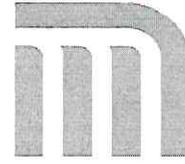




GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



Contrato STC-CNCS-195/2020

ANEXO 24
“PLAN DE MIGRACIÓN CONCEPTUAL”

**DEL CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS A
LARGO PLAZO No. STC-CNCS-195/2020 PARA EL PROYECTO DE
MODERNIZACIÓN DE TRENES, SISTEMA DE CONTROL Y
VÍAS DE LA LÍNEA 1 DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO CELEBRADO ENTRE:**

EL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

Y

**MEXIRRC, S.A. DE C.V.
COMO PRESTADOR**

Y

**CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO., LTD Y CRRC (HONG KONG) CO. LIMITED
COMO OBLIGADOS SOLIDARIOS**

MODIFICADO EN TÉRMINOS DEL CONVENIO MODIFICATORIO 03/2022.

CIUDAD DE MÉXICO A 6 DE JULIO DE 2022.

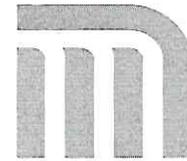
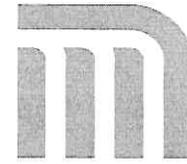
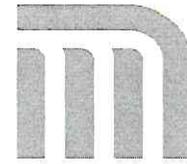


Tabla de contenido

1	NOTA DE INTERPRETACIÓN.....	5
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CBTC.....	5
	Introducción.....	5
1	Alcance.....	5
2	Sistema de señalización CBTC	8
3	Supervisión automática de trenes.....	9
4	Funciones de ATS.....	11
4.1.1	Interface con controlador de tráfico (HMI).....	11
4.1.2	Seguimiento automático de trenes (ATT).....	11
4.1.3	Establecimiento automático de itinerarios (ARS).....	11
4.1.4	Creación de horarios (TTC).....	11
4.1.5	Gestión de horarios (TTM)	11
4.1.6	Regulación automática de trenes (ATR)	12
4.1.7	Grabación y reproducción (R&P)	12
4.1.8	Archivo	12
4.1.9	Servicio técnico y diagnóstico (S&D)	12
4.1.10	Gestión de restricciones de velocidad.....	13
4.1.11	Interfaces relacionados con el apoyo al control de tráfico.....	13
5	Modos y niveles de operación de ATS.....	13
6	Control automático de Trenes.....	14
7	Niveles de control de trenes.....	15
8	Modos de funcionamiento de tren.....	15
9	Transiciones entre modos	17
10	Funciones de ATC.....	17
11	Funciones de IXL.....	21



12	Niveles de control de señales y modos de establecimiento de itinerarios	22
I.	Establecimiento automático de itinerarios	23
II.	Establecimiento manual de itinerarios.....	23
III.	Recuperación automática de itinerarios	23
IV.	Modo de flota.....	23
13	Detección secundaria de trenes	23
14	Señales	23
15	Balizas	25
16	Botones e interruptores en andén.....	26
17	Red fija.....	27
18	Red de comunicación por radio	28
19	Protección y seguridad de las redes	28
2	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	29
1	Subsistemas principales.....	29
2	Subsistemas adicionales.....	30
	Interfaces.....	30
3	Comunicación interna e interfaces.....	30
4	Interfaces fijos.....	31
5	Interfaces embarcados	31
6	Interfaces externos.....	32
7	Arquitectura del Sistema Propuesta para STC.....	33
3	ESTRATEGIA DE MIGRACION DEL SISTEMA PA-135 – CBTC.....	35
	Introducción.....	35
1	Medidas De Mitigación De Riesgos	35
2	"Vías con doble equipamiento" o "dos veces"	36
3	Introducción de CBTC con "dos cierres de líneas"	37



PASOS DE MIGRACIÓN..... 38

4 Separación de la línea en las secciones oeste y este 38

5 PASO 0: Trabajos de preparación 39

6 PASO 1: PA135 en la Sección Oeste, trabajos de construcción en la Sección Este 40

7 PASO 2: Trabajos de construcción en la Sección Oeste, CBTC GOA2 en la Sección Este 40

8 PASO 3: CBTC GOA2 41

9 PASO 4: Introducción del interface con PSD y GoA3 41

10 RESUMEN..... 42

4 **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL (CBTC)..... 42**

 Descripción de las Actividades..... 42

1 Fase de Diseño..... 42

2 Fase de Ingeniería 43

3 Fase de Pruebas en Fábrica..... 43

4 Fase de Manufactura y Entrega de Equipos..... 43

5 Fase de Instalación de la Sección 1: Pantitlán – Isabel La Católica 44

6 Fase de Instalacion de la Sección 2 Isabel La Católica – Observatorio..... 44

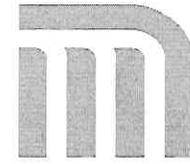
7 Fase de Pruebas y Puesta en Marcha..... 45

5 **LISTAS..... 47**

 Lista de abreviaturas..... 47

ANEXO..... 50

CALENDARIO DE TRENES NM16 PARA INICIO DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS EMBARCADOS DE CBTC 50



1 NOTA DE INTERPRETACIÓN

Para efectos de interpretación cualquier contradicción o inconsistencia entre lo previsto en el Anexo 14 referente a la implementación del Sistema de Control, Plan de Migración y lo previsto en el presente Anexo 24 prevalecerá lo previsto en el presente Anexo 24.

Cualquier referencia que exista en el Anexo 14 referente a Operación Mixta, deberá entenderse suprimida.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CBTC

Introducción

En esta descripción del sistema se resume el sistema de señalización del Proyecto en general.

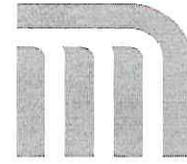
El Prestador suministrará para la prestación de los Servicios un sistema CBTC general probado en servicio, que consta de los siguientes subsistemas de su cartera de productos:

- Sistema CBTC *Trainguard® MT*
- Interbloqueo *Trackguard Westrace® MkII*
- Supervisión automática de trenes *Controlguide®*.
- Sistema de comunicación por radio de CBTC *Airlink®*
- Sistema de detección de ocupación de vías *Clearguard®*

El sistema CBTC que el Prestador suministrará para la prestación de los Servicios ha demostrado su confiabilidad en varios proyectos por todo el mundo, con su tecnología innovadora y orientada al futuro, en ciudades de primer nivel similares como París, Nueva York, Pekín o Estambul. Las necesidades de mantenimiento se reducen al mínimo, p. ej., la baliza no requiere mantenimiento ni hay que cambiar baterías.

1 Alcance

En esta descripción general del sistema se presenta una vista general del sistema de señalización CBTC a suministrar para el proyecto de CBTC de la Línea 1 del Metro de la



Ciudad de México, con sus interfaces externos e internos principales y se describen sus subsistemas así como la arquitectura general.

El presente documento constituye la descripción funcional del sistema de señalización CBTC con el grado de automatización (GoA) requerido, según se define en la norma EN 62290. El sistema cumple los requisitos funcionales y de prestaciones de un sistema CBTC detallados en las normas IEEE 1474.1 y EN 62290.

En la Ciudad de México se proveerá en la Línea 1 un sistema GoA3. En comparación con un sistema GoA2 convencional en el que el maquinista sigue siendo responsable de iniciar los movimientos de tren entre estaciones y operar las puertas del tren, un sistema GoA3 ofrece la ventaja de que no se necesita maquinista en funcionamiento regular. Un operador de tren asiste y permanece en el tren para intervenir en situaciones anormales (por ejemplo, conducir el tren en situaciones excepcionales).

