



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



SISTEMA
DE TRANSPORTE
COLECTIVO

No. 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

FECHA: Agosto 2020

HOJA: 1 de 127

TÍTULO:

MODELO OPERATIVO

ESTACIÓN / TRAMO:

LINEA 1 DE OBSERVATORIO A PANTITLAN

RESPONSABLE:

ING. MAURICIO VARGAS PIÑA

REVISÓ:

ING. EDMUNDO RIVAS MARTÍNEZ

ELABORÓ:

STC

FICHA DE SEGUIMIENTO DE LAS REVISIONES

| No. Rev. | Descripción de la Modificación | Fecha |
|----------|--------------------------------|--------------|
| 4 | APROBACIÓN DEL DOCUMENTO | 25/Agosto/20 |
| | | |

ÍNDICE

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 6 |
| 2 | PRINCIPIOS DE OPERACIÓN | 7 |
| 2.1 | OBJETIVOS DE PRODUCCIÓN, NIVEL DE SERVICIO Y CALIDAD DE SERVICIO | 8 |
| 2.1.1 | <i>Producción.....</i> | 8 |
| 2.1.1.1 | <i>Informe diario</i> | 8 |
| 2.1.2 | <i>Calidad de servicio.....</i> | 8 |
| 3 | CONCEPCIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE OPERACIÓN..... | 9 |
| 3.1 | INFRAESTRUCTURA | 10 |
| 3.1.1 | <i>La vía.....</i> | 10 |
| 3.1.2 | <i>Vías de enlace</i> | 10 |
| 3.1.3 | <i>Ubicación de las estaciones</i> | 11 |
| 3.1.4 | <i>El Taller de Mantenimiento de Zaragoza</i> | 11 |
| 3.1.5 | <i>Zona de transferencia.....</i> | 12 |
| 3.1.6 | <i>Posición de Transferencia a las fosas del taller de mantenimiento menor de Zaragoza</i> | 12 |
| 3.1.7 | <i>Señalización secundaria.....</i> | 12 |
| 3.2 | CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO | 13 |
| 3.2.1 | <i>Descripción de la oferta.....</i> | 13 |
| 3.2.2 | <i>Sentido de circulación.....</i> | 13 |
| 3.2.3 | <i>Tipos de Operación en servicio comercial.....</i> | 13 |
| 3.2.3.1 | <i>Operación nominal.....</i> | 13 |
| 3.2.3.1.1 | <i>Plan de Operación en las Horas de Máxima Demanda.....</i> | 14 |
| 3.2.3.2 | <i>Operación degradada</i> | 20 |
| 3.2.4 | <i>Tiempos de retorno en terminal</i> | 20 |
| 3.2.5 | <i>Modos de conducción.....</i> | 21 |
| 3.2.6 | <i>Velocidad comercial y límites de velocidad.....</i> | 23 |
| 4 | CÁLCULOS DE DESEMPEÑO DE LA LÍNEA | 23 |
| 4.1 | DEFINICIONES Y MÉTODO..... | 24 |
| 4.1.1 | <i>Capacidad de la línea</i> | 24 |
| 4.1.2 | <i>Tiempo de estacionamiento en las estaciones.....</i> | 24 |
| 4.1.3 | <i>Descripción del tren</i> | 26 |
| 4.1.4 | <i>Intervalo mínimo práctico en línea.....</i> | 26 |
| 4.1.5 | <i>Intervalo mínimo de retorno en la estación terminal.....</i> | 27 |
| 4.1.6 | <i>Tiempo de retorno en la estación terminal.....</i> | 29 |
| 4.1.7 | <i>Intervalo mínimo operacional.....</i> | 29 |
| 4.1.8 | <i>Velocidad comercial y duración de la vuelta</i> | 30 |
| 4.1.9 | <i>Cálculo de la flota.....</i> | 33 |
| 5 | PROYECTO OPERATIVO..... | 33 |
| 5.1 | <i>Características de la Línea 1</i> | 36 |
| 5.2 | <i>Desarrollo del Proyecto Operativo</i> | 38 |
| 6 | FUNCIONES DE OPERACIÓN | 39 |
| 6.1 | PERSONAL DE OPERACIÓN..... | 39 |

| | | |
|---|---|---|
|  | TÍTULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small> |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 2 DE 121 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6.1.1 | Puesto Central de Control PCC | 39 |
| 7 | MODO DE OPERACIÓN NOMINAL | 41 |
| 7.1 | APERTURA DE LA LÍNEA | 41 |
| 7.1.1 | Operación diaria | 41 |
| 7.1.2 | Numeración de trenes..... | 42 |
| 7.1.3 | Clasificación de la numeración de los trenes..... | 42 |
| 7.1.4 | Preparación de los trenes | 42 |
| 7.1.5 | Reacción en caso de detección de movimiento no autorizado..... | 44 |
| 7.1.6 | Inserción de trenes..... | 45 |
| 7.1.7 | Operación en servicio comercial | 46 |
| 7.1.8 | Retorno de trenes en las terminales..... | 47 |
| 7.1.9 | Retirada de trenes..... | 47 |
| 7.1.10 | Movimientos de trenes en la zona del Taller de Zaragoza | 48 |
| 7.1.11 | Ingreso/retirada de los trenes de garaje según las tablas de horario..... | 48 |
| 7.1.12 | Envío de los trenes según el programa de lavado y mantenimiento..... | 48 |
| 7.1.13 | Salida de un tren de la línea no prevista en la tabla de horarios | 48 |
| 7.1.14 | Salida de un tren del taller hacia la línea no prevista en la tabla de horarios | 48 |
| 7.1.15 | Envío de un tren de la línea al taller | 49 |
| 7.1.16 | Salida de un tren del taller a la línea | 49 |
| 7.1.17 | Envío de un tren de garaje al taller y viceversa, Cambios de vía dentro del taller y cambios de vía en el garaje. | 50 |
| 7.1.18 | Llegada/salida al taller de un tren no equipado de CBTC (de otra línea) o trenes no comunicantes | 50 |
| 7.1.19 | Utilización de la vía de pruebas | 50 |
| 7.1.20 | Cierre de la línea por fin de servicio | 50 |
| 7.1.21 | Cierre de las estaciones..... | 51 |
| 7.2 | PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN | 51 |
| 7.3 | PROGRAMA DE REGULACIÓN DEL TRÁFICO | 51 |
| 7.3.1 | Regulación en las terminales..... | 52 |
| 7.3.1.1 | Medidas adicionales | 52 |
| 7.4 | POSICIONES DE ESTACIONAMIENTO | 52 |
| 8 | MODO DEGRADADO | 53 |
| 8.1 | SUPERVISIÓN DEL ESTADO DEL EQUIPO CBTC INSTALADO A BORDO DEL TREN DURANTE LA EXPLOTACIÓN..... | 53 |
| 8.2 | PRUEBAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL FRENADO DE URGENCIA..... | 54 |
| 8.3 | REACCIÓN ANTE LA DETECCIÓN DE UN FALLO EN EL EQUIPO INSTALADO A BORDO DEL TREN..... | 54 |
| 8.4 | GESTIÓN DE INCIDENTES | 55 |
| 8.4.1 | Organización general..... | 55 |
| 8.4.2 | Información al pasajero | 55 |
| 8.4.3 | Naturaleza del incidente..... | 56 |
| 8.4.4 | Tipo de incidente | 57 |
| 8.4.5 | Consecuencias | 57 |
| 8.4.6 | Interrupción menor..... | 58 |
| 8.4.6.1 | Interrupción mayor | 59 |
| 8.4.6.2 | Situación de emergencia..... | 59 |
| 8.4.7 | Medidas de recuperación..... | 59 |
| 8.4.7.1 | Interrupción menor..... | 60 |
| 8.4.7.1.1 | Enclavamiento Puerta de Anden..... | 60 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 8.4.7.1.2 | Evacuación de un tren en estación para retirarlo del servicio comercial..... | 60 |
| 8.4.7.1.3 | Mando local para PDA..... | 60 |
| 8.4.7.1.4 | Rearmar la palanca de emergencia KFS..... | 61 |
| 8.4.7.1.5 | Pérdida de la localización de un tren..... | 61 |
| 8.4.7.2 | Interrupción Mayor..... | 61 |
| 8.4.7.2.1 | Servicios provisionales..... | 61 |
| 8.4.7.2.2 | Acceso a la vía..... | 64 |
| 8.4.7.2.3 | Conducción manual..... | 65 |
| 8.4.7.2.4 | Control de la posición del aparato de vía..... | 66 |
| 8.4.7.2.5 | Acoplamiento del tren..... | 66 |
| 8.4.7.2.6 | Requerimientos del equipo de mantenimiento..... | 67 |
| 8.4.7.2.7 | Servicios de llamadas de emergencia..... | 67 |
| 8.4.7.3 | Situaciones de Emergencia..... | 68 |
| 8.4.7.3.1 | Respaldo PCC..... | 68 |
| 8.4.7.3.2 | Detección de incendio y humo..... | 68 |
| 8.5 | PROTECCIÓN EN CASOS PARTICULARES..... | 70 |
| 8.5.1 | <i>Principios generales.....</i> | 70 |
| 8.5.2 | <i>Evacuación.....</i> | 70 |
| 8.5.2.1 | Evacuación de un tren en estación..... | 71 |
| 8.5.2.2 | Evacuación dirigida de un tren en interestación..... | 71 |
| 8.5.2.3 | Evacuación de un tren espontanea en interestación..... | 72 |
| 8.5.2.4 | Evacuación de un tren en caso de incendio en el tren..... | 73 |
| 8.5.2.5 | Evacuación de una estación..... | 73 |
| 8.5.3 | <i>Palanca de emergencia.....</i> | 74 |
| 8.5.3.1 | Reacción ante la activación del dispositivo KFS..... | 74 |
| 8.5.3.2 | Tren detenido en andén con palanca de emergencia activada KFS y puertas de andén..... | 74 |
| 8.5.3.3 | Tren en marcha en vías principales y secundarias con activación del KFS..... | 75 |
| 8.5.3.4 | Tren saliendo de la estación con carros dentro de la estación y otros carros en inter-estación y activación del KFS. | 75 |
| 8.5.4 | <i>Reacción en caso de acceso y bajada del tren por el personal autorizado.....</i> | 76 |
| 8.5.5 | <i>Reacción ante desacoplamiento del tren. (Pérdida de integridad).....</i> | 76 |
| 8.5.6 | <i>Supervisión del estado cerrado y bloqueo de las puertas del tren.....</i> | 77 |
| 8.6 | REACCIÓN ANTE LA DETECCIÓN DE NEUMÁTICO BAJO (MATERIAL RODANTE)..... | 77 |
| 8.7 | REACCIÓN ANTE LA DETECCIÓN DE NEUMÁTICO BAJO (DNB) (EQUIPO FIJO)..... | 78 |
| 8.8 | REACCIÓN ANTE LA DETECCIÓN DE DESBORDAMIENTO DE AGUA EN LOS CÁRCAMOS..... | 78 |
| 9 | MODOS DEGRADADOS..... | 79 |
| 9.1 | MATERIAL RODANTE (FALLA DE TRACCIÓN O FRENADO)..... | 79 |
| 9.2 | MATERIAL RODANTE CON FALLA DE PUERTA..... | 80 |
| 9.3 | FALLA DEL ATC EMBARCADO..... | 80 |
| 9.4 | FALLA DE COMUNICACIÓN RADIO CBTC (FIJO O EMBARCADO)..... | 80 |
| 9.5 | FALLA DEL ATC FIJO..... | 80 |
| 9.6 | FALLA DEL ENCLAVAMIENTO..... | 80 |
| 9.7 | PÉRDIDA DE POSICIÓN DE AGUJA..... | 81 |
| 9.8 | RIEL, BARRA GUÍA Y PISTA DE RODAMIENTO ROTO..... | 81 |
| 10 | RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS CBTC..... | 81 |
| 11 | REQUISITOS FUNCIONALES..... | 82 |
| 11.1 | SEGURIDAD..... | 83 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 11.2 | RESTRICCIONES TÉCNICAS | 83 |
| 11.3 | REQUISITOS ESPECÍFICOS RAM PARA LA RED DCS | 84 |
| 11.4 | EVOLUCIÓN DE LA RED DCS..... | 85 |
| 11.5 | REQUISITOS FUNCIONALES | 85 |
| 11.6 | SEGURIDAD | 86 |
| 11.7 | RESTRICCIONES TÉCNICAS | 86 |
| 12 | DESEMPEÑO DEL SISTEMA CBTC | 87 |
| 13 | PÉRDIDA DE ENERGÍA TRACCIÓN..... | 91 |
| 14 | PÉRDIDA DE CORRIENTE DE TRACCIÓN DEBIDO A LA ACTIVACIÓN DEL BOTÓN CZ POR PARTE DEL REGULADOR DEL PCC..... | 92 |
| 15 | HUMO E INCENDIO | 92 |
| 16 | REACCIÓN EN CASO DE DETECCIÓN DE FUEGO Y HUMO EN UNA ESTACIÓN..... | 94 |
| 17 | DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS EN LA VÍA..... | 94 |
| 18 | PERSONAL EN LAS VÍAS PARA MANTENIMIENTO | 94 |
| 19 | BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA EN EL ANDÉN | 94 |
| 20 | PARADA DE UN TREN EN ESTACIÓN FUERA DE SU PUNTO DE PARADA..... | 95 |
| 21 | INUNDACIONES | 95 |
| 22 | TERREMOTOS..... | 95 |
| 23 | FUNCIONES PARA LA GESTIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN | 96 |
| 24 | SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO..... | 96 |
| 25 | TELECOMUNICACIÓN..... | 96 |
| 26 | DOCUMENTACIÓN..... | 96 |



**TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA
LÍNEA 1**



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

HOJA: 5 DE 121

1 INTRODUCCIÓN

Este documento define el modelo operacional de la línea uno de la Ciudad de México, tal y como opera actualmente; siendo un compromiso del Licitante ganador de mejorar los parámetros indicados en este documento y agregar los que considere necesarios para un nivel GoA3 de acuerdo con los criterios fijados por el STC relacionados con el sistema CBTC que son fundamentales para la operación (material rodante, señalización, Puesto Central de Control, etc.)

El modelo operacional define la oferta de transporte y los principios funcionales del sistema de transporte, así como los métodos que deben aplicarse para un funcionamiento óptimo de este sistema. Constituye una etapa importante en el proceso que conduce a la puesta en servicio del nuevo sistema.

Del mismo modo, el nivel de automatización y centralización solicitado (GoA3) en este modelo va a condicionar la organización del trabajo y las etapas que llevan a la redacción de la reglamentación y a la formación del personal.

Este modelo de operación presenta la manera de operar la línea con distintos niveles de automatización: circulación con conductores, cabina de conducción (GoA3) con retorno automático y con algunas funciones incorporadas del (GoA4).

El estudio del modelo de operación trata los temas siguientes:

- La política general de operación, incluyendo la definición de objetivos y los criterios de evaluación, desempeño y calidad de servicio.
- Concepción general de los sistemas, que conforman el CBTC, la infraestructura y el Puesto Central de Control (PCC),
- El modelo de operación normal y degradado;
- La definición de la oferta de transporte, y el dimensionamiento de la flota de material rodante;
- Organización de la operación.

El modelo define el funcionamiento cotidiano de la línea y se tomara como ejemplo para la redacción de los planes de operación específicos y de los manuales de procedimientos de operación, necesarios para la puesta en servicio de la línea modernizada.

El transporte ferroviario de pasajeros tiene objetivos específicos relativos a la producción, calidad, y seguridad de funcionamiento (investigación, informes, bases de datos de incidentes...). Del mismo modo, los servicios públicos cuentan con objetivos de producción y calidad específicos: seguimiento de la oferta, medición **del nivel** y de la calidad de servicio con diferentes indicadores, etc.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 6 DE 121 |

2 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

Una línea de Metro es un sistema complejo en el que los diferentes elementos que la componen (infraestructura, sistemas, equipos, material rodante) deben ser coherentes entre ellos. El objetivo principal de este sistema es dar servicio con absoluta seguridad a la población en las mejores condiciones posibles y al menor costo.

La política general de transporte se traduce en objetivos y criterios que se deben tener en cuenta en la **modernización** y automatización de la línea uno del Metro de la Ciudad de México:

- Aumentar la frecuencia de paso de los trenes y con ello, aumentar la capacidad de transporte en toda la Línea.
- Mejorar la Calidad y Nivel de Servicio de la Línea uno.
- Ofrecer una capacidad de transporte capaz de adaptarse a la demanda (cambio en el programa de operación, inserción y retirada de trenes sin perturbar la operación, disponibilidad de los trenes...)
- Garantizar la máxima seguridad de los pasajeros, del personal y de los sistemas y equipos.
- Lograr y conservar un alto nivel de calidad de servicio (rapidez, regularidad, confort, limpieza, disponibilidad...)
- Integrarse con el resto de la red de transporte de la Ciudad
- Mantener un costo mínimo para la sociedad
- Asegurar la regularidad de la oferta (intervalos y servicios previstos), pudiendo recuperar los retrasos gracias a un margen de regularidad en la línea y en las terminales
- Realizar el programa de operación previsto (laborable, sábado, domingos y festivos), para lo que se necesita poder insertar y retirar los trenes sin perturbar la operación y asegurar la disponibilidad de los trenes
- Prever los modos de operación degradados, para intentar mantener el mejor servicio posible en caso de fallo o incidente en el sistema CBTC
- Operar secciones de la línea con una calidad de servicio aceptable y siempre con el nivel de seguridad correspondiente;
- Simular los métodos de operación para definir las instalaciones y guardar reservas de tiempo;
- Mejorar el mantenimiento de los sistemas y equipos en sus diferentes niveles
- Minimizar los costos.

El Licitante ganador desarrollará los estudios, proyectos y memorias de cálculo necesarios que demuestren que el Proyecto de Línea 1 cumple con los estándares que exige internacionalmente RAMS o en español FDMS y estos se entregaran en dos meses antes de iniciar los trabajos.

La concepción de una línea de metro, se define como el sistema global que responde de la manera más satisfactoria posible a los objetivos fijados. La definición precisa de las necesidades es importante para una buena concepción del sistema.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 7 DE 121 |

2.1 Objetivos de Producción, Nivel de Servicio y Calidad de Servicio

Los principios de producción y calidad están relacionados con la definición de servicio público y de interés general del transporte ferroviario de pasajeros.

2.1.1 Producción

La oferta de transporte está definida por las tablas de circulaciones, que indican el número de trenes en circulación en cada instante, y por tanto la capacidad de transporte.

Con todas las tablas de circulación (día laborable, sábado, domingos y festivos), es posible calcular los objetivos de producción anuales o mensuales.

El cumplimiento de estos objetivos incluye, también para una línea automática, un seguimiento riguroso y continuo de la producción realmente realizada.

2.1.1.1 Informe diario

En el informe diario, se hará un seguimiento continuo de la producción, donde se anotará:

- La producción prevista
- La producción realizada
- La producción suplementaria (en caso de que se haya utilizado)
- Los carros-kilómetros perdidos
- Los incidentes y eventos del día: incidentes técnicos, conducción de trenes en modo manual (cuando la línea sea completamente automática)...
- Las investigaciones, si ha tenido lugar un incidente significativo: número de orden, informes personales de los agentes de operación, informe de los agentes del personal de mantenimiento.

La realización rigurosa de este informe permitirá el análisis estadístico de la operación y de la experiencia acumulada, y el seguimiento del estado del sistema.

El seguimiento diario permite también controlar la producción anual.

2.1.2 Calidad de servicio

Existen diversos criterios de calidad de servicio:

- Seguridad
- Comodidad
- Limpieza
- Rapidez
- Regularidad
- Disponibilidad

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 8 DE 121 |

3 CONCEPCIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE OPERACIÓN

La línea uno del metro de la **Ciudad de México** es la más antigua de la ciudad. Es una línea de aproximadamente 17 km y va de este (Pantitlán) a oeste (Observatorio). Cuenta con 20 estaciones, 7 de ellas con conexión con otras líneas. Es una de las líneas centrales de la red de metro de la Ciudad de México (Anexo 1).

Antes de la modernización, la flota de la línea uno es de 49 trenes, de los cuales 37 están en servicio en hora punta. Con un intervalo teórico de **01 min 55 s**, siendo **02 min 15 s** el intervalo real a día de hoy en la línea. Esta diferencia es debida sobre todo a la gestión de las terminales actuales, que no son capaces de realizar el intervalo de **01 min 55 s** de manera estable.

La línea uno cuenta actualmente con un Puesto de Control Central (PCC) en Delicias, dos Puestos de Maniobra de Línea (PML), en Observatorio y en Pantitlán, y un Puesto de Maniobra de Taller (PMT) en Zaragoza. Para la gestión operacional, la línea se divide en seis zonas con nueve secciones de Observatorio a Pantitlán.



| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 9 DE 121 |

3.1 Infraestructura

3.1.1 La vía

El Licitante ganador deberá presentar un plan de **rehabilitación de la vía** adecuado (ver el Proyecto de Rehabilitación de Vías), el cual es esencial para poder proporcionar un buen desempeño del recorrido del tren, brindar estabilidad y confort.

La rehabilitación de vías deberá mejorar en términos generales:

- Implantación de rasante, sobreelevaciones, trazo y perfil
- Medidas geométricas

Con lo cual permita obtener:

- La operación de la línea en situación normal;
- Un intervalo practico no mayor a 100 s (1 min 40 s);
- Recorrido de la línea en forma bidireccional;
- El retorno automático de los trenes al final de la línea;
- La inserción y retirada de trenes del polígono, al comienzo y fin del día, y para ajustar la oferta de transporte a la demanda a lo largo del día;
- La operación en situación de incidente (modo degradado)

La configuración de la vía y los andenes permite realizar un servicio rápido, frecuente, seguro, operando en modo normal y modo degradado.

La Línea uno presenta en su recorrido pendientes importantes, destacando la de la entrada interestación Tacubaya a Observatorio de 6.8%.

La línea uno después de modernizarse permitirá el uso de todos los servicios provisionales en ambas direcciones.

3.1.2 Vías de enlace

La línea uno cuenta con vías de enlace con las líneas 2 y 3 de la red de STC. La vía de enlace con la línea 2 está situada entre Pino Suarez y La Merced. El enlace con la línea 3 se encuentra entre Salto del Agua y Balderas.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 10 DE 121 |

Cuando la línea uno funcione en modo **CBTC**, se contará con una posición de estacionamiento en estas vías de enlace. Así, cuando se necesite retirar de la circulación un tren averiado, podrá enviarse a esta posición para que interfiera lo menos posible en la operación.

En el caso de que, tanto en línea dos y línea tres tengan necesidad de ocupar las vías de enlace de Línea uno respectivamente, el sistema CBTC deberá permitir en los TCO's del PCC de ambas Líneas se pueda visualizar esos trenes no equipados con el sistema CBTC.

3.1.3 Ubicación de las estaciones

Cuando la línea uno funcione en modo CBTC, se contará con una posición de estacionamiento en todas las Estaciones de la Línea uno. El Licitante ganador deberá establecer los PKs del punto normal de paro de cada estación por ambas vías.

3.1.4 El Taller de Mantenimiento de Zaragoza

El **Taller** de Mantenimiento de Zaragoza se encuentra entre las estaciones de Pantitlán y Zaragoza.

Cuenta con un edificio de garaje y un taller de mantenimiento. Los movimientos en esta zona están controlados por el Inspector del Puesto de Maniobras del Taller (PMT).

El edificio de garaje tiene 15 vías con dos posiciones de garaje cada una, o lo que es lo mismo, una capacidad de 30 trenes. A esto hay que añadir 8 posiciones de garaje en la estación Observatorio (situación actual) y 8 posiciones de garaje en la estación Pantitlán. El envío/salida de los trenes del garaje se realizará en modo automático sin que el conductor accione el manipulador, pero si deberá permanecer en la cabina de conducción activa para vigilar el recorrido del tren y en el caso de que algo interfiera la trayectoria del tren el podrá accionar el FU.

El edificio de garaje de Zaragoza tendrá que adaptarse para recibir los nuevos trenes, que tienen una longitud mayor y necesitan una distancia mayor entre ellos para poder estacionarse automáticamente. Para lo cual, el sistema CBTC debe garantizar el estacionado correcto y la distancia de seguridad entre trenes.

Una nueva máquina de lavado estará situada en zona de garaje y los trenes pasaran por ella para una limpieza profunda automáticamente según la configuración del programa de operación. La posición exacta no está aún determinada y necesita un estudio profundo del Taller de Zaragoza.

El taller de mantenimiento permite realizar las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo de los trenes de las líneas 1 y 9 del metro. La circulación de trenes no equipados de CBTC, trenes de otras líneas estarán supervisadas por la detección secundaria del CBTC y el inspector de PMT. Se mantendrá la señalización de maniobra de la zona de garaje para la circulación con conductor de éstos trenes no equipados.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 11 DE 121 |

La zona de circulación automática de los trenes automáticos **en modo CBTC** deberá confinarse para impedir la entrada de personas en las vías, por cuestiones de seguridad.

Todo el taller de Zaragoza (Vías de garaje, Vía de Pruebas, peines, mantenimiento menor y vía de lavado) deberá estar equipada con el sistema CBTC

3.1.5 Zona de transferencia

En la línea uno, la zona de transferencia entre las vías principales de la línea hacia las vías secundarias del Taller Zaragoza se identifican como los CDV's 63 y 83.

3.1.6 Posición de Transferencia a las fosas del taller de mantenimiento menor de Zaragoza

El sistema CBTC deberá permitir el movimiento de los trenes en modo PA y deberá detenerlo hasta la entrada. Para que pueda entrar al interior del taller (fosa) deberá tomar en modo CLT2.

En caso de que el tren no logre llegar al PNP, personal de MR colocará las perchas para alimentar en alta tensión al tren y permitir su llegada al PNP.

La velocidad máxima de entrada a la fosa debe ser menor a 10 Km/h

La salida de los trenes será en el modo CLT2 a menos de 10 Km/h hasta que el primer elemento del tren haga contacto con la barra guía debiendo detenerse para ser retirada la percha por personal de MR.

Durante, la entrada, estancia y salida del tren en el taller de mantenimiento sistemático, no deberá deslocalizarse. Caso contrario deberá localizarse a la salida de las vías del taller.

Nota: Para las fosas de visita de MR en Terminales de Pantitlán y Observatorio la entrada y salida de los trenes deberá ser en el modo de conducción PA/CMC.

3.1.7 Señalización secundaria

Durante la migración y la instalación y pruebas del sistema CBTC, la línea contará con una señalización lateral secundaria para la circulación de trenes no equipados de CBTC y la operación comercial con PA 135 KHz.

Se mantienen las señales de Despacho Bajo Orden (DBO), CUFS (corte de urgencia fuera de servicio) y Hombres Trabajando en Vías en los andenes para su utilización con los trenes de servicio comercial y mantenimiento tanto los equipados y no equipados de CBTC.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 12 DE 121 |

3.2 Características del servicio

3.2.1 Descripción de la oferta

La línea uno de México presenta una alta ocupación, sobre todo en las horas punta. Es por ello que desde la puesta en funcionamiento de la línea después de su automatización se operará con el intervalo práctico menor de 100 s y por el número de trenes que demande este intervalo.

Los equipos y la flota de material rodante deben estar dimensionados para las horas punta de máxima demanda.

Para hacer el sistema competitivo respecto a otros modos de transporte, el Licitante ganador deberá mantener un nivel y calidad de servicio aun fuera de las horas punta.

3.2.2 Sentido de circulación

Los trenes circulan por la vía derecha. El sentido de circulación **por vía 1** es el que va de Pantitlán a Observatorio. El sentido de circulación **por vía 2** es el que va de Observatorio a Pantitlán. La denominación de las vías sigue la misma lógica.

3.2.3 Tipos de Operación en servicio comercial

3.2.3.1. Operación nominal

En hora punta

En horas punta, la línea se opera de una terminal a la otra con intervalo predefinido. El tren se detiene en todas las estaciones y el modo de conducción es PA.

En horas valle

En horas valle, la línea se opera de una terminal a la otra con intervalo predefinido. El tren se detiene en todas las estaciones y el modo de conducción es PA.

El intervalo entre trenes estará adaptado a las circunstancias de la demanda y operación, así como al tipo de día laborable, sábados y días feriados.

Número de Trenes e Intervalos en Función al Tipo de Día

| Tipo de Día | Número de Trenes | Intervalo Hora Punta (HP) | Intervalo Hora Valle (HV) |
|---------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| Día Laborable | 37 HP y 33HV | 01 min 55 s | 02 min 10 s |
| Sábados | 33 (todo el día) | - | 02 min 10s |

| | | |
|--|---|-----------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 13 DE 121 |

| | | | |
|---------------------|------------------|---|------------|
| Domingos o Feriados | 24 (todo el día) | - | 03 min 00s |
|---------------------|------------------|---|------------|

3.2.3.1.1 Plan de Operación en las Horas de Máxima Demanda

Antecedentes.- En el STC se está consciente que en la Línea 1 la Capacidad de Transporte se ve rebasada por la cantidad de usuarios que se transportan día a día principalmente en las Horas de máxima Demanda (HMD) Matutina y Vespertina, así como las variaciones horarias diarias y estacionales de la demanda, las cuales agudizan en terminales, estaciones de correspondencia, estaciones de alta concentración y en los tramos más cargados de las Líneas 1,2,3,7,8,9,A y B principalmente, en las cuales se transporta aproximadamente el 86.26% de los usuarios en día laborables.

Adicionalmente, la continuidad y regularidad del servicio, se ve afectada por la saturación e incidentes en trenes e instalaciones fijas, así como, por variaciones externas como la lluvia y eventos masivos entre otros.

Atendiendo a las consideraciones antes mencionadas, el Licitante Ganador deberá tomar en cuenta lo dispuesto en las funciones de la Dirección de Transportación del STC con el fin de mejorar: la frecuencia de paso de trenes y Capacidad de Transporte en la Línea 1, además deberá con la rehabilitación de la vías, trenes nuevos y instalación del sistema CBTC, mejorar la calidad del servicio y mitigar el impacto de los incidentes en la Línea y considerar los análisis del comportamiento de la afluencia de cada línea en particular, su interrelación entre ellas y a la relación oferta – demanda a nivel de la red, como lo ha determinado el STC en su *Plan de Operación en las Horas de Máxima Demanda matutina y vespertina* cuyos lineamientos son de aplicación y observancia obligatoria día a día en su Operación Nominal, siempre en condiciones de seguridad, mismos que contemplan las siguientes estrategias operativas:

- Adecuar la operación a las condiciones actuales de la demanda
- Establecer en las líneas condiciones operativas que permitan una mejor regulación del servicio
- Coordinar operativamente a las diferentes áreas que intervienen en la operación y regulación
- Estandarizar los criterios de actuación para regular la operación y mitigar los incidentes en la línea.

Para ello, el Licitante ganador deberá considerar dicho Plan de Operación en HMD e incorporar en su Propuesta de solución la estrategia que se describe a continuación.

Operación en HMD matutina y vespertina.- Las Horas de Máxima Demanda Matutina y Vespertina de Días Laborables están determinadas por los horarios siguientes:

Matutina 06h00 a 10h00

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | |

Vespertina 17h00 a 22h00

Con base al Anexo 1.- Diagrama 1 en los que se indican los tamos críticos de cada línea, durante los periodos de mayor demanda matutina y vespertina, los cuales se ajustan de acuerdo a la línea de que se trate, se estable un operativo de Coordinación Institucional de forma conjunta entre el PCC, personal de supervisión de las Gerencias de Líneas ubicados en los puntos estratégicos; en el Anexo 2.- Diagrama 2 y Coordinadores de Maniobras de Control y Dosificación de Usuarios (MCDU) de las Estaciones previamente establecidos conforme a lo señalado en lo siguiente:

MCDU en periodos de Máxima de Demanda Matutina y Vespertina.- Las estaciones donde se realizan la MCDU actualmente, con el apoyo de los elementos de la Gerencia de Seguridad Institucional son:

Maniobras de Control de Dosificación de Usuarios

| Línea | No. De Estaciones | Actuales | | | |
|-------|-------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| | | Matutino | | Vespertino | |
| | | Estaciones | No. De Elementos | Estaciones | No. De Elementos |
| 1 | 20 | PAN | 16 | PIN | 16 |
| | | ZAR | 6 | | |
| | | SLA | 17 | | |
| 2 | 24 | CCA | 12 | - | - |
| 3 | 21 | INV | 16 | HID | 15 |
| | | CUE | 16 | | |
| 7 | 14 | ROS | 8 | - | - |
| | | TCY | 16 | | |
| 8 | 19 | COT | 12 | GAR | 12 |
| 9 | 12 | PAN | 18 | - | - |
| A | 10 | LPA | 12 | PAN | 14 |
| B | 21 | CAZ | 12 | - | - |
| Total | 141 | 12 | 161 | 4 | 57 |

Matutinas.- Línea 1.- Gómez Farías, Línea 3.- La Raza y Centro Médico y Línea B.- Múzquiz y Río de los Remedios.

