil conectada.

Para todos los equipos informáticos se deberán entregar todas las licencias requeridas previo a la firma del Acta de Recepción Provisional del primer trolebús. La falta de entrega de licencias y todos los programas necesarios para la explotación total de la capacidad de los sistemas informáticos del trolebús, por parte del personal técnico de “**El Proveedor**” adjudicado, será motivo de que no realice la recepción provisional de la primera unidad.

## Programa de Trabajo

La Propuesta Técnica deberá integrar un Programa de Trabajo mediante el cual se realice la descripción detallada del alcance de cada etapa del Proyecto, así como un cronograma de trabajo, en Grafica de Gantt, con la duración estimada, como mínimo, de las siguientes etapas del proyecto:

- Firma del Contrato (Inicio)
- Fabricación de Trolebús cabeza de serie
- Pruebas a Trolebús cabeza de serie
- Aprobación de Trolebús cabeza de serie





- Fabricación en serie
- Pruebas a Trolebuses en planta
- Elaboración del Acta de Autorización de Embarque
- Traslado de Trolebuses
- Elaboración de Acta de Inspección de llegada de Trolebuses al STE
- Acondicionamiento de Trolebuses
- Definición de Pruebas para recepción
- Entrega de Documentación Técnica
- Capacitación de personal
- Pruebas en línea sin usuarios
- Pruebas en Línea (en servicio)
- Firma del Acta de Recepción Provisional (recepción de trolebuses)
- Periodo de garantía normal
- Periodo de garantías particulares
- Firma del Acta de Recepción Definitiva (fin de proyecto)

### Documentación técnica

“**El Proveedor**” entregará al “**STE**” toda la documentación técnica necesaria para la operación y mantenimiento de los “**Trolebuses**” y sus componentes, tanto propia como proveniente de terceros, por lo que será responsabilidad contar con las autorizaciones correspondientes para transmitir dicha información al “**STE**”.

Los documentos que deberán ser elaborados y entregados por “**El Proveedor**” durante la etapa de entrega provisional de l



os “Trolebuses”, serán los siguientes:

- **Catálogo de Partes.** Contiene el listado general de partes, componentes y/o refacciones, con sus respectivos diagramas de despiece, clasificados por sistema, para los diferentes sistemas que conforman a los “Trolebuses”, que incluya como mínimo:
  1. **Estructura.**
  2. **Carrocería.** (laminación, forros, pisos, ventanillas, asientos, ventilación, etc.).
  3. **Sistema neumático.** (suspensión, arrodillamiento, dirección, frenos, puertas, control de pértigas, etc.).
  4. **Sistema mecánico.** (suspensión, ejes, transmisión dirección, frenos, puertas, motor eléctrico, motocompresor, etc.).
  5. **Sistema Eléctrico.** (Alimentación “AT”, “BT”, “FR”, iluminación interior y exterior, motor eléctrico, motocompresor, Servicios Auxiliares, etc.).
  6. **Llantas y Rines.**
  7. **Accesorios.**
- **Planos de Construcción.** Colección de planos a escala con cotas principales, en vistas Superior, Frontal, Trasera, Lateral Derecha, Lateral Izquierda y Detalles, que incluya como mínimo:
  1. Conjunto a escala de la estructura.
  2. Conjunto a escala de la suspensión delantera y trasera.



3. Conjunto a escala de habitáculos, distribución de espacios y asientos.
  4. Conjunto a escala de Trolebús terminado.
  5. Diagramas funcionales de la instalación neumática y planos de tubería.
  6. Diagramas unifilares de instalaciones eléctricas identificados por nivel de tensión “AT”, “TT” y “BT”.
- **Manuales de Operación y Mantenimiento**. Colección de Manuales de todos los Sistemas/Equipos, que integran los “Trolebuses”, mismos que deberán incluir, como mínimo, lo siguiente:
    1. Identificación esquemática detallada de los componentes del Sistema/Equipo.
    2. Descripción funcional detallada del Sistema/Equipo.
    3. Descripción detallada de actividades secuenciales, para la correcta de operación del Sistema/Equipo, destacando aquellas maniobras que puedan considerarse críticas y que pueden representar un riesgo en la integridad y/o seguridad para el personal de operación, de mantenimiento, de los usuarios y/o del Sistema/Equipo.
    4. Descripción de las actividades necesarias para garantizar la correcta conservación del Sistema/Equipo señalando:
      - Periodicidad de intervención, definida en kilómetros recorridos, en horas de servicio, numero de ciclos o tiempo calendario, para las actividades de mantenimiento preventivo.
      - Descripción detallada de las actividades de inspección (visual y/o dimensional), de limpieza de componentes, de sustitución de componentes y de revisión de niveles, para el mantenimiento preventivo, señalando para cada actividad los criterios y/o tolerancias de sustitución de componentes.



- Estimación del tiempo requerido para cada tipo de intervención.
- Especificación técnica de los materiales de consumo y componentes necesarios para las actividades de mantenimiento.
- Descripción detallada, indicando referencias y/o números de parte y marca, de los componentes, refacciones, herramientas y/o equipos de fabricación especial requeridos para las actividades de mantenimiento y en su caso, la estimación del tiempo de suministro.
- Ficha técnica y hoja de datos de seguridad, de cada uno de los lubricantes empleados, indicando las propiedades físico-químicas, así como las recomendaciones de almacenamiento y uso.
- **Manuales de capacitación** para operación y el mantenimiento.

### Elaboración de los Documentos

Toda la documentación técnica deberá presentarse en idioma español y las características serán expresadas en unidades del Sistema Métrico Internacional. Para el caso de que exista documentación técnica en idioma diferente al español, podrá presentarse en el idioma del país de origen del sistema o componente, acompañada de una traducción simple al español.

La Documentación Técnica deberá desarrollarse empleando formatos estandarizados, que contendrán la razón social del fabricante, fecha de elaboración, identificación del documento (nomenclatura o número de plano) y número de versión del documento (revisión).



“**El Proveedor**” deberá entregar tres ejemplares de toda la Documentación Técnica para revisión por parte del STE, el cual contará con un plazo máximo de 4 semanas a partir de su entrega para realizar la revisión y emitir los comentarios correspondientes para corrección por parte del **Proveedor**, o en su caso, el visto bueno para la emisión de los documentos técnicos definitivos.