La solución de sistema de señalización CBTC del Prestador para aplicaciones de transporte público es un sistema de señalización seguro, confiable y avanzado que consta de varios subsistemas principales:

- Sistema de supervisión automática de trenes (ATS) Controlguide, sistemas de mando de explotación, y servicio técnico y diagnóstico.
- Sistema de control de trenes basado en comunicaciones (CBTC) Trainguard MT, protección automática de trenes (ATP) y conducción automática de trenes (ATO), unidad de control fija (ATP) y unidad de control embarcada (ATP y ATO).
- Sistema de interbloqueo Trackguard Westrace MkII (IXL) enclavamiento.
- Sistema de detección de ocupación de vías Clearguard, circuitos de vía, sistema secundario de detección de trenes.
- Sistema de comunicación por radio (RCS) Airlink.
- Red de comunicación fija (Ethernet).

Se proporcionará una vista de los equipos del sistema de sistema de señalización CBTC y de su distribución en la vía.

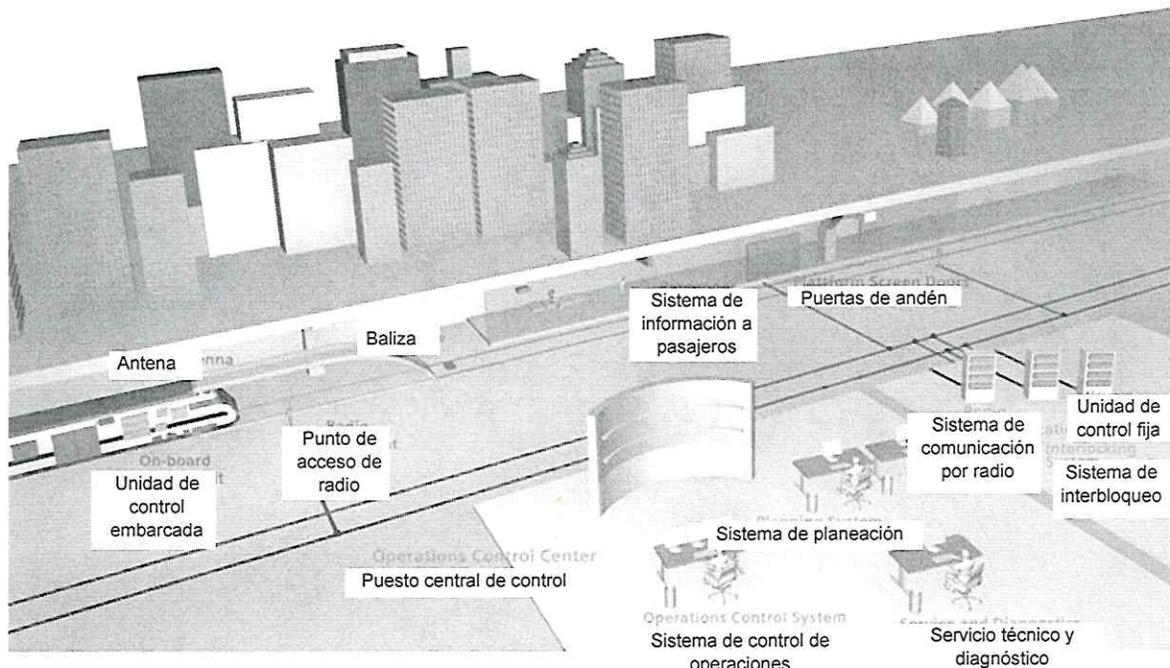
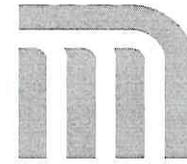


Figura 1 Vista general del sistema CBTC del Prestador

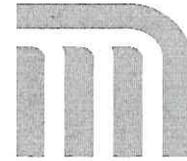
Esos subsistemas han sido aprobados por consultores de seguridad independientes y están instalados en países de todo el mundo.

El sistema CBTC propuesto se basa en el principio de cantones móviles que garantiza el mayor desempeño del sistema con intervalos óptimos.

La combinación de Trainguard MT con un interbloqueo Trackguard Westrace MkII y un sistema de detección de ocupación de vías seguro frente a fallas proporciona una estrategia de recuperación de fallas que permite un funcionamiento eficiente y seguro.

Una línea equipada con el sistema CBTC del Prestador puede operarse automáticamente con trenes equipados y no equipados. El sistema CBTC es compatible con la explotación con tráfico mixto. De esta forma se puede usar la infraestructura de forma óptima y altamente eficiente.

Una de las ventajas más importantes de la familia de sistemas CBTC del Prestador es su arquitectura versátil y modular. El sistema puede ampliarse tanto en capacidad como en funciones en caso necesario, p. ej., en caso de intervalos más breves o ampliaciones de línea.



Los sistemas Controlguide (supervisión automática de trenes, ATS), Trainguard MT (control automático de trenes, ATC) y Trackguard Westrace MkII (interbloqueo, IXL) se han desarrollado en conformidad con las normas internacionales de seguridad y calidad ferroviarias CENELEC.

Los subsistemas del CBTC del Prestador se basan en aplicaciones de productos genéricos que solo necesitan ser configurados con datos de aplicación propios del cliente. En caso de modificación de funciones o ampliación del sistema, se puede reutilizar el software y el hardware genéricos. Frecuentemente, una modificación funcional solo requiere adaptar los datos de configuración propios del cliente. La facilidad de ampliación también está garantizada por la red de comunicación fija. Para ampliar la línea se deben modificar los datos de configuración topológica, en vez de adaptar el software central/producto.

Cada uno de los subsistemas, es decir, ATS, ATC e IXL, está diseñado para ser flexible en cuanto a configuración y escalabilidad. Por tanto, la red se puede ampliar y se pueden incorporar las adaptaciones necesarias en el sistema de señalización existente fácilmente.

Al usar el sistema CBTC del Prestador se puede garantizar una ejecución del proyecto sin problemas gracias a los subsistemas y componentes ampliamente probados.

El sistema CBTC del Prestador homogéneo para transporte público proporciona una mayor eficiencia para:

- Diseño y coordinación del diseño.
- Configuración.
- Despliegue.
- Pruebas funcionales y de sistema.
- Pruebas y puesta en servicio.
- Entrenamiento.
- Repuestos.
- Futuras ampliaciones y, sobre todo, seguridad en la explotación.

2 Sistema de señalización CBTC

El sistema CBTC consta de varios subsistemas y componentes, que se describen en las secciones siguientes.

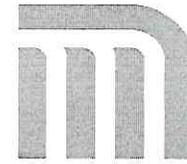


Figura 2 Subsistemas y componentes de CBTC

Estos subsistemas se han desplegado y certificado por todo el mundo en países con climas y entornos diversos. Son productos muy contrastados que componen un sistema de señalización y control de trenes integrado y complementario.

3 Supervisión automática de trenes

Para la supervisión automática de trenes se usa el contrastado subsistema ATS Controlguide® del Prestador. Las funciones principales del ATS no vital son el seguimiento automático de trenes (ATT), el establecimiento automático de itinerarios (ARS) y la regulación automática de trenes (ATR) de acuerdo con los datos del horario actual. Se puede controlar la explotación de la línea centralizadamente con el ATS redundante (automática y manualmente) situado en el puesto central de control (ATS central).

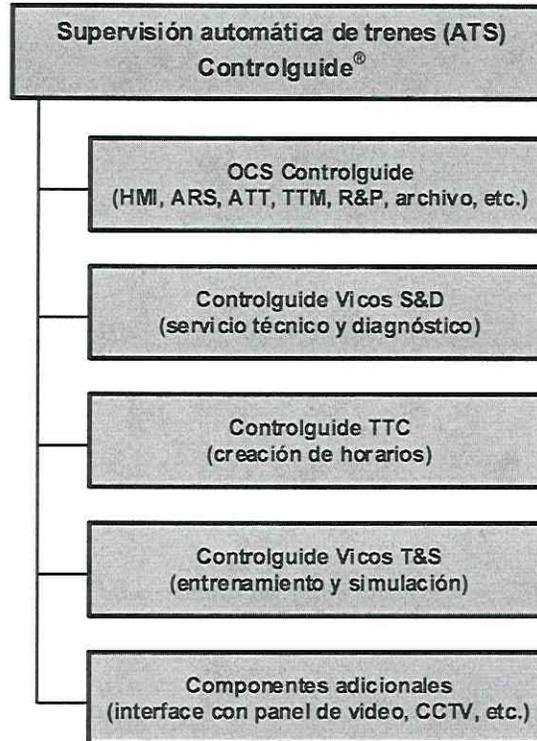
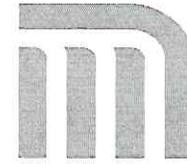


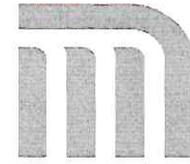
Figura 3 Supervisión automática de trenes

La arquitectura de los servidores del OCS *Controlguide* centrales para las funciones automáticas cuenta con redundancia en espera activa, es decir, la falla de un servidor no afecta al funcionamiento de la línea. En caso de falla de HMI de una consola de operador, se pueden transferir fácilmente los permisos de control y supervisión a otro HMI.