Vespertinas.- Línea 1.- Chapultepec, Línea 3.- Zapata y Centro Médico, Línea 7.- Tacubaya y Polanco, Línea 9.- Tacubaya y Línea B.- San Lázaro

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 15 DE 121 |

Para el desalojo de trenes en terminales se contará con el apoyo del número de los elementos de la gerencia de seguridad institucional que se indican:

Desalojo de Trenes en Terminales

| Línea | No. De Estaciones | Actuales | | | | Adicionales | | | |
|-------|-------------------|------------|------------------|------------|------------------|-------------|------------------|------------|-----------------|
| | | Matutino | | Vespertino | | Matutino | | Vespertino | |
| | | Estaciones | No. De Elementos | Estaciones | No. De Elementos | Estaciones | No. De Elementos | Estaciones | No de Elementos |
| 1 | 2 | PAN | 4 | PAN | 4 | PAN | 2 | PAN | 2 |
| | | OBS | 4 | OBS | 4 | OBS | 2 | OBS | 2 |
| 2 | 2 | CCA | 4 | CCA | 4 | CCA | 3 | CCA | 3 |
| | | TAS | 3 | TAS | 3 | TAS | 2 | TAS | 2 |
| 3 | 2 | INV | 4 | INV | 4 | INV | 2 | INV | 2 |
| | | UNI | 4 | UNI | 4 | UNI | 2 | UNI | 2 |
| 7 | 2 | ROS | 3 | ROS | 3 | ROS | - | ROS | - |
| | | BAR | 3 | BAR | 3 | BAR | - | BAR | - |
| 8 | 2 | COT | 3 | COT | 3 | COT | - | COT | - |
| | | GAR | 3 | GAR | 3 | GAR | - | GAR | - |
| 9 | 2 | PAN | 3 | PAN | 3 | PAN | 3 | PAN | 3 |
| | | TCY | 3 | TCY | 3 | TCY | 3 | TCY | 3 |
| A | 2 | LPA | 2 | LPA | 2 | LPA | 3 | LPA | 3 |
| | | PAN | 2 | PAN | 2 | PAN | 3 | PAN | 3 |
| B | 2 | CAZ | 3 | CAZ | 3 | CAZ | 3 | CAZ | 3 |
| | | BUE | 2 | BUE | 3 | BUE | 2 | BUE | 3 |
| Total | 16 | 16 | 50 | 16 | 51 | 16 | 30 | 16 | 31 |

Envío de Trenes en Vacío y Circuitos Cortos.- Con el fin de estandarizar los criterios para disminuir los servicios a las estaciones de mayor afluencia determinadas estratégicamente en las cuales actualmente se dificulta entre otros, abordar, el cierre de las puertas, el rearme de palancas KFS accionadas, el avance de los trenes y por consecuencia la continuidad del servicio, se ha determinado en los periodos matutino y vespertino mencionados: a) enviar a estas estaciones, de manera sistemática, trenes en vacío, así como; b) enviar trenes en zonas de maniobras previamente establecidos para servicios en circuitos cortos en las proporciones que se indican en la tablas subsecuentes.

Lo anterior de acuerdo al comportamiento de la afluencia a lo largo de la línea monitoreando desde los Puestos Centrales de Control 1 y 2 y PCL's y en coordinación entre los Jefes de Reguladores y los responsables de las MCDU.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 16 DE 121 |

Complementariamente, conforme a las condiciones de operación, evitar al máximo posible las maniobras “O” en terminales, así como, en términos de regulación procurar la circulación simultanea de un mayor número de trenes por la vía más cargada, disminuyendo en esta los intervalos de paso y agilizando los regresos por la otra vía, lo que permitirá, aprovechar al máximo la capacidad de la línea de acuerdo a la disponibilidad de trenes.

Nomenclatura:

- XXX - Prioritario - Programado por Rutina
- XX - Alterno – Conforme a la Demanda
- X - Ocasional – Requerimiento Puntual
- - Vía 1
- ← - Vía 2

Línea 1

| Horario | Terminal | | Envío de Trenes | | ZAR | GOM | BOU | MOC | SLA | PIN | BAD | INS | CHP |
|------------|--------------|---|-----------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | Con Usuarios | En Vacío | | | | | | | | | |
| Matutino | Pantitlán | → | 2 | 1 | xxx | xxx | xx | xx | xxx | - | - | - | - |
| Vespertino | Observatorio | ← | 3 | 1 | - | - | - | - | - | x | xx | xxx | xxx |

Circuitos Cortos

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|---|-------|---|---|---|---|---|-----|-----|---|---|
| Vespertino | PAN-PIN-BAD | • | 3 a 4 | - | - | - | - | - | xxx | xxx | - | - |
|------------|-------------|---|-------|---|---|---|---|---|-----|-----|---|---|

- Envío de trenes hacia la zona de maniobras de Pino Suárez a Balderas (tres a cuatro trenes)

Línea 3

| Horario | Terminal | | Envío de Trenes | | DMA | LRZ | GUE | HID | BAD | ZAP | CME | QUE | COP |
|------------|---------------|---|-----------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | Con Usuarios | En Vacío | | | | | | | | | |
| Matutino | Indios Verdes | → | 2 | 1 | xxx | xxx | xxx | - | - | - | - | - | - |
| Vespertino | Universidad | ← | 3 | 1 | - | - | - | - | xxx | xxx | xxx | xx | xx |

Circuitos Cortos

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|---|-------|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|
| Vespertino | INV-HID-BAD | • | 3 a 4 | - | - | - | xxx | x | - | - | - | - |
|------------|-------------|---|-------|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|

- Envío de trenes hacia la zona de maniobras de Hidalgo a Balderas (tres a cuatro trenes)

Línea 7

| Horario | Terminal | | Envío de Trenes | | AQU | TAC | POA | AUD | MIX | TCY |
|------------|-----------------|---|-----------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | Con Usuarios | En Vacío | | | | | | |
| Matutino | Rosario | ➔ | 3 | 1 | xxx | xxx | - | - | - | - |
| | Barranca Muerto | ➜ | 3 | 1 | - | - | - | - | xxx | xxx |
| Vespertino | Rosario | ➔ | 3 | 1 | - | - | xx | xx | - | - |
| | Barranca Muerto | ➜ | 3 | 1 | - | - | xx | xx | x | xxx |

Línea 8

| Horario | Terminal | | Envío de Trenes | | UAM | IZP | SAL |
|----------|--------------|---|-----------------|----------|-----|-----|-----|
| | | | Con Usuarios | En Vacío | | | |
| Matutino | Constitución | ➔ | 4 | 1 | xxx | xx | - |
| | 1917 | ➜ | 4 | 1 | - | - | X |

Línea 9

| Horario | Terminal | | Envío de Trenes | | PUE | CHI | CME |
|----------|-----------|---|-----------------|----------|-----|-----|-----|
| | | | Con Usuarios | En Vacío | | | |
| Matutino | Pantitlán | ➔ | 3 | 1 | xxx | - | - |
| | Tacubaya | ➜ | 3 | 1 | - | xxx | xx |

Línea A

| Horario | Terminal | | Envío de Trenes | | SMS | GLA |
|----------|----------|---|-----------------|----------|-----|-----|
| | | | Con Usuarios | En Vacío | | |
| Matutino | La Paz | ➔ | 4 | 1 | xxx | - |



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

HOJA: 18 DE 121

Circuitos Cortos

| | | | | | | | | | |
|------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Vespertino | PAN-GLA | • | 3 | - | - | - | - | - | xxx |
|------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|-----|

- Envío de trenes hacia la zona de maniobras a Guelatao (tres trenes)

Línea B

| Horario | Terminal | | Envío de Trenes | | MUZ | RRE | NEZ | GAR | GUE | SLA |
|------------|---------------|---|-----------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | Con Usuarios | En Vacío | | | | | | |
| Matutino | Ciudad Azteca | ➔ | 3 | 1 | xxx | xxx | x | - | - | - |
| Vespertino | Buena Vista | ➔ | 4 | 1 | - | - | - | xxx | xx | - |

Circuitos Cortos

| | | | | | | | | | | |
|------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vespertino | AZT-SLA | • | 3 | - | - | - | - | - | - | x |
|------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

- Envío de trenes hacia la zona de maniobras de Tepito (tres trenes)

Los trenes en vacío se enviarán en los horarios y proporciones de acuerdo a lo establecido en coordinación con el Jefe de Reguladores.

La secuencia de envío de trenes en vacío, iniciará con los servicios prioritarios (XXX) a la estación de mayor afluencia en su caso iniciando por la estación más lejana a la terminal de origen, con apoyo del sistema de video vigilancia, del comportamiento general de la línea en coordinación con el personal ubicado en los puntos de control dentro de los tramos críticos de la línea, a fin de dar fluidez a la circulación de los trenes subsecuentes.

El responsable del mando de la MCDU mantendrá una comunicación constante con el Jefe de Reguladores y el mando de seguridad institucional respecto de las condiciones de operación.

En el caso de que se presente un incidente en la Línea se tomarán las medidas necesarias para normalizar la operación y regresará al esquema de operación indicado.

Marcha Tipo Lluvia.- En los periodos de lluvia, acatar las consignas de operación establecidas. (el Licitante ganador deberá solicitar al STC dichas condiciones) para cuando se presente una precipitación pluvial en los tramos superficiales y elevados y/o se encuentren las pistas de rodamiento mojadas hasta que las condiciones de pista seca garanticen la circulación normal de los trenes.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 19 DE 121 |

Acciones complementarias.- los elementos de Seguridad Institucional asignados en las áreas de MCDU y andenes apoyaran el desalojo de trenes en terminales, distribución de usuarios a lo largo del andén, cierre de puertas, rearme de palancas, asignación de carros (separación de hombres y mujeres y niños), así como revisión de cabinas traseras.

Asimismo, y de acuerdo a sus funciones en los tramos señalados en el Anexo 1.- Diagrama 1, los Inspectores Jefes de Estación en HMD matutina y vespertina deberán estar en el Punto Normal de Paro (PNP) para apoyar al conductor en la agilización del cierre de puertas, conforme los tiempos de estacionamiento programados, rearme de palancas KFS accionadas y al avance de los trenes de acuerdo a las condiciones de la operación y en su caso del PCC.

Para la aplicación de las Estrategias y acciones específicas antes mencionadas, el Licitante ganador deberá considerar lo siguiente:

- Seguridad de los usuarios, trabajadores, instalaciones, equipos y sistemas.
- Conocer en sitio la afluencia real de usuarios en días laborables en la Línea 1
- Disponibilidad y Fiabilidad de trenes para la explotación
- Condiciones de Disponibilidad y Fiabilidad de las instalaciones
- Elementos para las MCDU en estaciones
- Presencia del personal de vigilancia o policía contratada para el desalojo de los trenes en terminales
- Polígonos de servicio vigentes

3.2.3.2 Operación degradada

Existen aparatos de cambio de vía que permiten el retorno de los trenes en caso de obstrucción de la vía (debido a la falla de un tren, o a la falla de un equipo) para poder realizar servicios provisionales o realizar movimientos en contrasentido y el modo de conducción es PA.

Estos aparatos de cambio de vía están situados en Chapultepec, Balderas, Pino Suarez, y Balbuena, y deben ser todos bidireccionales. Adicional a los aparatos de vía antes descritos, el Licitante ganador, debe considerar los que se agregarán en San Lázaro y Tacubaya, que también serán bidireccionales.

3.2.4 Tiempos de retorno en terminal

La configuración de las estaciones terminales es estratégica para asegurar la regularidad del tráfico. La estación terminal debe operar de forma estratégica, además de permitir el retorno de trenes con respecto al intervalo mínimo **predefinido**, y debe también proporcionar suficiente margen de tiempo para recuperar retrasos menores y así mantener el intervalo previsto.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 20 DE 121 |

3.2.5 Modos de conducción

Esta función tiene como objetivo gestionar los modos de conducción del tren bajo las alternativas siguientes:

Etapas de transición:

En esta etapa convivirán trenes equipados con PA 135 KHz y trenes equipados con CBTC, por lo que durante esta etapa el CBTC emulara los modos de conducción de los trenes equipados con PA 135 KHz (PA, CMC y CLT2).

Modo de Conducción (PA) 135 KHz, modo nominal en servicio comercial y velocidad establecida por el PA 135 KHz

Modo Conducción Manual Controlada (CMC), velocidad establecida por el PA 135 KHz

Modo Conducción Limitada a Tracción 2 (CLT2), velocidad máxima es controlado por el material rodante 35 km/h, en este modo el automatismo esta fuera de servicio.

Etapas de CBTC en todos los trenes

En servicio comercial nominal, el CBTC debe gestionar los modos de conducción automático PA y CMC.

PA: Pilotaje Automático con el CBTC y Marcha Atrás en automática

En situación degradada (falla del ATO), el CBTC debe gestionar los modos de conducción manual CMC.

Conducción Manual Controlada (CMC) por el CBTC

Conducción Manual Controlada (CMC) por el ATP a velocidad restringida

Conducción Manual Controlada (CMC) por el CBTC y Marcha atrás

Existen otros modos de conducción que se usarán para las situaciones degradadas (incidentes), en zonas de maniobra y talleres bajo el control del CBTC:

Conducción Manual Controlada (CMC) por el ATP a velocidad restringida (15 y 35 Km/h)

El sistema CBTC debe poder realizar todos los modos de conducción que defina el STC en función del GoA3 y del estado operativo del equipo CBTC instalado a bordo y/o del equipo de vía.

En el modo de conducción manual controlada (CMC), el sistema CBTC debe garantizar la protección del tren aplicando la curva de control de la velocidad.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 21 DE 121 |

En el modo de conducción manual controlada (CMC) por el CBTC a velocidad restringida por el ATC, el sistema CBTC debe garantizar la protección del tren aplicando el respeto de la velocidad límite de entre 35 a 15 km/h.

En caso de necesidad (falla del CBTC), la conducción se hará en modo de conducción manual CLT2 fuera del control del sistema CBTC.

En este modo de conducción:

La velocidad máxima es controlada por el material rodante máximo T2 y 35 km/h

El control del Frenado de servicio y el FU estará a cargo del conductor del tren.

La conducción del tren está bajo responsabilidad del conductor.

La modificación del modo de conducción debe realizarse por parte del conductor a bordo del tren mediante una orden transmitida por medio de la interfaz hombre-máquina del tren (Cabina o conmutadores).

Los modos de conducción disponibles y el modo de conducción vigente deben proporcionarse a la interfaz hombre-máquina del tren en la cabina, indicadora y a la interfaz hombre máquina del PCC.

En modo PA, las siguientes funciones son automáticas:

- Parada del tren en estación, salida de estación.
- Conducción de trenes, respetando los límites de velocidad.
- Apertura/cierre automática de puertas del tren y del andén.
- Maniobras “O”, “V”, “O +V” en terminal Observatorio
- Maniobras “O”, “V1”, “V2”, V3, “O +V1”, “O +V2”, “V1+V2” u otras en terminal Pantitlán
- Gestión de la energía de tracción.
- Regulación del tráfico de trenes en terminales y línea
- Regulación del tráfico de trenes en los SP´s
- Gestión de los itinerarios (Terminales, SP´s y Talleres).
- Prendido y apagado de los trenes en vías principales y secundarias

Sin embargo:

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 22 DE 121 |

- El conductor no deberá ser reemplazado. Para vigilar la protección del área de la vía y la apertura y cierre de las puertas del tren y de andén, y en caso necesario intervenir para abrir y cerrar puertas.
- La información al pasajero en la operación en modo degradado aún deben manejarse por la IHM del Regulador del PCC y/o el conductor.

En línea uno automatizada necesita personal para poder ser operada por personal de transportación y mantenimiento en nuevas funciones.

3.2.6 Velocidad comercial y límites de velocidad

La velocidad comercial de la línea es un factor importante para atraer a pasajeros de otros medios de transporte. Ésta depende en gran parte de las características de la vía, de los tiempos de estacionamiento y de las características del material rodante. De hecho, la velocidad comercial no varía mucho con una variación de la velocidad máxima del material rodante. El factor limitante de la velocidad comercial son sobre todo las reducciones de velocidad entre las estaciones y las maniobras en las estaciones terminales.

La velocidad máxima de servicio (es decir velocidad máxima alcanzada) en vía principal cuando no hay reducción de velocidad debido al perfil es 70 km/h o conforme al resultado de las simulaciones para la nueva vía y el tren.

Sin puertas de andén, los trenes deberán entrar en la estación a 60 km/h o conforme al resultado de las simulaciones para la nueva vía y el tren, el conductor toca el claxon al entrar.

4 CÁLCULOS DE DESEMPEÑO DE LA LÍNEA

El desarrollo de este capítulo es a título informativo. El Licitante ganador deberá desarrollar el Proyecto Operativo correspondiente en cual deberá presentar los cálculos que determinen las mejoras operativas por la integración del sistema CBTC. Cumpliendo con lo siguiente:

- Velocidad comercial mínima de 36 Km/h o superior
- Intervalo practico no mayor a 100 s.
- Intervalo de diseño el cual deberá ser menor al intervalo práctico.
- Duración de la Vuelta
- Duración de carrera por vía 1 y vía 2
- Tiempos de estacionamiento en estaciones
- Tiempo de retorno en terminales considerando diferentes alternativas de maniobras

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 23 DE 121 |

- Tiempos de traslado de la nave de garaje, del taller hacia la terminal Pantitlán y viceversa y de las posiciones de garaje cada terminal Pantitlán y Observatorio, hacia cada terminal Pantitlán y Observatorio.
- Número de trenes
- Entre otros

4.1 Definiciones y método

4.1.1 Capacidad de la línea

La capacidad de la línea es el número máximo de personas que pueden ser transportadas en la línea por hora y por dirección. Depende de la norma de comodidad considerada para el proyecto y de la capacidad de pasajeros del tren.

La capacidad debe ser adaptada a la demanda por hora y por dirección (expresado en número de Pasajeros Por Hora Por Dirección, PPHPD) que ocurre en las horas punta y en el tramo más cargado.

4.1.2 Tiempo de estacionamiento en las estaciones

El tiempo de estacionamiento se define como la duración desde la parada del tren en la estación hasta cuando inicia su salida de la misma.

Los tiempos considerados por STC en su polígono son los siguientes **y que tendrá que certificar el Licitante ganador:**

Tiempo estacionamiento hora punta en la mañana V1

| Estación | Tiempo de estacionamiento |
|--------------------|---------------------------|
| Pantitlán | |
| Zaragoza | 15 |
| Gómez Farías | 15 |
| Bvd Puerto Aéreo | 15 |
| Balbuena | 15 |
| Moctezuma | 15 |
| San Lázaro | 20 |
| Candelaria | 15 |
| Merced | 15 |
| Pino Suárez | 20 |
| Isabel la Católica | 15 |
| Salto del Agua | 15 |
| Balderas | 20 |
| Cuauhtémoc | 15 |
| Insurgentes | 15 |
| Sevilla | 15 |
| Chapultepec | 15 |

Tiempo estacionamiento hora punta en la mañana V2

| Estación | Tiempo de estacionamiento |
|---------------------|---------------------------|
| Observatorio | |
| Tacubaya | 15 |
| Juanacatlán | 15 |
| Chapultepec | 15 |
| Sevilla | 15 |
| Insurgentes | 15 |
| Cuauhtémoc | 15 |
| Balderas | 15 |
| Salto del Agua | 15 |
| Isabel la Católica | 15 |
| Pino Suárez | 15 |
| Merced | 15 |
| Candelaria | 15 |
| San Lázaro | 15 |
| Moctezuma | 15 |
| Balbuena | 15 |
| Bvd Puerto Aéreo | 15 |



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

HOJA: 24 DE 121

| | |
|--------------|----|
| Juanacatlán | 15 |
| Tacubaya | 15 |
| Observatorio | |

| | |
|--------------|----|
| Gómez Farías | 15 |
| Zaragoza | 15 |
| Pantitlán | |

Tiempo estacionamiento hora valle V1

| Estación | Tiempo de estacionamiento |
|------------------------|---------------------------|
| Pantitlán | |
| Zaragoza | 15 |
| Gómez Farías | 18 |
| Boulevard Puerto Aéreo | 18 |
| Balbuena | 15 |
| Moctezuma | 18 |
| San Lázaro | 20 |
| Candelaria | 15 |
| Merced | 18 |
| Pino Suárez | 25 |
| Isabel la Católica | 18 |
| Salto del Agua | 20 |
| Balderas | 20 |
| Cuauhtémoc | 15 |
| Insurgentes | 15 |
| Sevilla | 20 |
| Chapultepec | 15 |
| Juanacatlán | 18 |
| Tacubaya | 20 |
| Observatorio | |

Tiempo estacionamiento hora valle V2

| Estación | Tiempo de estacionamiento |
|------------------------|---------------------------|
| Observatorio | |
| Tacubaya | 18 |
| Juanacatlán | 18 |
| Chapultepec | 15 |
| Sevilla | 18 |
| Insurgentes | 15 |
| Cuauhtémoc | 18 |
| Balderas | 20 |
| Salto del Agua | 15 |
| Isabel la Católica | 18 |
| Pino Suárez | 25 |
| Merced | 18 |
| Candelaria | 18 |
| San Lázaro | 20 |
| Moctezuma | 18 |
| Balbuena | 15 |
| Boulevard Puerto Aéreo | 18 |
| Gómez Farías | 20 |
| Zaragoza | 25 |
| Pantitlán | |

Tiempo estacionamiento hora punta en la tarde V1

| Estación | Tiempo de estacionamiento |
|------------------------|---------------------------|
| Pantitlán | |
| Zaragoza | 15 |
| Gómez Farías | 15 |
| Boulevard Puerto Aéreo | 15 |
| Balbuena | 15 |
| Moctezuma | 15 |
| San Lázaro | 15 |
| Candelaria | 15 |
| Merced | 15 |
| Pino Suárez | 15 |
| Isabel la Católica | 15 |
| Salto del Agua | 15 |
| Balderas | 15 |
| Cuauhtémoc | 15 |
| Insurgentes | 15 |
| Sevilla | 15 |

Tiempo estacionamiento hora punta en la tarde V2

| Estación | Tiempo de estacionamiento |
|---------------------|---------------------------|
| Observatorio | |
| Tacubaya | 15 |
| Juanacatlán | 15 |
| Chapultepec | 15 |
| Sevilla | 15 |
| Insurgentes | 15 |
| Cuauhtémoc | 15 |
| Balderas | 20 |
| Salto del Agua | 20 |
| Isabel la Católica | 15 |
| Pino Suárez | 30 25 |
| Merced | 20 |
| Candelaria | 20 |
| San Lázaro | 25 |
| Moctezuma | 15 |
| Balbuena | 15 |



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA
LÍNEA 1



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

HOJA: 25 DE 121

| | | | |
|--------------|----|------------------------|----|
| Chapultepec | 15 | Boulevard Puerto Aéreo | 15 |
| Juanacatlán | 15 | Gómez Farías | 15 |
| Tacubaya | 15 | Zaragoza | 15 |
| Observatorio | | Pantitlán | |

Esto es debido al tiempo de apertura de las puertas de andén, para que los pasajeros cuenten con el mismo tiempo de entrada/salida. Los licitantes ganadores de las puertas de andén y del CBTC deberán reducir lo máximo posible este tiempo.

4.1.3 Descripción del tren

El nuevo material rodante de la línea uno, será sobre neumáticos.

La norma de confort es de 4 pasajeros por metro cuadrado. Con esta norma, los trenes de 150.9 m de largo pueden transportar aproximadamente 2500 pasajeros.

Las características del material rodante requeridas para el desempeño de la línea uno de STC están presentadas en la tabla siguiente:

| | |
|---|--|
| Longitud | 150.9 metros |
| Masa sin pasajeros | 232.795 toneladas (25.866 toneladas por carro) |
| Masa con carga máxima de pasajeros | 398.905 toneladas |
| Masa rotatoria | 28.99 (12% de 232 toneladas) |
| Ancho de tren | 2.5 metros |
| Tensión de alimentación del tren | 750 V |
| Aceleración máxima permitido en operación | 1.4 m/s ² |
| Frenado máximo permitido en operación | 1.8 m/ s ² |
| Velocidad máxima del tren | 80 km/h |
| Resistencia aerodinámica al avance $R_{av} = A + Bv + Cv^2$ | $R_a = 0.0025636986 * V^2 - 0.11618493 * V + 9.4182192$ (kg/Ton) |

4.1.4 Intervalo mínimo práctico en línea

El intervalo mínimo práctico en línea es el tiempo mínimo entre dos trenes consecutivos permitiendo el desplazamiento del segundo sin que su recorrido sea afectado por la circulación del primero. Ese intervalo depende del desempeño del sistema de señalización CBTC, del tiempo de estacionamiento máximo y de las características del material rodante (longitud del tren, índices de aceleración y desaceleración).

El intervalo mínimo práctico es la suma de:

- el intervalo dinámico. Este corresponde al tiempo mínimo entre la puesta en movimiento de un tren saliendo de una estación y la detención del tren siguiente en la misma estación. Esa duración depende del desempeño del sistema de señalización CBTC. Por ello, también se llama tiempo de CBTC.
- el mayor tiempo de estacionamiento en la línea. Los tiempos de estacionamiento en las estaciones terminales no deben ser considerados en este cálculo. El intervalo mínimo de retorno en estas estaciones de retorno se calcula más adelante.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 26 DE 121 |

En el cálculo de este intervalo práctico con el programa Railsys se han utilizado las circulaciones tipo (con márgenes de regularidad), pues se quiere determinar el valor de este intervalo en una situación nominal.

Se ha simulado una señalización CBTC. De este modo, se ha podido comprobar el tiempo mínimo posible entre la salida de dos trenes sucesivos para que circulen sin interferir entre ellos. Para las simulaciones con cantón móvil, se ha tomado una distancia de seguridad detrás del tren de 20 m y 10 segundos adicionales para tener en cuenta los tiempos técnicos del sistema (cálculo de la posición, cálculo de la curva de frenado correspondiente...) y los tiempos necesarios en la vía (movimiento de aparatos de vía).

Para ello, se ha modificado la hora de salida del segundo tren hasta que se ha encontrado el horario más próximo a la salida del primer tren en el que el segundo tren puede circular sin conflicto, es decir, pudiendo realizar su circulación tipo. El programa Railsys detecta los conflictos entre circulaciones y permite modificar fácilmente la salida de los trenes, y es gracias a estas herramientas que se ha podido determinar el intervalo mínimo entre dos circulaciones sucesivas.

Los resultados de las simulaciones con Railsys, indican un intervalo mínimo práctico de 85 segundos (75s + 10s margen). Los gráficos de estas simulaciones se encuentran en el anexo 4.

4.1.5 Intervalo mínimo de retorno en la estación terminal

El intervalo mínimo de retorno es definido como el intervalo mínimo práctico en la estación terminal. Además de los parámetros ya mencionados en la definición del intervalo mínimo práctico en línea, el intervalo mínimo de retorno depende de la configuración de la terminal.

Para las simulaciones, se debe considerar la terminal de Observatorio como actualmente se tiene con dos andenes y dos vías, mientras que en el caso de la terminal de Pantitlán con tres vías dos andenes. Tomando en cuenta los tipos de maniobras que en el STC se implantan el servicio comercial tales como: Para Observatorio Maniobra "O", Maniobras "V" y Maniobras O+V. Para el caso de Pantitlán Maniobra "O", Maniobras "V" y Maniobras O+V (V1, V2 y V3)

Para el cálculo del intervalo de retorno el Licitante ganador deberá proporcionar al STC resultados de las simulaciones del cálculo del intervalo mínimo en terminales. El funcionamiento de la terminal es el siguiente: todos los trenes llegan a la vía 1, se paran 30 segundos para dejar bajar los pasajeros. Después, van a la vía de maniobra para el retorno donde estacionan 10 segundos para el cambio de dirección. Por último van al andén de salida por la vía 2, CDV 22 en Observatorio y CDV's 22 y 42 en Pantitlán, paran 30 segundos para permitir subir a los pasajeros y están listos para partir. Verificar estos datos con transportación

Por razones de operación, es el funcionamiento recomendado, ya que es más estable. En caso de encontrarnos con un tren retrasado, es posible intentar recuperar parte de ese retraso realizando la maniobra "O".

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | |

Tec 1 : tiempo técnico 1 = 0 s
 Tec 2 : tiempo técnico 2 = 7 s
 Tec 3 : tiempo técnico 3 = 7 s

Est 1 : tiempo de est. 1 = 30 s
 Est 2 : tiempo de est. 2 = 10 s
 Est 3/2 : tiempo de est. 3 (anden 2) = 30 s
 :
 Est 3/4 : tiempo de est. 3 (anden 4) = 30 s
 :

Resultados

① : margen 1 = 9.0 s
 ② : margen 2 = 2.0 s
 ③ : margen 3 = 2.0 s
 ④ : margen 4 = 97.0 s
 ⑤ : margen 5 = 94.0 s

tiempo total en la terminal = 156.0 s

Posibilidades de la terminal

tiempo de est. Anden 1 30 s
 tiempo de est. Zona de retorno 10 s (tiempo más restrictivo)
 tiempo de est. Anden 2 30 s
 tiempo de est. Anden 4 30 s

intervalo mínimo = 103.0 s

4.1.6 Tiempo de retorno en la estación terminal

Es el tiempo que un tren necesita para ir de una vía a la otra desde el momento en que se para en el andén de llegada hasta el momento que inicia la salida en el andén de salida. Se incluyen los tiempos de estacionamiento, los tiempos de recorrido y el tiempo de cambio de dirección.

Gracias a las simulaciones de Railsys, se han determinado los tiempos siguientes en una terminal:

| | |
|--|-------------|
| Tiempo de parada en el andén de llegada | 30s |
| Tiempo de recorrido hasta la zona de retorno | 52s |
| Tiempo de cambio de dirección | 10s |
| Tiempo de recorrido desde la zona de retorno | 52s |
| Tiempo de parada en el andén de salida | 30s |
| TOTAL | 174s |

4.1.7 Intervalo mínimo operacional

El intervalo mínimo operacional tiene que ser superior al intervalo mínimo práctico en línea y al intervalo mínimo de retorno. Además, el intervalo mínimo operacional debe incluir un margen

tiempo de holgura, si no, el menor incidente provocaría retrasos impactando la totalidad de la línea.

Este margen tiempo de holgura es utilizado por la función de regulación de tráfico para disminuir los retrasos.

En el caso de la línea uno, el intervalo mínimo operacional está definido por el intervalo de retorno en terminal (mayor que el intervalo en línea) y es por tanto de 105 segundos.

4.1.8 Velocidad comercial y duración de la vuelta

El tiempo de duración de la vuelta es la suma de:

- Los tiempos de recorrido entre cada estación, incluyendo el margen de regularidad
- Los tiempos de estacionamiento
- Los tiempos de retorno en las estaciones terminales

El tiempo de recorrido entre las estaciones es el resultado de las simulaciones con el programa Railsys.

Esa simulación tiene en cuenta las características del material rodante y del trazado de la línea.

Se añade un margen de regularidad de 5 s/km al tiempo de recorrido inicial para calcular el tiempo de recorrido nominal. Esta reserva de tiempo representa la flexibilidad de la operación, permitiendo al sistema asegurar una mejor regularidad.

A continuación están los resultados de las simulaciones Railsys de la línea 1 de México después de la modernización, por vía, en la hora punta en la mañana. Los gráficos de estas marchas tipo se encuentran en el anexo 5. El Licitante ganador deberá certificar y medir los tiempos de estacionamiento en campo en las horas pico matutino y vespertina

| Estación | V1: DE PANTITLÁN A OBSERVATORIO | | | | | |
|------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|---|
| | Punto de Parada | Tiempo de estacionamiento | Longitud entre las estaciones (m) | Tiempo de recorrido sin margen de regularidad (s) | Margen de regularidad 5s/km (s) | Tiempo de recorrido con margen de regularidad (s) |
| Pantitlán | -710 m | | | | | |
| | | | 1470 | 123 | 7 | 130 |
| Zaragoza | 760 m | 20 | | | | |

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 30 DE 121 |

| | | | | | | |
|-------------------------------|---------|----|------|-----|---|-----|
| | | | 910 | 66 | 5 | 71 |
| Gómez Farías | 1670 m | 20 | | | | |
| | | | 760 | 58 | 4 | 62 |
| Boulevard Puerto Aéreo | 2430 m | 20 | | | | |
| | | | 750 | 58 | 4 | 62 |
| Balbuena | 3180 m | 20 | | | | |
| | | | 850 | 63 | 4 | 67 |
| Moctezuma | 4030 m | 20 | | | | |
| | | | 630 | 53 | 3 | 56 |
| San Lázaro | 4660 m | 30 | | | | |
| | | | 1020 | 77 | 5 | 82 |
| Candelaria | 5680 m | 25 | | | | |
| | | | 850 | 66 | 4 | 70 |
| La Merced | 6525 m | 25 | | | | |
| | | | 890 | 72 | 4 | 76 |
| Pino Suarez | 7420 m | 30 | | | | |
| | | | 530 | 45 | 3 | 48 |
| Isabel La Católica | 7950m | 20 | | | | |
| | | | 600 | 53 | 3 | 56 |
| Salto del Agua | 8550 m | 20 | | | | |
| | | | 600 | 54 | 3 | 57 |
| Balderas | 9150 m | 25 | | | | |
| | | | 560 | 47 | 3 | 50 |
| Cuauhtémoc | 9710 m | 20 | | | | |
| | | | 950 | 68 | 5 | 73 |
| Insurgentes | 10655 m | 20 | | | | |
| | | | 790 | 61 | 4 | 65 |
| Sevilla | 11450 m | 20 | | | | |
| | | | 650 | 53 | 3 | 56 |
| Chapultepec | 12100 m | 20 | | | | |
| | | | 1125 | 81 | 6 | 87 |
| Juanacatlán | 13225 m | 20 | | | | |
| | | | 1305 | 86 | 6 | 92 |
| Tacubaya | 14530 m | 20 | | | | |
| | | | 1460 | 104 | 7 | 111 |
| Observatorio | 15990 m | | | | | |

El tiempo de recorrido en la vía 1 es de 29 minutos y 26 segundos.