Toda la documentación técnica deberá entregarse impresa y en medio magnético, en formato PDF con reconocimiento óptico de caracteres OCR. Adicionalmente, los planos de construcción deberán entregarse en archivo digital editable desarrollado en sistema CAD.

### **Autorización de Embarque y traslado**

Una vez concluida la fabricación de los “**Trolebuses**”, y con la evidencia satisfactoria de la realización de las Pruebas FAT, “**El Proveedor**” elaborará un Acta de Autorización de Embarque, en la cual, quedará asentado el Número Económico (**2XXXX**), el Número de Serie (**VIN**), el Número de Serie del Motor, y el Código del Producto, de cada Unidad, la cual será firmada por los representantes del STE y de “**El Proveedor**”.

Anexo a dicho documento “**El Proveedor**” proporcionará al STE, en tres tantos, el expediente completo, que deberá incluir los registros siguientes:

- Certificados de calidad.
- Protocolos y Resultados de pruebas FAT.
- Listado de equipos y componentes instalados en el Trolebús, indicando modelos, marcas, fabricantes, números de serie y país de origen.

El transporte y la protección de los “**Trolebuses**”, así como la integridad de los equipos durante su traslado, desde la fábrica y hasta las instalaciones del “



**STE**", será total responsabilidad de **"El Proveedor"** en tanto no se formalice el **"Acta de Recepción Provisional"**.

### Recepción de Embarque y Traslado

Al arribo de los **"Trolebuses"** a las instalaciones del STE, **"El Proveedor"** y el STE realizarán de forma conjunta, una revisión general del estado físico de cada Trolebús, con el objeto de constatar las condiciones en que se recibe en las instalaciones del STE.

**"El Proveedor"** elaborará un **"Acta de Recepción de Embarque y Traslado"** para cada Trolebús, indicando las condiciones generales y los daños observados si es que los hubiere, siendo responsabilidad de **"El Proveedor"** realizar las reparaciones correspondientes durante la etapa de acondicionamiento.

### Acondicionamiento

Durante la etapa de Acondicionamiento de los **"Trolebuses"**, se llevarán a cabo el montaje de partes, componentes y/o accesorios complementarios, la reparación de los daños señalados en el **"Acta de Recepción de Embarque y Traslado"**, la limpieza y la verificación general de las Unidades.

Estas acciones se desarrollarán en cumplimiento al Programa de trabajo que para tal efecto establezcan en conjunto el **"STE"** y **"El Proveedor"**, siendo responsabilidad de **"El Proveedor"** la ejecución de estos trabajos a entera satisfacción del **"STE"**. El STE realizará las supervisiones que juzgue pertinentes.

Las pruebas de asentamiento serán realizadas por **"El Proveedor"**, mismas que se efectuarán en los patios de maniobras del **"STE"**. Estas pruebas se llevarán a cabo sin pasajeros y tendrán como objetivo comprobar que el funcionamiento de los diferentes componentes, sistemas y la Unidad



como conjunto, cumple con las funcionalidades establecidas en la presente Especificación Técnica y la Propuesta Técnica correspondiente.

### Homologación

“**El Proveedor**” deberá realizar la gestión correspondiente para obtener el holograma correspondiente de unidad homologada, ante el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC), mismo que deberá colocarse en la parte superior derecha del parabrisas de cada Unidad.

La constancia de aprobación de verificación emitida deberá incluirse en el “**Acta de Recepción Provisional**” de cada Trolebús.

### Acta recepción provisional

La recepción provisional se realizará para cada Trolebús, cuando haya superado las pruebas señaladas en el numeral 14.9 de la presente Especificación Técnica, debiendo, para tal efecto entregar los Certificados de Calidad o los resultados obtenidos de la ejecución de las Pruebas FAT, y “**El Proveedor**” en conjunto con el “**STE**” concuerden que la Unidad se encuentra en condiciones de operar en servicio normal.

Para efecto de lo anterior el STE elaborará un “**Acta de Recepción Provisional**”, mediante la cual se hará constar que la Unidad ha superado el periodo de acondicionamiento y pruebas estáticas y dinámicas y que sus sistemas se encuentran en estado funcional, asimismo determinará la fecha de inicio de cómputo de los periodos de garantía correspondientes.



El “Acta de Recepción Provisional” será firmada por los representantes técnicos del “STE” y “El Proveedor”.

### Acta recepción definitiva

Se elaborará un “Acta de Recepción Definitiva” para cada Trolebús, una vez transcurrido los plazos de garantía (normales y particulares), así como sus correspondientes ampliaciones, para el caso de haberse declarado fallas sistemáticas y/o vicios ocultos que hubieren originado estas ampliaciones.

### Pruebas

Las “Empresas Participantes” deberán integrar en su Propuesta Técnica un Programa de Pruebas detallado del conjunto de pruebas estructurales, funcionales y de operación considerando, las pruebas FAT y SAT, así como el acondicionamiento y recepción de “Los Trolebuses” para su puesta en servicio.

El Programa de Pruebas deberá considerar como mínimo, la realización de las pruebas a los sistemas, equipos, dispositivos, componentes y partes de conformidad con lo siguiente:

Descripción	FAT	SAT
<b>Carrocería</b>		
Control de resistencia de la estructura	X	





Pruebas estáticas	X	X
Pruebas dinámicas	X	X
Sujeción y resistencia de asientos	X	
Estanqueidad o Impermeabilidad de la Carrocería	X	
Adherencia de pintura (Norma ASTM 3359)	X	X
<b>Sistema Eléctrico de Baja Tensión</b>		
Resistencia de aislamiento de todos los equipos y cables		X
Parámetros de operación de baterías (Norma IEC 623)	X	
Pruebas al motor de compresor: - Pruebas de elevación de temperatura según IEEE std. 112	X	
<b>Sistema Eléctrico de Control y Tracción</b>		



Resistencia de aislamiento de todos los equipos y cables		X
Prueba de vibración a equipo electrónico (Norma IEC 77)	X	
Choque mecánicos a equipo electrónico (Norma DIN 40 046, parte 7)	X	
Pruebas al motor de tracción - Verificación de curvas características y elevación de temperatura	X	
Seguridad y desempeño del convertidor estático (principal y auxiliar)	X	
Seguridad y desempeño del apartarrayos	X	
<b>Sistema Mecánico</b>		
Verificación de curvas características y ciclos de operación del compresor	X	
Distribución de las Cargas en los Ejes	X	
Flexión	X	