Para fines de diagnóstico se incluye el sistema *Controlguide Vicos S&D*. Las tareas principales de *Vicos S&D* son recopilar y procesar información de diagnóstico, y visualizar el estado del sistema. Para ayudar en el mantenimiento, *S&D* se puede suministrar centralizado o descentralizado.

Para creación de horarios (TTC) y validación se ofrece *Controlguide TTC*. El sistema de entrenamiento y simulación *Controlguide Vicos T&S* se usa para entrenar como controladores de tráfico al personal del puesto central de control.

A continuación se resumen las funciones principales, modos de funcionamiento y niveles.



4 Funciones de ATS

4.1.1 Interface con controlador de tráfico (HMI)

La interface hombre-máquina es la consola del controlador de tráfico, que le informa del estado del sistema de señalización y presenta un interface gráfico de usuario diseñado ergonómicamente que permite un fácil manejo sensible al contexto. El HMI proporciona al controlador de tráfico toda la información necesaria, como la vista general de la línea, indicaciones, alarmas, etc. El controlador de tráfico puede controlar funciones para explotación automática así como ejecutar manualmente operaciones en la línea con el HMI.

4.1.2 Seguimiento automático de trenes (ATT)

El seguimiento automático de trenes identifica todos los movimientos de trenes en la red y los muestra en la consola del controlador de tráfico. El seguimiento utiliza la información de posicionamiento suministrada por el CBTC, o bien el sistema secundario de detección de trenes para los trenes no automáticos.

4.1.3 Establecimiento automático de itinerarios (ARS)

El establecimiento automático de itinerarios (ARS) se utiliza para establecer itinerarios automáticamente según el destino de cada tren. Los itinerarios se establecen puntualmente a fin de evitar conflictos y retrasos.

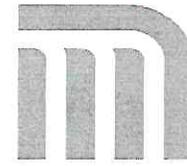
4.1.4 Creación de horarios (TTC)

La creación de horarios es una aplicación fuera de línea para validación y construcción de horarios de operación. Con el componente de creación de horarios se pueden elaborar horarios diarios completos de forma gráfica en poco tiempo utilizando funciones de generación automatizadas. Con varias funciones de análisis y simulación se puede validar el horario. La aplicación admite la exportación de horarios y la importación de varios formatos de horarios.

4.1.5 Gestión de horarios (TTM)

La gestión de horarios comprende estas funciones:

- Importación de horarios diarios desde el sistema de creación de horarios.
- Posibilitar que el controlador de tráfico seleccione, active o modifique horarios.



- Automatización de operaciones con números de tren (p. ej., cuando entran trenes en la línea, invierten marcha o se acoplan) de acuerdo con el horario.
- Control y establecimiento automáticos de itinerarios de salida desde estaciones, y de parada y estacionamiento de trenes de acuerdo con el horario.
- Cálculo de desviaciones respecto al horario.
- Generación de mallas de circulación a fin de visualizar recorridos de trenes, planeados o reales, y de reportes estadísticos acerca de desviaciones respecto al horario.
- Generación de desviaciones respecto al horario y de horarios modificados (en línea) para sistemas externos.

4.1.6 Regulación automática de trenes (ATR)

La función de regulación automática de trenes hace que los trenes cumplan los horarios. La ATR ajusta el tiempo de parada en estaciones y el tiempo de viaje de cada tren según el horario a fin de minimizar el número total de retrasos en la línea. También es posible la regulación de trenes por intervalo.

4.1.7 Grabación y reproducción (R&P)

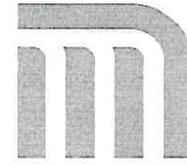
La función de grabación y reproducción (R&P) permite grabar y guardar mensajes, de forma que puedan reproducirse posteriormente en una consola de controlador de tráfico como procesos operativos simulados. Se pueden guardar los datos en un soporte de datos externo.

4.1.8 Archivo

Con esta función se archivan mensajes del proceso operativo de la explotación de la línea, como estados de elementos de campo, estado del sistema o acciones del controlador de tráfico.

4.1.9 Servicio técnico y diagnóstico (S&D)

El sistema de servicio técnico y diagnóstico es la consola para el personal de mantenimiento. El sistema de servicio técnico y diagnóstico ofrece el estado de falla de todos los componentes conectados, así como información específica acerca de las causas de las fallas. También ofrece al personal de mantenimiento instrucciones en texto para solucionar fallas.



4.1.10 Gestión de restricciones de velocidad

La gestión de restricciones de velocidad permite al controlador de tráfico especificar, aplicar y revocar restricciones de velocidad.

4.1.11 Interfaces relacionados con el apoyo al control de tráfico

El sistema apoya al controlador de tráfico de esta forma:

- Provisión de señales de disparo para un sistema de CCTV externo.
- Indicación de información de SCADA, como potencia en tercer carril.

5 Modos y niveles de operación de ATS

5.1.1.1 Responsabilidades del Prestador

Durante la explotación automática, se establecen los itinerarios y se regulan los trenes automáticamente de acuerdo con el horario en línea. Se descarga al controlador de tráfico de todas las operaciones rutinarias. En caso necesario se puede ajustar en línea el horario. No obstante, el controlador de tráfico puede realizar manualmente establecimientos de itinerarios y otras operaciones.

5.1.1.2 Explotación automática según intervalo

Durante la explotación según intervalo, se regulan los trenes según un intervalo dado, a diferencia de la explotación según horario. El operador de tráfico puede ajustar el intervalo según la demanda.

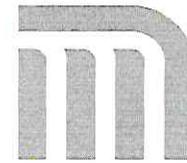
5.1.1.3 Operación manual

Durante la explotación manual, el controlador de tráfico establece los itinerarios y realiza otras operaciones bajo su responsabilidad.

5.1.1.4 Nivel de operación

Durante la explotación normal, el sistema central de supervisión automática de trenes situado en el puesto central de control (OCC) controla la línea.

En caso de alteraciones importantes en el OCC principal, puede controlarse la línea desde un OCC central de respaldo o puestos de control locales.



Los niveles de operación dependen de la configuración del sistema específica del proyecto.

6 Control automático de Trenes

Trainguard MT es el subsistema de control automático de trenes basado en comunicaciones de alto desempeño, totalmente contrastado y que se usa para el control automático de trenes. Gracias al principio de cantones móviles reales se aseguran intervalos óptimos.

Este subsistema consta de funciones vitales de protección automática de trenes (ATP) y de funciones no vitales de conducción automática de trenes (ATO). El subsistema ATC está situado en salas de equipos específicas en forma de unidades de control fijas (WCU) y a bordo de cada tren automático como unidades de control embarcadas (OBCU). En la línea 1 de la Ciudad de México se proporciona un redundante 2 de 2 unidades de control embarcadas (2*2oo2 OBCU) para cada tren. La comunicación tren-tierra se realiza con un sistema de comunicación por radio (RCS) de alta disponibilidad.