Estación

V2: DE OBSERVATORIO A PANTITLÁN

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TÍTULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 31 DE 121 |

| | Punto de Parada | Tiempo de estacionamiento | Longitud entre las estaciones (m) | Tiempo de recorrido sin margen de regularidad (s) | Margen de regularidad 5s/km (s) | Tiempo de recorrido con margen de regularidad (s) |
|-------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|---|
| Observatorio | 15790 m | | | | | |
| | | | 1410 | 93 | 7 | 100 |
| Tacubaya | 14380 m | 20 | | | | |
| | | | 1305 | 85 | 6 | 91 |
| Juanacatlán | 13075 m | 20 | | | | |
| | | | 1125 | 79 | 6 | 85 |
| Chapultepec | 11950 m | 20 | | | | |
| | | | 650 | 53 | 3 | 56 |
| Sevilla | 11300 m | 20 | | | | |
| | | | 795 | 60 | 4 | 64 |
| Insurgentes | 10505 m | 20 | | | | |
| | | | 945 | 68 | 5 | 73 |
| Cuauhtémoc | 9560 m | 20 | | | | |
| | | | 560 | 48 | 3 | 51 |
| Balderas | 9000 m | 20 | | | | |
| | | | 600 | 53 | 3 | 56 |
| Salto del Agua | 8400 m | 20 | | | | |
| | | | 600 | 56 | 3 | 59 |
| Isabel La Católica | 7800 m | 20 | | | | |
| | | | 530 | 46 | 3 | 49 |
| Pino Suarez | 7270 m | 20 | | | | |
| | | | 895 | 78 | 4 | 82 |
| La Merced | 6375 m | 20 | | | | |
| | | | 855 | 67 | 4 | 71 |
| Candelaria | 5520 m | 20 | | | | |
| | | | 1010 | 77 | 5 | 82 |
| San Lázaro | 4510 m | 20 | | | | |
| | | | 630 | 54 | 3 | 57 |
| Moctezuma | 3880 m | 20 | | | | |
| | | | 855 | 63 | 4 | 67 |
| Balbuena | 3025 m | 20 | | | | |
| | | | 745 | 57 | 4 | 51 |
| Boulevard Puerto Aéreo | 2280 m | 20 | | | | |
| | | | 760 | 58 | 4 | 62 |
| Gómez Farías | 1520 m | 20 | | | | |
| | | | 910 | 71 | 5 | 76 |



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

HOJA: 32 DE 121

| | | | | | | |
|------------------|--------|----|------|-----|---|-----|
| Zaragoza | 610 m | 20 | | | | |
| | | | 1470 | 109 | 7 | 116 |
| Pantitlán | -860 m | | | | | |

El tiempo de recorrido en la vía 2 es de 28 minutos y 38 segundos.

El tiempo de la vuelta redonda es la suma de los dos tiempos de recorrido y los tiempos en ambas terminales. Por tanto, el tiempo de vuelta redonda es de 63 minutos y 52 segundos (3832 segundos).

4.1.9 Cálculo de la flota

El Número “N” de trenes requeridos a lo largo de la línea durante las horas punta, para alcanzar un intervalo necesario “I” entre los trenes se obtiene de la siguiente forma:

$$N = T/I$$

Donde “T” representa el tiempo de duración de la vuelta. La flota necesaria es el resultado del redondeo al número entero superior.

Debido a los requerimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, los trenes no estarán siempre disponibles. Se considera que hay que agregar 12% de la flota operacional para las necesidades del mantenimiento.

Se añaden trenes de reserva, para sustituir un tren potencialmente averiado o con mucho retraso durante el servicio diario. De esta manera, el intervalo operacional normal entre los trenes se mantiene también como la capacidad estándar del transporte, eliminando las consecuencias que resultarían de una falla del tren (los retrasos y crecientes intervalos entre los trenes).

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Intervalo | 105s |
| Tiempo de Vuelta Redonda | 3832s |
| Flota en operación | 37 trenes |
| Flota en mantenimiento | 5 trenes |
| Flota de reserva | 2 trenes |
| Flota total | 44 trenes |

El tiempo holgura en terminales es el tiempo de sobra que cada misión tiene debido al redondeo necesario en el dimensionamiento de la flota.

5 PROYECTO OPERATIVO.

La realización del Proyecto Operativo determinará las principales características de operación de la línea 1, mejorando las características definidas actualmente, para dar cumplimiento a los objetivos de servicio al usuario y que son:

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 33 DE 121 |

Seguridad, Regularidad, Confort y Rapidez

EL Proyecto Operativo es el estudio base que servirá de referencia para todos los estudios posteriores que se realizarán para los sistemas electromecánicos así como para el proyecto ejecutivo civil.

Para la realización de este proyecto, el Licitante ganador deberá presentar el “PROGRAMA DETALLADO” 15 días naturales posterior a la firma del contrato, en impreso y en copia magnética para revisión y en su caso autorización del STC, por lo que el Licitante ganador será el único responsable del impacto en tiempo y costo por cualquier atraso en el desarrollo del proyecto, debiendo de presentar de inmediato al STC la logística con su programa de recuperación de los trabajos a realizar, para recuperar los atrasos que se presenten en el desarrollo del proyecto operativo. Cabe aclarar, que la revisión del proyecto se regirá con base al programa detallado.

De las condiciones operativas de diseño y actuales, el Licitante ganador debe realizar una evaluación de dichas condiciones, del proyecto geométrico (trazo, perfil, gálipos y planos tipo), de las características del material rodante y del requerimiento de Bidireccionalidad de la Línea 1, además, el Licitante ganador realizará la compilación, revisión y verificación de los parámetros operativos a utilizar en su análisis técnico, en coordinación con personal del STC, para proponer y definir los parámetros operativos a utilizar previa autorización del S.T.C, en caso de detectar alguna mejora para el proyecto Renivelación y/o sobreelevación o algún otro proyecto, también lo deberá proponer para su realización, para lo cual, al Licitante ganador se le entregará la última versión del levantamiento y del proyecto operativa con que cuenta el STC, es alcance del Licitante ganador revisar, actualizar, corregir el proyecto operativo y en caso de haber alguna incongruencia en la información proporcionada deberá realizar un nuevo levantamiento para efectuar las correcciones correspondientes, por lo anterior, el Licitante ganador desarrollará los estudios, anteproyectos y memorias de cálculo, que a título indicativo más no limitativo que se presentan a continuación:

El desarrollo del proyecto operativo constará de los proyectos siguientes:

- Diagrama Operativo
- Marchas Tipo
- Implantación de la señalización de maniobras
- Programas de maniobras
- Pupitres de mando, telecontroles y enclavamientos
- Implantación de indicadores diversos
- Trazo, perfil, Señalización, alimentación tracción de toda la línea
- Instructivos de operación de las zonas de maniobras, incluyendo la zona de, estacionamiento

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 34 DE 121 |

- Estudio de terminal Pantitlán y Observatorio

Debido a la tecnología CBTC, el Licitante ganador deberá realizar el proyecto operativo de acuerdo a las necesidades del STC, adaptando dicho proyecto a las solicitudes de las Especificaciones Funcionales, además deberá instalar los equipos y materiales necesarios que resulten del proyecto operativo.

Memoria de cálculo, en la que incluirá los cálculos pasó a paso, que servirán de base para determinar los parámetros operativos de toda la Línea.

Elaborar el proyecto del diagrama operativo, de toda la Línea con su memoria de cálculo que incluirá: la representación esquemática de toda la Línea, con la ubicación de las estaciones, longitud de las interestaciones, terminales, su orientación, colas de maniobras en terminales, los servicios provisionales, vía de enlace, vía de acceso a talleres, tablas con las características generales, de diseño y operativas con los distintos intervalos, cantidad de trenes, velocidad comercial y capacidad de transporte para la línea.

Las Marchas tipo son gráficas cinemáticas (teóricas y prácticas), considerando que la marcha tipo corresponde al recorrido del tren en forma teórica y la marcha tipo práctica corresponde a la circulación normal del tren, para ambos casos se debe considerar todos los factores inherentes a la misma: proyecto geométrico, señalización, automatismos, consumo de energía, parámetros, tracción, frenado, neutro, entre otros, mejorando las consignas de operación aplicadas en la Línea 1 actual. Las mismas deberán ser entregadas en forma gráfica y respaldadas con su correspondiente memoria de cálculo. Dichas memorias de cálculo, deberán describir todos los valores aplicados en la ejecución de las mismas.

Elaborar el proyecto de la implantación de la Señalización en las zonas de maniobras de la Línea, talleres, SP's y vías de acceso y salida de los talleres, entre otros. Para la elaboración de este proyecto se debe tomar en cuenta un intervalo mínimo teórico de 90 segundos (que se da a título indicativo y que posteriormente se confirmará por STC), el trazo y perfil, las distancias de seguridad, características del tren, entre otros, con su memoria de cálculo, que incluirá: la representación esquemática de las vías principales y secundarias, de toda la Línea, con la ubicación de las estaciones, longitud de las interestaciones, terminales, croquis de localización, colas de maniobras en terminales, los servicios provisionales, ubicación de fosas de visita y local del visitador, posiciones de estacionamiento, vía de enlace y vía de acceso a talleres.

Los programas de maniobras de la Línea 1, incluye toda la información sobre la lógica de funcionamiento de una zona de maniobra, tanto para los servicios provisionales, Terminales, garaje, talleres, posiciones de estacionamiento, acuerdo a cada zona maniobras de la Línea 1 (vías bidireccionales).

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 35 DE 121 |

Los pupitres de mando, telecontroles y enclavamientos de la Línea 1 serán funcional y tecnológicamente de vanguardia.

La implantación de indicadores diversos funcional y tecnológicamente de vanguardia adaptados para la operación en la Línea.

Elaborar el proyecto de trazo, perfil, Señalización, alimentación tracción de la Línea con su memoria descriptiva y de cálculo, incluye: zonas de maniobra, estacionamientos, zona de terminales, vías principales, vías secundarias, vía de enlace, vía de acceso a talleres, conteniendo todos los datos e informaciones de trazo, perfil, Señalización, presentadas en forma gráfica y a escala, además de indicar todos los puntos de alimentación tracción, así como la ubicación de las estaciones, los servicios provisionales, longitud de las interestaciones, trazo esquemático (superficial, subterráneo) y sus puntos kilométricos (PK).

Elaborar el instructivo de operación de las zonas de maniobras de la línea 1, como:

Servicios Provisionales, Terminales, Talleres, garaje entre otros. En este documento se describirá a detalle la operación y el funcionamiento de la zona de maniobras, presentándose como un instructivo de la zona de cada una de ellas y prescripciones generales, maniobras manuales de los motores, aparatos de vía, señalización–tracción, alimentación tracción, aislamiento tracción, señalización (diagrama) y tracción y posiciones de garaje (diagrama), tabla de maniobras e incompatibilidades, botoneras de mando y todo lo relacionado con la nueva forma de operación.

Elaborar el estudio de terminal Pantitlán y Observatorio, con los tiempos de recorrido y desbloqueo de las señales para el cálculo del intervalo mínimo práctico de las terminales. El resultado del mismo deberá ser reflejado en una gráfica de tiempos y con un respaldo del cálculo.

5.1. Características de la Línea 1.

La modernización de la Línea 1, tendrá como objetivo mejorar tanto la funcionalidad como el desenvolvimiento operativo actual de esta línea, agilizando el trasladar de los usuarios desde un punto a otro con Seguridad, Regularidad, Confort y Rapidez.

- Intervalo mínimo de diseño 90 segundos.
- Intervalo practico no mayor a 100 segundos
- Velocidad comercial no menor a 37 km/h
- Longitud de servicio: 16.654 km
- Longitud de operación: 17.702 km
- Longitud total: 18.828 km

| | | |
|--|---|-----------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 36 DE 121 |

- Trenes con rodada neumática, alimentación eléctrica por medio de barra guía y corriente de tracción de 750 VCC., de acuerdo a las características definidas en el documento del Material Rodante de la línea 1.
- Total de estaciones 20 de acuerdo a lo siguiente:
 - 1 estación Terminal Pantitlán a dos andenes de 150 metros y tres vías: equipada con aparatos de vías para las maniobras “O” (antes de la estación) y “V”, con fosa de visita, talleres y zona de garaje.
 - 1 estación Terminal Observatorio a dos andenes de 150 metros y dos vías, equipada con aparatos de vías para las maniobras “O” (antes de la estación) y “V”, con fosa de visita y zona de garaje.
 - Estaciones de correspondencia, Pantitlán con correspondencia con las Líneas 5, 9 y A. San Lázaro con correspondencia con la Línea B. Candelaria con correspondencia con la Línea 4. Pino Suárez con correspondencia con la Línea 2. Salto del Agua con correspondencia con la Línea 8. Balderas con correspondencia con la Línea 3. Tacubaya con correspondencia con las Líneas 7 y 9.
 - Servicios Provisionales en las estaciones de: Balbuena, Pino Suárez, Balderas y Chapultepec.
 - Estaciones de paso 12

La estación Terminal Observatorio tendrá una capacidad de estacionamiento para 10 trenes en el depósito de trenes ubicado detrás de la cola de maniobras.

El depósito de trenes de los Talleres Zaragoza tiene 10 vías dobles con una capacidad de 20 posiciones, el arreglo será de acuerdo al diagrama Operativo aprobado. Para un correcto cálculo del depósito en la zona de estacionamiento se debe tomar en cuenta la cantidad de trenes de acuerdo a la capacidad de energía y el intervalo mínimo (CBTC) de la Línea en operación.

Características de operación:

- Los trenes circulan a la derecha.
- Modos de conducción de acuerdo a la especificación funcional.
- Señalización lateral en zonas de maniobras.
- Terminal Observatorio que contará con una cola de Maniobras con andén de maniobras .y fosa de visita.
- Terminal Pantitlán que contará con una cola de Maniobras con andén de maniobras, fosa de visita y vías de acceso a los talleres Zaragoza.

| | | |
|--|---|--|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small> |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 37 DE 121 |

5.2 Desarrollo del Proyecto Operativo

El Licitante ganador desarrollara los estudios, proyectos y memorias de cálculo necesarios que demuestren que el Proyecto de Línea 1 cumple con los estándares que exige internacionalmente RAMS o en español FDMS y estos se entregaran un dos meses antes de iniciar los trabajos.

El Licitante ganador desarrollará los estudios, proyectos y memorias de cálculo que sean necesarios para la realización del proyecto operativo. Los proyectos se presentarán con la información en documentos y planos a escala conveniente para revisión y aprobación del STC, todos los planos y documentos antes de su envío, deberán estar firmados por los responsables del proyecto y por las áreas participantes de cotejo (del Licitante ganador). Una vez obtenida la aprobación del STC, el Licitante ganador procederá a realizar el envío oficial, la información generada se realizarán en: Planos y boletines en AUTOCAD, Documentos de texto en WORD y Tabulares en EXCEL, todo ello en versión reciente. Incluye el envío oficial al STC del Lote As Built y archivo electrónico en CD o DVD, según se requiera.

Memoria Descriptiva: Será un documento que explique el anteproyecto que se está presentando, en su concepto general, la descripción de las distintas partes que lo integran y su funcionalidad.

Memoria de cálculo, en la que incluirá los cálculos detallados, que servirán de base para determinar los parámetros de la Línea 1.

Con base a la definición y características del tipo de trenes que circulará en la línea 1, las características operativas mencionadas anteriormente, el sistema de vías a instalar, tipo de alimentación eléctrica, a los estudios del trazo, perfil y gálibos, analizados en forma exhaustiva por parte del Licitante ganador deberá realizar el proyecto operativo, que permita desarrollar e implantar los equipos y materiales del sistemas CBTC para la correcta operación de la línea 1, para tener la solución más óptima que entregue el Licitante ganador.

El Licitante ganador realizará el proyecto operativo de acuerdo a las normas aplicables vigentes indicadas en las Especificaciones Funcionales, a las “Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México”, normas ferroviarias para el transporte público con pasajeros aplicables vigentes y los lineamientos establecidos por el STC.

Toda modificación de un documento que impacte sobre otro, deberá generar automáticamente una nueva versión del documento afectado incluyendo esa modificación.

Toda modificación de un documento deberá ser remarcada claramente en el mismo, debiendo de registrarlo en el control de cambios autorizados y toda modificación deberá ser validada y autorizada por el STC.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 38 DE 121 |

6 FUNCIONES DE OPERACIÓN

6.1 Personal de Operación

6.1.1 Puesto Central de Control PCC

Con el sistema de CBTC, en el TCO del PCC se podrá tener control y mando de la zona de garaje y taller de Zaragoza, así como el responsable del PMT.

A través del sistema del CBTC, todos los sistemas del PCC deberán estar protegidos con la SEAT Buen Tono y de las consecuencias de un fallo en la alimentación eléctrica. Ninguna pérdida de potencia, o cambio de fuente de alimentación, genera una pérdida de seguridad del sistema.

El sistema CBTC debe conocer y monitorear todas las informaciones de infraestructura relativas al sistema de alimentación Tracción (por ejemplo, límite de secciones eléctricas, secciones no alimentadas, etc.).

El sistema CBTC debe reducir la orden de tracción al material rodante cuando el tren se encuentre circulando por una sección eléctrica no alimentada o durante la transición entre distintas secciones de alimentación y no estando en servicio una o más subestaciones de rectificación en la zona.

El sistema CBTC debe impedir la regeneración de corriente y la tracción al material rodante cuando:

- El tren se encuentre circulando por una sección no alimentada,
- Durante la transición entre distintas secciones de alimentación, si una de ellas no está alimentada en caso de alarma del sistema de energía.

En el PCC dispone de 4 IHM para el CBTC donde se gestionará y supervisará el control y mando de la línea y los talleres Zaragoza:

Para el puesto de operador

- Las acciones concernientes al tráfico (itinerarios, SP's, DBO's, Salto de Estación, RTV, Adherencia Reducida, CUFs, Hombres Trabajando, Bloqueo de Aparato de Vía y Señales, etc.).
- Los modos de conducción y de mando centralizado en línea.
- Los aparatos de tracción.
- Las alarmas técnicas y la autorización para el cierre de los DV's.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 39 DE 121 |

Usando para ello diferentes sesiones de operación (tráfico, optimización, tracción, alarmas, etc.).

Para el puesto de Jefe de Regulador

- Las acciones concernientes al tráfico (itinerarios, SP's, DBO's, etc).
- Los modos de conducción y de mando centralizado en línea.
- Los aparatos de tracción.
- Las alarmas técnicas y la autorización para el cierre de los DV's.

Para el puesto del Centro de Comunicaciones, con las mismas prestaciones al Puesto de operador, dedicado a la gestión de alarmas.

- Las acciones concernientes al tráfico (itinerarios, SP's, DBO's, etc).
- Los modos de conducción y de mando centralizado en línea.
- Los aparatos de tracción.
- Las alarmas técnicas y la autorización para el cierre de los DV's.

En el PCC se sitúa un Tablero de Control Óptico (TCO), puestos operadores y otros equipos para realizar las distintas funciones.

En el Tablero de Control Óptico se debe visualizar como mínimo:

- La posición de las estaciones
- La posición de los trenes en tiempo real
- La identificación de los trenes
- Detección secundaria y señales de maniobra
- El estado de cada segmento de vía (ocupado/no ocupado)
- EL seccionamiento del sistema de alimentación eléctrica
- El estado de cada segmento de sección eléctrica
- Anexar el modo de conducción y velocidad
- Regulación Automática.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 40 DE 121 |

Con el sistema de CBTC, la operación de talleres Zaragoza está a cargo del responsable del PMT, sin embargo en caso necesario en PCC se podrá tener control y mando de dicha zona.

A través del sistema de energía, todos los sistemas del PCC deberán estar protegidos con la SEAT Buen Tono y con respaldo de equipos UPS's para en caso de una falla en la alimentación eléctrica. Ninguna pérdida de potencia, o cambio de fuente de alimentación, debe generar una pérdida de seguridad del sistema.

En caso de indisponibilidad total o parcial del PCC de Delicias, el control y mando de los itinerarios se realizará por un agente de operación habilitado, desde el PCL de respaldo y contará con las mismas prestaciones.

7 MODO DE OPERACIÓN NOMINAL

En operación normal de la línea, los trenes se operarán entre las dos estaciones terminales. Los trenes circularán por la derecha y se detendrán en todas las estaciones.

- Vía 1 : Desde la estación terminal Pantitlán hasta la estación terminal Observatorio
- Vía 2: Desde la estación terminal Observatorio hasta la estación terminal Pantitlán

En caso de incidentes en la línea, el sistema ATS permitirá limitar el número de trenes máximo por interestación. Para evitar tener muchos trenes detenidos en interestación, lo que aumenta el riesgo de alarma de emergencia. Este dato de número de trenes máximo en interestación podrá ser configurado por el operador.

7.1 Apertura de la línea

La apertura de la línea tendrá dos vertientes:

Durante el proceso de migración, pruebas dinámicas y marcha en vacío, es responsabilidad del Licitante ganador pasar vías libres todas vez que haya terminado sus actividades de rehabilitación de la vía y/o instalación de sus equipos en las vías y para ello, deberá coordinarse con el regulador del PCC para entregar diariamente la línea 30 minutos antes de iniciar el servicio comercial. El Licitante ganador se debe apegarse a los lineamientos del STC para el descenso a vías.

Durante la operación comercial, el proceso de la apertura de la línea será responsabilidad del STC. Y para ello debe considerar la cantidad de trenes que saldrán por terminal y tipo de día basado en las tablas horarias.

7.1.1 Operación diaria

Tiene como objetivo inicializar los subsistemas que lo requieran (trenes, equipos en estación, etc...) necesarios para la operación de la línea. La operación incluye la puesta en servicio de los

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 41 DE 121 |

trenes que van a circular en la línea, así como comprobar que han terminado las tareas de mantenimiento que pueden interferir con la operación.

Los trenes se ponen en servicio según la tabla horaria prevista (Días Laborables, Sábados y Domingos o días festivos) que se ha preparado y validado anteriormente por parte del Licitante ganador en conjunto con el STC.

7.1.2 Numeración de trenes

El sistema CBTC a través del ATS deberá numerar al tren previsto en la tabla horaria y asociarlo de acuerdo al tipo de día de que se trate.

El sistema CBTC deberá numerar los trenes que no estén previstos como parte de la tabla horaria.

El sistema CBTC deberá permitir cambiar el número de tren en cualquier punto de la línea cuando por alguna circunstancia lo requiera el Regulador del PCC.

7.1.3 Clasificación de la numeración de los trenes

El CBTC deberá considerar la clasificación de los trenes que el STC determina según su utilización:

- Trenes de usuarios.- Su función es proporcionar el transporte a los usuarios en cada línea, se numeran del 01 al 69.
- Trenes de prueba.- Su función es probar el comportamiento de los equipos, ya sea del tren o de las instalaciones fijas. Los trenes de pruebas sin usuarios se numeran del 70 al 74; los trenes de pruebas con usuarios se numeran del 75 al 79.
- Trenes desalojados.- Son trenes si usuarios normalmente son trasladados a los talleres especiales para su mantenimiento, se numeran del 80 al 89.

7.1.4 Preparación de los trenes

La preparación de los trenes se realizará en las vías de garaje (Zaragoza, Pantitlán y Observatorio), aproximadamente 30 minutos antes de la puesta en servicio, según las necesidades de la tabla horaria prevista. La preparación de los trenes se puede realizar en cualquier otro punto de la línea con el mismo procedimiento.

Esta función tiene como objetivo realizar los diagnósticos de los equipos durante el proceso de haber despertado el tren antes de que entre en una zona de servicio comercial. Esta función incluye los autodiagnósticos que se encargan de la seguridad del sistema CBTC y de las interfaces con el material rodante necesarias para la explotación segura del tren. Se incluyen también los diagnósticos que garantizan la disponibilidad del CBTC y el estado operacional del tren.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 42 DE 121 |

A la puesta en marcha del CBTC, el sistema CBTC debe inicializar las pruebas de diagnóstico del sistema CBTC incluyendo los equipos redundantes.

La puesta en marcha del CBTC es realizada:

- Automáticamente en modo PA después haber despertado el tren por el ATS
- A petición del conductor en modo de conducción CMC o PA después haber despertado el tren

Al final de las pruebas, el sistema CBTC determina si el equipo MR es apto para el servicio.

El equipo CBTC instalado a bordo debe realizar autodiagnósticos para garantizar:

- La seguridad de las funciones del sistema CBTC (odómetros, antenas, lectura balizas, estado de los relés, etc.)
- La disponibilidad del sistema CBTC incluyendo los equipos redundantes.

El equipo CBTC instalado a bordo debe realizar autodiagnósticos para garantizar:

- La activación segura de los equipos externos necesarios para la seguridad (verificación de la interfaz con el frenado de urgencia, las puertas, etc...)
- La disponibilidad y el estado del material rodante (red MR, estado calculador, etc.)

Todos los autodiagnósticos deben empezar y realizarse de forma automática, sin necesidad de que el personal realice ninguna acción y en caso necesario también podría realizarlo el operador del PCC, Inspector PMT o PML de terminal o el conductor.

El resultado de las pruebas de diagnóstico debe ser transmitido al SCADA ATS y mostrado en la interfaz hombre máquina del PCC y a la interfaz hombre-máquina del tren.

El tren es declarado listo para el servicio comercial cuando las pruebas de diagnóstico siguientes son realizadas (esta lista tiene que ser definida con personal del STC y el Licitante ganador en la fase de detalle):

- Estado de los equipos CBTC embarcado
- Prueba de la interfaz material rodante CBTC de seguridad (puertas, frenado de emergencia, neumático bajo, etc...)
- Prueba de la interfaz material rodante CBTC que no es de seguridad

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 43 DE 121 |

- Ausencia de fallas del material rodante (motriz inactiva, sistema de frenados, convertidores, compresores, iluminación, etc.)
- Estado operacional del tren (nivel de carga de las baterías, sistema CCTV, sistema PA, conmutador tren en mantenimiento, etc.)

En caso de éxito de las pruebas de diagnóstico al despertar un tren (tren listo), el sistema permite los movimientos en el depósito y en la línea.

En caso de fracaso de las pruebas de diagnóstico al despertar un tren, el sistema:

- No debe permitir los movimientos en el depósito o en operación comercial con pasajeros.

Debe permitir los movimientos en el depósito y en la línea únicamente después de tener las condiciones de control y seguridad del ATS.

7.1.5 Reacción en caso de detección de movimiento no autorizado.

A fin de mitigar los riesgos en caso de movimiento no autorizado de un tren en conducción manual, el sistema generará una alarma acústica y visual y a través de un comando en la IHM del regulador del PCC que permita parar el tren con un FU y tener la opción de parar otros trenes en PA y CMC y si es necesario de cortar la corriente tracción en la zona con alarma.

En caso de movimiento no autorizado de un tren en conducción manual no comunicante (franqueamiento de una señal u ocupación de un circuito de vía), el sistema genera una alarma y corta automáticamente la energía tracción y tener la opción de parar los otros trenes en PA y CMC.

Por procedimiento, en caso de pérdida de la corriente tracción, el conductor del tren en conducción manual tiene que parar el tren.

Para ello, el Licitante ganador deberá prever que la inserción de trenes al inicio de servicio, tanto en las terminales Pantitlán como Observatorio se reparten una cantidad de trenes que en términos generales en conjunto suman la cantidad total de los trenes en servicio comercial, por ejemplo: 9 trenes se insertan en Observatorio mientras que en Pantitlán se insertaran 28 trenes. El Licitante ganador deberá coordinar con el STC dicha distribución.

| Terminal | Días Laborables | Sábados | Domingos y Dias Festivos |
|-----------|-----------------|---------|--------------------------|
| Pantitlán | 28 | 24 | 15 |

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 44 DE 121 |

| | | | |
|---------------------|---|---|---|
| Observatorio | 9 | 9 | 9 |
|---------------------|---|---|---|

Tabla.- Número de Trenes que salen a inicio de Servicio

Asimismo, cuando el servicio este por finalizar, se deberán de guardar de forma paulatina la misma cantidad de trenes en cada terminal Pantitlán y Observatorio respectivamente bajo un programa de garaje que deberá proponer el Licitante ganador al cliente de forma anticipada.

Cuando los trenes se insertan y se ponen en servicio sucesivamente en función del intervalo de paso. En modo nominal, esta secuencia se realiza automáticamente: el operador **podrá** también modificar la secuencia asignando un nuevo itinerario a un tren.

Cuando “se despierta” un tren, éste realiza una serie de pruebas estáticas para comprobar la seguridad y el buen funcionamiento de ciertos equipos: tracción, frenado, apertura de puertas, equipos de comunicación, etc... Cuando un tren no obtiene un resultado positivo de las pruebas, se envía una alarma al PMT (zona de Zaragoza), PML (Pantitlán y Observatorio) y al PCC

Al comienzo del servicio comercial será necesario que circule un tren a una velocidad de 50 km/h en modo PA/CMC por ambas vías. Estos trenes circularán sin pasajeros y contarán con el personal del STC y del Licitante ganador a bordo. El personal debe observar la vía para comprobar que no hay ningún vehículo ni objetos en la vía olvidado por los equipos de mantenimiento nocturno. Debe asegurarse que la vía es apta para la operación.

La tabla horaria deberá prever e incluir estos trenes en la apertura del servicio comercial.

7.1.6 Inserción de trenes

Esta operación consiste en insertar un tren desde las posiciones de garaje de Zaragoza o desde las vías de garaje de Observatorio y Pantitlán, hasta el andén de salida de las terminales, y puede añadirse al polígono desde este punto, o enviarse a la otra terminal.

El arranque del programa de operación diario genera la preparación de la salida de los trenes.

Para preparar un tren:

- Recibe la orden de despertado del ATS
- Realiza las pruebas estáticas

Si el resultado de las pruebas estáticas es positiva, el ATS puede insertar el tren a través de los inspectores de terminal de Pantitlán y Observatorio, PMT Zaragoza o del Regulador del PCC.

El tren recibe un número de misión único. El movimiento del tren se realiza en modo automático desde la posición de garaje hasta el andén de salida, para insertarse en el polígono. Es aquí en el andén de salida de la terminal que empieza el servicio comercial del tren.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 45 DE 121 |

Durante la fase con conductores, el procedimiento de inserción de trenes será el mismo: los trenes salen en automático de las posiciones de garaje y llegan al andén de salida, que cuenta con puertas de andén.

El regulador puede asignar una misión a un tren, cuando éste se encuentra en cualquier lugar de la línea.

7.1.7 Operación en servicio comercial

Durante la operación en servicio comercial, los reguladores del PCC están a cargo de realizar la operación de la línea.

En el modo nominal, el ATO, que forma parte del sistema CBTC, controla los aspectos de base de la operación, y la inserción y retirada de los trenes están planificadas en los horarios, validados en la fase de apertura diaria de la línea. Del mismo modo, el CBTC será capaz de recuperar retrasos.

Sin embargo, si se presentaran algunas fallas que generen retrasos en la línea, la regulación automática deberá gestionar éstos retrasos y recuperar el estado nominal de servicio. En estos casos, el sistema CBTC deberá enviar las alarmas correspondientes a través de la IHM de los Reguladores del PCC y éstos deberán:

- Modificar los horarios
- Insertando o retirando manualmente un tren del polígono (dependiendo de la perturbación)
- Realizando el retorno de algún tren en la línea en las estaciones equipadas con aparatos de vía que lo permitan
- Utilizando los servicios provisionales si el incidente se alarga en el tiempo
- Enviar trenes desalojados con Salto de Estaciones para iniciar su servicio comercial en la estación que se haya determinado por ambas vías.

Los reguladores puede que tengan que retirar un tren del polígono durante la operación de la línea en servicio comercial, cuando un tren ha acabado su servicio diario o al final de la hora punta.

También es posible que sea necesario retirar un tren averiado u otro incidente que no permite que este tren circule.

Debido a la retirada de un tren averiado, el regulador debe modificar los horarios para ajustarse al número de trenes en circulación, o insertar un número de trenes equivalente al número de trenes retirados.

| | | |
|--|---|---|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 46 DE 121 |

Por ello los reguladores deben también poder gestionar la inserción de trenes en el polígono durante el servicio comercial. A una hora predeterminada antes de la hora punta, el ATS gestiona automáticamente la inserción de los trenes. Pero también se pueden insertar trenes después de una falla, o para sustituir un tren que ha sido enviado a hacer un mantenimiento preventivo o una limpieza.

Del mismo modo, al añadir un tren, el regulador debe poder modificar el horario para adaptarse al nuevo número de trenes del polígono, o retirar el mismo número de trenes que se han añadido a la circulación.

El Licitante ganador, a través del sistema CBTC y de su programa de explotación, deberá proporcionarle al Regulador del PCC una alternativa para recuperar retazos mayores a 30 a 35 min a fin de no perder una vuelta para todos los trenes en circulación.