Levante	X	
Termografía	X	
Torsión	X	
Vuelco	X	
Análisis de vibraciones	X	
<b>Trolebús Ensamblado</b>		
Estanqueidad de la unidad	X	
Levantamiento y Arrastre	X	X
Resistencia de aislamiento al término de la prueba de estanqueidad	X	X
Nivel de ruido según norma ISO 3381	X	
Radio de giro	X	
Visibilidad y zonas ciegas del operador	X	



Funcionamiento del sistema eléctrico de alta tensión a plena carga: <ul style="list-style-type: none"><li>• Aceleración</li><li>• Desaceleración</li><li>• Frenado dinámico (eléctrico)</li></ul>	X	X
Funcionamiento integral del sistema eléctrico de baja tensión (todos los circuitos operando simultáneamente)	X	X
Funcionamiento del sistema de frenos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Frenos de servicio</li><li>• Frenos de estacionamiento</li></ul>	X	X
Funcionamiento del sistema de respaldo de energía (Autonomía): <ul style="list-style-type: none"><li>• Funcionamiento con el sistema completo.</li><li>• Funcionamiento con el sistema fuera de operación (desconectado)</li></ul>	X	X



Funcionamiento integral del sistema neumático con la unidad a plena carga	X	X
Indicador de carrocería energizada	X	X
Comportamiento de la suspensión <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibración a P.B.V.</li> <li>• Inclinación de la unidad a 35°</li> </ul>	X	
Pruebas con lastre		X



Pruebas de operación sin Fuente de reserva "FR"		X
---	--	---



“**El Proveedor**” deberá proporcionar previo a la formalización del **Acta de Recepción Provisional** , los Protocolos de Prueba para la realización de las Pruebas SAT, para validación por parte del “**STE**”.

Será responsabilidad de “**El Proveedor**”, contar con los aparatos, dispositivos o instrumentos de medición necesarios para realizar todas las pruebas SAT.

## Servicio Post-Venta

### Garantía

Los equipos, dispositivos, componentes, partes y materiales para la fabricación de los “**Trolebuses**” deberán estar libres de defectos de diseño, fabricación, materiales y mano de obra, para lo cual “**El Proveedor**” se obliga a proporcionar al “**STE**” los plazos de garantía por buena fabricación y correcto funcionamiento bajo condiciones normales de operación, a partir de la fecha de formalización del **Acta de Recepción Provisional**, de conformidad con lo siguiente:

- **Garantía Normal**

Es la garantía por 1 año para cada Trolebús como conjunto.

- **Garantía Particular**



- Garantía de 2 años para:
  1. Equipos, dispositivos y componentes eléctricos y electrónicos, incluyendo sus dispositivos de protección
  2. Conjunto Motocompresor (Motor eléctrico, compresor y secador de aire).
- Garantía de 3 años para:
  1. Mecanismos y actuadores neumáticos del conjunto sistema de puertas de ascenso y descenso.
  2. Pisos y conjunto rampa para personas con discapacidad en silla de ruedas.
  3. Pintura en general.
- Garantía de 5 años para:
  1. Sistema de Respaldo de Energía, Banco de baterías “**BT**” y Banco de Baterías de “**FR**”.
  2. Protecciones anticorrosivas de estructura y carrocería.
  3. Elementos de doble aislamiento de “**AT**”.
  4. Los siguientes conjuntos, exceptuando materiales de consumo siempre y cuando no sea atribuible a un defecto de fabricación, vicio oculto o falla sistemática.





- Suspensión delantera y trasera
- Ejes delantero y trasero.
- Diferencial, caja de transmisión o cardan.
- Motor de tracción.
- Sistema de captación de corriente.

- **Garantía de Fabricantes**

“**El Proveedor**” se obliga a proporcionar al “**STE**” las mismas garantías que sus proveedores le extiendan por los sistemas, equipos, dispositivos, componentes y partes, cuando el plazo de garantía proporcionado por el fabricante del Equipo sea mayor al plazo establecido en el numeral correspondiente de Garantías de la presente Especificación Técnica.

Para la aplicación de las garantías, en caso de avería de un trolebús, previo a la reclamación, deberá existir un reporte del STE por escrito en el que aparezca el defecto o tipo de la falla, con el cual se notificará a “**El Proveedor**” para que proceda a la atención de la falla.

- **Defectos, fallas Sistémicas y vicios ocultos**

Para efectos de la presente Especificación Técnica, se entenderá por:



- **Defecto, Falla o Avería:** La deficiencia o falta de funcionamiento de sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de los “**Trolebuses**”, durante los plazos de Garantía establecidos para cada elemento

Ante la notificación por escrito por parte del “**STE**”, de un defecto, falla o avería, en cualquiera de los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de los “**Trolebuses**”, que se hubiese originado bajo condiciones normales de operación, “**El Proveedor**”, realizará la reparación o sustitución del elemento, según corresponda.

Cada defecto, falla o avería se contabilizará de forma unitaria. En caso de que el defecto, falla o avería se suscite en más de 3 ocasiones, en diferentes Unidades, será considerado como vicio oculto, para los cual, “**El Proveedor**” se obligará a realizar el cambio del elemento con defecto del Trolebús.

- **Vicio oculto:** Falta de calidad, anomalías e imperfecciones que dificultan o impiden el funcionamiento normal en los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de los “**Trolebuses**”, o que pudieran comprometer sus condiciones de calidad, seguridad o integridad y que no fueron reconocibles o perceptibles al momento de la recepción provisional.

Ante la notificación por escrito por parte del “**STE**”, sobre la falta de calidad, anomalías o imperfecciones en cualquiera de los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes de los “**Trolebuses**”



, “**El Proveedor**”, realizará la reparación o sustitución del elemento, según corresponda, lo anterior, de conformidad con los plazos de Garantía establecidos para cada elemento.