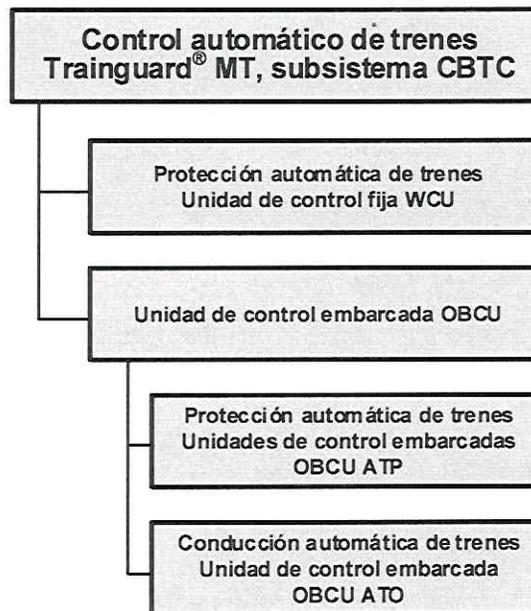
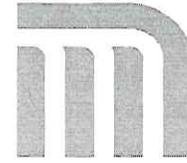


Figura 4 Sistema de control de trenes basado en comunicaciones (CBTC)

El sistema ATC admite todos los grados de automatización definidos en la norma IEC 62290. El grado de automatización definido para el proyecto de CBTC de la Línea 1 del Metro de México es explotación sin conductor con supervisor en conformidad con el GoA3.



A continuación se resumen las funciones principales, modos de funcionamiento y niveles para este proyecto.

7 Niveles de control de trenes

El sistema de control automático de trenes diferencia entre niveles de control de trenes y modos de funcionamiento de tren. El nivel de control de trenes determina el tipo de equipos fijos y el tipo de separación de trenes.

7.1.1.1 Nivel de control de trenes continuo (CTC)

El nivel CTC es el nivel de control de trenes más elevado del sistema de señalización y proporciona todas las funciones y prestaciones de CBTC. El ATP separa los trenes según la distancia de frenado sin utilizar el sistema físico de detección de ocupación de vías. Los equipos embarcados de ATP envían la posición de los trenes al ATP fijo, que determina las autorizaciones de marcha de los trenes. Se obtiene una verdadera operación de cantones móviles.

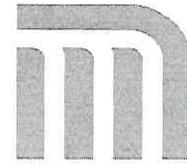
7.1.1.2 Nivel de control de trenes con interbloqueo (IXLC)

En zonas sin equipos ATP de vía (p. ej., zonas de grandes talleres), los trenes operan en el nivel de control de trenes con interbloqueo. En este nivel de control de trenes, el maquinista es el responsable de todas las operaciones del tren, ayudado por la señalización fija o bien órdenes verbales desde el puesto central de control.

8 Modos de funcionamiento de tren

8.1.1.1 Conducción totalmente automática del tren (FAM)

En la conducción totalmente automática del tren, el sistema CBTC embarcado *Trainguard MT* conduce el tren. Las funciones de manejo del tren, como aceleración, frenado, deriva para ahorrar energía y conducción de acuerdo con el horario o el intervalo, están automatizadas. El tren sale automáticamente de la estación cuando se cumplen todas las condiciones (por ejemplo, PSD y puertas de tren cerradas y ha transcurrido el tiempo de parada). La conducción normal del tren no requiere ninguna intervención del maquinista. El tren invierte la marcha automáticamente al final de la línea. El sistema ATP protege las operaciones del tren. El sistema ayuda a administrar eventos de emergencia a bordo, como alarma de incendio, alarma de pasajeros o evacuación de pasajeros. Solo es necesario personal móvil para operaciones de rescate o restringidas. Este modo no está disponible en el nivel IXLC.



8.1.1.2 Modo de funcionamiento de tren automático (AM)

En AM, el ATO conduce automáticamente el tren. Las funciones de manejo del tren, como aceleración, frenado (incluido el frenado preciso en andenes), deriva para ahorrar energía y conducción de acuerdo con el horario, así como la apertura y el cierre opcional de puertas, están automatizadas. El tren se regula según el horario de una forma energéticamente eficiente sin dejar de asegurar la máxima comodidad de los pasajeros. Los equipos embarcados de ATP protegen el funcionamiento del tren. Este modo no está disponible en el nivel IXLC.

8.1.1.3 Modo de funcionamiento de tren supervisado (SM)

En el modo de funcionamiento de tren manual supervisado, el maquinista conduce manualmente el tren dentro de los límites visualizados y está continuamente guiado según las curvas de frenado para los límites vitales y no vitales. Los equipos embarcados de ATP protegen el funcionamiento del tren. Este modo no está disponible en el nivel IXLC.

8.1.1.4 Modo de funcionamiento de tren restringido (RM)

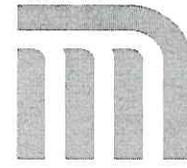
En RM, el maquinista conduce manualmente el tren con protección automática de trenes limitada. El ATP embarcado solo supervisa una velocidad vital constante. El maquinista debe respetar la señalización fija existente o las instrucciones del controlador de tráfico y es totalmente responsable del movimiento del tren. RM solo está disponible combinado con el nivel IXLC.

8.1.1.5 Función de descanso (equivalente al modo en espera)

Con la función de descanso, los equipos del tren están parcialmente apagados. El tren queda aparcado en la vía de estacionamiento mientras el sistema embarcado de CBTC permanece activo. El modo de descanso se utiliza para el funcionamiento sin conductor durante largos estacionamientos, p. ej., en cocheras. El sistema ATS puede poner el tren en modo de descanso y despertarlo.

8.1.1.6 Modo de corte o de salto

Otro modo de funcionamiento de tren es el modo de corte. En este caso el ATP está apagado y todas las salidas vitales están en bypass. Por lo tanto, no se dispone de supervisión ATP. El maquinista es completamente responsable de la seguridad de los movimientos del tren. Este modo es una función del material rodante y se implementa a



través del diseño del tren. Por lo tanto, no es un modo del sistema CBTC ni entra dentro de las responsabilidades del sistema de señalización.

9 Transiciones entre modos

El subsistema embarcado siempre funciona en uno de los modos de funcionamiento descritos anteriormente. Todas las transiciones entre esos modos de funcionamiento se realizan según procedimientos definidos. El subsistema embarcado utiliza RM como modo de funcionamiento predeterminado tras el encendido del tren.

10 Funciones de ATC

El sistema CBTC ofrece amplias y sofisticadas funciones. A continuación se resumen las funciones principales, con breves descripciones:

10.1.1.1 Seguimiento de trenes y separación de trenes

El ATP fijo y embarcado aseguran una separación de trenes segura. El ATP fijo determina las autorizaciones de marcha de cada tren según los reportes de posición enviados por el ATP embarcado (cantón móvil) y la información de estado proporcionada por el interbloqueo. Los trenes no equipados o en modo degradado se identifican a partir de la información de ocupación de vías. Esto permite que el sistema ATC admita tráfico mixto. Esta función está disponible en el nivel CTC.

10.1.1.2 Protección de movimientos de trenes

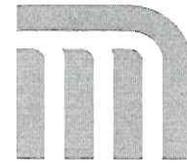
El ATP embarcado protege los movimientos de los trenes según el perfil de velocidad estático, las restricciones temporales de velocidad, las autorizaciones de marcha y otras restricciones. Esta función está totalmente disponible en el nivel CTC.

10.1.1.3 Control automático de movimientos de trenes

El ATO embarcado controla los movimientos automáticos de trenes con gran comodidad para los pasajeros y de acuerdo con el horario, y calcula la curva de conducción energéticamente más eficiente de una estación a otra. La ATS ajusta el tiempo de parada y el tiempo de trayecto. Esta función está totalmente disponible en el nivel CTC.

10.1.1.4 Protección de transferencia de pasajeros

El ATP embarcado permite la apertura vital de puertas laterales del tren y de puertas de andén con el tren detenido solo si el tren está correctamente estacionado en el andén.