7.1.8 Retorno de trenes en las terminales

Los trenes al llegar a la estación terminal, el CBTC debe indicar en la IHM del conductor y en la IHM del Regulador del PCC si el tren debe continuar el servicio comercial en el otro sentido, se debe realizar el retorno del tren. En operación nominal, esta acción se realizará en ambas fases automáticamente sin necesidad de que los conductores intervengan o manipulen algún conmutador de la cabina del tren.

7.1.9 Retirada de trenes

En la retirada de los trenes el CBTC debe informar al Regulador y Conductor a través de su IHM correspondiente:

- Al final del servicio comercial los trenes deben depositarse en las vías de la terminal de Pantitlán, Observatorio o Talleres de Zaragoza, de manera automática conforme a la tabla horaria de garaje

En caso de no ser de forma automática:

- En coordinación entre el Regulador y los inspectores de terminal
- En coordinación entre el Regulador y el inspector del PMT de Zaragoza.

La retirada de los trenes se debe realizar de forma automática según la tabla de horarios programada previamente y según la disponibilidad en las vías de garaje. Cuando se retire un tren del servicio comercial, el CBTC debe enviar un mensaje grabado informando a los pasajeros que el tren debe desalojarse. Las puertas deben permanecer abiertas mientras se comprueba que no queda ningún pasajero en el tren.

En cuanto el tren esté desalojado, a través del ATS se da la autorización al tren de circular hasta el taller de Zaragoza (vías de garaje o vías de transferencia hacia los talleres), o hacia las vías de garaje de Pantitlán u Observatorio.

| | | |
|--|---|---|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 47 DE 121 |

Cuando el sistema CBTC no permita el envío automático de los trenes a su posición programada de garaje, el STC deberá implementar sus procedimientos internos.

7.1.10 Movimientos de trenes en la zona del Taller de Zaragoza

El inspector PMT es responsable del movimiento de los trenes en la zona del taller de Zaragoza y en caso necesario el regulador del PCC podría hacerse cargo de dichos movimientos. Respetando las zonas de transferencia entre la línea y el acceso al taller de Zaragoza y viceversa. Asimismo, para todo tren que ingrese al taller Zaragoza el CBTC deberá generar una alarma visual en la IHM del Inspector del PMT y acústica externa, la cual deberá ser reconocida por el propio inspector y viceversa cuando el inspector del PMT le envíe un tren al inspector del PML Pantitlán. Ver en la figura del anexo 2.

7.1.11 Ingreso/retirada de los trenes de garaje según las tablas de horario

Es responsabilidad del Licitante ganador programar la entrada y salida de los trenes de garaje conforme a las tablas de horario para el servicio nominal.

Estos movimientos son gestionados automáticamente por el ATS. Ningún comando por parte del PCC (o PML) ni del PMT.

7.1.12 Envío de los trenes según el programa de lavado y mantenimiento.

Estos trenes son enviados automáticamente a mantenimiento preventivo.

Estos movimientos son gestionados automáticamente por el ATS. Ningún comando por parte del PCC (o PML) ni del PMT.

En caso necesario el inspector del PMT podrá enviar el tren a la vía de garaje o mantenimiento que este libre

7.1.13 Salida de un tren de la línea no prevista en la tabla de horarios

El Regulador del PCC decide dar una misión de “salida” a un tren. El ATS establece los itinerarios hasta una posición que este libre (garaje, vía de lavado o vía de pruebas). Una alarma en la IHM del PMT le indica que un tren va a llegar al Taller Zaragoza indicándole la posición de la vía a la que se dirige. Sin embargo, el inspector del PMT podría decidir enviarlo a otra posición.

7.1.14 Salida de un tren del taller hacia la línea no prevista en la tabla de horarios

El Regulador del PCC pide la inserción de un tren del taller hacia la línea para realizar una misión. El ATS solo enviara un tren que esté disponible desde el taller, toda vez que el Inspector del PMT lo haya seleccionado.

El Regulador del PCC no elige el tren, simplemente solicita un tren disponible.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 48 DE 121 |

El Inspector del PMT tiene la posibilidad de seleccionar algunos de los trenes del taller “en reserva para mantenimiento”, pues tiene previsto enviar estos trenes al taller. El ATS no enviará estos trenes a la línea.

Nota: Este procedimiento de salida del taller se debe definir conjuntamente con el Licitante ganador y el personal de operación de STC.

7.1.15 Envío de un tren de la línea al taller

Cuando el **Regulador del PCC** quiere retirar un tren averiado se coordinara con el inspector del PMT y enviarlo directamente al taller.

El Regulador del PCC da una misión “taller” al tren. El ATS establece los itinerarios hasta la posición de parada (CDV’s 63 y 83 actuales). Una alarma en la IHM del Inspector del PMT le indica que un tren se dirige al taller y le solicita le dé una misión para saber a qué vía accederá. Si el inspector del PMT le ha dado una misión al tren, éste llega hasta a la vía elegida.

Caso contrario, el tren se queda detenido en la posición de parada (CDV’s 63 y 83 actuales) en espera de una misión o por instrucción del Inspector del PMT.

El Licitante ganador debe prever la habilitación de los Talleres Zaragoza en operación mixta en PA 135 KHz y CBTC

- Vías de Depósito
- Vías del taller mantenimiento menor
- Vía de Pruebas
- Peine de acceso
- Vía “Y”
- Vías de transferencia 63 y 83
- Sistemas de Electrónicos de mando y control en tráfico y tracción

7.1.16 Salida de un tren del taller a la línea

El **inspector del PMT** avisa al **Regulador del PCC** que le **enviara** un tren desde el taller. El **inspector del PMT** le da una misión al tren hasta la posición de parada (**CDV’s 63 y 83 actuales**). El tren se detiene en la posición de parada (**CDV’s 63 y 83 actuales**) a la espera que el **Regulador del PCC** le dé una misión.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 49 DE 121 |

7.1.17 Envío de un tren de garaje al taller y viceversa, Cambios de vía dentro del taller y cambios de vía en el garaje.

El **inspector del PMT** comanda una misión de cambio de vía (ya sea garaje o taller). Controlado por el ATS.

7.1.18 Llegada/salida al taller de un tren no equipado de CBTC (de otra línea) o trenes no comunicantes

Las misiones e itinerarios de estos trenes se gestionan desde el **inspector del PMT**, controlado por el ATS y la detección secundaria.

7.1.19 Utilización de la vía de pruebas

Comando de itinerarios/misiones de entrada y salida de trenes por el **inspector del PMT**, controlado por el CBTC.

Nota: El Inspector del PMT del taller Zaragoza es el responsable del mando y control de algunos aparatos de tracción para energizar / desenergizar las vías del taller en coordinación con el operador de la SEAT Buen Tono y el regulador del PCC.

7.1.20 Cierre de la línea por fin de servicio

El Licitante ganador a través del sistema CBTC deberá definir el programa de salida de trenes por fin de servicio comercial.

El procedimiento de cierre de la línea empieza con la retirada progresiva de los trenes de la línea, y con el cierre de las estaciones a los pasajeros (en cuanto pasa el último tren por la estación) Al final del servicio comercial, si todos los trenes están en su horario programa, el regulador del PCC valida el « fin de la operación diaria » del ATS. Si el último tren está retrasado, se activa un mensaje de alerta, anunciando que el « fin de la operación diaria » no puede validarse. Cuando se resuelva el problema, el regulador estará encargado de validar el fin.

El Licitante ganador a través del sistema CBTC deberá considerar en su programa de salida de trenes por fin de servicio un tiempo mayor de estacionamiento en las estaciones de correspondencia por ambas vías tales como:

- Estaciones por vía 1: Pantitlán, San Lázaro, Candelaria, Pino Suarez, Salto del Agua, Balderas y Tacubaya.
- Estaciones por vía 2: Tacubaya, Balderas, Salto del Agua, Pino Suarez, Candelaria, San Lázaro.

El procedimiento « fin de la operación diaria » puede también comandarse manualmente por el regulador antes de la hora prevista.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 50 DE 121 |

Cuando se valida el fin de la operación, el sistema se considera detenido.

Durante el periodo de paro, la línea presenta el siguiente estado:

- No hay ninguna circulación en servicio comercial. Los trenes que circulan son de pruebas que cuentan con una autorización especial del PCC;
- Solo podrían circular vehículos de mantenimiento de vías bajo la autorización y coordinación entre el Regulador del PCC y el inspector del PMT.
- Se corta la alimentación de energía de tracción, salvo si la operación necesitan la alimentación eléctrica en una zona específica de la línea;
- Se apagan la ventilación y la climatización de las estaciones, así como los equipos auxiliares, salvo la ventilación de los locales técnicos;
- La señalización fija y los equipos de telecomunicaciones continúan alimentados eléctricamente,
- El taller está abierto y con alimentación eléctrica, con personal, y con el responsable del centro de mantenimiento que se ocupa de coordinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

7.1.21 Cierre de las estaciones

Los inspectores jefes de estación se encargaran del cierre de las estaciones. Deben comprobar que no quedan pasajeros en las estaciones, para poder cerrarlas **y certificar que todos los equipamientos como elevadores, escaleras eléctricas entre otros se encuentren fuera de servicio**. Las cámaras en el centro de vigilancia y en el puesto del jefe de reguladores ayudan a comprobar que las estaciones están vacías, pero aun así el inspector lo comprueba en persona.

7.2 Programa de Explotación

El Licitante ganador deberá presentar al STC diferentes alternativas de salida de trenes al inicio de servicio, acorde a sus necesidades reales de operación.

7.3 Programa de Regulación del tráfico

El Licitante ganador, deberá presentar un Programa de Regulación de tráfico de trenes bajo las necesidades reales de la operación, a fin de que la regulación del tráfico, realice a través del ATS la óptima explotación de la línea bajo las siguientes funciones:

- La aplicación de los horarios previstos, con los tiempos de salida de los trenes a garaje y de retorno en las terminales

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 51 DE 121 |

- El ajuste en tiempo real de los horarios en caso de perturbación. El objetivo es conservar la frecuencia de paso de los trenes lo más regular posible, acercándose al intervalo programado. Ver el documento Puesto de Control Centralizado

7.3.1 Regulación en las terminales

El Licitante ganador deberá prever en su programa de regulación de tráfico de trenes en terminales reducir las perturbaciones en los dos sentidos de circulación.

El tiempo disponible en las terminales deberá permitir absorber los retardos de incidentes menores, y ajustar el número de trenes en operación (anulación de trenes para reducir el retraso).

El objetivo es asegurarse que las salidas de los trenes de las terminales respetan un intervalo regular.

En caso que se añada o suprima un tren, el regulador del PCC introduce las modificaciones en el ATS y un algoritmo que recalcula y fija las nuevas horas de salida en base al intervalo.

7.3.1.1 Medidas adicionales

En caso de incidente, se pueden utilizar los servicios provisionales, utilizando únicamente la sección de vía no afectada. Este método permite continuar la operación de la línea en la parte que continua en operación.

Nota: El Licitante ganador deberá presentarle al personal del STC su propuesta de Programa de explotación previsto por el CBTC.

Asimismo, en el caso de presentarse un servicio provisional, el CBTC deberá ser capaz de regularse automáticamente.

7.4 Posiciones de estacionamiento

Los trenes pueden estacionar, dormir y despertar automáticamente en los siguientes lugares:

- Garaje
- Vías de estacionamiento de Pantitlán y Observatorio
- Vía Z
- Andenes en las estaciones
- Zonas de retorno en estaciones terminales
- Posiciones de transferencia

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 52 DE 121 |

- Vías de enlace
- Otras posiciones, si STC así lo desea

8 MODO DEGRADADO

El objetivo de los modos degradados es resolver los diferentes incidentes que pueden suponer un problema para el funcionamiento de la operación y explotación del servicio comercial, ya sea afectando a la operación, perjudicando al desempeño de la línea, sin interrumpir la circulación, o interrumpiendo una sección de la línea, debiendo utilizar los servicios provisionales.

Todas las fallas que se puedan producir en un subsistema generan una alarma que es visualizada en la IHM del regulador del PCC (material rodante, equipos de estación, etc.), con un mensaje explícito y una señal. Aunque siempre puede haber problemas que afecten a la operación y que no impliquen ninguna alarma. Por ejemplo, la presencia de un pasajero enfermo a bordo del tren se informará al PCC gracias a los botones de emergencia a bordo del tren, o en cuanto el conductor o los agentes de estación lo indiquen por radio.

La seguridad integrada en la concepción del sistema CBTC deberá de implicar, que en caso de falla de un equipo, el sistema debe quedarse tal como está si es seguro, o volver a un estado más restrictivo para impedir que ocurra un incidente.

Una situación degradada muestra el estado de la línea o del sistema cuando una parte de la línea o del sistema sigue siendo operada parcialmente debido a una falla de uno o varios componentes. Hay por lo tanto diferentes niveles de operación degradada.

En algunos casos se prevé una redundancia para las fallas de los sistemas. En el caso de la línea 1, se preverá que un PCC de respaldo que deba retomar la operación en caso de que PCC no esté operativo o sea necesario evacuarlo.

Para cualquier naturaleza de falla o incidente (causas internas o externas) y para cualquier tipo de consecuencias (menor o mayor), el Licitante ganador deberá proponer varias alternativas como estrategia de operación a seguir para recuperar la operación normal y minimizar el impacto negativo en los pasajeros, definiendo las opciones de establecimiento de SP's en la línea, así como, que en caso de falla de algún servidor de algún sector como se debe operar la línea.

8.1 Supervisión del estado del equipo CBTC instalado a bordo del tren durante la explotación

Esta función tiene como objetivo realizar la supervisión de los sistemas CBTC a bordo del tren durante la explotación.

Normalmente esta función incluye solo aquellos diagnósticos que se encargan de la seguridad de la aplicación del sistema CBTC y de las entradas y salidas necesarias para la explotación vital.

El estado de seguridad y funcional del sistema deben ser controlado continuamente.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 53 DE 121 |

Los autodiagnósticos no deben poner en peligro:

- La circulación del tren,
- El grado de automatización,
- Las características de funcionamiento.

El resultado de los diagnósticos fallidos debe enviarse al sistema CBTC y aparecer en la interfaz hombre-máquina del tren y a la interfaz hombre máquina del PCC.

El resultado de los diagnósticos fallidos debe enviarse al sistema CBTC y aparecer en la interfaz hombre-máquina del PCC para que se visualice en los monitores y quede registrado.

8.2 Pruebas de las características de funcionamiento del frenado de urgencia

Esta función tiene como objetivo realizar una prueba dinámica y estática del frenado de Pruebas mediante la aplicación del frenado de Pruebas cuando el tren se encuentre en movimiento.

Durante la prueba de las características de funcionamiento del frenado de urgencia, el sistema CBTC debe detener el tren usando el frenado de urgencia y debe supervisar que el funcionamiento del frenado es satisfactorio. El sistema CBTC no debe permitir que el tren se mueva si el resultado de la prueba de las características de funcionamiento del frenado de urgencia es fallido.

La prueba de las características dinámicas de funcionamiento del frenado de urgencia debe realizarse en la vía de prueba.

En PA, el resultado de la prueba de las características dinámicas de funcionamiento del frenado de urgencia debe enviarse a la interfaz hombre-máquina del tren y del ATS.

El sistema CBTC debe realizar una prueba estática activando el frenado de urgencia mientras el tren se encuentre detenido. En caso de que la prueba no haya tenido éxito, el sistema CBTC no debe permitir que el tren sea utilizado en servicio comercial. El tren se puede mover previa autorización del personal de material rodante quien debe certificar nivel de frenado de servicio con restricciones de velocidad de 5 km/h.

8.3 Reacción ante la detección de un fallo en el equipo instalado a bordo del tren.

Esta función tiene como objetivo reaccionar ante fallos en el equipo instalado a bordo del tren de los que haya informado el material rodante y que tienen impacto en la explotación.

Un mal funcionamiento de un tren según la importancia del fallo debe:

- Prohibir el avance del tren inmediatamente

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 54 DE 121 |

- Prohibir el avance del tren a la estación siguiente
- Prohibir el avance del tren al destino
- Restringir la velocidad del tren

Cuando se elimina el fallo, se debe reanudar la explotación normal de forma automática o por parte de los miembros del personal autorizado (dependiendo del impacto que haya tenido el fallo).

Cuando se inhibe la falla del material rodante, el sistema CBTC debe permitir el movimiento del tren en PA hacia a una vía secundaria o el deposito directamente (según el impacto de la falla).

Nota: Por ejemplo después la pérdida del control de cierre de una tren puerta abierta e inhibición del control de puerta y FU. Esta lista tiene que ser definida con personal del STC con el Licitante ganador en la fase de diseño, el personal MR deberá definir algunos aspectos vitales que impida el movimiento del tren.

Después de la confirmación de una falla, el sistema CBTC deberá permitir la reanudación de la operación del tren afectado por una orden emitida desde la interfaz hombre máquina del PCC.

8.4 Gestión de incidentes

8.4.1 Organización general

El personal del PCC debe tener una vista completa de la línea, estar al corriente de todos los sucesos en tiempo real y conocer lo que está planificado. En caso de un evento no planificado, se debe informar a los pasajeros, a las otras líneas del incidente y si es posible, adaptar la oferta de transporte de las líneas en correspondencia con la línea 1 y que pueden tener que absorber los pasajeros de ésta.

El personal de PCC posee la responsabilidad de la gestión del incidente de su línea. El personal en la línea debe ser capaz de intervenir lo más rápido posible para solucionar el incidente, por ejemplo, conduciendo un tren automático en manual, o aislando una puerta de andén.

Los equipos de mantenimiento deben estar listos para intervenir durante las horas de operación para resolver cualquier tipo de interrupción.

8.4.2 Información al pasajero

Ante cierto nivel de retraso o interrupción de la circulación de los trenes en la línea principal se debe informar a los pasajeros en trenes y estaciones. El sistema CBTC debe permitir que la comunicación que se informe al usuario se lleve a cabo a través del regulador del PCC y a través de los medios del tren de forma local.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 55 DE 121 |

La información debe ser clara y concisa. El operador debe definir mensaje de información estándar para cada tipo de incidente y el tiempo estimado de resolución. Esta información se debe poder transmitir en la línea lo más rápido posible por medio de la interface del tren y del regulador del PCC. Así, los pasajeros pueden escoger cambiar su viaje y elegir un itinerario alternativo cuando aún es posible y evitar por falta de comunicación oportuna una evacuación espontánea, lo que puede aumentar de forma importante el tiempo de resolución del incidente.

Debe ser posible dar información al pasajero a través de las diversas herramientas disponibles:

- Información en la estación desde el tren:
 - Audio a través de los equipos a bordo del tren
- Información desde el PCC:
 - Comunicación con el conductor para que transmita el mensaje
 - Visualmente a través de pantallas en tiempo real dentro del tren
 - Audio a través de los equipos de altavoces
 - Visualmente a través de pantallas en tiempo real en la estación
- Información desde el Centro de comunicaciones del PCC
 - Voceos frecuentes de forma general o a una estación en particular

8.4.3 Naturaleza del incidente

Los tipos de incidentes que afectan el movimiento de los trenes o que afectan la operación de la línea y estación son:

- Los incidentes de causa interna ,es decir, que provienen de una falla de algún subsistema o de equipos del STC:
 - Vía y túnel
 - Alimentación de la corriente de tracción
 - CBTC (averías o fallas de los servidores, red DCS, etc.)
 - Material rodante (averías de ATC, puertas, neumáticos, motores, compresores, etc.)
 - Puertas de andén
 - Control de operación y sistema de ayuda (CBTC, telecomunicaciones)

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 56 DE 121 |

- Los incidentes de causa externa.
 - Pasajeros (arrollados, persona enferma, vandalismo, exceso de afluencia, etc.)
 - Manifestaciones
 - Apagón eléctrico
 - Incendio
 - Inundaciones de agua
 - sismos

8.4.4 Tipo de incidente

El tipo del incidente deberá permitir detallar de forma más precisa:

- Sus consecuencias
- Las medidas operacionales que se deben tomar por parte del operador dentro de las normas y procedimientos
- Las acciones pertinentes que se deben establecer por los servicios de mantenimiento si es necesario
- El Licitante ganador deberá proponer al STC un manual de soporte que oriente y guíe al Regulador del PCC para resolver los problemas o incidentes del CBTC.
- El Licitante ganador deberá conjuntamente con el STC crear una base de datos que orienten y guíen los procedimientos que deba seguir el Regulador para resolver los incidentes externos. En ambos casos deberán ser instalados en un equipo de cómputo.

8.4.5 Consecuencias

Los tipos de incidentes descritos antes se clasifican según su impacto en la operación:

- Interrupción menor
- Interrupción mayor
- Situación de emergencia

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  <small>GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</small> |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 57 DE 121 |

8.4.6 Interrupción menor

Una interrupción menor es un incidente o falla que produce una perturbación de la circulación de los trenes que se puede recuperar fácil y rápidamente. Un incidente o falla tiene consecuencias menores si el impacto es alguno de los siguientes:

- Circulación de un tren a baja velocidad;
- Retiro de un tren de la programación operativa;
- Detención de un tren menor de 5 min.

Esas interrupciones menores provocan un aumento del intervalo entre el tren afectado y el tren que le precede y una acumulación de los trenes que se encuentran detrás.

Para volver a una situación normal, el regulador del PCC deberá tomar medidas específicas:

- Monitoreo de los trenes implicados
- Aplicación de un modo de operación distinta a la programada para recuperar el retraso: una reserva de tiempo cómodo entre el modo normal y el modo seleccionado que permita mantener fácilmente la regularidad de la línea.
- Disminución del tiempo de estacionamiento, siempre respetando un estacionamiento mínimo definido para cada estación;
- Detención de los otros trenes
- Absorción del retraso usando el tiempo de holgura en las estaciones terminales.

En caso de necesidad, el sistema CBTC deberá permitir implementar una o varias de las siguientes medidas correctivas para ofrecer un mejor servicio:

- introducir en la línea un tren de reserva (desde el garaje o desde una estación terminal) como un tren adicional
- Cambiar un tren que circula en la vía opuesta a la vía donde se originó este retraso a través de los aparatos de vía de los servicios provisionales para disminuir el aumento del intervalo y ofrecer un mejor servicio a los pasajeros

Al mismo tiempo, se aplican los procedimientos para regular el intervalo, para garantizar un intervalo lo más regular posible.

En el caso de pequeños retrasos, pero que no permiten volver a los tiempos teóricos de la tabla de horarios, existen dos modos de regulación:

| | | |
|--|---|---|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 58 DE 121 |

- Regulación a intervalo constante, donde el objetivo es respetar un intervalo constante entre la salida de una determinada estación de dos trenes consecutivos
- Regulación completamente manual, donde el regulador del PCC gestiona manualmente las llegadas y salidas de los trenes
- El sistema CBTC a través del Programa de Explotación deberá ofrecer al Personal del STC alternativas de solución para recuperar el retraso.

8.4.6.1 Interrupción mayor

Algunos incidentes importantes que afectan a la operación, pueden impedir la circulación de los trenes en una determinada sección de la línea. En este caso, el sistema CBTC deberá permitir de continuar la operación de las secciones de la línea no afectadas para minimizar las consecuencias de este incidente en los usuarios.

Para la operación en modo degradado, el sistema CBTC deberá permitir utilizar los SP y proporcionar al personal del STC la regulación automáticamente de los servicios provisionales y una alternativa de algún modo de explotación y operación del servicio comercial: una o dos partes de la línea se operan independientemente, los trenes cambian de vía y de dirección en ciertas estaciones intermedias equipadas de aparatos de vía.

Los sistemas de señalización y conducción, así como los sistemas de alimentación de energía y de tracción deben permitir la posibilidad de utilizar los servicios provisionales.

Este tipo de interrupción provoca modificaciones mayores en el movimiento del tren.

8.4.6.2 Situación de emergencia

Este tipo de situación se declara cuando hay riesgos de que personas resulten heridas y cuando la operación deja de ser posible: en este caso el sistema CBTC debe permitir la interrupción mayor (en la área no operada), o cuando el nivel de seguridad de los pasajeros no se puede mantener (presencia de humo por ejemplo).

En caso de emergencia, se involucra todo el personal de STC y los servicios de emergencia deben conectarse al canal radio de emergencia.

8.4.7 Medidas de recuperación

Para resolver un incidente o falla y así volver a una operación normal, el personal de transportación bajo las órdenes del operador del PCC deberá ser capaz de realizar un cierto nivel de acciones o reconfiguraciones en la estación, en la vía y a bordo del tren. En todos los casos se debe avisar al personal de mantenimiento para poder recuperar la falla.

El sistema del CBTC deberá proporcionar a través del ATS manuales de procedimientos como alternativas de solución y la forma de intervenir por el personal del regulador del PCC. Se

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 59 DE 121 |

mantiene la clasificación de las consecuencias en menor, mayor y emergencia para presentar las medidas de recuperación.

8.4.7.1 Interrupción menor

Los modos de recuperación **que proporcione el sistema CBTC se utilizaran** para manejar interrupciones menores. En general, si el personal de la operación está correctamente organizado y capacitado, estos procesos deberían poder implementarse en menos de 5 minutos.

8.4.7.1.1 Enclavamiento Puerta de Anden

En caso de falla de PDA, el sistema CBTC deberá impedir a un tren no salir de la estación si una de las puertas de anden no controlada en posición cerrada, por motivos de seguridad. Para poder reiniciar la operación, el regulador PCC deberá pedir al inspector jefe de estación u otro personal de operación presente en esa estación aislar la puerta afectada (posición abierta o cerrada). Cuando una PDA está aislada, el motor no funciona y el control de la puerta se fuerza a la posición cerrada desde el punto de vista del sistema lo que permite continuar con la operación. En el caso de una puerta aislada en posición abierta, la puerta se debe proteger por el personal de operación. Verificar con la Especificación

8.4.7.1.2 Evacuación de un tren en estación para retirarlo del servicio comercial

Si no se puede operar normalmente el tren en seguridad por cualquier razón, el sistema CBTC deberá permitir al regulador PCC de evacuar el tren en la estación y pedir al personal de transportación ubicado en la estación que el tren se enviara sin pasajeros a garaje o a una posición de estacionamiento (en modo automático si es posible, sino en manual).

Ejemplos:

- Falla del sistema de frenos
- Falla del sistema de puertas del tren
- Ventana del tren rota
- Otros.

Cuando se inhibe la falla del material rodante, el sistema CBTC debe permitir el movimiento del tren en PA hacia a una vía secundaria o el deposito directamente (según el impacto de la falla).

8.4.7.1.3 Mando local para PDA

En caso de que no se abran todas las PDA, el regulador del PCC pedirá al personal operacional la utilización del mando local situado en el andén para cerrar las puertas y ordenar la salida de los trenes. Se deberá realizar hasta la recuperación por parte del personal de mantenimiento.

| | | |
|--|---|---|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 60 DE 121 |

Ejemplo:

- Falla de mando de PDA.

8.4.7.1.4 Rearmar la palanca de emergencia KFS

En el caso de que se accione la palanca de emergencia KFS en un tren, el regulador de PCC de tráfico deberá visualizar a través de las cámaras y observar a los pasajeros a bordo del tren. Según la razón por la que se haya activado la palanca, el jefe de reguladores del PCC podrá solicitar al personal de la estación para que aborde el tren e investigue el motivo del accionamiento.

Después de la anulación de la alarma por parte del regulador PCC tráfico o el personal a bordo, el tren continuará con su servicio normal.

8.4.7.1.5 Pérdida de la localización de un tren

Ante la pérdida de un sector y/o localización de un tren, el regulador del PCC ordenará al conductor a bordo de la cabina tomar la conducción manual para iniciar el procedimiento de localización.

En el caso de la pérdida de un sector en la línea, todos los trenes deberán ser conducidos en el modo manual hasta lograr resetear el sistema y vuelvan a localizarse automáticamente.

8.4.7.2 Interrupción Mayor

Los siguientes modos de recuperación se utilizan para manejar interrupciones mayores. Estos procedimientos para incidentes mayores tardarán más de 5 minutos en resolver el incidente y poder volver a operar la línea en modo normal.

8.4.7.2.1 Servicios provisionales

En el caso en que una o dos vías de circulación no se puedan utilizar por los trenes, la operación de Servicio Provisional (SP) debe ponerse en acción para ubicarse lo más cerca posible a la sección donde se detuvo la circulación.

La línea será operada con los servicios provisionales, en una o dos secciones independientes en función de la sección de la línea que se encuentra interrumpida. Los trenes hacen su retorno en estaciones intermedias equipadas de aparatos de vía, que hacen función de terminales provisionalmente mientras se resuelve el incidente.

Se pone en funcionamiento un procedimiento de regulación por intervalo (intervalo constante). Se retienen los trenes en las estaciones para obtener una frecuencia de paso regular.

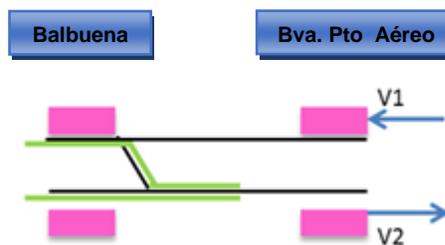
Los aparatos de vía de los servicios provisionales se utilizaran de tal manera que los pasajeros desciendan en el andén de llegada y suban en el andén de salida, tal y como hacen en la

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 61 DE 121 |

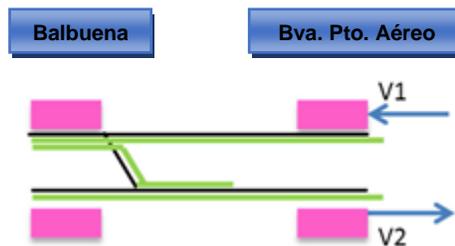
situación nominal. Esto se hace para evitar flujos de pasajeros difíciles a gestionar debidos a la utilización de un único andén para la entrada/salida de pasajeros.

Así, un servicio provisional por ejemplo en Balbuena se utilizara de la forma siguiente:

- Cuando el problema se encuentre al este de Balbuena.
 - los pasajeros descienden en el andén de la vía 2
 - el tren sale sin pasajeros hasta la posición de retorno (liberación del aparato de vía)
 - el tren cambia de vía gracias al SP
 - los pasajeros suben en el andén de la vía 1



- Cuando el problema se encuentre al oeste de Balbuena.
 - los pasajeros descienden en el andén de la vía 1
 - el tren cambia de vía gracias al SP y avanza hasta la posición de retorno (liberación del aparato de vía)
 - el tren entra a la estación de Balbuena en sentido contrario al andén 2
 - los pasajeros suben en el andén de la vía 2



El procedimiento de retorno automático en los servicios parciales es el siguiente:

- El tren llega con el conductor al andén de llegada, las puertas del tren se abren automáticamente, y los pasajeros descienden del tren.

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 62 DE 121 |

- El Sistema CBTC debe cerrar las puertas y en caso de no cerrar en tres intentos, el conductor cierra las puertas , pone la cabina en inactiva, y pulsa el botón «maniobra automática»
- El tren hace su retorno gracias a los aparatos de vía del servicio provisional. Mientras, el conductor recorre el interior del tren para cambiar de cabina. Este necesita trenes diáfanos para poder circular libremente entre los carros.
- El tren entrará o no en la estación en función de la presencia de un conductor en la cabina delantera:
 - Si el conductor ha tenido tiempo de llegar a la otra cabina y pulsar el botón «maniobra automática», el tren entra en la estación y abre sus puertas
 - Si el conductor no ha llegado a la otra cabina, el tren se detiene a la entrada de la estación hasta que el conductor pulsa el botón «maniobra automática», que hace avanzar el tren hasta el punto normal de parada, donde abre sus puertas.
 - Los pasajeros pueden subir al tren.
 - El Sistema CBTC debe cerrar las puertas y en caso de no cerrar en tres intentos, el conductor cierra las puertas en modo manual y el tren puede salir para realizar el servicio provisional.

La ubicación de la distribución de la alimentación de energía corresponderá con la ubicación de los servicios provisionales, para poder cortar la energía de tracción en la zona del incidente por ambos lados del SP en caso de que sea necesario.

Nota: El sistema CBTC deberá considerar en la zona de maniobras de Balderas, que la vía “Z” funciones como un SP (Observatorio – Balderas o Salto del Agua – Pantitlán), siempre y cuando no se tenga que cortar energía de tracción. Asimismo, todos los SP’s deberán ser bidireccionales.

La tabla siguiente muestra los servicios parciales que deben ser implementados en función de la ubicación del incidente:

| Perturbación | Servicio provisional, lado oeste del incidente | Servicio provisional, lado este del incidente |
|---|---|--|
| Entre Observatorio y Juanacatlán | Ninguno | Chapultepec - Pantitlán |
| En Chapultepec | Ninguno | Balderas - Pantitlán |
| Entre Chapultepec y Cuauhtémoc | Observatorio - Chapultepec | Balderas - Pantitlán |
| En Balderas | Observatorio - Chapultepec | Pino Suarez - Pantitlán |
| Entre Balderas y Salto del Agua | Observatorio - Balderas | Pino Suarez - Pantitlán |
| En Salto del Agua | Observatorio – Balderas | Pino Suarez - Pantitlán |

| | | |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| En Isabel La Católica | Observatorio – Balderas | Pino Suarez - Pantitlán |
| En Pino Suarez | Observatorio – Balderas | Balbuena - Pantitlán |
| Entre Merced y Candelaria | Observatorio – Pino Suarez | Balbuena - Pantitlán |
| En Moctezuma | Observatorio – Pino Suarez | Balbuena - Pantitlán |
| En Balbuena | Observatorio – Pino Suarez | Ninguno |
| Entre Bvd Puerto Aéreo y Pantitlán | Observatorio – Balbuena | Ninguno |

Los esquemas de circulación en modo degradado con servicios parciales se encuentran en el anexo 7.