“**El Proveedor**” deberá realizar una evaluación para determinar las condiciones de calidad en los sistemas, equipos, dispositivos, componentes o partes en cuestión, en una muestra representativa del lote suministrado, misma que será definida en conjunto con el “**STE**”. Si de los resultados de dicha evaluación, se identifica algún vicio oculto en más del 10% de equipos de la muestra definida, “**El Proveedor**” se obliga a realizar las reparaciones o sustituciones correspondientes en la totalidad de los “**Trolebuses**”.

- **Falla sistemática:** La aparición de defectos, fallas o averías de forma repetitiva sobre un mismo sistema, equipo, dispositivo, componente o parte, en al menos un 10% del lote suministrado, durante los plazos de Garantía establecidos para cada elemento.

Ante la notificación por escrito por parte del “**STE**”, y una vez determinada la condición de defecto, falla sistemática o vicio oculto en algún sistema, equipo, dispositivo, componente o parte, “**El Proveedor**” deberá presentar, para aprobación por parte del “**STE**”, alternativas para su reparación o sustitución, lo anterior, no eximirá a “**El Proveedor**” de garantizar el buen funcionamiento.

Será responsabilidad de “**El Proveedor**” atender las notificaciones de solicitud de garantía, en el menor plazo posible, con la finalidad de garantizar que no se vea afectada la disponibilidad de los “**Trolebuses**”



- **Ampliación de garantía**

Si como consecuencia de la determinación de algún defecto, falla, avería, vicio oculto o falla sistemática durante la vigencia del Periodo de Garantía (Normal y/o Particular), se diera origen a la inmovilización de alguna Unidad por un plazo ininterrumpido mayor a dos días naturales, “**El Proveedor**” se obliga a ampliar el plazo de Garantía afectado, por el mismo plazo de duración de la inmovilización contada desde su inicio y hasta la puesta en operación de la Unidad, lo anterior, sin perjuicio de las sanciones que por motivos de inmovilización se establezcan.

Para los casos en que se determine una falla sistemática o vicio oculto que no origine la inmovilización de las Unidades, quedará anulado el periodo de garantía transcurrido, iniciándose uno nuevo de igual duración a la establecida originalmente, iniciando el cómputo, en el momento que “**El Proveedor**” concluya a entera satisfacción del “**STE**” la atención de la garantía solicitada.

- **Índice de disponibilidad**

Para efectos de la presente Especificación Técnica, se refiere al índice que refleja el estado operacional o funcional de “**Los Trolebuses**”, es decir, la capacidad para llevar a cabo la prestación del servicio de transporte público de pasajeros en la Red de Trolebuses, bajo condiciones normales de servicio.



A partir de este índice se determina la probabilidad de que los **“Trolebuses”** se encuentren en un estado de funcionamiento sin falla, para un plazo definido.

Las **“Empresas Participantes”** deberán garantizar un Índice de Disponibilidad mínimo del 98% para cada Trolebús, el cual será determinado a partir del tiempo de operación establecido y el tiempo de inmovilización por actividades de mantenimiento correctivo (no programado).

El Índice de Disponibilidad de **“Los Trolebuses”** se calculará de acuerdo con la expresión que se establece a continuación, para períodos de servicio de 30 días, iniciándose a partir de la formalización del **“Acta de Recepción Provisional”** y finalizado al término del periodo de Garantía Normal. Los cálculos correspondientes se efectuarán en forma conjunta entre **“El Proveedor”** y el **“STE”**.

$$IDT = 100 \left( \frac{TOE - TIMC}{TOE} \right) \%$$

En donde:

TOE: Tiempo de Operación Establecido.



TIMC: Tiempo de Inmovilización por Mantenimiento Correctivo. TIMC considera el tiempo de servicio prestado (22 horas en día laborable y 21 horas en domingo y días festivos).

El índice de Disponibilidad se determinará tomando como base, los tiempos de inmovilización de cualquier unidad, cuando sean causas imputables a cualquier defecto, falla, avería, vicio oculto o falla sistemática.

El incumplimiento al Índice de Disponibilidad especificado durante 3 periodos consecutivos de 30 días se compensará al STE con la ampliación de la garantía normal del Trolebús correspondiente en un periodo equivalente, es decir 90 días adicionales, lo anterior, sin perjuicio de las sanciones que por motivos de inmovilización se establezcan.

### **Residencia Técnica para atención de garantías**

“**El Proveedor**” deberá destinar tanto el personal técnico especializado, como el equipamiento necesario para realizar la recepción, acondicionamiento, pruebas, puesta en servicio, mantenimiento preventivo durante el primer año de servicio de los “**Trolebuses**”, así como la atención a las solicitudes de garantía que llegaran a presentarse.

Una vez concluido el plazo de Garantía Normal, el personal deberá brindar asistencia técnica y atención a las solicitudes de Garantía Particular hasta la conclusión de las mismas y en su caso las ampliaciones de garantía que se hubieren originado.

El “**STE**” podrá proporcionar a “**El Proveedor**” los espacios que dispondrá para establecer la Residencia Técnica, siendo responsabilidad de “**El Proveedor**” llevar a cabo el equipamiento necesario para el desempeño de sus actividades, así como realizar su mantenimiento y



conservación y en su caso las adecuaciones que considere pertinentes para garantizar su seguridad.

El uso de los espacios que el “**STE**”, ponga a disposición de “**El Proveedor**” estará sujeto a los reglamentos internos del STE. “**El Proveedor**” se obliga en todo momento cumplir con la normatividad y disposiciones de seguridad vigentes mismas, que serán proporcionadas por el “**STE**” durante la etapa de **Recepción de Embarque y Traslado**.

“**El Proveedor**”, será responsable por cualquier incidente, ocasionado por su personal, que repercuta en daños al personal o a las instalaciones del “**STE**”, así como de terceras personas, por lo que asumirá los costos de reparación de los daños a instalaciones y atención a personas que deriven de dicho incidente.

### **Plan de Mantenimiento**

Las “**Empresas Participantes**” deberán integrar en su Propuesta Técnica un Plan de Mantenimiento Preventivo para garantizar las condiciones de operación de los “**Trolebuses**”, el cual deberá desarrollar de forma amplia y detallada, para un periodo de 12 meses, ajustado a periodos de 30 días, la siguiente información:



Actividades, periodicidades, tiempos de ejecución, procedimientos de trabajo, refacciones y materiales (logística), recursos humanos, equipos y herramientas, formatos para reportes de trabajo y control de actividades, recursos informáticos para la administración y gestión del mantenimiento, control de calidad, normas de seguridad, organización y gestión del personal, horarios y turnos, etc., más la documentación que **“la Empresa Participante”** considere necesaria para establecer el Plan de Mantenimiento.