Con las puertas abiertas, cualquier movimiento del tren está impedido por el corte de la tracción.

10.1.1.5 Gestión automática de puntos de parada en andén

Los trenes sin conductor en modo FAM admiten el ajuste automático de la posición del tren en caso de detención en andén fuera del intervalo de parada predefinido (jog hacia delante o hacia atrás).

10.1.1.6 Botón de prevalectimiento de inhibición de salida sin conductor

Habrán botones de prevalectimiento de inhibición de salida sin conductor en lugares predefinidos, p. ej., vías de transferencia entre zona automática y manual, a fin de inhibir cualquier movimiento automático de trenes en esas secciones. Esos interruptores ayudan a que una persona pueda entrar o salir del tren de forma segura.

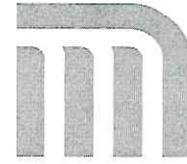
10.1.1.7 Control automático de transferencia de pasajeros

La unidad ATO embarcada permite la apertura y el cierre automáticos de las puertas del tren en los andenes. La gran precisión de parada garantiza que el tren siempre se detenga en la posición correcta en el andén. En el nivel CTC, las puertas de andén se abren y se cierran síncronamente incluso si el maquinista abre y cierra las puertas del tren manualmente.

10.1.1.8 Lavado automático de trenes

La colaboración con la planta de lavado involucra los subsistemas de supervisión automática de trenes, interbloqueo electrónico y CBTC. El interbloqueo tiene una interface de cableado de relés con la planta de lavado para recibir mensajes de estado y transmitir órdenes a la planta de lavado.

El horario de ATS encaminará los trenes sin conductor a la vía de acceso de la planta de lavado. La marcha por la planta de lavado es un itinerario de interbloqueo normal con autorización de marcha de CBTC. El tren será capaz de controlarse a una velocidad de marcha de unos 3 km/h para lavar las cajas de los coches (modo de conducción del material rodante "paso de hombre"). El ATO activa el modo de conducción del material rodante y envía órdenes de marcha adelante y de parada. El sistema admite procedimientos de lavado desde cabeza o cola. Después del proceso de lavado, el ATO desactivará el modo de conducción del material rodante.



10.1.1.9 Estacionamiento próximo

El subsistema ATC permite el estacionamiento próximo con distancias entre trenes de hasta 15 m, y de 10 m entre tren y topera. Se asegurará una alta precisión de parada para los trenes que paren en la vía final de estacionamiento en zonas de estacionamiento de cocheras o colas de maniobras. Las distancias de estacionamiento próximo dependen de las características de desempeño de los trenes.

10.1.1.10 Inhibición selectiva de puertas de tren y de andén

El sistema CBTC comparte información sobre defectos en un tren y en puertas de andén entre un servidor central de puertas de andén situado en la sala de equipos del puesto central de control y cada tren. Los datos sobre puertas defectuosas se intercambiarán a través del ATS entre el material rodante y el controlador central de puertas de andén.

Si se detecta que una puerta del tren está en falla o clausurada, se informará anticipadamente al subsistema PSD de forma que:

- El subsistema PSD mantenga cerrada la puerta de andén correspondiente a la puerta del tren en falla/clausurada.
- El subsistema PSD pueda informar anticipadamente a los pasajeros de que esa puerta no se puede abrir.

Si se detecta que una puerta de andén está en falla o clausurada, se informará anticipadamente a los subsistemas de comunicación y RST de forma que:

- El subsistema RST mantenga cerrada la puerta del tren correspondiente a la puerta de andén en falla/clausurada.
- El subsistema de comunicación pueda informar anticipadamente a los pasajeros de que esa puerta no se puede abrir.

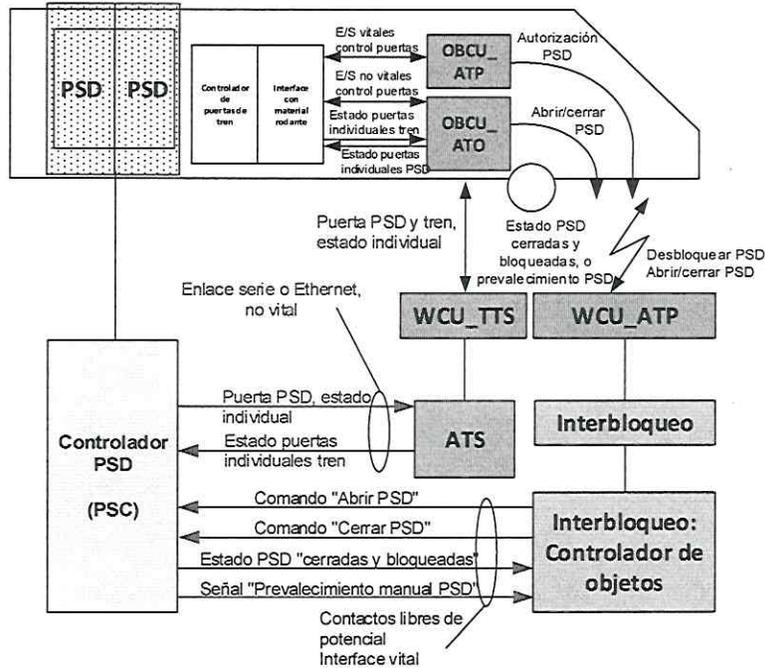
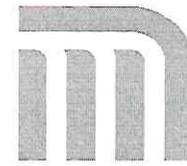


Figura 5 Inhibición selectiva de puertas

10.1.1.11 Interbloqueo

El interbloqueo electrónico *Trackguard Westrace MkII* del Prestador es un sistema de interbloqueo por computadora totalmente contrastado. El diseño moderno de este interbloqueo y el uso de comunicación por bus digital segura frente a fallas minimiza en número total de unidades de interbloqueo. El interbloqueo consta de computadoras de control de elementos seguras frente a fallas que permiten la conexión con los equipos de campo: señales, motores de agujas, sistemas secundarios de detección de trenes y otros sistemas (p. ej., sistema de parada de emergencia en andenes o puertas de andén).

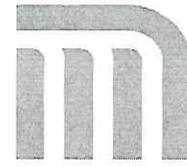


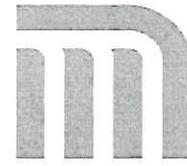
Figura 6 Sistema de interbloqueo

11 Funciones de IXL

El interbloqueo maneja el control de los itinerarios, motores de agujas y señales en respuesta a las órdenes del ATS, a la vez que garantiza en todo momento el cumplimiento de los criterios de seguridad. Se proporciona información sobre el estado de los itinerarios, las secciones de vía y las agujas al ATS y a la unidad de control fija ATP. El interbloqueo envía información acerca de itinerarios al sistema CBTC fijo.

El objetivo principal del interbloqueo es el control de itinerarios, que comprende el establecimiento, bloqueo, retención y liberación de itinerarios. Para alcanzar este objetivo, las principales funciones de seguridad del interbloqueo son las siguientes:

- Protección contra recorridos de tren incompatibles mediante el bloqueo de los itinerarios incompatibles.
- Protección contra alcances en flanco mediante la protección de flanco.
- Protección de recorridos de trenes consecutivos mediante paneles indicadores o señales según el principio de cantones fijos. Se utiliza en niveles degradados y para trenes no equipados con CBTC.
- Protección contra descarrilamiento en agujas bloqueando todas las agujas de un itinerario.
- Protección contra descarrilamiento en agujas bloqueando las agujas en las secciones ocupadas.



- Protección contra descarrilamiento por sobrevelocidad con indicadores de posición de agujas.

Además, las funciones principales de control y supervisión relativas a los equipos de campo son:

- Control y supervisión de motores de agujas.
- Supervisión de la detección secundaria de trenes.
- Supervisión de los estados de los interfaces digitales con otros sistemas, como el sistema de parada de emergencia en andenes, puertas de andén, etc.