Nota: El Licitante Ganador deberá incluir las zonas de maniobra de San Lázaro y Tacubaya bidireccionalmente.

8.4.7.2.2 Acceso a la vía

Para poder resolver algunos incidentes, puede ser necesario acceder a las vías durante la operación.

Este proceso se puede realizar para comprobar si la operación aun es segura, para definir el origen de la falla, para acceder al tren ubicado en el túnel o para manipular equipo ubicado en las vías. Esta operación se controla por el PCC y se puede realizar sólo por personal autorizado.

Un procedimiento especial permite intervenir de forma segura.

Este proceso se establece para los siguientes incidentes por ejemplo:

- Ruido anormal en las vías
- Riel roto, barra guía y Pista Rodamiento
- Falla del tren (en el túnel)
- Cortocircuito
- Manejo de evacuación espontánea en el túnel
- Otros

El sistema CBTC ante la sospecha de rotura de un riel, barra guía o pista de rodamiento en una sección de vía, el sistema CBTC debe avisar el ATS y establecer una zona con una restricción de velocidad a 10 km/h asociada a dicha sección de vía.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 64 DE 121 |

Cuando erróneamente se sospecha de un riel roto en una sección de la vía (circuito de vía con falla no se debió a un riel roto), el sistema de señalización será capaz de inhibir esta alarma con el fin de eliminar la zona con restricción de velocidad.

El sistema CBTC debe sospechar que un riel, y pista de una sección de vía pueden haberse roto si se da una inconsistencia entre la ubicación del tren determinada por los trenes comunicantes y la ubicación del tren determinada por los circuitos de vía.

El sistema CBTC debe sospechar que una barra guía de una sección de vía pueden haberse roto si se recibe la información del sistema SCADA energía.

El sistema CBTC debe proporcionar la información y generar una alarma sobre la sospecha de rotura del riel, barra guía o de la pista a la interfaz hombre máquina del PCC.

8.4.7.2.3 Conducción manual

En operación automática integral, en situaciones excepcionales, puede ser necesario retirar de la circulación un tren con una falla importante durante el servicio comercial en modo manual. Es el PCC el que decide aplicar el procedimiento “conducción manual del tren”. En este caso, bajo orden del PCC, un agente de operación conduce en modo manual CMC si el control de velocidad del CBTC esta aun disponible, o en CLT2 (modo de conducción propio del tren) si no lo está, o cuando se inhibe la falla del material rodante, el sistema CBTC debe permitir el movimiento del tren en PA hacia a una vía secundaria o el deposito directamente (según el impacto de la falla).

El tren se retirará de la operación los más cerca posible (taller, vía Z, vía de enlace, vía de garaje...) para evitar perjudicar a la operación y no producir retrasos. Se procede a la evacuación de los usuarios en la primera estación a la que se llega en modo manual.

La marcha del tren es responsabilidad absoluta del agente de operación dentro del límite de velocidad impuesto por el material rodante (35 km/h en línea, 15 km/h en taller).

EL personal de operación que está capacitado a realizar esta conducción manual son los supervisores, los inspectores (de línea y jefes de estación) y conductores.

Si la falla es debido al tren, se debe regresar inmediatamente a garaje o retirarlo en una vía de estacionamiento (vía de enlace con otras líneas, o vía Z) para que no afecte la operación de la línea debido a su baja velocidad.

Ejemplos (falla del tren):

- Falla del ATC a bordo en un tren
- Sistema de puertas en falla
- Elemento de tren apagado

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 65 DE 121 |

- Falla en el Sistema de frenos
- Socorro del tren (acoplamiento)

Ejemplos (otros casos):

- Falla del sistema de comunicación (radio CBTC)
- Falla del sistema de comunicación (radio TETRA)

8.4.7.2.4 Control de la posición del aparato de vía

Cuando el sistema CBTC no pueda reconocer la posición del aparato de vía, el movimiento del tren no está permitido a través de éste. En este caso, el personal operativo autorizado debe ir a la vía y mover las agujas manualmente o eléctricamente para poder recuperar la detección o para revisar las agujas.

En el caso de no poder recuperar el control de la posición del aparato de vía y este se encuentre correctamente posicionado y asegurado mecánicamente por los cerrojos, se procederá a ponerlo en modo señal por medio del cofre de socorro eléctrico. Con esta acción el sistema CBTC permitirá la circulación de los trenes en modo automático. El Regulador del PCC decidirá avanzar el tren en modo PA o CMC a baja velocidad.

Ejemplos de incidentes de posición de aparato de vía:

- Falla del sistema de enclavamiento;
- Daño de los aparatos de cambio de vías.

8.4.7.2.5 Acoplamiento del tren

Esta función tiene como objetivo acoplar y desacoplar trenes durante la explotación.

En el caso en que un tren requiera un socorro, el Regulador del PCC aplicará los procedimientos operacionales para realizar esta intervención con toda la seguridad para los pasajeros y el material.

Un persona en cada tren, capacitados y bajo el mando del Regulador del PCC, realizarán el acoplamiento y movimiento de los trenes.

Según la configuración de la línea, el tren que viene a socorrer puede llegar de la parte delantera o posterior del tren averiado. De este modo, después del acoplamiento, el tren con fallas será arrastrado o empujado hacia una posición donde no obstruya la recuperación del tráfico de la línea.

El sistema CBTC deberá permitir realizar el acoplamiento en el modo automático.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 66 DE 121 |

En el caso de acoplamiento de dos trenes durante un rescate de un tren en falla, el sistema CBTC debe pedir un frenado de urgencia del tren sin falla y en el momento que se acopla.

Una vez acoplados los trenes, el sistema CBTC debe ampliar su rango de protección para ambos trenes y permitir que éstos puedan detenerse uno a la vez en la próxima Estación para desalojar a los usuarios.

El Licitante ganador deberá demostrar al STC que el acoplamiento y el traslado sea en condiciones seguras y el modo de conducción CMC modo socorro, salvo la recomendación del Licitante de hacerlo en modo automático para lo cual deberá demostrar que es factible bajo las condiciones del perfil de la línea 1 incluyendo las vías secundarias. Las velocidades en el modo de socorro, se definirán en la fase de diseño

8.4.7.2.6 Requerimientos del equipo de mantenimiento

Todos los incidentes técnicos requieren intervención de un grupo de mantenimiento para reparar la falla.

Aun cuando el PCC puede establecer una estrategia para operar de nuevo en la línea en modo normal a pesar de la falla, la intervención del personal del mantenimiento se realiza normalmente durante la operación y en caso extremo durante la noche, o en los talleres.

Ejemplos de incidentes que se resuelven por el equipo de mantenimiento durante la operación:

- Descarrilamiento
- Colisión del tren;
- Inundación
- Pérdida total de la corriente de tracción. (En ese caso, aunque se haya apagado la energía de tracción, el sistema deberá permitir al tren alcanzar o aproximarse a la siguiente estación de modo de facilitar la evacuación de los pasajeros).
- Entre otras

8.4.7.2.7 Servicios de llamadas de emergencia

En caso de emergencia, el regulador PCC tráfico o el jefe de estación deberá informar al jefe de reguladores PCC, quien guiará a los servicios de emergencia a la ubicación para prestar la ayuda.

Por ejemplo:

- Pasajero enfermo a bordo del tren.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 67 DE 121 |

- Alumbramiento

8.4.7.3 Situaciones de Emergencia

Las siguientes situaciones de emergencia se establecen para manejar situaciones graves: ya no es posible seguir con la operación en una parte o la totalidad de la línea por razones técnicas o de seguridad. La parte no operada de la línea se debe evacuar (tren y estación).

8.4.7.3.1 Respaldo PCC

En caso de una pérdida total o parcial de las funciones del PCC, la operación podrá continuar desde el PCC de respaldo.

Ejemplos de incidentes:

- Falla Total del ATS
- Pérdida total del PCC (Terremoto, Incendio, inundación)

8.4.7.3.2 Detección de incendio y humo

Esta función tiene como objetivo supervisar dispositivos de detección de fuego/humo instalados a bordo del tren para informar de la situación de emergencia correspondiente al sistema CBTC y aparecer en la interfaz hombre máquina del PCC generando una alarma acústica y visual para inmovilizar el tren en la siguiente estación, o detenerlo inmediatamente para su evacuación.

8.4.7.3.2.1 Reacción en caso de detección de fuego y humo en un tren.

En el caso de humo y detección de incendios, el regulador PCC trafico detendrá inmediatamente todos los trenes en movimiento hacia el incendio.

En PA, en caso de que se detecte fuego/humo dentro de un tren en movimiento, el sistema CBTC debe:

- Informar al conductor y el operador de tráfico.
- Inmovilizar al tren en cuestión, en la siguiente estación en su punto de paro normal,
- Detenerlo el tren inmediatamente para su evacuación si el tren no puede llegar a la próxima estación en un tiempo normal (estación ocupada por un tren con alarma o falla).

En el caso de que el tren trasero en la misma vía se encuentra entre la estación y el tren con alarma fuego / humo el CBTC debe:

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 68 DE 121 |

- Parar el tren trasero en la misma vía con frenado de servicio o frenado de urgencia según su posición.
- Dejar el tren en la inter-estación de la vía opuesta seguir su marcha normal a fin de salir de la zona de peligro.

En caso de detección de humo o incendio en estación o en un tren detenido, el ATS ofrece la posibilidad al operador del PCC de:

- Detener los trenes en las estaciones adyacentes a la estación donde estará detenido el tren con alarma fuego / humo.
- Realizar un movimiento de retroceso de los trenes hacia la anterior estación.
- Detener al tren (en caso de existir) de la vía opuesta antes de que entre a la estación, y en caso de estar detenido en la estación, autorizar que continúe su marcha

En caso de movimiento de retroceso de los trenes hacia la estación anterior, el sistema debe permitir que el tren avance hacia el PNP de la estación.

Una vez que el tren se ha detenido en la estación, el sistema CBTC debe:

- Autorizar y ordenar la apertura de las puertas en el lado correcto.
- Mantener las puertas abiertas.

El estado de detección de fuego / humo se queda memorizado por el sistema CBTC hasta que el conductor o el personal de operación del PCC lo anule mediante un comando de alta integridad.

En caso de que se detecte fuego/humo en un tren, el sistema CBTC debe indicar a la interfaz hombre-máquina del PCC y al conductor:

- La localización del fuego/humo en el tren
- La localización del tren en la vía
- Indicar las distancias entre la localización del fuego en el tren

En CMC o PA, en caso de que se detecte fuego/humo en un tren, el sistema CBTC debe indicar a la interfaz hombre-máquina del conductor:

- La localización del fuego/humo en el tren

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 69 DE 121 |

- La localización del tren en la vía
- Indicar las distancias entre la localización del fuego en el tren En caso de que se detecte fuego/humo sin haber fuego o humo en el tren (detector con falla o humo externo al tren), el sistema CBTC debe ofrecer la posibilidad de inhibir la detección del fuego/humo por el medio de la interfaz hombre máquina del conductor o del PCC.

8.4.7.3.2.2 Reacción en caso de detección de fuego y humo en una estación.

En caso de detección de fuego-humo en una estación, el ATS asegura la reacción del sistema.

Ver documento: 2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-02-08-E-00 “Puesto de Control Centralizado”

8.5 Protección en casos particulares

8.5.1 Principios generales

A continuación, se presentan escenarios que deben desarrollarse para diferentes casos particulares como la pérdida de energía de tracción, detección de humo, entre otros.

Estos escenarios serán analizados con mayor detalle durante el desarrollo de la etapa de diseño.

El sistema CBTC deberá proporcionar la información necesaria sobre la situación de peligro al Regulador del PCC. Cuando el sistema no reacciona automáticamente, el Regulador del PCC podrá:

- Prohibir los movimientos automáticos en una zona,
- Aplicar un límite de velocidad temporal.
- Cortar la corriente de tracción en una zona o en toda la línea

8.5.2 Evacuación

La decisión del Regulador del PCC de evacuar uno o varios trenes. Cuando se produce un incidente importante en la vía, se pone en marcha un procedimiento en el que la operación se hace responsable de la gestión del incidente. Si se puede, se detienen todos los trenes en estación en cuanto ocurre un incidente de estas características.

Es preferible evacuar los pasajeros en las estaciones. Por ello, cuando se puede, se deja llegar a todos los trenes a las estaciones. Si un tren se ha quedado en la interestación porque otro tren se encuentra en el andén, se hace avanzar al tren que está en la estación (una vez que ha sido evacuado) para permitir a los pasajeros del tren siguiente bajar en la estación.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 70 DE 121 |

Si no se puede hacer avanzar un tren hasta la estación, será necesario evacuar los pasajeros por la vía. Para ello, se corta la circulación de los trenes por ambas vías y la alimentación eléctrica en la zona.

Es muy importante garantizar la comunicación entre el PCC y los diferentes agentes de operación para poder gestionar la evacuación.

Es importante mantener a los pasajeros informados, para que sepan que STC se está encargando de la situación y que no hay peligro.

Los pasajeros descienden a la vía por las puertas laterales gracias a las escaleras que se encuentran al interior de los trenes.

La decisión de evacuar un tren se puede tomar rápidamente, pero la evacuación en si misma puede ser lenta, por lo que se preferirán otras soluciones antes de evacuar.

8.5.2.1 Evacuación de un tren en estación

Cuando se necesita evacuar un tren, se debe hacer el máximo esfuerzo para llevar el tren a la estación siguiente y evacuarlo en el andén.

En modo PA, el tren debe parar en el punto normal de paro y las puertas del tren y del andén se abren.

Si se ha tomado un tren en conducción manual, el conductor debe parar el tren enfrente de las puertas de andén al punto normal de paro y debe abrir las puertas del tren.

Las funcionalidades de regulación deben activarse automáticamente.

Durante la evacuación, se difunden mensajes audiovisuales de evacuación en el tren y mensajes de “tren sin servicio de pasajeros” en el andén correspondiente.

Al final de la evacuación, el personal de STC debe comprobar que el tren este vacío. Una orden de cierre de puertas del tren es comandada por el conductor del tren mismo. Una orden de cierre de puertas de andén se envía desde el PCC, o desde el puesto de comando local de las Puertas de Anden en caso de un tren saliendo en modo de conducción manual.

El operador de PCC debe cambiar la misión del tren por una misión sin pasajeros.

8.5.2.2 Evacuación dirigida de un tren en interestación

Si un tren con pasajeros ubicado entre dos estaciones no puede circular por causa de un fallo del sistema CBTC, y no es posible proporcionarle socorro o acoplamiento, entonces el Regulador del PCC, coordina:

- Evacuación en GoA3

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 71 DE 121 |

En la estación, el personal debe pedir al PCC el acceso a la vía más cercana al tren a evacuar. Se anula la autorización de movimiento en la interestación afectada y se corta la corriente. Una consignación informática asegura que no es posible autorizar el movimiento de trenes en la zona sin la confirmación de la persona que pide el acceso. Si hay puertas de andén (al principio en las terminales y luego en toda la línea), el personal accederá a la vía por la puerta de fin de andén.

Las funcionalidades de regulación se activan automáticamente para prevenir la detención no necesaria en interestación de los trenes que están detrás y así evitar un incidente mayor.

Un regulador del PCC difundirá con frecuencia un mensaje para informar a los pasajeros que se encuentran en el interior del tren de la llegada de personal de STC para ocuparse de ellos. Al mismo tiempo, la situación dentro el tren está controlada gracias a las cámaras y el sistema de escucha discreta. Permite tranquilizar a los pasajeros e impedir una evacuación espontánea.

El alumbrado en el túnel está encendido y debe iluminar claramente la ruta de evacuación.

El personal del STC debe acceder al tren por la primera puerta del tren usando la llave especial para abrir la primera puerta y utilizando los escalones para subir. La zona está en seguridad (sin posibilidad de movimientos de trenes).

El personal abre la puerta y da información a los pasajeros de la dirección de la evacuación. Las escaleras que se encuentran en el interior del tren se desbloquean y el personal de STC las coloca para facilitar la bajada de los pasajeros a las vías.

Los pasajeros deben caminar hasta la estación más cercana siguiendo la señalética de seguridad. El personal de STC verifica que el tren este vacío y termina la evacuación. Personal de STC en la estación espera a los pasajeros con el fin de orientarles.

8.5.2.3 Evacuación de un tren espontánea en interestación

En el caso de una evacuación espontánea de un tren en la interestación, es necesario que cuando una puerta se detecte abierta, la zona en la que se encuentra el tren se ponga en seguridad. Todos los trenes en PA en esta zona deben parar en emergencia y se prohíbe el movimiento de los trenes en la zona afectada.

El lado por el que deben descender los pasajeros y la dirección de ruta de evacuación debe difundirse por mensaje en el tren, en complemento de las señales luminosas del túnel. Los pasajeros deberán caminar hasta la estación más cercana indicada siguiendo la señalética de seguridad. La evacuación esta supervisada por el PCC a través de las cámaras de dentro el tren y con la cámara frontal en el túnel.

Al mismo tiempo que el desbloqueo de puertas, se desbloquearan las escaleras que deben utilizarse para facilitar a los pasajeros bajar a la vía.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 72 DE 121 |

En la fase con conductor, éste ayudará a la gestión de la evacuación. Al mismo tiempo, personal de STC en las estaciones cercanas piden acceso a la vía para ayudar en la evacuación espontánea.

Cuando acaba la evacuación, el personal de STC debe verificar la ausencia de pasajeros en la interestación y cerrar las puertas del tren. Así, el PCC puede retirar la protección de seguridad de la zona y volver a una operación normal.

8.5.2.4 Evacuación de un tren en caso de incendio en el tren

En caso de detección de fuego en un tren:

- El tren con la detección de incendio debe llegar a la próxima estación. Si no es posible debido a falla del tren, debería evacuarse espontáneamente.
- El tren atrás debe ser retenido automáticamente con un frenado de urgencia.
- Los trenes circulando en dirección de la zona de fuego no pueden entrar en la zona y los trenes que están en la zona de fuego en la vía opuesta siguen sus movimientos hasta la próxima estación para evacuar.

El regulador del PCC debe mandar un escenario de ventilación en función de la ubicación del fuego.

La dirección de evacuación en el túnel ayuda a los pasajeros a llegar a la estación. Los pasajeros deberán caminar hasta el punto de seguridad más cercano siguiendo la señalética de seguridad.

La evacuación esta supervisada por el PCC a través de las cámaras de dentro el tren y con la cámara frontal en el túnel.

8.5.2.5 Evacuación de una estación

Si necesita evacuarse una estación, el proceso debe ser gestionado por el personal de la estación y del Regulador del PCC.

En caso de incidente dentro de una estación provocando la necesidad de evacuarla, el Regulador del PCC deberá mandar un Salto de Estación o establecer un servicio provisional. Además deberá difundir información a los pasajeros dentro los trenes (visual y audio) y en las otras estaciones para informar del cierre de la estación.

En la estación en evacuación, se difundirá información de evacuación (mensaje pregrabado), el personal de la estación organiza el flujo de pasajeros según los caminos de evacuación, las barreras de control deben estar abiertas (automáticamente en caso de incendio) y se impide el acceso a la estación.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 73 DE 121 |

Por último, el personal de estación verifica que la estación está vacía antes del cierre de las puertas de acceso de la estación, salvo el punto de acceso de los servicios de emergencia si es necesario.

8.5.3 Palanca de emergencia

Las consecuencias a la activación de la palanca de emergencia en el interior del tren serán diferentes según la situación en la que se encuentre el tren. En cualquier caso, se enviará una alarma a la IHM del Regulador del PCC.

8.5.3.1 Reacción ante la activación del dispositivo KFS.

Esta función tiene como objetivo reaccionar ante la activación de un dispositivo de alarma para pasajeros KFS instalado a bordo del tren.

Las hipótesis son:

- Tren detenido en andén con palanca de emergencia activada KFS y puertas de andén.
- Tren está saliendo de la estación con coches dentro de la estación y en inter-estación y activación del KFS.
- Tren está en marcha en interestación con activación del KFS.

8.5.3.2 Tren detenido en andén con palanca de emergencia activada KFS y puertas de andén

A la activación del KFS en un tren detenido en una estación, el CBTC tiene que:

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren.
- Mantener detenido el tren en la estación con puertas abiertas del carro hasta el rearme del KFS, y en caso de estar las puertas cerradas deberá abrirlas nuevamente.
- El regulador del PCC y el conductor podrán visualizar a través del CCTV el interior de los carros del tren y de la cabina para la activación automática video (CCTV) y audio (Interfono) de la puerta con KFS activado al tren. Ver documento 2020-SDGM-TC-L1MO-000-II-01-05-E-00 “Telecomunicaciones e Información a los usuarios”

La liberación del dispositivo KFS activado debe ser posible:

- Localmente, por el personal autorizado (conductor o personal en el andén)

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 74 DE 121 |

- A distancia desde la IHM del Operador a través del ATS con rearme de la autorización de marcha (mando remoto de alta seguridad).

8.5.3.3 Tren en marcha en vías principales y secundarias con activación del KFS.

A la activación del KFS en un tren en marcha, el CBTC tiene que:

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren
 - Memorizar activación del KFS,
 - Ordenar la parada del tren en la siguiente estación sin parar del movimiento del tren.
1. En caso de que se active un KFS en un tren que se encuentre en marcha y que el tren no se puede parar en la próxima estación (estación ocupada por otro tren parado anormalmente con falla o con un KFS activado), el sistema CBTC debe ordenar un frenado gradual y parar el tren en un lugar seguro manteniendo las puertas cerradas y enclavadas.
 2. La activación de un KFS a la salida de una estación hacia una zona de retorno (terminal o servicio parcial), el tren no se debe parar en la zona de retorno, el tren se para a la próxima estación.
 3. La activación de un KFS a la salida de una estación hacia una zona de estacionamiento el tren no se debe parar en la zona de retorno o zona de parada intermediaria, el tren se para al punto de parada de la zona de estacionamiento.
 4. Cuando se inmoviliza un tren en una zona segura determinada por el sistema CBTC tras la activación del dispositivo KFS, el sistema CBTC debe mantenerlo inmovilizado hasta que el personal de explotación anule dicho estado por medio de una orden de alta integridad o por la interfaz hombre máquina del conductor.
 5. En caso de que se active un KFS, el sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria (estado, identificación del tren y ubicación del dispositivo dentro del tren) a la interfaz hombre-máquina del PCC.

8.5.3.4 Tren saliendo de la estación con carros dentro de la estación y otros carros en inter-estación y activación del KFS.

Después de la activación de un KFS cuando el tren está saliendo de la estación, el sistema tiene que:

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 75 DE 121 |

- Dejar el tren seguir su movimiento hasta la próxima si la velocidad es superior a 50 Km/h donde la detención está programada.
- El CBTC garantiza que las puertas de los coches en el túnel no se abren.

Nota: El Licitante ganador deberá consultar la especificación No. 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-04-07-E-00 "Sistemas Mecánicos (Protección de Puertas a Usuarios) y acordar con el STC que la distancia entre la puerta del tren y del andén impida que no haya espacio donde se resguarde ninguna persona.

8.5.4 Reacción en caso de acceso y bajada del tren por el personal autorizado.

Algunas puertas del Material Rodante serán equipadas con un dispositivo para permitir al personal de STC abrir una puerta para acceder al tren o salir del tren. El accionamiento de este dispositivo generará una apertura de la puerta asociada y una prohibición de los movimientos del tren.

El dispositivo es accesible por el interior o el exterior del tren.

A la activación del dispositivo:

- Enviar una alarma a la IHM del regulador del PCC y también al IHM del Conductor del Tren
- El sistema CBTC mantendrá el tren detenido,
- Si el tren está en inter-estación o el tren está en la estación y la activación del dispositivo se hace en el lado de la entrevía, el sistema CBTC debe establecer una zona de protección por ambas vías a fin de proteger el personal deteniendo el tren por la vía contraria.
- Si el tren está en la estación y la activación del dispositivo se hace al lado del andén o si el tren está en la posición de transferencia, el sistema no debe establecer una zona de protección,
- El tren será mantenido detenido hasta recuperación de la autorización de marcha del tren.

8.5.5 Reacción ante desacoplamiento del tren. (Pérdida de integridad)

Esta función tiene como objetivo reaccionar ante el desacoplamiento (pérdida de integridad) del tren mediante la información proporcionada por el material rodante.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 76 DE 121 |

Nota: El material rodante se encarga de la seguridad del propio tren en caso de que se produzca un desacoplamiento deteniendo las dos partes del tren aplicando el frenado de urgencia.

Los siguientes requisitos describen todas las acciones que serán necesarias en caso de que se desacople del tren.

En caso de pérdida de integridad del tren, el Sistema CBTC deberá garantizar la ubicación de las dos partes del tren.

La detección de las partes del tren es asegurada por los circuitos de vía. Detección secundaria.

El sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria sobre el desacoplamiento del tren a la interfaz hombre-máquina del PCC.

8.5.6 Supervisión del estado cerrado y bloqueado de las puertas del tren.

Esta función tiene como objetivo supervisar el estado cerrado y bloqueado de las puertas del tren proporcionado por el material rodante.

En caso de pérdida del estado cerrado y bloqueado de las puertas y de que el tren se detenga entre estaciones, el sistema CBTC debe ordenar la inmovilización del tren.

En caso de pérdida del estado cerrado de las puertas y de que el tren se encuentre en marcha, el sistema CBTC debe mandar un frenado de servicio a fin de no permitir al tren que continúe su marcha.

El sistema CBTC debe proporcionar la información necesaria sobre la pérdida de la supervisión de las puertas al ATS y generar una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC y de la IHM del conductor.

Cuando el sistema CBTC inmovilice un tren tras la pérdida del estado cerrado y bloqueado de las puertas, el sistema CBTC debe mantener la inmovilización del tren hasta que se anule el estado mediante una acción del conductor.

En caso de pérdida de la información puertas cerradas y puertas bloqueadas, el material rodante es capaz de inhibir este control utilizando un interruptor específico de inhibición.

La activación de este interruptor después de evacuación de los pasajeros permite realizar movimiento de un tren con falla de puerta en el modo PA.

En caso de inhibición de la información puertas cerradas y puertas bloqueadas (interruptor activado) el CBTC debe proporcionar la información a la interfaz hombre-máquina del PCC

8.6 Reacción ante la detección de neumático bajo (Material Rodante)

El sistema es informado del estado de los neumáticos de los trenes:

| | | |
|--|---|--|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 77 DE 121 |

- En tiempo real con los detectores del material rodante

En caso de anomalía de neumático detectado por el material rodante, el CBTC proporcionará la información al ATS y generará una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC y del conductor del tren, e impide la partida del tren a la próxima estación.

Si la presión del neumático es mayor o igual a 6 bars, se podrá continuar con la marcha de manera nominal a la siguiente terminal, donde deberá ser retirado el tren.

Si la presión es mayor a 4 y menor de 6 bars, se continuará con la marcha del tren a una velocidad que en la fase de diseño el STC le definirá al Licitante ganador.

Independientemente de los sensores de presión instalados en los trenes, se deberán tener instalados detectores de neumático bajo instalados en la vía en Talleres, Terminales y próximos a las vías de enlace y vía Z.

8.7 Reacción ante la detección de Neumático Bajo (DNB) (Equipo fijo)

El Licitante ganador deberá prever la instalación de un equipo detector de neumático bajo en la vía que mediante un circuito de control indique en la salida de talleres, terminales y en estaciones próximas a vía de enlace vía “Y” o vía “Z” cuando un tren en circulación presente uno o más neumáticos con baja presión de inflado, con objeto de poder retirarlo para revisión.

Deberá indicar de manera local mediante un indicador NB en la señal de maniobra de la zona que se encuentra instalado el DNB, así como en las IHM’s de los PML’s, PMT, PCC y en el local de averías del mantenimiento sistemático y del conductor.

El sistema Detector de Neumático Bajo instalado en la vía deberá sensar neumáticos de presión menor a 6 Bars, por lo que el Licitante ganador deberá proponer al STC para su aprobación un sensor que garantice una confiabilidad en la precisión de las mediciones de al menos del 95%.

La información enviada al circuito de control y en consecuencia las IHM’s de los PML’s, PMT, PCC, en el local de averías del mantenimiento sistemático y del conductor, deberá indicar al menos el lado derecho o izquierdo en sentido de circulación del tren, la posición del neumático en la composición del tren (numerado en sentido de circulación).

8.8 Reacción ante la detección de desbordamiento de agua en los cárcamos

Cuando el nivel de agua de un cárcamo llega a nivel alto, el CBTC debe proporcionar la información al ATS y generará una alarma acústica y visual en la interfaz hombre-máquina del PCC y del conductor del tren, que restrinja la velocidad del tren a 20 km/h.

En caso de detección de desbordamiento de un cárcamo, el CBTC proporcionará la información a la interfaz hombre-máquina del PCC y del conductor del tren, e impide la partida del tren a la próxima estación.

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 78 DE 121 |

9 MODOS DEGRADADOS

Generalmente, los modos degradados son generados por un problema con usuarios o por una falla en un subsistema.

La lista siguiente es indicativa mas no limitativa da un conocimiento más común de fallas (fallas doble con pérdida de funcionalidad) y la respuesta del sistema de señalización CBTC:

- Perdida de corriente tracción
- Material rodante (falla de tracción o frenado, puertas, entre otras)
- Material rodante (falla de puerta)
- Falla del ATC embarcado
- Falla del ATC fijo
- Falla del enclavamiento
- Perdida de posición de aguja
- Falla de comunicación radio ATC (fijo o embarcado)
- Falla del ATS
- Perdida del PCC (incendio, sismo)
- Riel, pista de rodamiento y barra guía rotos
- Perdida de comunicación con un tren
- Arrollados,
- Otros

9.1 Material rodante (falla de tracción o frenado)

En caso de falla del material rodante, donde el tren no sea posible moverlo por sus propios medios, es necesario realizar un acoplamiento del tren con falla con otro tren o un vehículo auxiliar.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 79 DE 121 |

En caso de acoplamiento con otro tren el acoplamiento es detectado y el movimiento en modo PA es permitido y podrá avanzar a velocidad entre 5 o 10 Km/h.

9.2 Material rodante con falla de puerta

En caso de material rodante con fallas del control de cierre de las puertas y una vez agotadas los tres intentos por medio del sistema CBTC el cierre lo intentara el conductor de forma manual y si la falla continua será necesario evacuar el carro o el tren.

El control de cierre de las puertas puede ser inhibido a través del CBTC que proporcione una orden de permitir sacar el tren de la línea en PA.

9.3 Falla del ATC embarcado

En caso de falla del ATC embarcado (falla ATO, perdida de localización pero con comunicación radio) es necesario remover el tren en conducción manual a CLT2 por un conductor entre:

- Velocidad de 15 Km/h en Talleres y vías secundarias.
- Velocidad de 35 km/h en Línea y vías principales.

9.4 Falla de comunicación radio CBTC (fijo o embarcado)

En caso de pérdida de comunicación con un tren en inter estación (tren mudo), el sistema CBTC debe después una temporización a determinar por el Licitante ganador:

- El sistema CBTC deberá actuar conforme al procedimiento de la detección secundaria.

9.5 Falla del ATC fijo

En caso de falla del ATC fijo y después del arreglo o reset por el mantenimiento hay que mover los trenes con el modo de conducción PA. Caso contrario tendrá que intervenir el Conductor para mover el tren por autorización del Regulador del PCC en modo manual controlada restringido (CMC) hasta que se localice el tren.

9.6 Falla del enclavamiento

En caso de falla del enclavamiento se necesita mover las agujas localmente (en eléctrico o manualmente). Para mover los trenes hay 2 posibilidades:

- Mover los trenes en modo de conducción manual restringida CLT2 15 o 35. bajo responsabilidad del conductor
- Mover los trenes en modo de conducción controlada (CMC) máximo a 20 km/h bajo control del ATC

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 80 DE 121 |

Con este modo el recorrido es bajo responsabilidad del conductor pero necesita también la autorización del Regulador del PCC.

En caso de falla del enclavamiento, el CBTC permite el movimiento del tren, con la autorización del operador del Regulador del PCC.

Una vez la zona de perturbación pasada, el conductor puede volver al modo PA.

9.7 Pérdida de posición de aguja

En caso de falla del control de posición de aguja, el cofre de socorro eléctrico permite después de la confirmación visual de la posición de la aguja de enclavar la aguja en una posición.

El sistema CBTC utiliza esta información para autorizar los movimientos con velocidad reducida hasta intervención del mantenimiento.

9.8 Riel, barra guía y pista de rodamiento roto

El CBTC verifica continuamente la consistencia entre la detección primaria y la secundaria

En caso de discrepancia, el CBTC sospechara un riel roto, barra guía y pista de rodamiento (sólo los casos descritos por norma EN 50167-1 con rotura eléctrica).

En este caso, el CBTC alarma al operador del PCC y aplica automáticamente una restricción de velocidad de 10 km/h a los trenes.

Después de la comprobación o reparación de la falla, el operador del PCC es capaz de inhibir la alarma (falsa alarma debido a una falla del circuito de vía) o mantener una restricción de la velocidad hasta el arreglo de la falla por el departamento mantenimiento de vía.