### Programa de Mantenimiento

**“El Proveedor”** deberá formalizar, para validación por parte del **“STE”**, en un plazo mínimo de 30 días naturales, previo a la firma del **Acta de Recepción Provisional** del primer Trolebús, el Programa de Mantenimiento de los **“Trolebuses”** para un periodo de 12 meses, ajustado a periodos de 30 días.

Una semana antes del término de cada periodo de 30 días **“El Proveedor”** elaborará un nuevo programa correspondiente al siguiente periodo de 30 días de acuerdo con el kilometraje real recorrido hasta ese momento, el cual deberá integrar la proyección de kilometraje a recorrer en dicho periodo, debiéndose además considerar para efectos de la programación de entrada de los **“Trolebuses”** a talleres, un programa semanal en función de los kilometrajes reales recorridos.

### Criterios para la aplicación de mantenimiento correctivo





El mantenimiento correctivo es el conjunto de las acciones de reparación, efectuadas para volver a poner los sistemas o los órganos en estado de funcionamiento, después de una falla que haya alterado o suprimido su capacidad para cumplir con la función requerida.

Las intervenciones de mantenimiento correctivo serán jerarquizadas en niveles de mantenimiento, caracterizados por su naturaleza y los lugares donde se deban efectuar los trabajos correspondientes.

**Primer nivel.** Caracterizado por la rápida localización y corrección de la falla, con la posibilidad de llevar a cabo la sustitución del sistema, equipo, dispositivo, componente o parte defectuoso, para que el Trolebús esté disponible en el menor tiempo posible. Dentro de las maniobras para atención de este tipo de averías, se considerará el restablecimiento de los equipos electrónicos por software o hardware.

La atención a las fallas del Primer Nivel podrá realizarse en fosas de inspección, en el taller de mantenimiento y excepcionalmente y con autorización previas del “**STE**” en línea o terminales.

**Segundo nivel.** Considera el desmontaje o retiro del sistema, equipo, dispositivo, componente o parte defectuoso, para efectuar el reemplazo del subconjunto, componente, dispositivo, tarjeta, etc.



**Tercer nivel.** Se determina cuando se requiere efectuar la reparación del sistema, equipo, dispositivo, componente o parte defectuoso, a nivel de componentes de los subconjuntos o tarjetas desmontados en las intervenciones de Primer y/o Segundo nivel. En este nivel, es factible el empleo de bancos de prueba y/o herramientas especiales.

Las Intervenciones de Segundo y Tercer nivel se podrán efectuar únicamente cuando los “**Trolebuses**” se encuentren en el taller de mantenimiento.

En cualquiera de los casos, las intervenciones de mantenimiento no programadas deberán organizarse y atenderse de tal forma que se asegure la mayor disponibilidad de los “**Trolebuses**”.

## Condiciones Generales

### Normas

Los “**Trolebuses**” deberán estar diseñados y fabricados con base en el cumplimiento de normas internacionales de aplicación general y/o particular para la construcción de trolebuses o en su caso autobuses para transporte de pasajeros de tracción eléctrica.

La Propuesta Técnica deberá incluir los Certificados de Calidad de “**Los Trolebuses**” propuestos, emitidos por una entidad certificada internacionalmente, o en su caso la relación de normas internacionales consideradas para su fabricación, mediante los cuales se demuestre que cumplen



con los estándares de calidad, seguridad y funcionamiento, para el tipo de vehículo y servicio que proporcionan.

### Refaccionamiento

Las **“Empresas Participantes”** deberán prever, para el diseño y fabricación de los **“Trolebuses”**, el empleo de dispositivos, componentes, mecanismos y refacciones, cuya existencia en el mercado, garantice la disponibilidad de suministro durante el periodo de vida útil de los **“Trolebuses”**.

Para efectos de lo anterior, la Propuesta Técnica deberá integrar un escrito en papel membretado de la **“Empresa Participante”** manifestando bajo protesta de decir verdad, que garantiza la existencia de refacciones para el mantenimiento de los **“Trolebuses”**, durante un plazo mínimo de 20 años, contados a partir de la firma del **Acta de Recepción Provisional**.

### Refaccionamiento para mantenimiento preventivo

**“El Proveedor”** será responsable de proporcionar el mantenimiento preventivo a los **“Trolebuses”** durante el plazo de la Garantía Normal, para lo cual, deberá considerar contar con la existencia de un Lote de Refacciones suficiente, para garantizar su operación, atendiendo a lo dispuesto en los manuales de mantenimiento correspondientes, durante el plazo de garantía señalado.

**“El Proveedor”** deberá entregar al **“STE”**, previo a la firma del **Acta de Recepción Provisional**, el listado de equipos, refacciones, materiales y consumibles necesarios para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de los **“Trolebuses”**



, de conformidad con los manuales de mantenimiento correspondientes, desglosando la cantidad requerida para cada Trolebús por cada intervención de mantenimiento programada.

Asimismo, “**El Proveedor**” deberá considerar la disposición de un Lote de Refacciones para Mantenimiento Correctivo de los “**Trolebuses**”, para atender cualquier incidencia durante la vigencia de los periodos de Garantía Normal y Particular, siempre que esta, sea atribuible a algún defecto de fabricación o vicio oculto.