12 Niveles de control de señales y modos de establecimiento de itinerarios

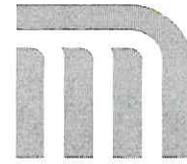
Nivel de control de señales

I. Nivel de control de señales con cantones móviles

El nivel de control de señales con cantones móviles se usa en la explotación normal con trenes equipados con CBTC. El interbloqueo establece y bloquea el itinerario con protección de flanco. El interbloqueo no supervisa las indicaciones de vía libre de los elementos del itinerario ni la supervisión de solapes en el nivel de control de señales con cantones móviles, por lo que la separación entre trenes y la supervisión de solapes corren a cargo del sistema CBTC fijo. Si se recibe un prevalecimiento de aproximación de tren automático desde la unidad fija de ATP, se devuelve un aspecto de "Marcha con cantón móvil" a la unidad fija de ATP si se ha establecido correctamente un itinerario. Si no se recibe un prevalecimiento de aproximación de tren automático desde la unidad ATP fija, el aspecto será un aspecto "Parada" que solo cambia al aspecto "Avance" en el nivel de control de señales principal.

II. Nivel de control de señales principal

Este nivel es necesario para obtener un aspecto "Avance" para trenes no automáticos, como trenes no equipados, o trenes en modo RM o de corte. Deben cumplirse todas las condiciones del itinerario especificadas del nivel de control de señales principal a fin de obtener el aspecto "Avance". Se comprueban todas las condiciones del itinerario, como condiciones de solape y liberación de secciones de detección de ocupación de vías del itinerario, a fin de obtener este nivel de control.



Modos de establecimiento de itinerarios

I. Establecimiento automático de itinerarios

El establecimiento automático de itinerarios (ARS) es una función del subsistema ATS y se ejecuta en cooperación con el interbloqueo.

II. Establecimiento manual de itinerarios

El controlador de tráfico puede establecer manualmente itinerarios en cualquier momento usando el HMI.

III. Recuperación automática de itinerarios

El interbloqueo proporciona una función de recuperación automática de itinerarios. Cuando esta función está activa y un tren ocupa una zona de aproximación predefinida, el interbloqueo establece automáticamente un itinerario predefinido. La recuperación automática de itinerarios se usa en modo degradado si no se dispone de ARS en bifurcaciones.

IV. Modo de flota

En modo de flota, los itinerarios no se desenclavarán activamente por movimientos de trenes. El modo de flota se usa en itinerarios predefinidos y conducción de trenes en modo degradado si no se dispone de ARS, especialmente en secciones en recta o señales virtuales.

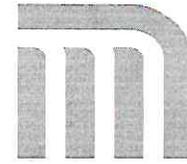
13 Detección secundaria de trenes

El sistema secundario de detección de trenes, junto con el interbloqueo, posibilita el servicio mixto con trenes equipados con CBTC y trenes sin CBTC, proporciona una recuperación de fallas segura, detecta la intrusión de trenes no equipados, y permite la inclusión y recuperación fáciles de trenes equipados con CBTC.

Una posible falla del sistema secundario de detección de trenes no detiene ni afecta al servicio de los trenes equipados con CBTC.

14 Señales

Las señales LED compactas fabricadas por el Prestador son soluciones bien contrastadas para señales luminosas en color.



Las señales luminosas en color son los interfaces de información entre el interbloqueo y el maquinista. El recorrido seguro de un tren por las secciones de una línea depende de un reconocimiento seguro y a tiempo de los aspectos de señal, a los que el maquinista debe reaccionar. El Prestador ha acumulado una gran experiencia a lo largo de décadas en la ingeniería, fabricación, instalación y puesta en servicio de equipos ópticos de señalización, cuya bondad se ha demostrado ampliamente en la práctica en todo el mundo.

En principio, las señales compactas se pueden usar tanto en túneles como, con menor visibilidad, fuera de túneles. Fuera de túneles, con más espacio disponible, las señales compactas se usan para proporcionar mayor visibilidad durante el día.

Esas señales compactas ofrecen las ventajas siguientes:

- Rentabilidad.
- Elevados niveles de disponibilidad y confiabilidad.
- Uso flexible gracias a la instalación universal.
- Bajos requisitos de mantenimiento.

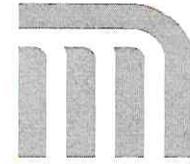
Gracias a sus bajos costos operativos y de adquisición, las señales compactas son una solución económica. Los costos de inventario se pueden minimizar usando componentes básicos estándar.

Las señales compactas de alta disponibilidad necesitan muy poco mantenimiento. Esto se logra mediante el uso de:

- Componentes de señal óptica probados y evaluados.
- Componentes eléctricos de señal probados y evaluados (módulos de operación de señales).
- Materiales resistentes a la corrosión.

En general, el sistema puede funcionar en explotación normal sin aspectos de señales fijas. El sistema CBTC guía y controla los trenes equipados con CBTC.

Se instalarán paneles indicadores en ambos extremos de los andenes de estaciones y en zonas dedicadas de línea principal. Estos paneles indicadores se usarán para la conducción manual de trenes no equipados (o trenes controlados en modo RM o de corte) según órdenes verbales del controlador de tráfico de ATS. Se dispondrá de indicaciones en cabina en los trenes equipados y en modo SM, AM o FAM.



Se proveerán señales de topera en los fondos de saco.

15 Balizas

Las balizas son transpondedores pasivos activados por los trenes. Cuando un tren pasa sobre una baliza, la baliza envía un telegrama vital de baliza al subsistema embarcado (OBCU). Ese telegrama identifica la baliza y permite determinar la posición dentro de la red ferroviaria mediante la base de datos de vías.

Tipos de balizas

El sistema CBTC usa balizas de datos fijos como balizas de referencia.

Baliza de datos fijos

Cualquier baliza Trainguard MT es una baliza de referencia. A lo largo de la vía se instalan balizas de referencia como ubicaciones de referencia por los motivos siguientes:

- Inicialización de la ubicación del tren.
- Reducción de la incertidumbre de la posición vital del tren.
- Garantía de la precisión de parada, vital y no vital, necesaria en estaciones.

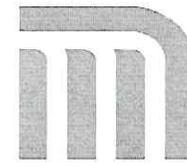
Al leer una baliza de referencia, el subsistema embarcado recupera la posición de la baliza dedicada en la base de datos de vías embarcada y puede efectuar un reajuste de posición. Las balizas de referencia son balizas de datos fijos.

Control de plausibilidad de baliza

La OBCU comprueba la plausibilidad de cada baliza que se lee correctamente supervisando el "intervalo de previsión" de la baliza leída. Si el subsistema embarcado lee con éxito una baliza fuera del "intervalo de previsión", el estado de la posición del tren pasa a ser "desubicado".

El subsistema embarcado ignora la ausencia o la no lectura de balizas indicadas en la base de datos de vías.

Las balizas son a prueba de intemperie (IP67) y no requieren mantenimiento. El MTBF según SN 29500 es de 800 años como mínimo.



Montaje de las balizas

Las balizas deben montarse transversalmente entre los carriles. Para fijarlas deben taladrarse orificios verticales en las traviesas o en la vía en placa. Se ha considerado el material de montaje para la instalación en traviesas estándar.

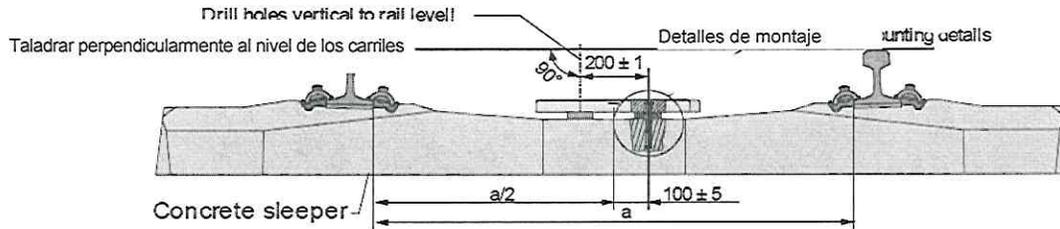


Figura 7 Montaje de eurobalizas S21

16 Botones e interruptores en andén

Botón de preavalcimiento de inhibición de salida sin conductor

La función de inhibición de la salida sin conductor (DDI) se utiliza para controlar e inhibir movimientos automáticos de trenes, p. ej., en zonas de transición, instalaciones de limpieza o inspección de vehículos, vías de limpieza profunda y ambos extremos de cada vía final de estacionamiento.