La detección de barra guía rota será responsabilidad del sistema Energía que se encargara de procesar la información y entregarla por medio de la interfaz con el SCADA ATS al sistema CBTC para que tome las acciones programadas para este caso.

10 RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS CBTC

La red DCS del CBTC debe gestionar todo los flujos de datos entre los subsistemas CBTC y debe ser dedicada. Ésta se compone de:

- Una red inalámbrica (tipo LTE) para la transmisión de datos de voz y video entre los equipos fijos y embarcados,
- Una red física fija para la transmisión de datos entre los equipos fijos del sistema,
- Red embarcada para la transmisión de datos entre los equipos embarcados.

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | |

A continuación se presenta un ejemplo de arquitectura referencial de la red DCS CBTC:

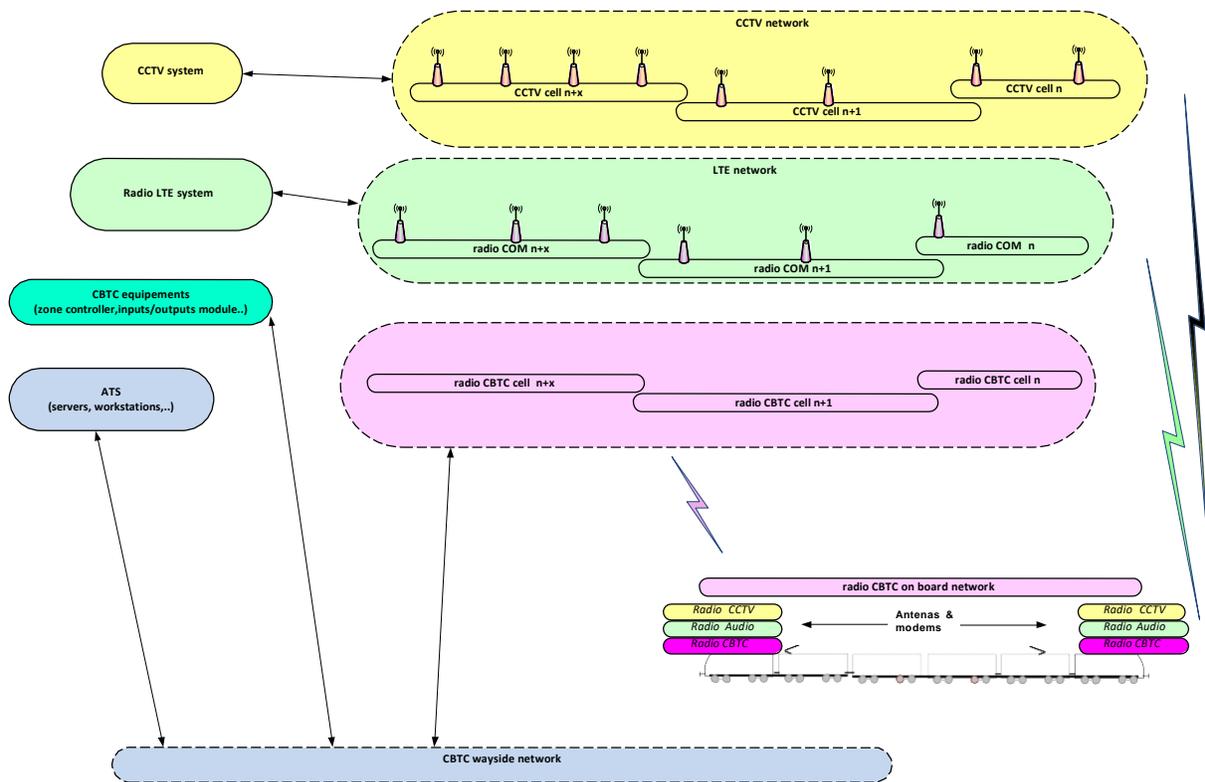


Figura 8- Arquitectura referencial de la red DCS

11 Requisitos Funcionales

El DCS incluso debe cubrir la línea, los Talleres y las vías de enlace.

El DCS embarcado CBTC debe tener las características siguientes:

- Un tiempo de respuesta corto, capaz de cambiar datos de manera casi simultánea con varios trenes en movimiento en la misma área con una velocidad de 70 u 80 km/h,



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

HOJA: 82 DE 121

- Una disponibilidad conforme con los requerimientos RAM,
- Un flujo importante capaz de soportar intercambio de datos entre los equipos fijos y embarcados considerando el máximo número de trenes que pueden estar presente en cualquier zona de la línea,
- Una robustez a las interferencias inducidas por las condiciones medio ambientales de una línea de metro (interferencias eléctricas, otros trenes ocultando la emisión de las antenas, curvas, pendientes),
- Una robustez a los otros potenciales emisores radio (LTE, transmisores de radio, entre otros) que pueden estar presentes en la línea.

11.1 Seguridad

La red DCS debe ser protegida contra cualquier ataque que pueda afectar a su confidencialidad e integridad y cumplir con la norma EN-50159.

11.2 Restricciones técnicas

El Licitante ganador el sistema debe tomar en cuenta, para el diseño del DCS:

- Las frecuencias de radio utilizadas por los otros sistemas del proyecto y fuera del proyecto con el fin de evitar interferencias.
- Con una frecuencia dedicada que será responsabilidad del Licitante ganador gestionar ante la Secretaria de Comunicación y Transportes o el Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Todo el equipamiento del DCS, y su operación, deberán estar en completa conformidad con las leyes y regulaciones vigentes Mexicanas aplicables.

Las frecuencias, el ancho de banda, la potencia de emisión de radio que se utilizarán deben cumplir con las normas y reglamentos vigentes de la IFETEL (Instituto Federal de Telecomunicaciones)

El Licitante Ganador será el responsable de establecer que el equipamiento y operación del DCS estén en conformidad con las leyes y regulaciones aplicables en todos los aspectos técnicos, incluyendo pero no limitándose a:

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 83 DE 121 |

- Aceptación del tipo de equipamiento,
- Calidad de las emisiones.

Es la responsabilidad del Licitante Ganador de hacer los trámites necesarios para obtener todas las aprobaciones y las licencia de utilización necesarias para la instalación y operación del DCS.

El estado de avance y la aprobación debe ser informado a STC.

La frecuencia y la potencia usada deben cumplir con las normas vigentes de compatibilidad electromagnética (CEM).

El Licitante Ganador junto con el STC definirá la arquitectura y la topología de la red embarcada.

El Licitante ganador deberá incluir la contratación de un perito en telecomunicaciones que se encargue de toda la gestión para la obtención de frecuencias, validación de documentación, homologación de los equipos que así requieran, elaboración de memorias y actualización de la red propuesta y ya en servicio.

11.3 Requisitos específicos RAM para la red DCS

La disponibilidad, la Mantenibilidad y Confiabilidad de la red DCS debe cumplir con los requerimientos RAM.

El DCS debe ser redundante de manera hardware y geográfica (camino de cables diferentes y alimentación eléctrica separada y entre otros).

El sistema debe proporcionar una redundancia geográfica entre las antenas embarcadas. La falla de una no debe afectar las otras. Fallas de tipo modo común no deben ocurrir.

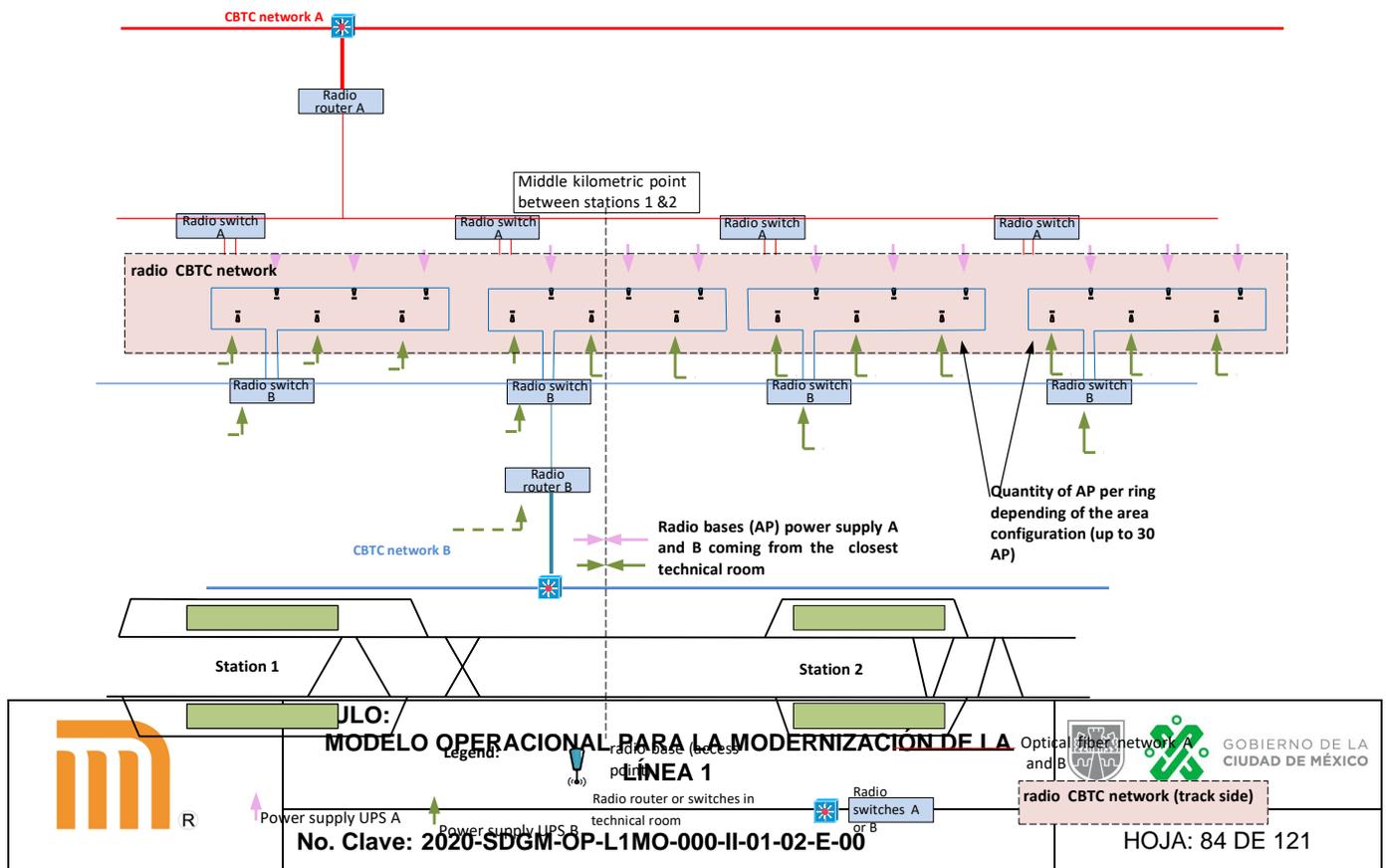


Figura 10- Ejemplo de Redundancia del DCS

El Licitante Ganador debe realizar una serie de pruebas diseñadas para demostrar que la transmisión específica entre los equipos suelo y los equipos embarcados queda completamente disponible cuando exista:

- Pérdida parcial (una extremidad) del DCS de un tren,
- Pérdida total de un equipo suelo,
- Concentración de trenes,
- Fuente de interferencia.

Sistema debe proporcionar una herramientas de monitoreo de la red parte del sistema de ayuda al Mantenimiento.

Esta herramienta debe ser capaz de detectar perdida anormales de mensajes radio superior a 10^{-3}

11.4 Evolución de la Red DCS

El DCS deberá ser diseñado para permitir una extensión futura de la línea uno o un cambio del sistema DCS (radio y tierra). La red tierra debe poder ser extendida o conectada a otros elementos incluso otra red CBTC que cubrirá las nuevas extensiones.

La red DCS debe proporcionar por lo menos 100% de conexiones adicional libres por estación para las necesidades futuras.

El sistema DCS tendrá que proveer una reserva de funcionamiento a fin de ofrecer la posibilidad y la capacidad de aumentar el flujo de datos por una futura ampliación de mensajes intercambiados del CBTC. Esta reserva debe por lo menos más del 30%.

11.5 Requisitos Funcionales

El DCS incluso debe cubrir la línea, los Talleres y las vías de enlace.

El DCS embarcado CBTC debe tener las características siguientes:

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 85 DE 121 |

- Un tiempo de respuesta corto, capaz de cambiar datos de manera casi simultánea con varios trenes en movimiento en la misma área con una velocidad de 70 u 80 km/h,
- Una disponibilidad conforme con los requerimientos RAM,
- Un flujo importante capaz de soportar intercambio de datos entre los equipos fijos y embarcados considerando el máximo número de trenes que pueden estar presente en cualquier zona de la línea,
- Una robustez a las interferencias inducidas por las condiciones medio ambientales de una línea de metro (interferencias eléctricas, otros trenes ocultando la emisión de las antenas, curvas, pendientes),
- Una robustez a los otros potenciales emisores radio (LTE, transmisores de radio, entre otros) que pueden estar presentes en la línea.

11.6 Seguridad

La red DCS debe ser protegida contra cualquier ataque que pueda afectar a su confidencialidad e integridad y cumplir con la norma EN-50159.

11.7 Restricciones técnicas

El Licitante ganador el sistema debe tomar en cuenta, para el diseño del DCS:

- Las frecuencias de radio utilizadas por los otros sistemas del proyecto y fuera del proyecto con el fin de evitar interferencias.
- Con una frecuencia dedicada que será responsabilidad del Licitante ganador gestionar ante la Secretaria de Comunicación y Transportes o el Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Todo el equipamiento del DCS, y su operación, deberán estar en completa conformidad con las leyes y regulaciones vigentes Mexicanas aplicables.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 86 DE 121 |

Las frecuencias, el ancho de banda, la potencia de emisión de radio que se utilizarán deben cumplir con las normas y reglamentos vigentes de la IFETEL (Instituto Federal de Telecomunicaciones)

El Licitante Ganador será el responsable de establecer que el equipamiento y operación del DCS estén en conformidad con las leyes y regulaciones aplicables en todos los aspectos técnicos, incluyendo pero no limitándose a:

- Aceptación del tipo de equipamiento,
- Calidad de las emisiones.

Es la responsabilidad del Licitante Ganador de hacer los trámites necesarios para obtener todas las aprobaciones y las licencia de utilización necesarias para la instalación y operación del DCS.

El estado de avance y la aprobación debe ser informado a STC.

La frecuencia y la potencia usada deben cumplir con las normas vigentes de compatibilidad electromagnética (CEM).

El Licitante Ganador junto con el STC definirá la arquitectura y la topología de la red embarcada.

El Licitante ganador deberá incluir la contratación de un perito en telecomunicaciones que se encargue de toda la gestión para la obtención de frecuencias, validación de documentación, homologación de los equipos que así requieran, elaboración de memorias y actualización de la red propuesta y ya en servicio.

12 DESEMPEÑO DEL SISTEMA CBTC

Para una detención fuera de las estaciones, la precisión requerida, con condiciones de adherencia normal es:

- 100% de las detenciones con una tolerancia +/- 0,5 m

Para una detención en estación, la precisión requerida, con condiciones de adherencia normal es:

- 100% de las detenciones con una tolerancia +/- 0,15 m

En el modo PA y CMC, en caso de parada fuera de la estación (más de un coche), se envía una alarma al PCC y el tren deberá efectuar una marcha atrás automática en PA.

El tiempo de respuesta máximo del ATC a recepción de un mando de alta integridad del ATS tiene que ser inferior a 300 ms.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 87 DE 121 |

El tiempo Máximo para apertura de las puertas después la parada del tren tiene que ser inferior a:

- 0.5 s en 100% de los casos

El tiempo Máximo de salida del tren después el cierre de las puertas del tren tiene que ser inferior a 0.5 s.

El tiempo Máximo de corte de la corriente tracción (apertura de los Disyuntor Ultra Rápido DUR) después la activación de un botón de corte de urgencia tiene que ser inferior a 0.5 s.

El tiempo Máximo de inhibición de regeneración de corriente del MR en caso de corte de la corriente tracción o alarma del sistema de energía (disyunción ultra rápido) tiene que ser inferior a 1 segundo. Nota.- Material Rodante deberá verificar ese dato.

El tiempo Máximo de cálculo de la función regulación de tráfico tiene que ser inferior a 1 segundo.

El tiempo Máximo de establecimiento de un servicio provisional tiene que ser inferior a 7 segundos (itinerarios y cálculo de una nueva tabla según la cantidad de trenes presente en la zona de SP).

El tiempo Máximo de anulación de un servicio parcial tiene que ser inferior a 7 segundos (itinerarios y cálculo de una nueva tabla según la cantidad de trenes presente).

El tiempo Máximo de activación de un cambio de sentido de marcha y cambio de mandos del tren cabina contraria tiene que ser inferior de 15 segundos después la parada de todos los trenes de la zona.

El tiempo Máximo de disponibilidad después un reset es:

- Menos de 15 minutos por un servidor ATS
- Menos de 5 minutos por un puesto de trabajo ATS
- Menos de 2 minutos por un equipamiento ATC embarcado o fijo

Los granularidad de la restricción de velocidad son de 5 km/h

La capacidad de memoria de los eventos y alarmas es de:

- 1 año por los servidores de archivo externo del ATS
- 10 años sobre un soporte externo

| | | |
|--|---|------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 88 DE 121 |

El tiempo de referencia de la grabadora debe ser inferior a 50 ms.

El tiempo de visualización de una información emitida por el ATS al sistema de información pública a bordo será de menos de 3 segundos.

El retardo máximo entre la activación de una palanca de emergencia KFS o una palanca de desenclavamiento de puerta y la llegada de una alarma en el PCC deberá ser menos de 1 segundo.

El retraso entre la ocurrencia de un evento no-de seguridad o una alarma y la pantalla de la estación de trabajo IHM o el panel de control visual deberá ser menos de:

- 1 segundo en 100% de los casos

El retraso entre la ocurrencia de un evento de seguridad o una alarma y la pantalla de la estación de trabajo IHM o el panel de control visual deberá ser menos de:

- 0.5 segundo en 100 % de los casos

Se proporcionará una indicación visual en la IHM o el TCO en caso de no respetar los tiempos indicados (falta de frescura de la información).

Se proporcionará una indicación visual en la IHM o el TCO en caso de falla de un mando después de 3 segundos (time out).

El tiempo máximo de visualización de una nueva imagen del ATS será de menos de:

- 0.5 segundo en 100 % de los casos

El tiempo máximo de emisión de un mando de alta integridad ATS y ATC será de menos de:

- 1 segundo en 100 % de los casos

El ATS mantiene la hora de referencia recibida por el reloj de referencia y lo distribuye a todos los equipos CBTC conectados a través de la red de transmisión de datos ATS.

El retardo máximo entre el tiempo de reloj y sistema sincronizado de referencia deberá ser menos de:

- 350 ms por los datos de no seguridad
- 100 ms por los datos de seguridad

En caso de pérdida de comunicación con el SCADA de un equipamiento, una alarma tiene que informar el operador después de 5 segundos.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |  GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 89 DE 121 |

La velocidad de transmisión de los datos de la función de regulación de tráfico tiene que ser menor 1 segundo.

El sistema ATS debe ser capaz de gestionar:

- 60 estaciones de trabajo
- 4 TCO's

El tiempo máximo de establecimiento de un itinerario tiene que ser menos de:

- 7 segundos en caso de presencia de una aguja en el itinerario
- 3 segundos sin presencia de una aguja en el itinerario

El tiempo máximo de movimiento de una aguja tiene que ser menos de 5 segundos.

El tiempo máximo de detección de un tren por la detección secundaria tiene que ser inferior a 1 segundo.

El tiempo máximo de detección de ausencia de un tren después de la salida de un tren por la detección secundaria tiene que ser inferior a 2 segundos.

El tiempo máximo de destrucción automática de un itinerario después de la liberación del itinerario por un tren deberá ser menos de 3 segundos.

El tiempo máximo de destrucción de un itinerario después un mando de un operador deberá ser menos de 2 segundos, a excepción si un tren se encuentra en la zona de origen del itinerario o están activos los enclavamientos del mismo, en cuyo caso la destrucción será efectiva en 30 s

La incertidumbre de localización del sistema de localización del tren tiene que ser:

- De 0.5 m a leer una baliza
- Inferior a 1% de la distancia recorrida desde la última baliza leída

El tiempo de retraso máximo después de una petición de protección de movimiento y un frenado de urgencia será de:

- Menos de 2 segundos en el modo nominal
- Menos de 5 segundos en caso de fallo del ATC (falta de frescura datos)

| | | |
|--|---|---|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 90 DE 121 |

El tiempo máximo de aplicación de un frenado de urgencia después de una petición de frenado de urgencia será de:

- Menos de 2 segundos en el modo nominal
- Menos de 3 segundos en modo degradado (Certificar a MR)

La distancia máxima en caso de retroceso del tren debe ser inferior a 1 metro.

La velocidad máxima de un tren dentro de la zona de garaje será definida entre el Licitante ganador y el STC para evitar una colisión.

La desaceleración máxima de un tren debe ser inferior a 2 m/s² (FU)

La desaceleración en frenado de servicio máxima es de 1.8 m/s²

La desaceleración máxima garantizada del tren, deberá ser acordada entre el STC y el fabricante del tren

La aceleración máxima de un tren debe ser inferior a 1,4 m/s².

El valor máximo del Jerk debe ser inferior o igual a 1 m/s³.

13 Pérdida de energía tracción

En caso de pérdida corriente tracción debido a una falla o incidente en línea, el sistema CBTC no detiene los trenes en movimiento e impide la regeneración de energía.

El CBTC detiene los otros trenes en estación o antes de la zona sin corriente.

Perdida de corriente tracción debido a un corte de urgencia:

- Los trenes en estación los detiene
- Los trenes en interestación de la zona no afectada, deberá permitir que lleguen a la Estación,
- Los trenes en interestación en la zona afectada deberá permitir que lleguen a la Estación a excepción de que el ruptor haya sido accionado en dicha Estación.

En caso de pérdida corriente tracción debido a la activación de un corte de urgencia, el sistema CBTC detiene a los trenes en movimiento con un frenado de urgencia en Estación.

| | | |
|--|---|---|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 91 DE 121 |

14 Pérdida de corriente de tracción debido a la activación del Botón CZ por parte del Regulador del PCC.

En caso de pérdida de energía a petición de un Regulador del PCC por activación del botón CZ, el sistema responderá de la siguiente manera:

- Se activa una detención automática en todas las estaciones a través del DBO,
- Se mantienen detenidos con puertas abiertas los trenes ya detenidos en las estaciones.

15 Humo e Incendio

Esta función tiene como objetivo supervisar dispositivos de detección de fuego/humo instalados a bordo del tren para informar de la situación de emergencia correspondiente al sistema CBTC y aparecer en la interfaz hombre máquina del PCC generando una alarma acústica y visual para inmovilizar el tren en la siguiente estación, o detenerlo inmediatamente para su evacuación.

En PA, en caso de que se detecte fuego/humo dentro de un tren en movimiento, el sistema CBTC debe:

- Informar al conductor y el operador de tráfico.
- Inmovilizar al tren en cuestión en la siguiente estación en su punto de paro normal,
- Detenerlo el tren inmediatamente para su evacuación si el tren no puede llegar a la próxima estación en un tiempo normal (estación ocupada por un tren con alarma o falla).

En el caso de que el tren trasero en la misma vía se encuentra entre la estación y el tren con alarma fuego / humo el CBTC debe:

- Parar el tren trasero en la misma vía con frenado de servicio o frenado de urgencia según su posición.
- Dejar el tren en la inter-estación de la vía opuesta seguir su marcha normal a fin de salir de la zona de peligro.

En caso de detección de humo o incendio en estación o en un tren detenido, el ATS ofrece la posibilidad al operador del PCC de:

- Detener los trenes en las estaciones adyacentes a la estación donde estará detenido el tren con alarma fuego / humo.

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 92 DE 121 |

- Realizar un movimiento retroceso de los trenes hacia la anterior estación.
- Detener al tren (en caso de existir) de la vía opuesta antes de que entre a la estación, y en caso de estar detenido en la estación, autorizar que continúe su marcha

En caso de movimiento de retroceso de los trenes hacia la estación anterior y ausencia de puertas de andenes, el sistema debe detener el tren en la entrada de la estación.

Una vez que el tren se ha detenido en la estación, el sistema CBTC debe:

- Autorizar y ordenar la apertura de las puertas en el lado correcto.
- Mantener las puertas abiertas.

El estado de detección de fuego / humo se queda memorizado por el sistema CBTC hasta que el conductor o el personal de operación del PCC lo anule mediante un comando de alta integridad.

En caso de que se detecte fuego/humo en un tren, el sistema CBTC debe indicar a la interfaz hombre-máquina del PCC y al conductor:

- La localización del fuego/humo en el tren
- La localización del tren en la vía
- Indicar las distancias entre la localización del fuego en el tren

En CMC o PA, en caso de que se detecte fuego/humo en un tren, el sistema CBTC debe indicar a la interfaz hombre-máquina del conductor:

- La localización del fuego/humo en el tren
- La localización del tren en la vía
- Indicar las distancias entre la localización del fuego en el tren En caso de que se detecte fuego/humo sin haber fuego o humo en el tren (detector con falla o humo externo al tren), el sistema CBTC debe ofrecer la posibilidad de inhibir la detección del fuego/humo por el medio de la interfaz hombre máquina del conductor o del PCC.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 93 DE 121 |

16 Reacción en caso de detección de fuego y humo en una estación.

Cuando se detecte un incendio en una estación, se aplicará el siguiente procedimiento:

- Activación de un Salto de la Estación afectada con aviso a los pasajeros a bordo de los trenes
- Si un tren está detenido en la estación, debe abandonarla lo más rápido posible,
- Se difundirán mensajes de evacuación de los pasajeros en el tren desde el PCC después de una confirmación del jefe de reguladores,
- Es responsabilidad del regulador detener los otros trenes en las estaciones adyacentes.

17 Detección de obstáculos en la vía

En caso de detección de obstáculo (información proporcionada por el material rodante al CBTC), el sistema CBTC deberá proporcionar la información necesaria al Regulador del PCC y activará la cámara frontal. El PCC podrá retroceder las imágenes de la cámara para intentar identificar la razón de la activación de la alarma de detección de obstáculos.

18 Personal en las vías para mantenimiento

Cuando el personal de mantenimiento necesita intervenir en las vías durante la operación comercial, es necesario garantizar la seguridad del personal. Es por ello que se requiere un procedimiento riguroso desde el PCC.

Cuando se necesita una zona de trabajo, el PCC puede crear una zona de protección desde el ATS con visualización en el TCO. En la zona de protección, se puede poner una limitación de velocidad o una prohibición de circulación en toda la zona.

Para que el personal sepa que su petición de intervención se ha tenido en cuenta, se enciende automáticamente un indicador en el andén. En caso de falla, el personal de mantenimiento puede encender el indicador desde el andén con una llave especial.

19 Botón de paro de emergencia en el andén

Habrán 4 botones de paro repartidos en cada andén, para permitir a los pasajeros reaccionar ante una situación de peligro y es necesario parar la circulación de trenes en la estación, como por ejemplo cuando una persona ha caído a las vías.

Estos botones paran los movimientos en la estación y cortan la corriente.

La reacción ante la activación de este botón en una estación es la siguiente:

| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 94 DE 121 |

- Si el tren está en la estación, el tren se queda detenido.
- Si no hay tren en la estación, se prohíbe la entrada de un tren en la estación.
- Si el tren está entrando o saliendo de la estación, se detiene el tren.

20 Parada de un tren en estación fuera de su punto de parada

En algunas ocasiones poco frecuentes, el sistema no detiene el tren fuera de la tolerancia de su punto normal de parada en estación. Se presentan dos casos:

- Parada corta. El tren se para antes de su punto de paro. El tren intenta ir hasta el punto de parada. Sin incidencias para los usuarios
- Parada larga: El tren se para después de su punto de paro. En este caso, se envía una alarma al PCC y el tren sigue hasta la próxima estación. Fuerte incidencia en los usuarios a bordo del tren que querían bajar en esa estación, pero el impacto en la operación de hacer circular un tren marcha atrás es mayor (más trenes afectados)

21 Inundaciones

Uno de los riesgos importantes en la ciudad de México son las inundaciones, debidas a las fuertes lluvias que se producen. El PCC recibirá una alarma por parte de los cárcamos en caso de fuertes lluvias. Del mismo modo, como la presencia de agua puede venir por otras razones (desbordamientos, infiltraciones...), se podrán instalar detectores de agua al nivel de la pista de rodamiento, que enviarán una alarma al PCC. Ante una de estas alarmas, el PCC decidirá activar la marcha lluvia. En la fase sin conductores, puede considerar necesario enviar personal para conducir el tren en manual y verificar el estado de la vía en caso de inundaciones muy importantes.

En cualquier caso, los trenes cuentan con detector de falta de adherencia, que envía una alarma al PCC si esto se produce.

22 Terremotos

La ciudad de México se encuentra en una zona sísmica importante. Es por ello que se debe considerar un procedimiento a aplicar en caso de sismo.

Cuando se produce un sismo o se activa la alarma (sismo en el estado de Guerrero), se debe desde el PCC parar todos los trenes en las estaciones, gracias al botón DBO general. Así, se esperará al final del terremoto con la mayoría de trenes en las estaciones, salvo aquellos que estaban en interestación y no han podido llegar a la estación siguiente porque está ocupada por otro tren.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 95 DE 121 |

Una vez que el terremoto ha acabado, si ha sido ligero, se podrá retomar la operación con los trenes en marcha de seguridad. Si ha sido importante, se evacuaran los pasajeros en las estaciones y se realizará una circulación manual con velocidad reducida en toda la línea para evaluar el estado de la vía. Se puede realizar con varios trenes que recorre cada uno diferentes interceptaciones y así entre todos se recorre toda la línea.

23 FUNCIONES PARA LA GESTIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

Los requisitos y criterios operativos para la gestión y supervisión de la explotación de la línea uno están definidos en el documento 2020-SDGM-MC-L1MO-000-II-02-08-E-00 “Puesto de Control Centralizado” y debe ser tomado en cuenta.

24 SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO

Los requisitos y criterios operativos para la ayuda al mantenimiento de la línea uno están definidos en el documento 2020-SDGM-CBTC-L1MO-000-II-02-03-E-00 “Sistema de Asistencia al Mantenimiento” y debe ser tomado en cuenta.

25 Telecomunicación

Los requisitos y criterios operativos para la gestión y supervisión de la explotación de la línea 1 están definidos en el documento 2020-SDGM-TC-L1MO-000-II-01-05-E-00 “Telecomunicaciones e Información al usuario” y debe ser tomado en cuenta.

26 DOCUMENTACIÓN

Antes de la puesta en servicio de la modernización de la línea 1 del metro de México, el operador debe realizar ciertas tareas para contar a la apertura con personal formado y eficaz:

- Redacción de las nuevas reglas y procedimientos;
- Formación del personal de operación.

Los procedimientos y reglamentos de operación garantizan desde un punto de vista legal todos los aspectos funcionales del sistema de transporte. La normativa de la operación es un conjunto de documentos que definen las reglas de acuerdo con la política de operación y la legislación vigente. El objetivo de esta normativa es asegurar la operación de la línea, optimizando la eficacia y la seguridad.

Esta documentación debe prepararse antes de la puesta en servicio de la modernización, así como antes de comenzar las capacitaciones del personal.

La complejidad y el volumen de la normativa que debe aplicar el personal de operación durante su trabajo implican disponer de documentación adaptada a sus necesidades. Las guías de aplicación deben facilitar las intervenciones del personal en caso de incidente o situación anormal.

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| | TÍTULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | |

- Normativas

Deben desarrollarse las normativas de los temas siguientes:

- Seguridad
- Circulación de los trenes,
- Señalización/modo de conducción,
 - Distribución de la energía de tracción,
 - Material rodante,
 - Estaciones y sus equipos.
 - Guía de aplicación

El objetivo de la guía de aplicación es estandarizar y coordinar las intervenciones técnicas, en base a las normas de operación aplicables, de manera que el operador pueda gestionar los incidentes en calma y con precisión.

La guía de aplicación es un elemento valioso que contiene informaciones precisas, fácilmente comprensibles, y específicas a la línea, desarrolladas tanto para los reguladores, jefes de reguladores y cualquier usuario potencial de ésta.

Cuando un agente necesita consultarla, la guía de aplicación debe proporcionarle una ayuda técnica, respetando las reglas de seguridad y protección de los clientes. La respuesta al incidente se organizará de forma que se afecte lo menos posible a la calidad de servicio.

La guía de aplicación permitirá a los agentes:

- Seguir un procedimiento de forma segura;
- Analizar, y resolver todos los incidentes relacionados con el material rodante;
- Obtener todos los formularios relativos a un determinado incidente, para facilitar la comprensión y el archivado, principalmente gracias a ilustraciones;
- Examinar una lista de condiciones que deben respetarse antes de la puesta en servicio de la modernización de la línea
- Obtener informaciones útiles que les ayuden a sus funciones, como números de teléfono, mensajes a los pasajeros y planos.