### Equipos asociados

Con la finalidad de garantizar la adecuada operación y mantenimiento de los “**Trolebuses**”, las “**Empresas Participantes**” deberán considerar, para la integración de su Propuesta Técnica, el suministro, instalación, configuración y puesta en operación de diversos Equipos Asociados, de conformidad con lo siguiente:

### Sistemas para alineación y balanceo de llantas

Equipo para medir y equilibrar la masa de desbalanceo de los neumáticos, de los “**Trolebuses**” como parte de la puesta a punto para llantas nuevas, o bien para recalibración como resultado de composturas y desajustes. Que cumpla con las siguientes características mínimas:

- Capacidad de balanceo de ruedas desde 13” hasta 24” y hasta 150 kg de peso



- Ingreso manual de distancia y diámetro de la rueda
- Diversos modos de balanceo
- Capacidad de autocalibración y autodiagnóstico
- Dispositivo de elevación de neumáticos
- Equipo con pedal de freno
- Con soporte de acero en la parte inferior para estabilidad del gabinete
- Velocidad de balanceo: 200 rpm
- Diámetro de rin: 13 a 24"
- Ancho de rin: 5.5 a 20 pulgadas
- Tiempo de balanceo: 8 seg
- Potencia de motor: 1.5 hp
- Nivel de ruido máximo permisible: 70 db
- Suministro de energía: 110v 60 hz

Kit para alineación de ruedas para vehículos pesados a través de tecnología de cámara, que deberá cumplir con las siguientes características técnicas mínimas:

- Equipo Portátil
- Tecnología de Cámara (medición a través de del principio de línea central)



- Deberá permitir la toma de mediciones en posición de conducción (no será necesario elevar los ejes)
- Software para la gestión del proceso de alineación, con su respectivo licenciamiento.
- Transmisión de datos a través de tecnología inalámbrica
- Deberá integrar todo los accesorios y aditamentos que el fabricante recomiende como Kit de alineación para Vehículos pesados tipo Autobús.

## Estaciones de Recarga

### Estación de Carga con doble Pistola

“**El Proveedor**” deberá suministrar dos Estaciones de Recarga de doble pistola, con la capacidad y características adecuadas para el mantenimiento de equilibrio de energía de la Fuente de Reserva, “**FR**”. Las Estaciones de Recarga estarán dotadas de doble pistola de carga con interfaz adecuada para la completa recarga de los “**Trolebuses**” ofertados.

Las “**Empresas Participantes**” deberán incluir en su Propuesta Técnica la información de las Estaciones de Recarga ofertadas, misma que deberá enunciar por lo menos, las características que a continuación se señalan:

- Potencia



- Tamaño
- Peso
- Alimentación
- Voltaje de Salida
- Corriente de Salida
- Eficiencia de Carga
- Nivel de Protección
- Temperatura de Operación
- Módulo de potencia

### **Grua para levantamiento y arrastre de trolebuses de piso bajo**

Grúa de arrastre y salvamento de trabajo pesado, equipada con pluma de levante y arrastre integrada, para levantamiento y arrastre de Trolebuses de piso bajo, que cumpla con las siguientes características de mínimas.

- **Elevador inferior:**

- Longitud de tenedor retraído: 57" (1.45 m)



- Capacidad de levante: 12,700 kg (28,000 lb)
- Capacidad de arrastre: 36,288 kg (80,000 lb)
- Longitud de tenedor extendido: 114" (2.9 m)
- Capacidad de levante: 6,350 kg (14,000 lb)
- Capacidad de arrastre: 36,288 kg (80,000 lb)
- Elevador con capacidad de alcance de 123" (312 cm)

- **Pluma de extensión:**

- Alcance máximo desde la defensa trasera: 112" (2.48 m)
- Distancia de trabajo a 39° de inclinación: 202" (5.13 m)
- Altura máxima a 39° de inclinación: 234" (5.94m)
- Capacidad de carga retraída a 30° de inclinación: 50,000 lb (25 Ton)
- Capacidad de carga extendida a 30° de inclinación: 16,000 (8 Ton)

- **Cabrestantes incluidos de las siguientes características:**





- 2 cabrestantes hidráulicos tipo planetario de 25,000 lb (11,340 kg)
  - Cable de acero de 5/8" (1.9 cm) con una longitud mínima de 200 pies (61 m)
  - Control de velocidad y paro de emergencia en ambos sentidos
  - Gancho giratorio
- 
- **Carrocería modular:**
    - El cuerpo de la carrocería deberá ser hermético a base de polipropileno co-propileno adicionado y atado para mayor rigidez estructural. Diseño independiente de cuerpo aislado que se flexiona con el movimiento del chasis para reducir el desgaste en condiciones de uso extremo
    - El cuerpo utiliza amarras, cerrojos y bisagras de acero inoxidable (pylon 39')
    - Los módulos del cuerpo serán montados con amortiguadores de hule independientes para mayor resistencia a la vibración
    - Techos moldeados para todos los elementos del cuerpo y para las cajas de herramientas
    - Cajas de herramientas con asistencia hidráulica (amortiguadores de gas a presión)
    - Caja para herramienta de 51" (129 cm) con puerta de almacenamiento enrollada tipo túnel



- Caja para herramienta de 49" (124 cm) con puerta de almacenamiento enrollada tipo túnel.

- **Accesorios:**

- Barra de luz led color ámbar de 60" (152 cm)
- Barra de 4 luces led ámbar con soporte de montaje colocadas en los laterales de 22" (56 cm)
- Panel de interruptores con 8 funciones
- Luces blancas superiores de trabajo
- Luces de conexión para enganche superior
- Luces led de detención, giro o cola con alojamiento de acero inoxidable
- Kit de cámara de respaldo con monitor en la cabina con cámara MTD en la armadura posterior a la pared, incluye el complemento de cámara UNDERLIFT
- Medidor de hidráulico para la estación de control montado en la cabina
- Correas de amarre
- Alarma de reversa
- Control remoto inalámbrico de 12 funciones con alcance de 50 m
- Gancho de clavija con bola de 2" (5.8 cm)



- Levanta llantas de 14,000 lb (toma de fuerza transmisión estándar)
- Manuales del equipo (en idioma español):
  - a) Manual de operación
  - b) Manual de mantenimiento
- **Características del vehículo de arrastre:**
  - Modelo 2022
- **Interior:**
  - Vestiduras en tela y vinil
  - Asientos de conductor y pasajeros independientes, forrados en tela automotriz de uso rudo, con cinturones de seguridad de tres puntos
  - Instrumentación con velocímetro, tacómetro, indicadores (aceite, temperatura, gasolina y batería)



- Limpiadores con control de intervalos fijos
  - Luz interior
  - Viseras en tela o vinil
  - Guanteras y registros de aire
  - Encendedor
  - Defensas cromadas
  - Espejos retrovisores exteriores de control manual
  - Sistema eléctrico de 12 V
- **Exterior:**
- Camarote integral de 56" con aire acondicionado
  - Cabina extendida: Fabricada en aluminio/lámina galvanizada con montaje de hule
  - Volante de posiciones
  - Color: Blanco
  - Torreta rectangular de luces destellantes a base de led en color ámbar en la parte superior de la cabina



- Control remoto en cabina ubicada del lado del pasajero con cable de una longitud mínima de 5 metros.