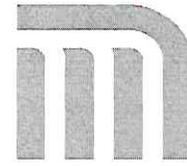
Cada botón de preavalcimiento de inhibición de salida sin conductor está conectado al interbloqueo, que envía el estado real al sistema de protección automática de trenes.

- DDI desactivada / off: Se permiten movimientos de trenes, bajo el control del sistema de control de operaciones
- DDI activada / on: El movimiento automático de trenes queda inhibido en el circuito de vía asociado y en el sentido predefinido.

El circuito de interface de DDI y el interbloqueo están diseñados según los principios de señalización segura frente a fallas.

Pulsadores de parada de emergencia

Todos los pulsadores de parada de emergencia están conectados al interbloqueo. La activación de los pulsadores de parada de emergencia inhibe el acceso para un tren automático o el movimiento automático de salida de un tren para una zona predefinida (nivel CTC). El estado del pulsador de parada de emergencia se indicará en el HMI del controlador de tráfico. Se instalarán pulsadores de parada de emergencia en los andenes.



Botón de parada de emergencia central

En el puesto central de control se proporcionará un botón de parada de emergencia central (CESB). La activación de un CESB ordenará a todos los trenes en modos FAM, AM o SM de la zona correspondiente, línea principal o cocheras, que paren inmediatamente con freno de emergencia (nivel CTC).

El estado de los pulsadores de parada de emergencia se indicará en el HMI del controlador de tráfico.

Sistema de comunicación de datos

La red de comunicación de datos consta de la red fija y del sistema de comunicación por radio usado para comunicación tren-tierra.



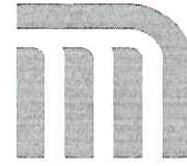
Figura 8 Red de comunicación de datos

17 Red fija

La red de comunicación fija de alta disponibilidad parte de una red Ethernet redundante conforme con IEEE 802.3. Se utilizan switches Fast Ethernet proporcionados por un fabricante de alta calidad con una historia probada en entornos ferroviarios. Mediante un sistema de gestión de redes se asegura un mantenimiento eficiente de la red.

Esta red de comunicación consta de dos anillos Ethernet de fibra. En cada ubicación dotada con equipos de señalización (puesto central de control, salas de equipos de estaciones, etc.), hay dos switches. La combinación de la configuración anillo con la redundancia permite la más elevada disponibilidad de la red. Todos los subsistemas están conectados a la red de comunicación fija redundante.

Los equipos de cada ubicación están conectados a ambos switches siempre que es necesario. Las redes lógicas diferentes se separan utilizando VLAN.



18 Red de comunicación por radio

El sistema de comunicación por radio (RCS) se usa para la comunicación tren-tierra.

Un sistema moderno basado en CBTC como Trainguard MT requiere un sistema de comunicación por radio bidireccional, con disponibilidad y capacidad elevadas, entre los equipos fijos y los embarcados.

Airlink® cumple este requisito al asegurar la transmisión de datos continua de alta capacidad entre los equipos fijos y los embarcados. La comunicación se realiza por medio de radio de propagación libre que no necesita un medio de transmisión continua tendido a lo largo de la vía.

El sistema de comunicación por radio Airlink® asegura la comunicación entre los equipos fijos (CBTC y ATS fijos) y los equipos móviles (CBTC embarcado). El RCS está diseñado de forma robusta con componentes probados en entornos exigentes de metro.

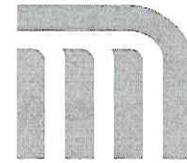
El RCS se conecta de forma redundante por la red de comunicación fija (WCN) a la WCU de Trainguard MT. Los routers del sistema de comunicación por radio se conectan a la red troncal de radio, que consta de switches de red, fibra óptica y puntos de acceso. La red troncal de radio es redundante a fin de cumplir los estrictos requisitos de disponibilidad del sistema de señalización. El diseño de la red se adaptará a las condiciones locales y a la topología de la línea.

Airlink resulta adecuado para los trenes que circulan a una velocidad común para sistemas de transporte público que funcionan en un entorno de túnel, y también en espacios abiertos. Los datos transmitidos están protegidos con mecanismos de cifrado y firewalls en conformidad con [EN 50159].

19 Protección y seguridad de las redes

Todas las redes están protegidas y, en general, no es posible que aplicaciones o procesos intrusivos como virus o gusanos penetren a través de una conexión de red o de WLAN.

Los sistemas externos se conectan a la red a través de una Security Gateway.



2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema de señalización se integra dentro de un sistema general de transporte público con varios interfaces. La figura siguiente muestra la arquitectura del sistema de señalización *Trainguard MT* con sus interfaces.

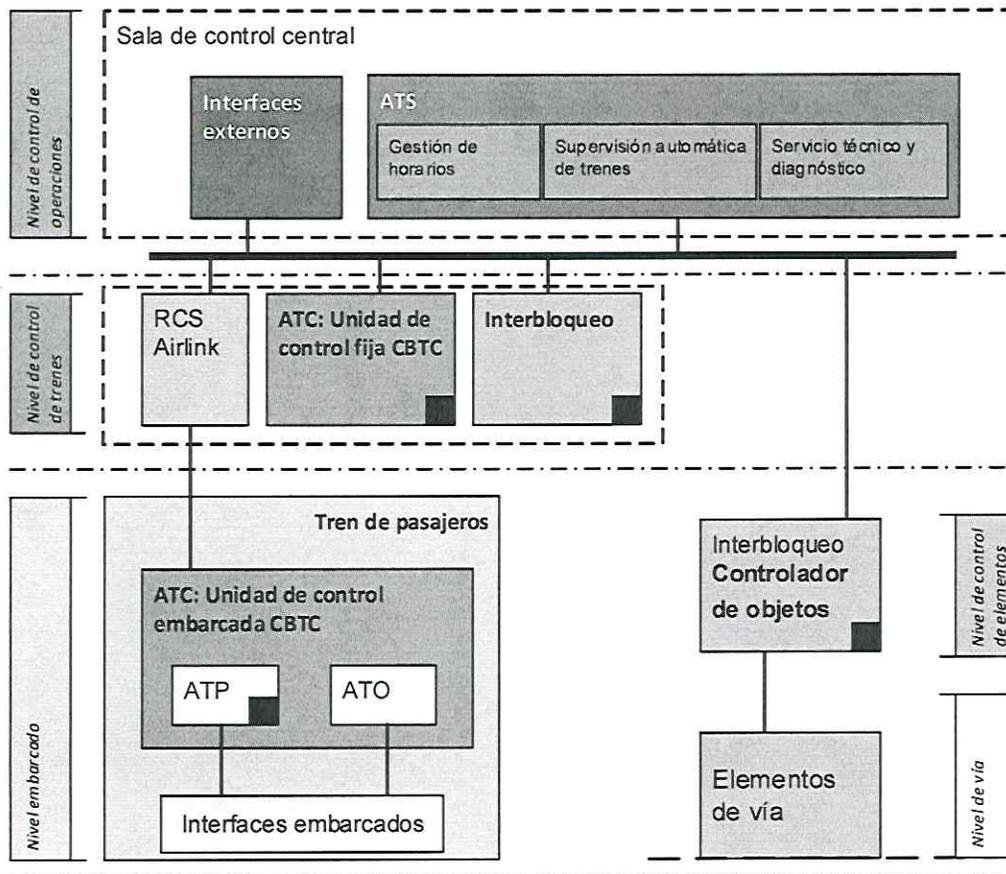


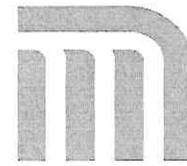
Figura 9 Arquitectura del sistema de señalización

1 Subsistemas principales

El sistema de señalización consta de tres sistemas principales:

- Supervisión automática de trenes (ATS).
- Control de trenes basado en comunicaciones (CBTC)
- Sistema de interbloqueo (IXL) por computadora

A su vez, los subsistemas principales están compuestos por varios componentes.