La guía de aplicación debe poder transportarse fácilmente (bolso o bolsillo) para poder llevarlo a la línea fácilmente en una intervención. Debe ser fácil de leer y de utilizar. Da informaciones

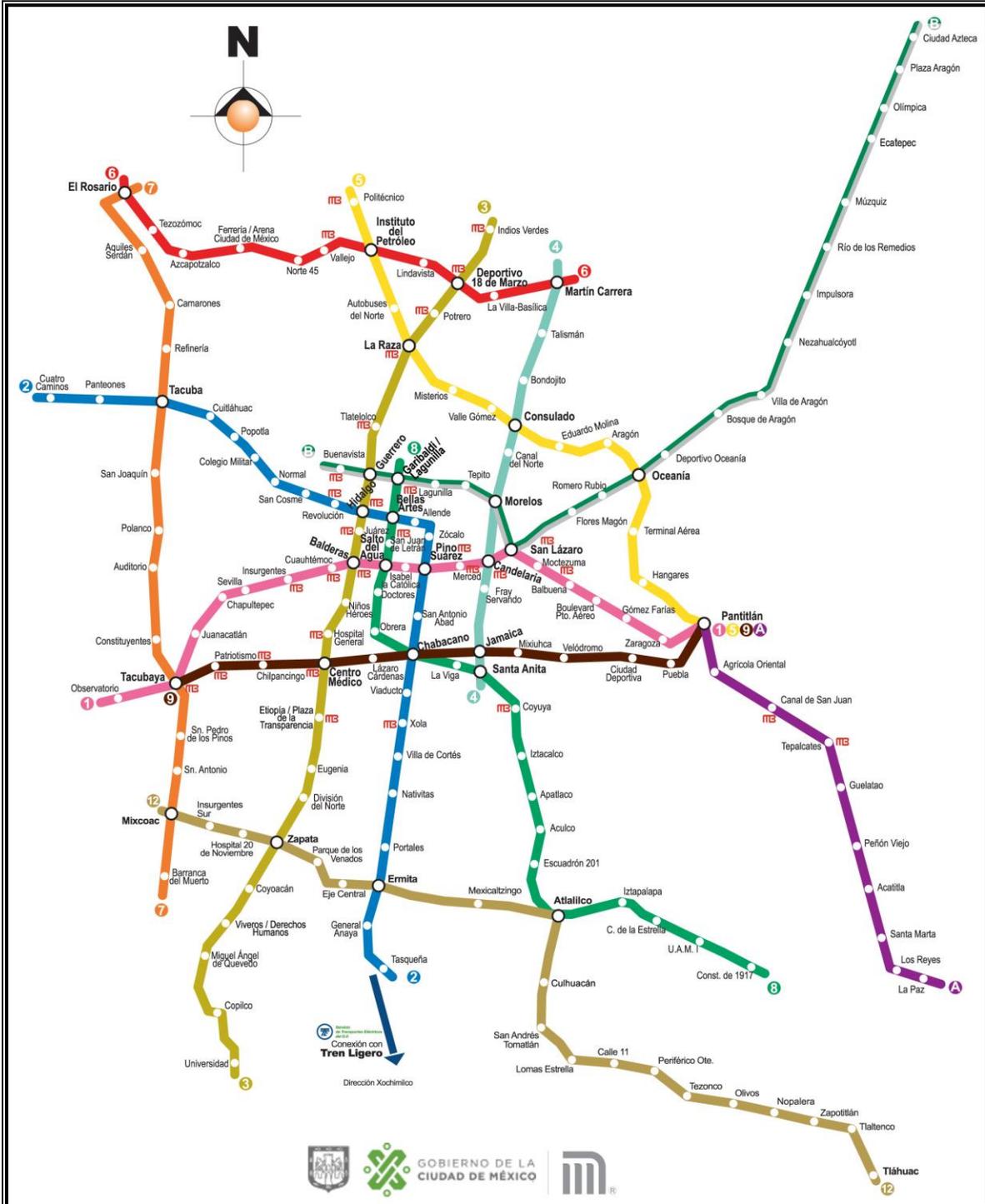
| | | |
|---|---|---|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 97 DE 121 |

precias y detalla etapa por etapa los procedimientos que se deben aplicar. Así mismo, indica las condiciones precisas que deben cumplirse antes de la puesta en servicio del sistema después de un incidente.

| | | |
|---|---|--|
|  | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 |   GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO |
| | No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00 | HOJA: 98 DE 121 |

ANEXOS

Anexo 1. Plano de la red de metro de la ciudad de México



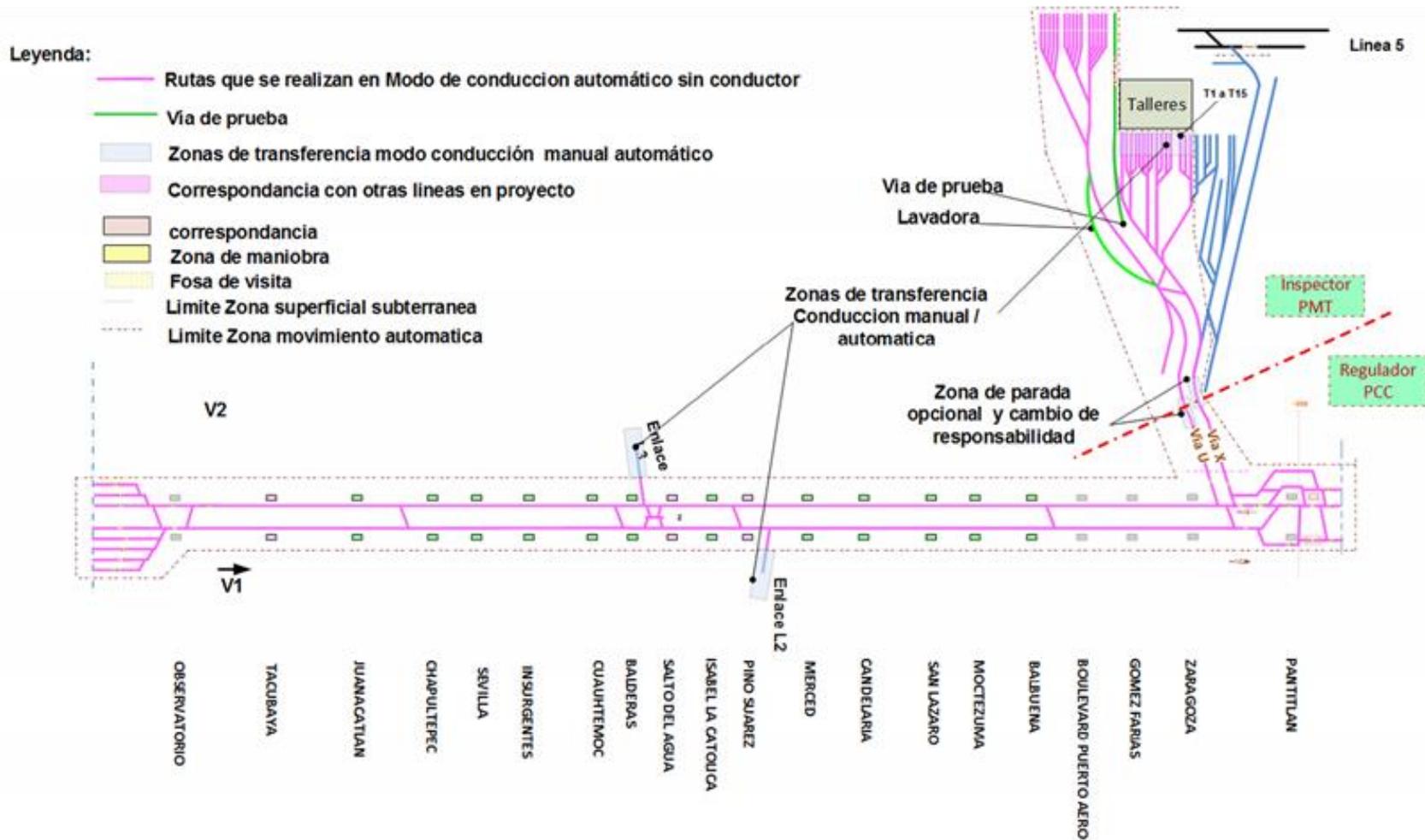
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1



No. Clave: 2020-SDGM-OP-L1MO-000-II-01-02-E-00

HOJA: 99 DE 121

Anexo 2. Zonas automáticas/zonas manuales



| | | |
|--|---|-------------------------|
| | TITULO: MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 | |
| | No. Clave: 2019-ECM-SMC-L1M-217-III-01-112-E 2 DE 2 | HOJA: 100 DE 121 |

Anexo 3. Modos de conducción

| | | | | | | Caso 1 | Caso 2 | Caso 3 | Caso 4 |
|--|--|---------------|---------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Velocidad máx. del tren | Con conductor | Hombre muerto | Conducción | Supervisión de velocidad del tren | Modo de conducción | Modo de conducción | Modo de conducción | Modo de conducción |
| Equipo pilotaje CBTC a bordo | | | | | | CBT C | CBTC activo | CBTC desactivado | CBTC activo |
| Equipo pilotaje PA135 a bordo | | | | | | PA135 desactivad | PA135 desactivado | PA135 activo | PA135 activo |
| Modo conducción Manual en taller | 15 km/h (fijado por el material rodante) | Si | Activo | Conductor a vista | No | CMR-15 | CMR-15 | CMR-15 | imposible |
| Modo conducción Manual en línea | 35 km/h (fijado por el material rodante) | Si | Activo | Conductor a vista | No | CMR-35 | CMR-35 | CMR-35 | imposible |
| Conducción Manual Controlada | Fijado por PA135 o CBTC | Si | Activo | Conductor | Si | no aplicable | CMC | CM C | imposible |
| Conducción Automática GoA2 | Fijado por PA135 o CBTC | Si | Activo | Automatismo | Si | no aplicable | PA (GoA2 CBTC) | PA (GoA2 PA135) | imposible |
| Conducción Automática Integral GoA4 | Fijado por el CBTC | No | Inactivo | Automatismo | Si | no aplicable | GoA4 | n/a | imposible |



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

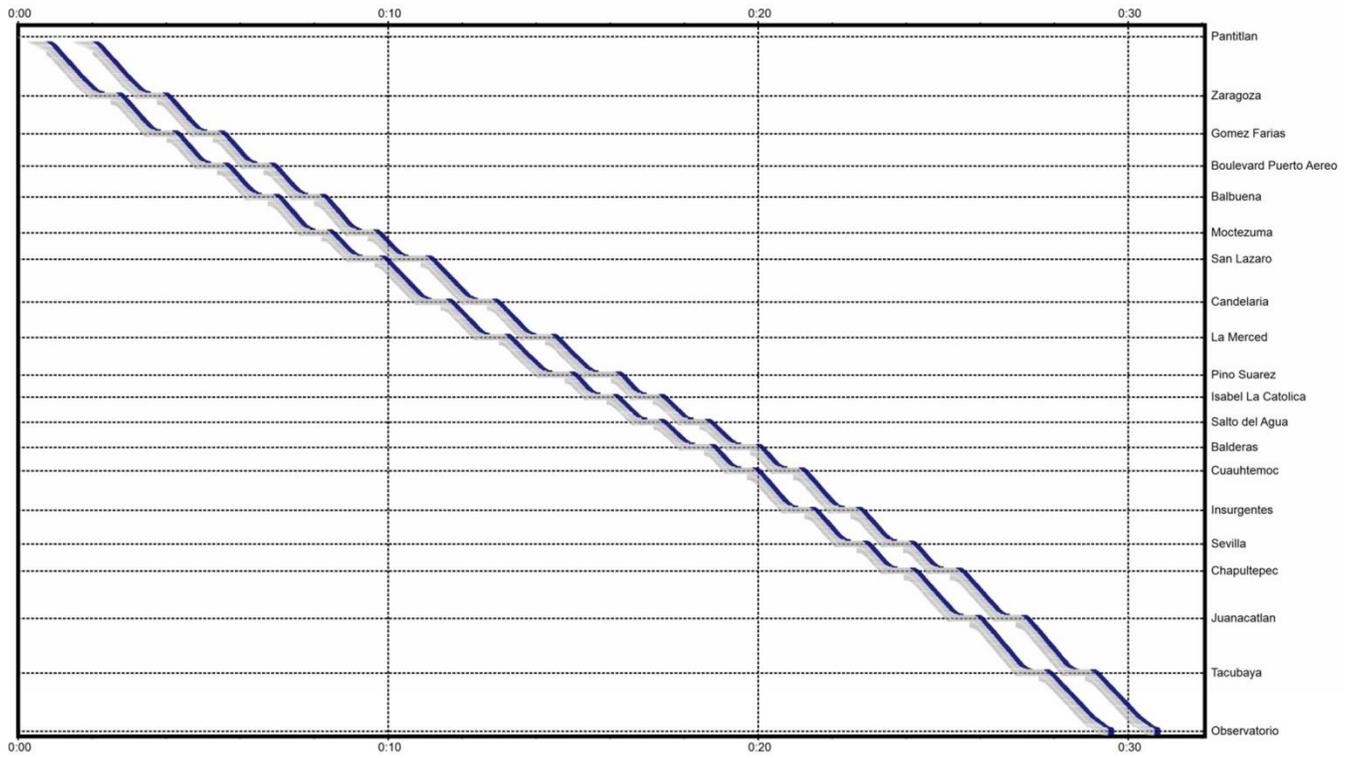


GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

No. Clave: 2019-ECM-SMC-L1M-217-III-01-112-E 2 DE 2

HOJA: 101 DE 121

Anexo 4. Gráficos de simulaciones para el cálculo de intervalo en línea



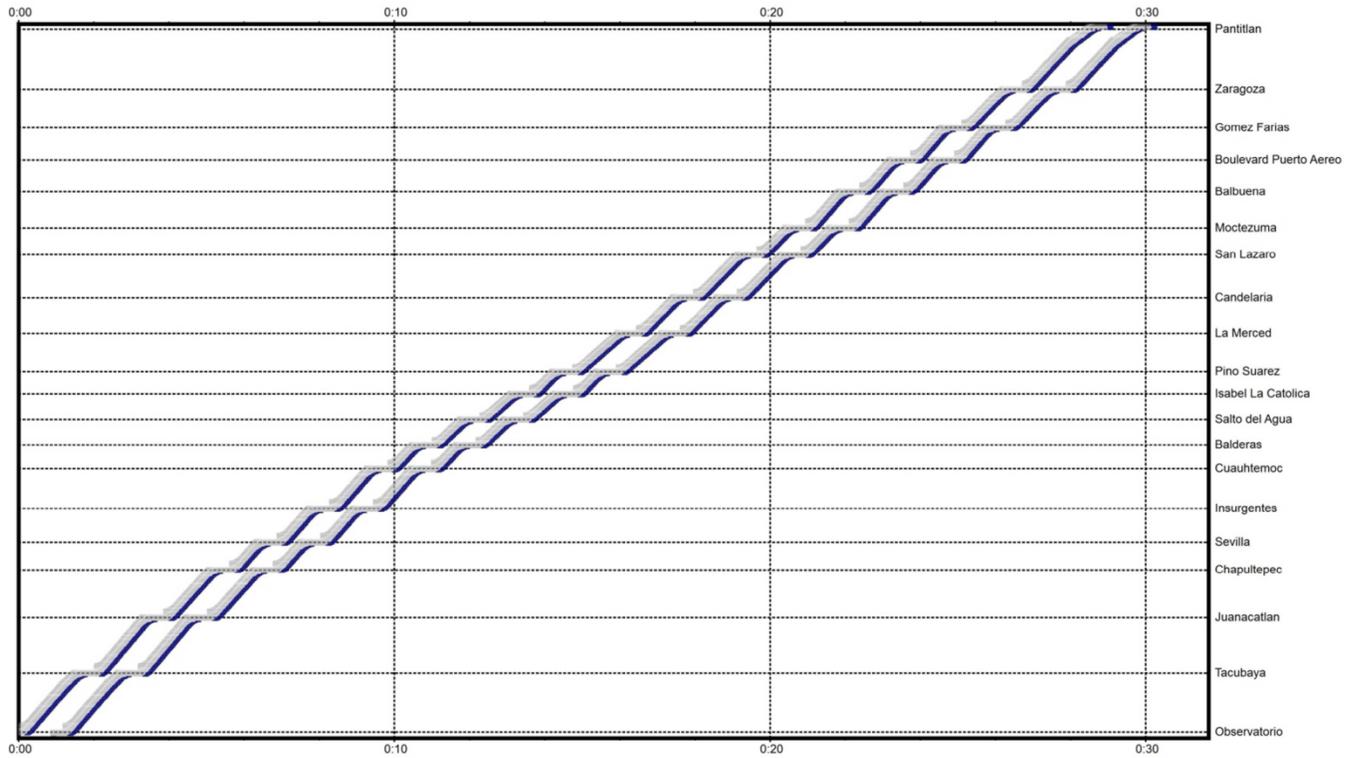
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 102 DE 121



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



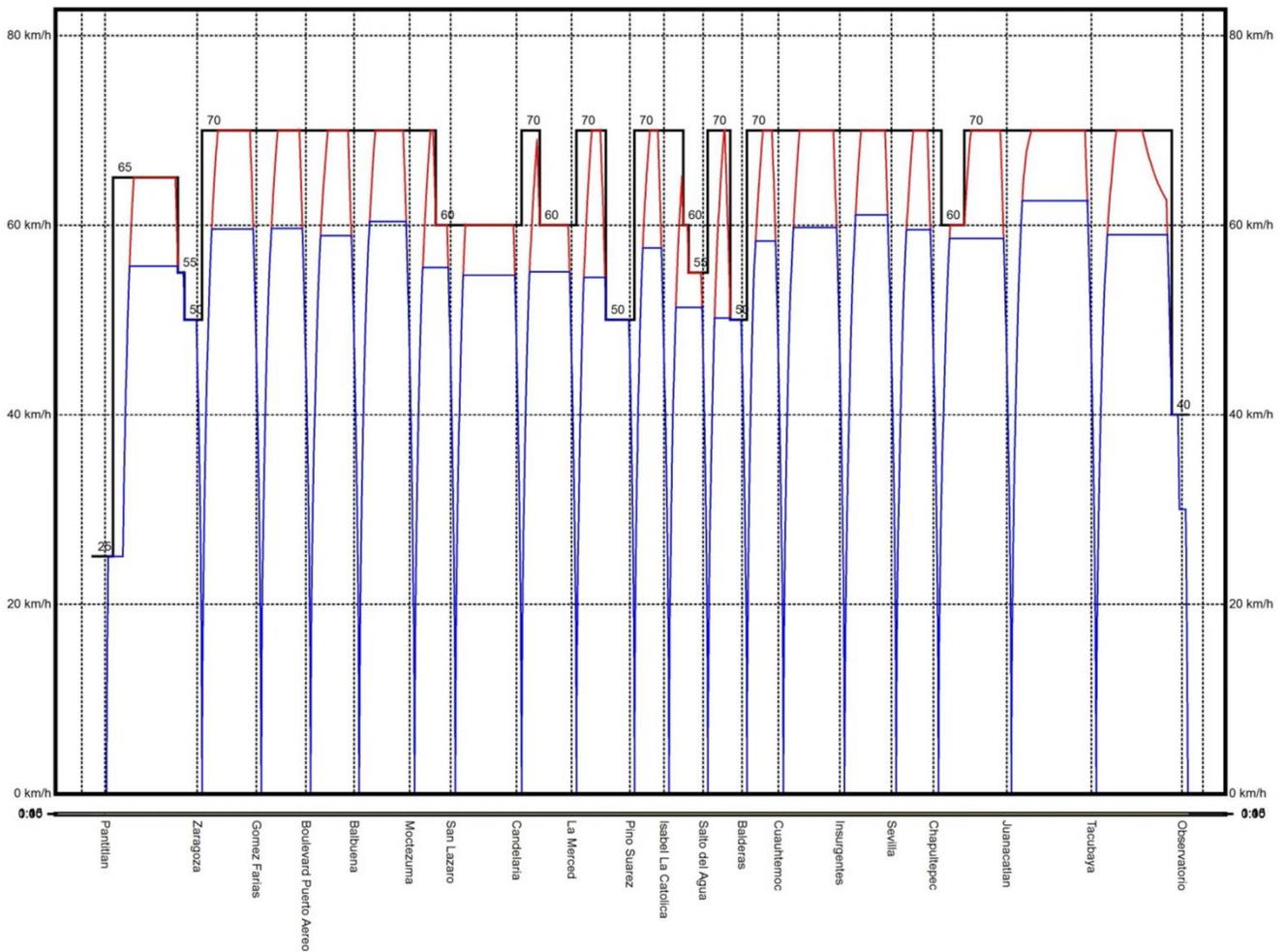
GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Anexo 5. Gráficos de marchas tipo de los trenes

Leyenda

Gráficos espacio-velocidad:

- Trazo azul: curva espacio velocidad de la circulación tipo del tren (con los márgenes de regularidad de 5s/km)
- Trazo rojo: curva espacio velocidad de la circulación del tren con velocidades máximas (sin márgenes)
- Trazo negro (escalones): velocidades máximas de la línea en cada tramo.



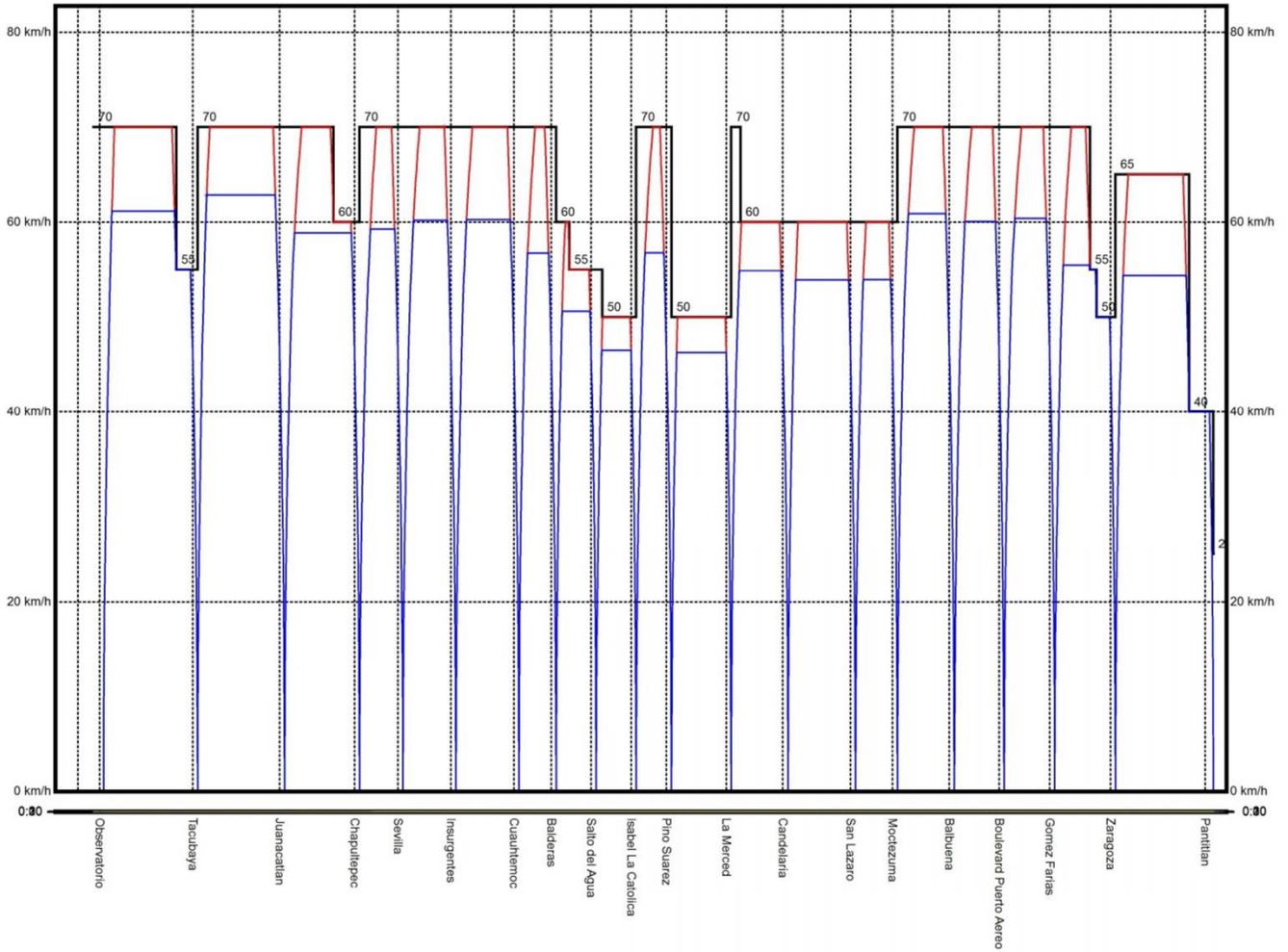
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 104 DE 121



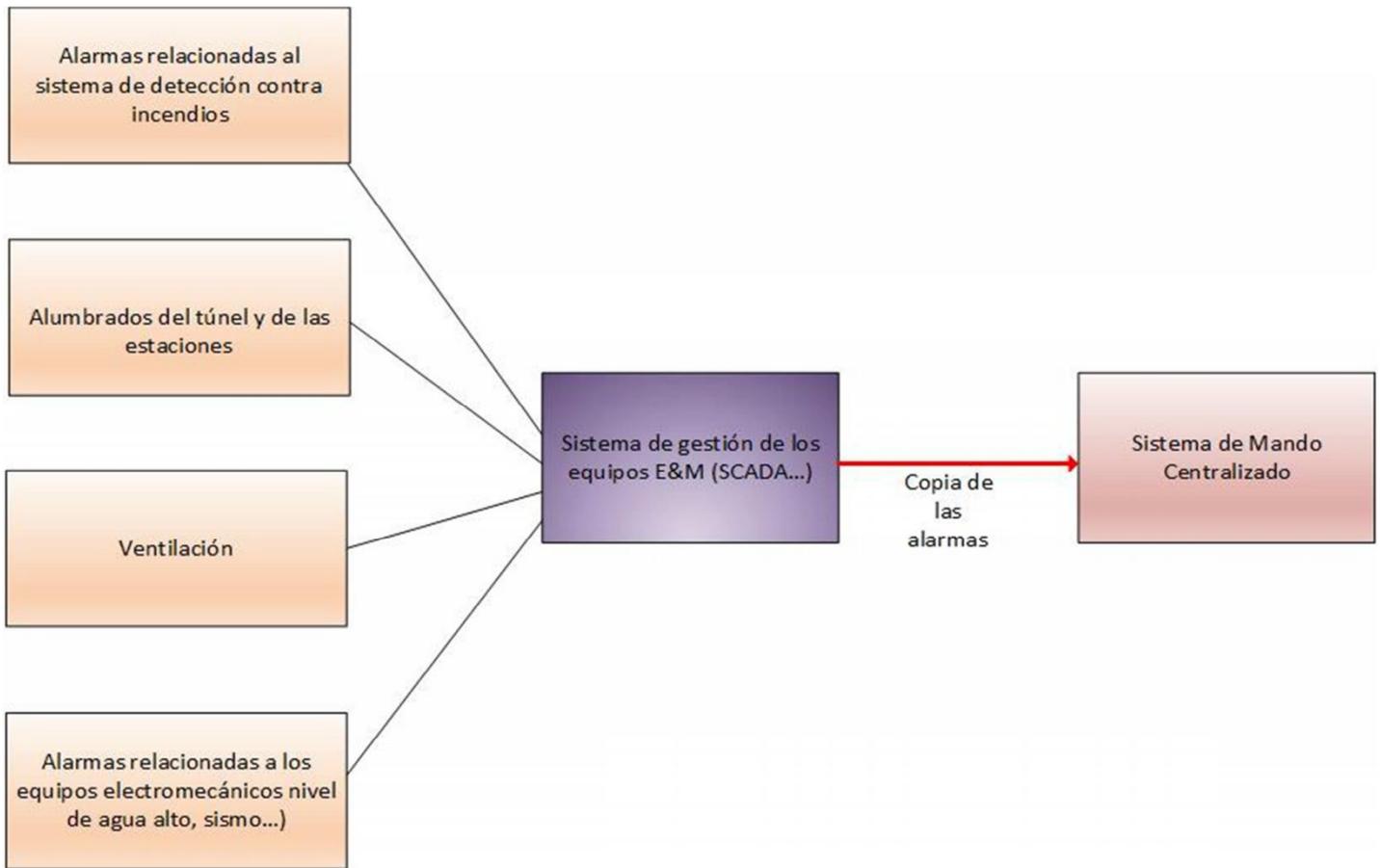
**TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA
LÍNEA 1**

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

Anexo 6. Esquema del sistema de Mando Centralizado



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

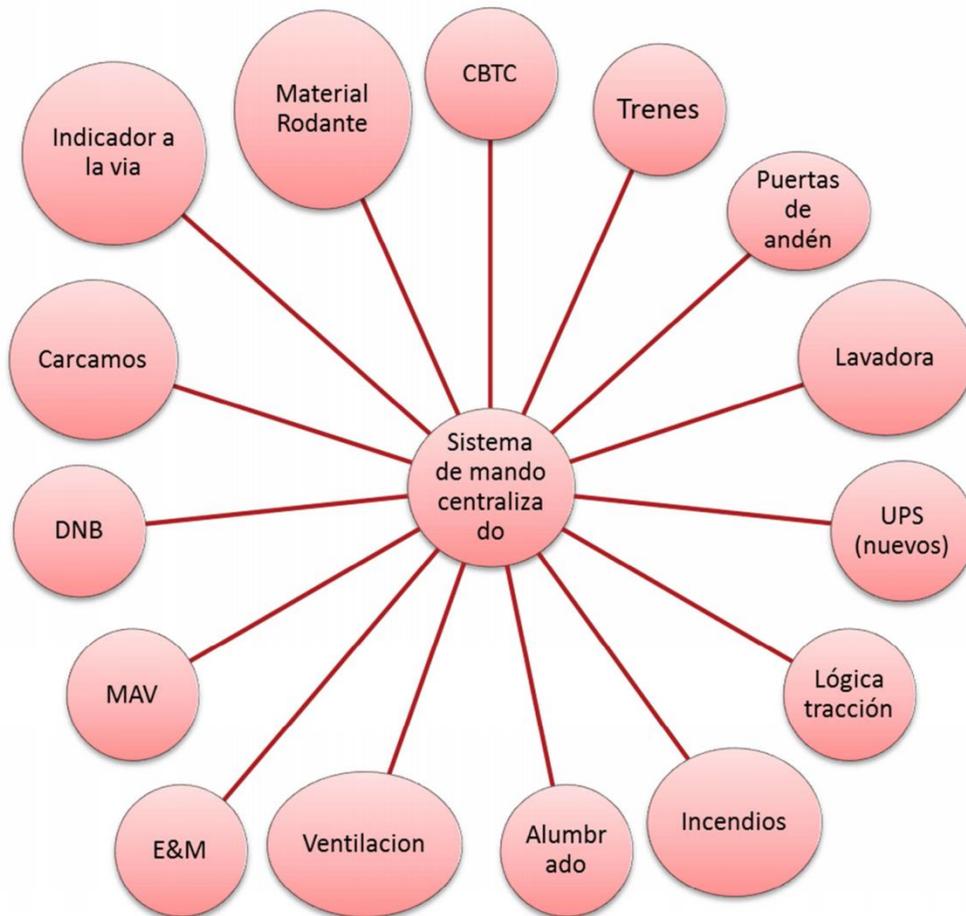
No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 106 DE 121

Anexo 7. Interfaces del sistema de Mando Centralizado



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 107 DE 121

Anexo 8. Utilización de los servicios provisionales

| Perturbación | Servicio provisional, lado oeste del incidente | Servicio provisional, lado este del incidente |
|---|---|--|
| Entre Observatorio y Juanacatlán | Ninguno | Chapultepec - Pantitlán |
| En Chapultepec | Ninguno | Cuauhtémoc - Pantitlán |
| Entre Chapultepec y Cuauhtémoc | Observatorio - Chapultepec | Balderas - Pantitlán |
| En Balderas | Observatorio - Chapultepec | Salto del agua - Pantitlán |
| Entre Balderas y Salto del Agua | Observatorio - Balderas | Pino Suarez - Pantitlán |
| En Salto del Agua | Observatorio – Balderas (utilización vía Z) | Pino Suarez - Pantitlán |
| En Isabel La Católica | Observatorio – Salto del Agua (utilización vía Z) | Pino Suarez - Pantitlán |
| En Pino Suarez | Observatorio – Salto del Agua (utilización vía Z) | San Lázaro - Pantitlán |
| Entre Merced y Candelaria | Observatorio – Pino Suarez | San Lázaro - Pantitlán |
| En San Lázaro | Observatorio – Pino Suarez | Balbuena - Pantitlán |
| En Moctezuma | Observatorio – San Lázaro | Balbuena - Pantitlán |
| En Balbuena | Observatorio – San Lázaro | Ninguno |
| Entre Bvd Puerto Aéreo y Pantitlán | Observatorio – Balbuena | Ninguno |

Leyenda

La zona en rojo representa la localización del incidente

La línea verde representa el recorrido de los trenes con la utilización de los servicios provisionales