- **Motor:**

- Potencia mínima: 450 hp @ 1,800 rpm
- Par mínimo: 1,650 lb-pie @ 1,200 rpm
- Equipado con freno de motor
- Transmisión: Manual de 18 velocidades
- Tanque de combustible: Dos tanques de aluminio con capacidad total de 1,040 litros.

- **Ejes:**

- Eje Trasero: Doble eje (tándem), capacidad mínima 46,000 lb (20.8 Ton)
- Eje Delantero: Capacidad mínima 14,000 lb (6,350 Kg)
- Distancia entre ejes: 240" (6,096 mm) Aprox.



- **Suspensión:**

- Eje delantero: Muelles parabólicas con amortiguadores telescópicos
- Capacidad mínima 14,000 lb (6,350 Kg)
- Ejes traseros (Eje tándem): Neumática
- Capacidad mínima 46,000 lb (20.8 Ton)
- Sistema eléctrico de 3 baterías de 12 volts

- **Frenos:**

- Hidráulicos con sistema antibloqueo
- Manuales del vehículo (en idioma español)

### **Sistema de simulación de conducción**



Sistema de Simulación de Conducción para formación de Instructores y Operadores del “**STE**”, la cual estará dotada del hardware y software necesarios para recrear las características del habitáculo de operador de los “**Trolebuses**” ofertados, a efecto de conseguir un nivel de realismo lo más apegado a los vehículos suministrados, con un puesto para instructor y un puesto adicional para observador.

El sistema deberá contar con las siguientes características técnicas mínimas:

- **Puesto de Conducción:**



- Cabina de inmersión total fabricada a base de estructura de acero y recubrimiento de fibra de vidrio.
- Asiento de conductor con regulación de inclinación, desplazamiento horizontal y altura.
- Cinturón de seguridad retráctil
- Tablero de instrumentos
- Sistema Visual integrado por 3 Pantallas LED de 55" con tecnología 4K y 1 Panel LCD-TFT para el panel digital de instrumentos.
- Sistema de sonido envolvente de última generación

- **Controles**

- Recreación de las características del habitáculo de operador de los **"Trolebuses"** ofertados, a efecto de conseguir un nivel de realismo lo más apegado a los vehículos

- **Plataforma de Movimiento**





- Con 3 Grados de libertad con motores y variadores industriales
- Switch de Apagado de Emergencia

- **Sistema Computacional**

- Workstation 32GB RAM 8GB VIDEO GDDR6 o similar

- **Instalación Eléctrica**

- Toma de tierra de toda estructura metálica y periféricos con seguridad eléctrica y física
- Alimentación 220V, Cable de alimentación único

- **Software Simulador**

- Desarrollo de configuración del Trolebús con base en la oferta ganadora.



- Desarrollo de Software de 5 km lineales (ida y vuelta) de escenarios de la Ciudad de México con rutas reales. Con compatibilidad a futuro para agregar nuevos desarrollos de rutas.
  - Sistema configurable de parámetros de condiciones de manejo (ABS, ASR, ESP, Cruce Control, Limitador de Velocidad)
  - Configuración de tipo de carga (solida, liquida, viva, etc.).
  - Nivel y Posición de la carga configurables (vertical, lateral, horizontal, uniforme)
  - Viento (dirección del viento y fuerza configurable)
  - Condiciones Meteorológicas
  - Simulación de asistencia de frenado o frenado predictivo
  - Simulación de los efectos negativos en la conducción producidos por el consumo de alcohol o cansancio. Efectos de somnolencia
- **Condiciones de Simulación.**
- **Averías Mecánicas.** Perdida de Retrovisores, Dirección Averiada, Pinchazo / reventón de neumático, Frenos de servicio o fallo en el sistema ABS, Perdida de presión de aceite, Luces, Desalienación de ruedas, Suspensión del vehículo, Parabrisas, etc.



- **Generación de Situaciones y Factores de Riesgo desde puesto de instructor.** Presencia de Peatones o Ciclista cruzando o invadiendo, obstrucción de vía de circulación (Accidente, avería, bloqueo, vehículo que circula en sentido contrario), generación de Tráfico Intenso parado por completo, modificación del tipo de clima, momento del día, terreno, placas de hielo, dirección e intensidad del viento, distribución y peso de la carga.
- **Evaluación y Registro de Errores de Seguridad.** Cinturón de seguridad no abrochado, limpiaparabrisas no activado, colisiones, dirección contraria, conducción (con avería, agresiva, sin luces, en exceso de velocidad), cambio de carril sin indicar con direccionales, respeto de prioridades de circulación, tránsito, señales de tránsito, velocidad máxima sobrepasada, frenada en exceso, volcaduras.
- **Evaluación y Registro de Errores de Eficiencia.** Freno de mano activado, aceleración en exceso, frenada en subida.

#### 1. Sistema de recreación de siniestros reales de la operación.

- Permite crear y editar siniestros reales de operación a partir de la selección de escenarios y condiciones iniciales, así como ejercicios a través de un sistema que permita programar comportamientos automáticos del simulador (cambio de clima, del momento del día y punto de aparición del vehículo de usuario, locución de instrucciones, activación de averías etc.)



con base al registro de comportamientos del usuario.

- **Sistema Administrativo**

- Almacenamiento local de información de la sesión de simulación y emisión de informe que contenga por lo menos: Identificación del alumno, fecha, hora de inicio y término de la sesión, modelo de vehículo, ejercicios ejecutados y evaluación del desempeño del alumno.
- Los ejercicios desarrollados en la sesión de simulación deberán quedar almacenados y disponibles con envío de los resultados

- **Interacción con el Modulo de Instructor**

- Visualización de telemetría del vehículo de usuario en tiempo real y la operación del alumno, con la posibilidad de cambiar entre diferentes vistas de cámara.
- Interacción con el alumno que se encuentra en el simulador.
- Visualización de mapa del escenario para localizar el vehículo de usuario .
- Sistema de monitorización para visualizar el sistema de gestión de alumnos y ejercicios.



- Visualización de repetición de sesiones realizadas por los alumnos.
- El sistema permitirá tener un televisor adicional para visualizar la simulación desde otra como puesto de observador.
- Modificación de parámetros ajustables durante la simulación del alumno en tiempo real

#### • **Reporte de Análisis y Estadísticas de Conducción en el Sistema**

- Información del operador, foto de perfil, información del simulador y estado de la sesión.
- Calificación cuantitativa con base a ponderación de seguridad, eficiencia y cumplimiento de objetivos.
- Información de ejercicios, (fecha, curso, grupo, escenario, tipo de clima, carga, tráfico, distancia recorrida, altura, tiempo y velocidad media)
- Información de la Unidad (modelo, peso, tipo, longitud, carga, curvas de potencia)
- Analítica de conducción eficiente
- Generación Automática de Gráficas (Parámetro de conducción, tipo de conducción, evolución de calificación de eficiencia).
- Registro de Errores de Eficiencia
- Analítica de conducción segura y cumplimiento de objetivos.



- Matriz comparativa e informe cualitativo para la comparación entre alumnos.
- Comentarios del instructor
- Resumen histórico de ejercicios realizados
- Gráficas de telemetría avanzada para diferentes parámetros de la conducción (velocidad del vehículo, posición del freno, acelerador, volante, r.p.m del motor, temperatura).

1. **Mantenimiento.** Deberá considerar el mantenimiento preventivo y correctivo durante el primer año de servicio, para software que incluya el sistema centralizado sin límite de usuarios, actualizaciones de software y mantenimiento de las bases de datos y hardware que incluyendo refacciones. Se deberá contar con un stock mínimo de refacciones de hardware para garantizar que en caso de alguna falla técnica pueda realizar el servicio de mantenimiento a la brevedad posible.
2. **Garantía.** El equipo en su conjunto deberá contar con 1 año de garantía contra defectos de fabricación y/o vicios ocultos. Garantías de componentes dañados por consecuencias de mal uso, uso inadecuado, violento o por desatención del mantenimiento preventivo, reparaciones en sitio y soporte técnico remoto, telefónico y presencial.



En la propuesta Técnica, deberá integrar la documentación con la cual se acredite que el suministrador del sistema de simulación propuesto, cuenta con la experiencia en el suministro de simuladores en México, al menos con cuatro (4) referencias de clientes a los que se les haya implementado cabinas de simulación con aplicaciones similares en los últimos 5 años en México.

“**El Proveedor**” deberá demostrar que el suministrador del simulador ofrece en la actualidad servicio de soporte, mantenimiento y asistencia técnica local en español, y especializada en simulación.

### Equipos de Cómputo

Las “**Empresas Participantes**” deberán considerar, para la integración de su Propuesta Técnica, el suministro de equipos portátiles de cómputo (Laptop), 1 equipo por cada 20 Trolebuses, los cuales deberán integrar el software, con su correspondiente licenciamiento por 5 años, y las interfaces necesarias, para llevar a cabo la comunicación, diagnósticos y extracción de datos, de los equipos informáticos embarcados en los “**Trolebuses**”.

La Propuesta Técnica deberá incluir las especificaciones técnicas de los equipos de cómputo propuestos, así como la relación mediante la cual se señalen y describan los equipos informáticos y sistemas de diagnóstico embarcados, el software de comunicación y la descripción de la interfaz requerida para llevar a cabo la comunicación, diagnóstico y extracción de datos.



## Capacitación

“**El Proveedor**” deberá impartir la capacitación necesaria para lograr la transferencia de conocimientos tecnológicos al personal del “**STE**”, en relación con la conducción, operación y mantenimiento (preventivo y correctivo) de los “**Trolebuses**” como conjunto, así como de los equipos, dispositivos, componentes y partes que lo integran.

Asimismo, “**El Proveedor**” deberá impartir la capacitación al personal del “**STE**” sobre la operación y mantenimiento de los “**Equipos Asociados al Suministro**” señalados en el numeral 2 “**Alcance**” de la presente Especificación Técnica.

La capacitación deberá efectuarse en las instalaciones y horarios que para tal efecto determine el “**STE**”, debiendo ser impartida por especialistas en la materia objeto de cada tema, en idioma español y en sesiones compartidas de teoría y práctica.

Para dar cumplimiento a lo anterior, “**El Proveedor**” presentará para aprobación del “**STE**”, previo a la formalización del “**Acta de Recepción Provisional**”, su Programa de Capacitación, mediante el cual se determine la materia y el número de cursos necesarios para garantizar la formación técnica y operativa del personal del “**STE**”.

“**El Proveedor**” deberá aportar el material didáctico de forma impresa y en medio magnético, de conformidad con lo descrito en el numeral 14.2 “**Elaboración de los Documentos**”, el cual, será entregado con máximo dos semanas de anticipación a la impartición de cada curso, para aprobación del “





**STE**", quien emitirá los comentarios para adecuación o en su caso la aprobación correspondiente, acompañada de la designación del personal que participará en cada sesión de capacitación, con la finalidad de que "**El Proveedor**", considere la entrega de los ejemplares de capacitación para cada participante.

Al término de cada curso de capacitación, "**El Proveedor**" entregará a cada participante un reconocimiento para acreditar su participación en el curso de capacitación.

Una vez concluido el Programa de Capacitación, "**El Proveedor**" entregará al "**STE**" la relación del personal capacitado y de los cursos impartidos.

Las "**Empresas Participantes**" deberán desarrollar e integrar en su Propuesta Técnica el Programa de Capacitación propuesto, el cual deberá considerar, como mínimo, la capacitación para los siguientes temas:

- Capacitación sobre la conducción de la unidad.
- Principios de Funcionalidad de los diferentes equipos, dispositivos, componentes y partes que integran a los "**Trolebuses**".
- Principios de Mantenimiento Preventivo (Básico, Inspección, etc.)
- Sistemas Eléctricos (Alta Tensión, Baja Tensión, Fuente de Reserva, etc.)
- Uso de los sistemas y herramientas de diagnóstico (Informática Embarcada)



GOBIERNO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



AGENCIA DIGITAL DE  
INNOVACIÓN PÚBLICA



Tianguis  
Digital

- Entrenamiento sobre la operación de los Equipos Asociados.