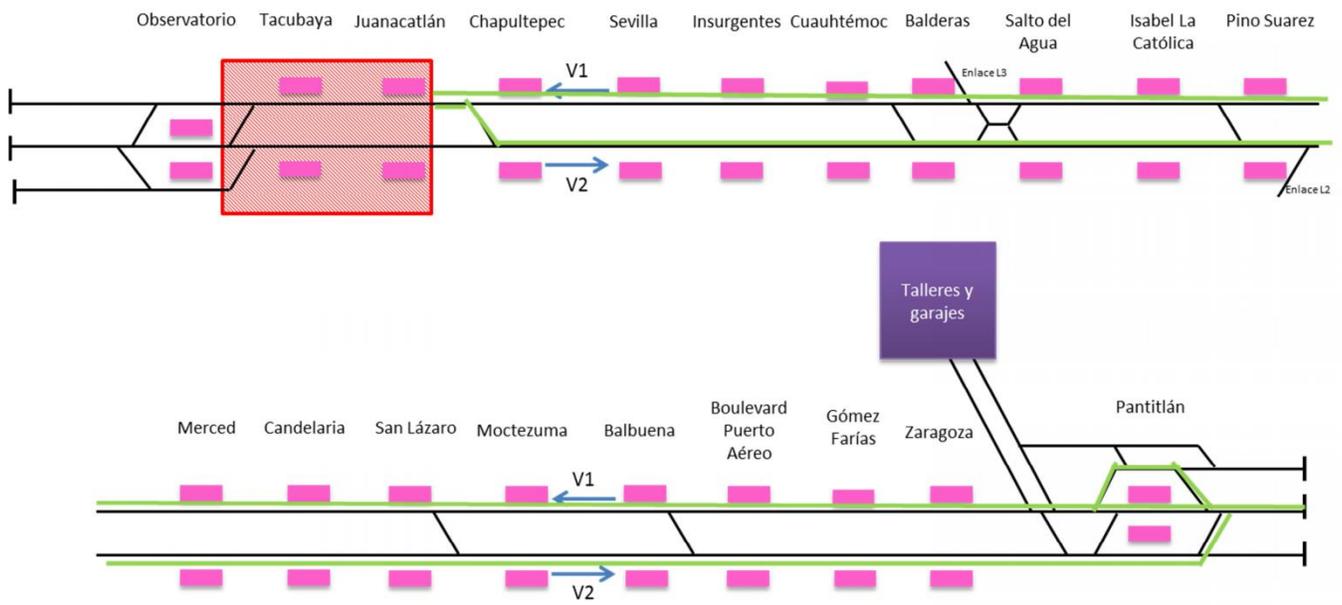
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 108 DE 121

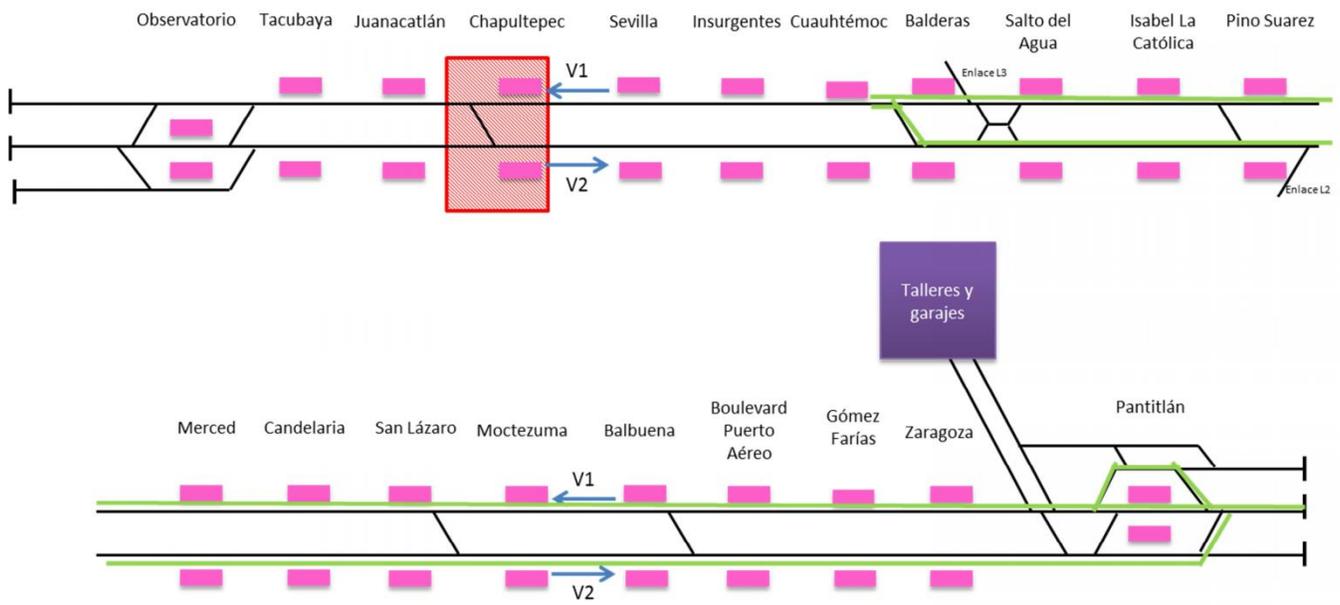


TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



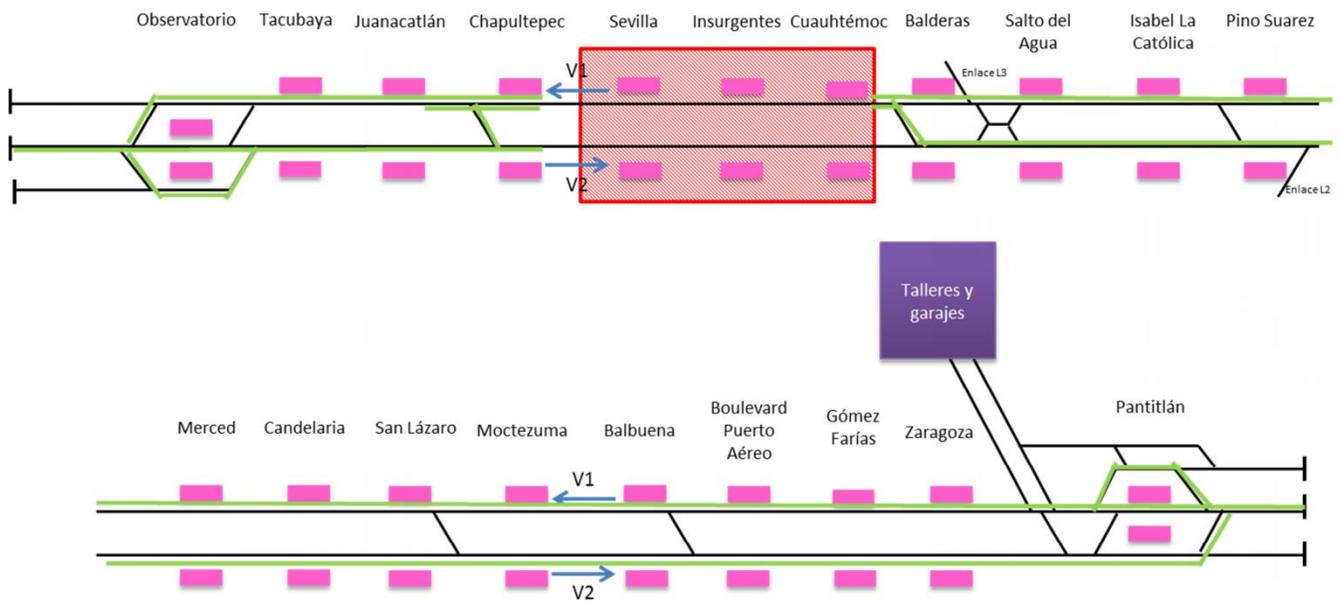
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 110 DE 121



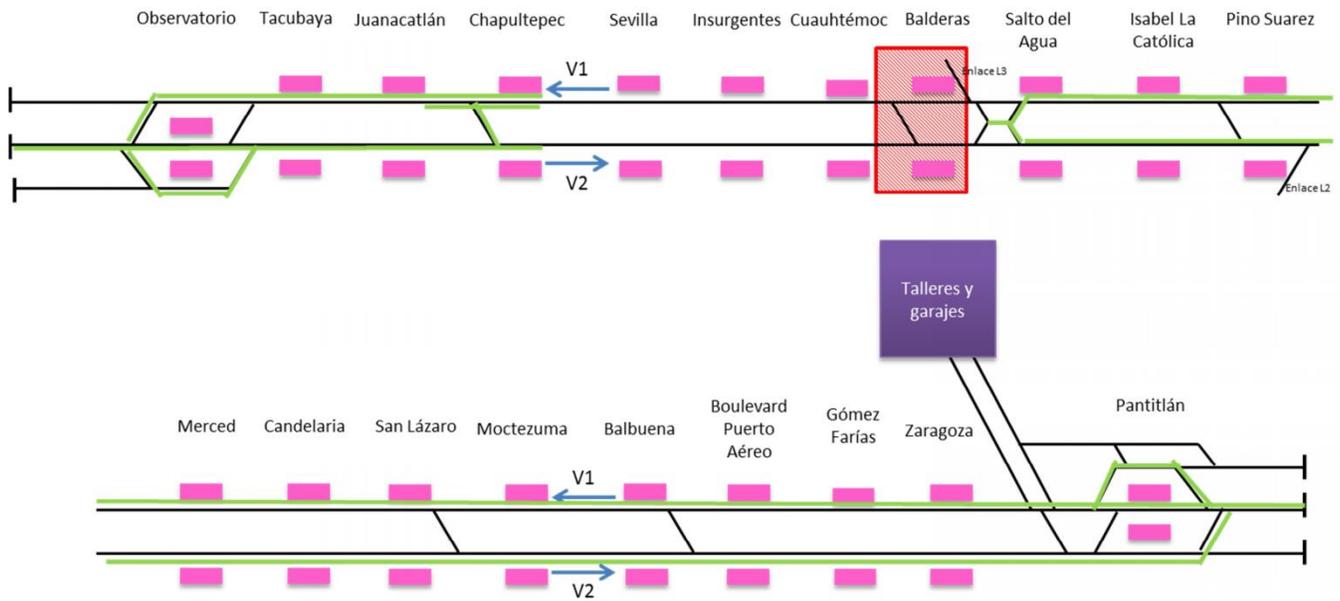
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 111 DE 121



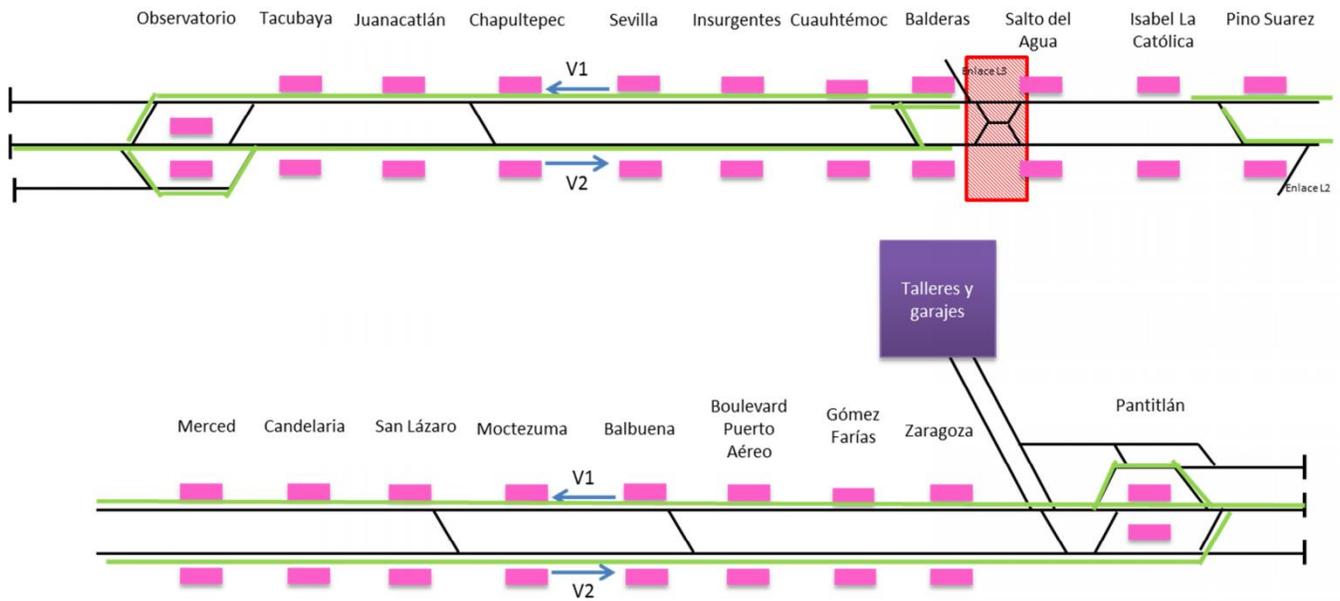
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 112 DE 121



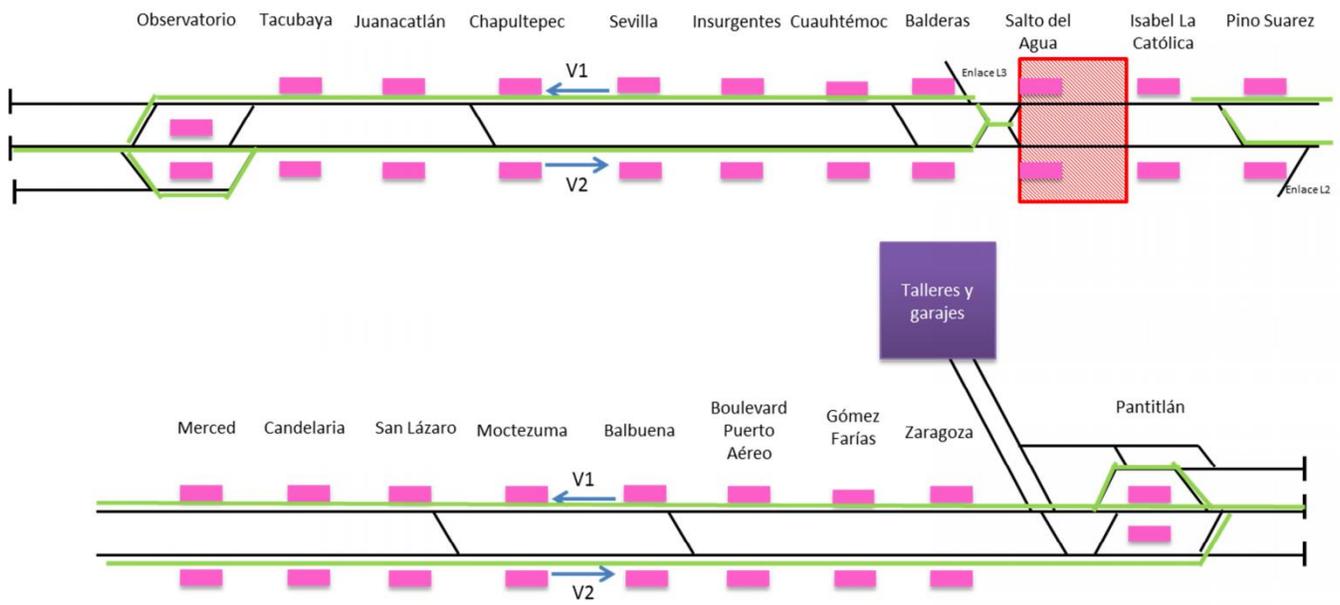
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 113 DE 121



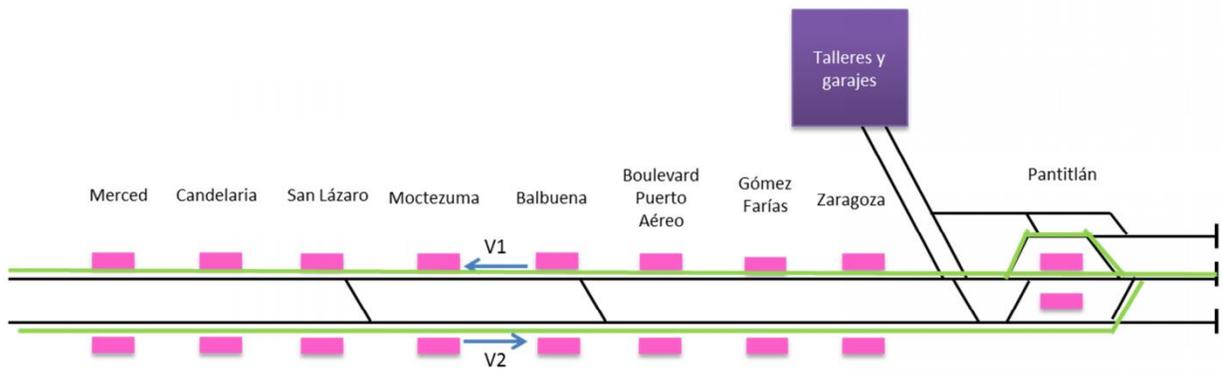
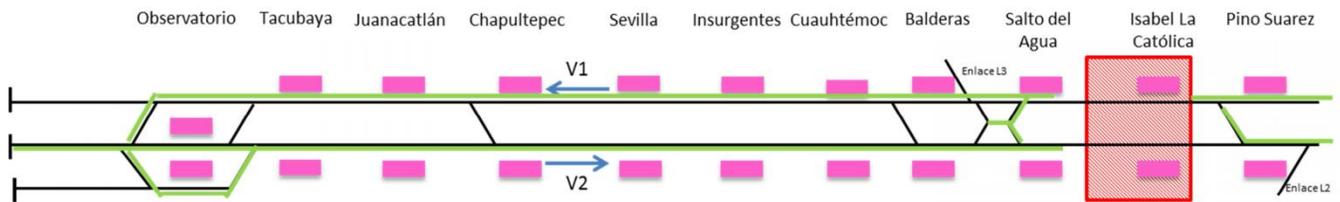
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 114 DE 121



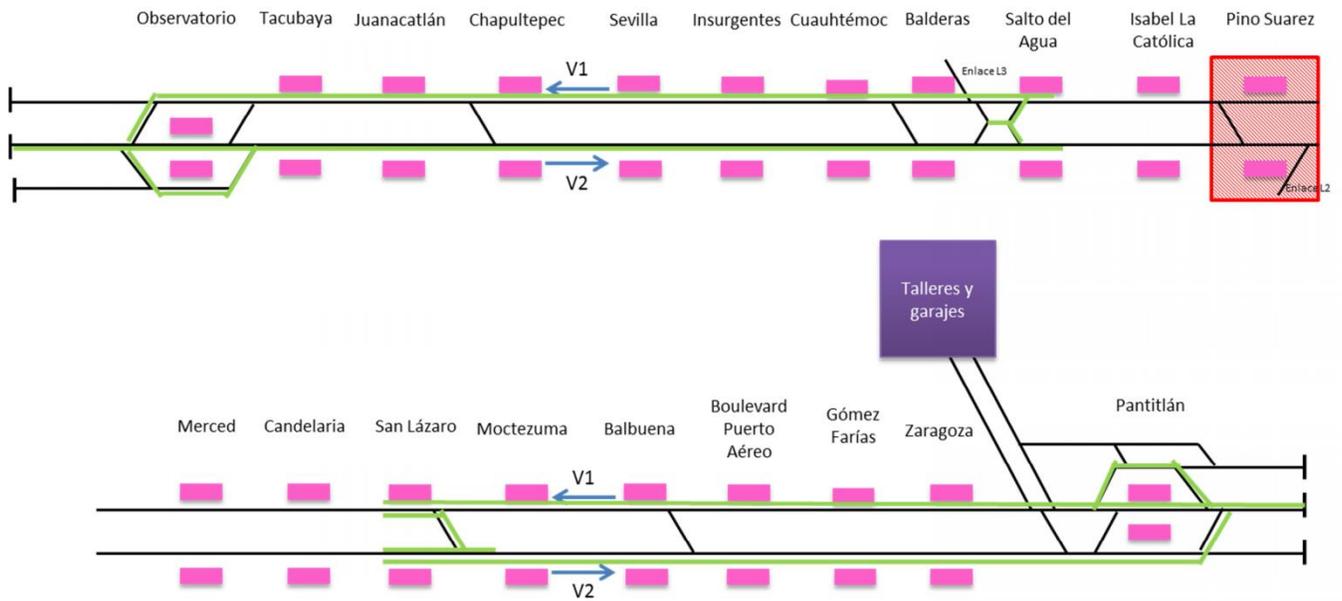
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 115 DE 121



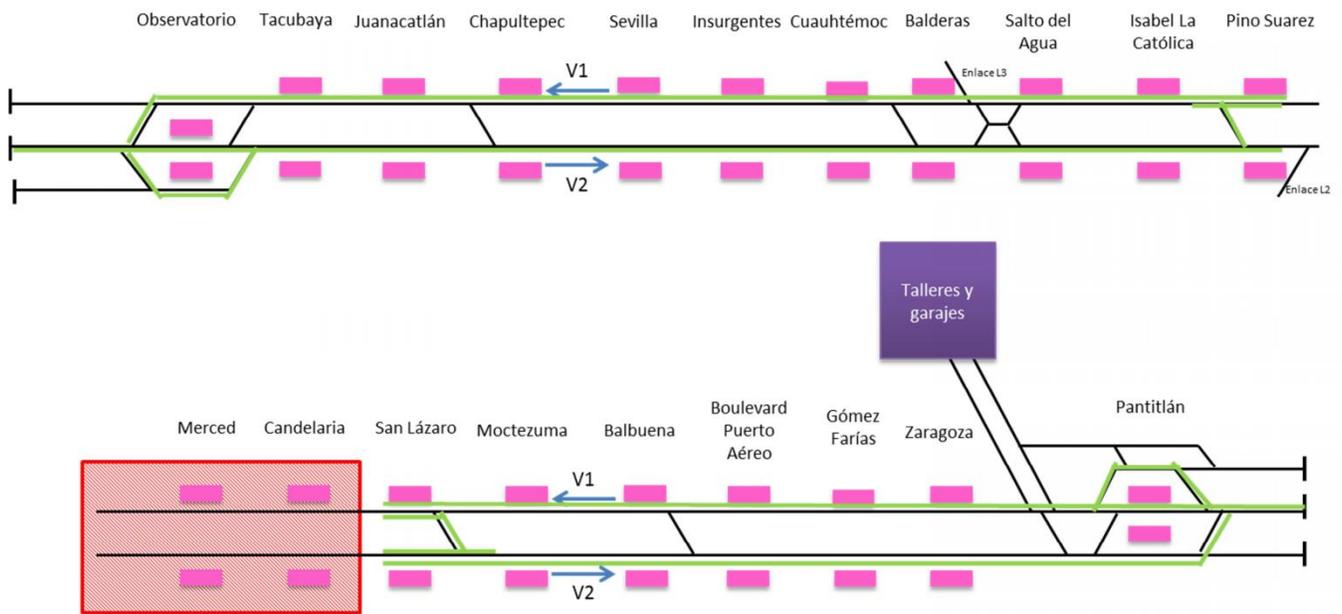
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 116 DE 121



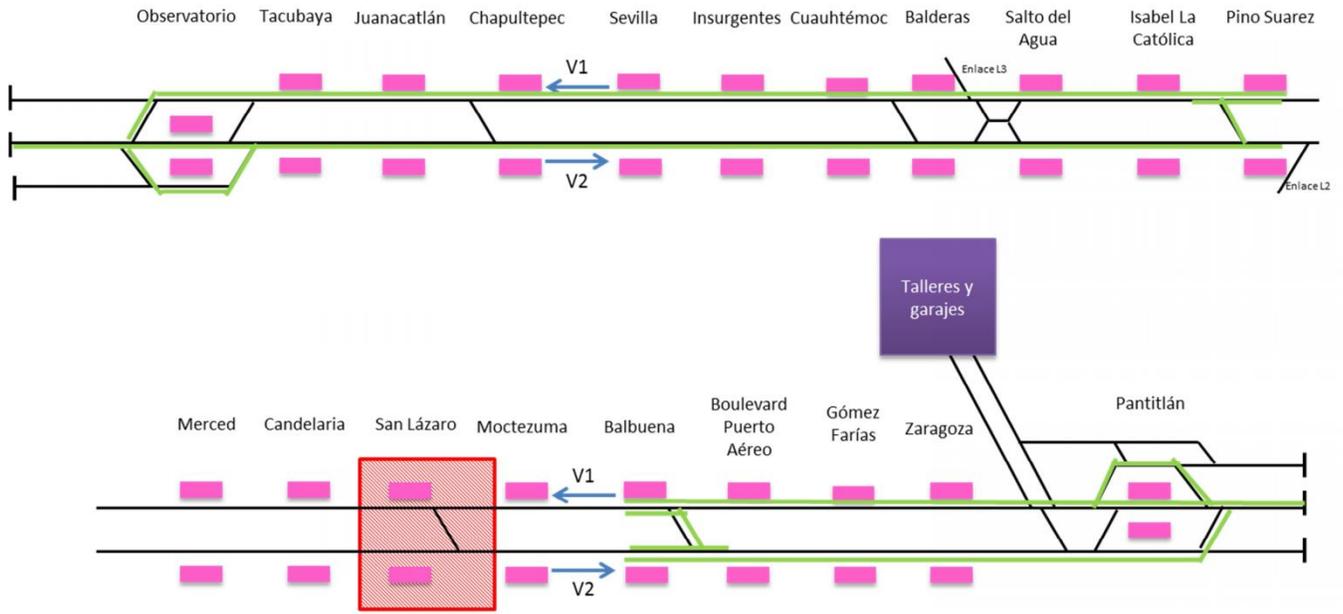
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 117 DE 121

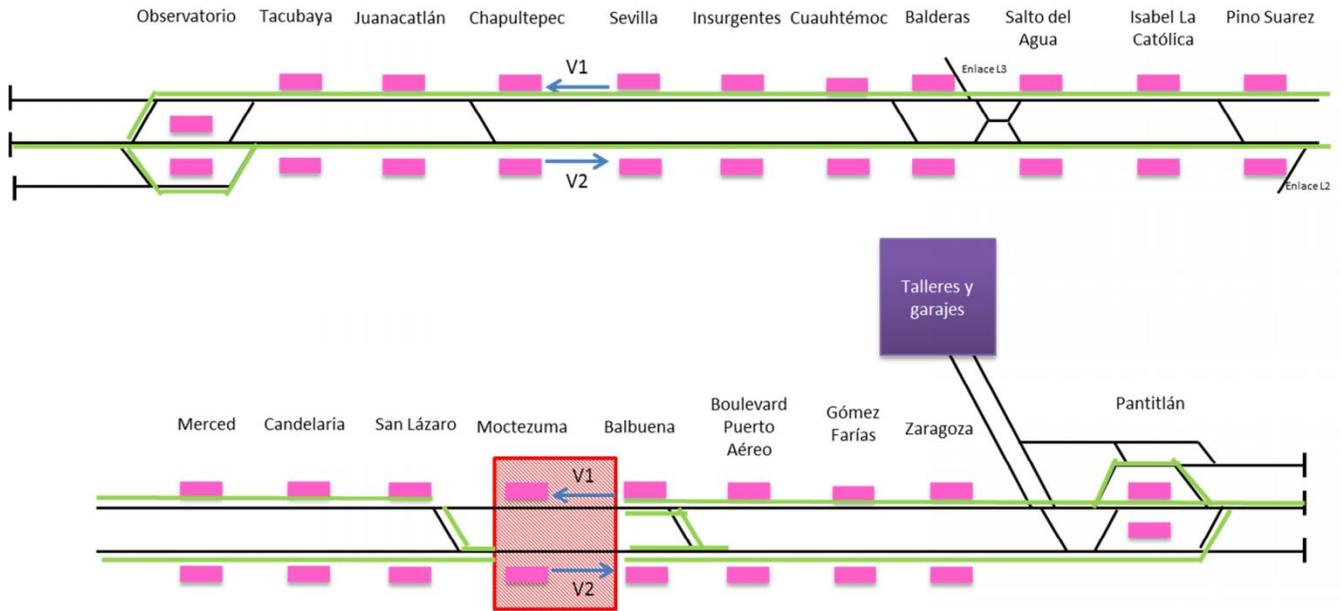


TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



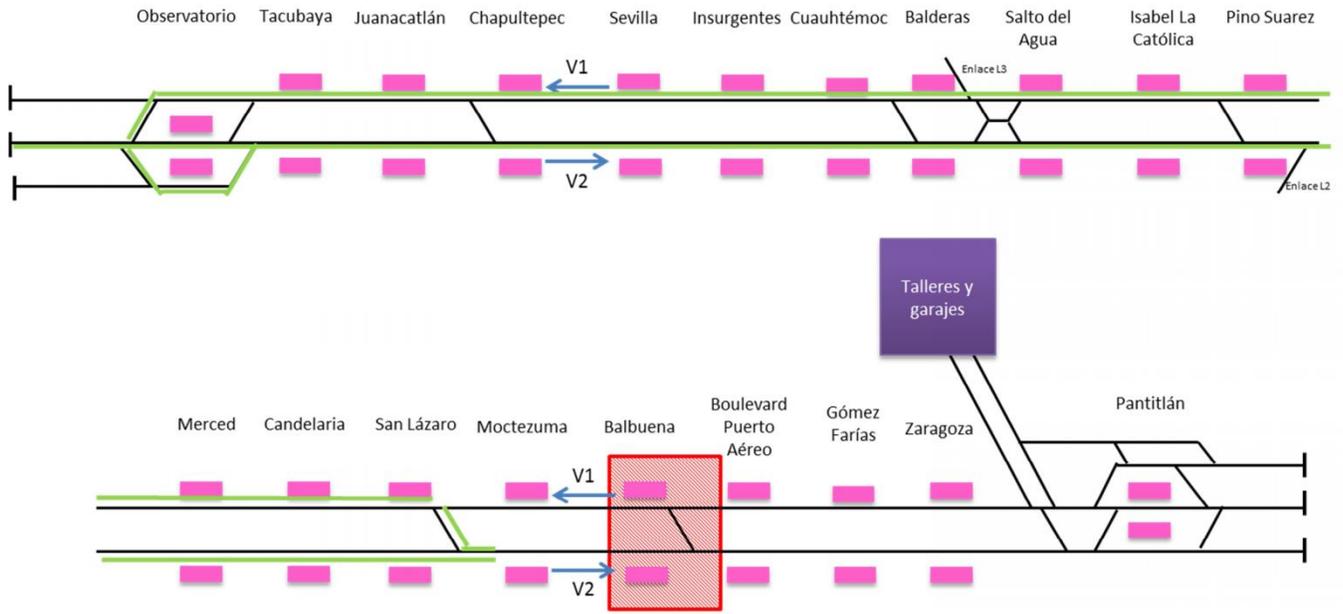
TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 119 DE 121

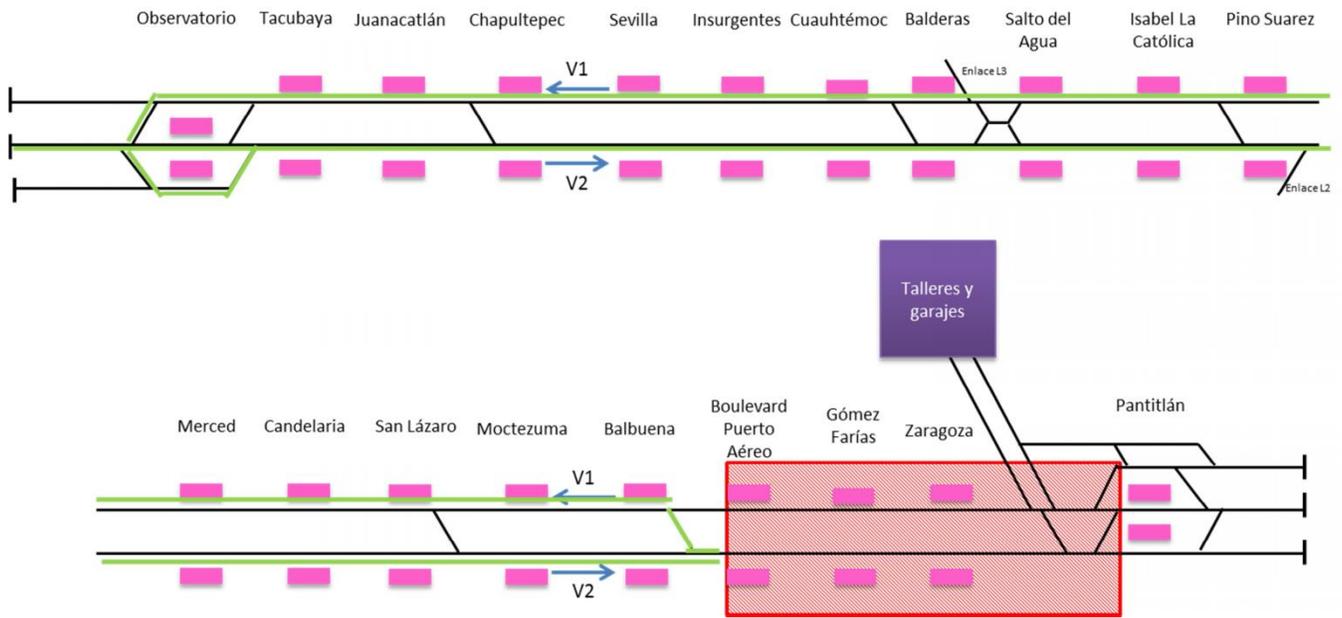


TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO



TITULO:
MODELO OPERACIONAL PARA LA MODERNIZACIÓN DE LA LÍNEA 1

No. Clave: 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E



GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

HOJA: 121 DE 121