- El ATS está situado dentro del puesto central de control (OCC) y del OCC de respaldo (servidor y puestos de trabajo) y en las estaciones con interbloqueo principales (puestos de control locales, ATS local).
- El sistema CBTC se encuentra en las estaciones con interbloqueo principales (unidades de control fijas centrales WCU) y a bordo de los trenes (unidades de control embarcadas OBCU, HMI, sensores y antena). En la línea 1 de la Ciudad de México se utiliza una unidad de control redundante embarcada 2 de 2 (2*2oo2 OBCU).
- El interbloqueo está situado en las estaciones principales (interbloqueo principal central) y en estaciones específicas a lo largo de la línea (controladores de objetos).

2 Subsistemas adicionales

Los sistemas de señalización principales están apoyados por subsistemas adicionales:

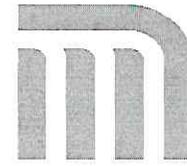
- El sistema secundario de detección de trenes está situado en la vía (sensores) y en estaciones específicas a lo largo de la línea (unidades de control).
- El sistema de comunicación por radio (RCS) se sitúa en las estaciones con interbloques maestros principales (router del sistema de comunicación por radio), a lo largo de la línea (puntos de acceso y antenas) así como a bordo del tren (antenas y unidades de radio embarcadas [RCS_TRU]).
- El sistema de servicio y diagnóstico está situado en estaciones principales (diagnóstico descentralizado) y dentro del puesto central de control (OCC) (diagnóstico central).
- El sistema de entrenamiento y simulación está situado dentro del centro de entrenamiento de controladores de tráfico.

Interfaces

3 Comunicación interna e interfaces

Los subsistemas principales del sistema de señalización CBTC (unidades fijas de ATS, IXL y CBTC) se conectan usando un bus Ethernet redundante llamado WCN (red de comunicación fija). La comunicación entre los subsistemas vitales se realiza usando un protocolo de seguridad según normas CENELEC.

Los controladores de objetos se conectan al interbloqueo asociado usando la red de comunicación fija redundante. La transmisión de datos se realiza usando un protocolo de seguridad según normas CENELEC.



Las señales, los motores de agujas y el sistema secundario de detección de trenes están cableados con los controladores de objetos. El interbloqueo distribuye los datos a los demás sistemas por WCN.

Los routers del sistema de comunicación por radio se conectan de forma redundante usando la red de comunicación fija a las unidades CBTC fijas. El diseño de la red se adaptará a las condiciones locales y a la topología de la línea.

4 Interfaces fijos

Los componentes fijos del sistema de señalización se conectan usando los módulos de entrada/salida estándar del interbloqueo. El interbloqueo distribuye los datos a todos los subsistemas.

Los componentes de campo que pertenecen al sistema de señalización son:

- Señales LED para la zona manual de cocheras
- Señales LED para la línea principal en zonas de agujas y estaciones
- Señales LED de topera en finales de vía
- Motores de agujas
- Botón de parada de emergencia central
- Pulsadores de parada de emergencia
- Botón de prevailecimiento de inhibición de salida sin conductor
- Balizas en vía

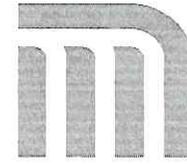
5 Interfaces embarcados

Las unidades CBTC embarcadas y las unidades de radio Airlink embarcadas están situadas en cada tren operado por el sistema de señalización. Existen varios interfaces con el material rodante. Además, el material rodante debe cumplir requisitos relacionados con el entorno y el desempeño.

Solo se puede lograr un alto nivel de desempeño del sistema junto con el material rodante.

Los interfaces principales son:

- Pantalla del interface hombre-máquina (HMI)
- Botones e interruptores del material rodante (RST)
- Control de tren, interface cableado para supervisión y control, vital y no vital, del tren (p. ej., freno de emergencia)



- Sistema de información a pasajeros (PIS) por interface de datos del sistema de gestión del tren (TMS)
- Sensores de medición de velocidad
- Antenas

6 Interfaces externos

Interfaces externos de ATS

El sistema *ATS Controlguide* proporciona a sistemas externos un bus middleware estándar basado en Java Messaging Service con mensajes (JMS). JMS es un software de comunicación que permite el intercambio de mensajes entre dos o más aplicaciones basándose en un mecanismo de publicación y suscripción. Cada componente publica información que podría ser de interés para otra aplicación y se suscribe a la información que le interesa.

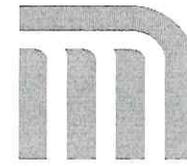
El contenido del mensaje se codifica en formato xml. Los tipos de mensajes y el contenido de los mensajes necesarios se definirán y acordarán durante la fase de diseño detallada. El sistema ATS admite interfaces con sistemas externos como:

- Sistema de información a pasajeros y de avisos a pasajeros (PIS/PA) - todos los datos relacionados con el horario se transmiten al sistema PIS/PA en tiempo real
- Sistema de reloj maestro: Sincronización horaria
- SCADA de instalaciones: Muestra varios estados
- SCADA de energía: Muestra estado e inhibe movimientos del tren a zonas sin tensión
- SCADA de incendio: Envía alarmas de incendio
- Sistema CCTV: Activa las cámaras
- Panel de video: Muestra sinopsis de líneas
- Puertas de andén: Intercambia estados de puertas para la inhibición selectiva de puertas

Interfaces fijos externos

Los subsistemas y componentes fijos externos se conectan usando los módulos de entrada/salida estándar del interbloqueo. El interbloqueo distribuye los datos a todos los subsistemas.

Se admiten estos interfaces:

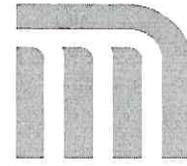


- Puertas de andén (PSD)
- Compuertas
- Planta de lavado
- Interfaces con otras líneas y zona de cocheras no equipadas con CBTC.

7 Arquitectura del Sistema Propuesta para STC

En la arquitectura del sistema observamos como en las estaciones de fin de línea se instalará Enclavamiento principal (IXL); el sistema se encuentra dividido en secciones las cuales están controladas por un controlador de objetos en algunas estaciones de la línea. Bajo este concepto el enclavamiento principal estará en las estaciones de Observatorio y Pantitlán, mientras que los controladores de objetos se instalaran en las estaciones de Chapultepec, Salto del agua, Pino Suárez, Balbuena y Zaragoza. Cada uno de estos controladores es el encargado de recibir datos de la vía y mandará los estados para todas las señales y elementos de vía de las diferentes estaciones, a continuación, se muestra una tabla resumiendo estos puestos de control:

IXL Enclavamiento	Control de objetos	Estaciones bajo control de	Recibe datos de	Envia ordenes a
Observatorio		Tacubaya	Balizas Ctos de via Pulsadores de emergencia. Comprobadores de aguja	Señales Motores cambiavia
	Chapultepec	Juanacatlan Sevilla Insurgentes		
	Salto de Agua	Cuauhtémoc Balderas		
	Pino Suarez	Isabela Católica La Merced Candelaria		
	Balbuena	San Lazaro Moctezuma Bulebard Puerto Aereo		
	Zaragoza	Gomez Farias		
Pantitlán				



Taller Zaragoza	Vía de pruebas	Balizas Ctos de vía Comprobadores de aguja	Señales Motores cambiavía
-----------------	----------------	--	------------------------------

Toda esta información de los estados y ordenes de los dispositivos son necesarios para que funcione y opere el sistema CBTC.

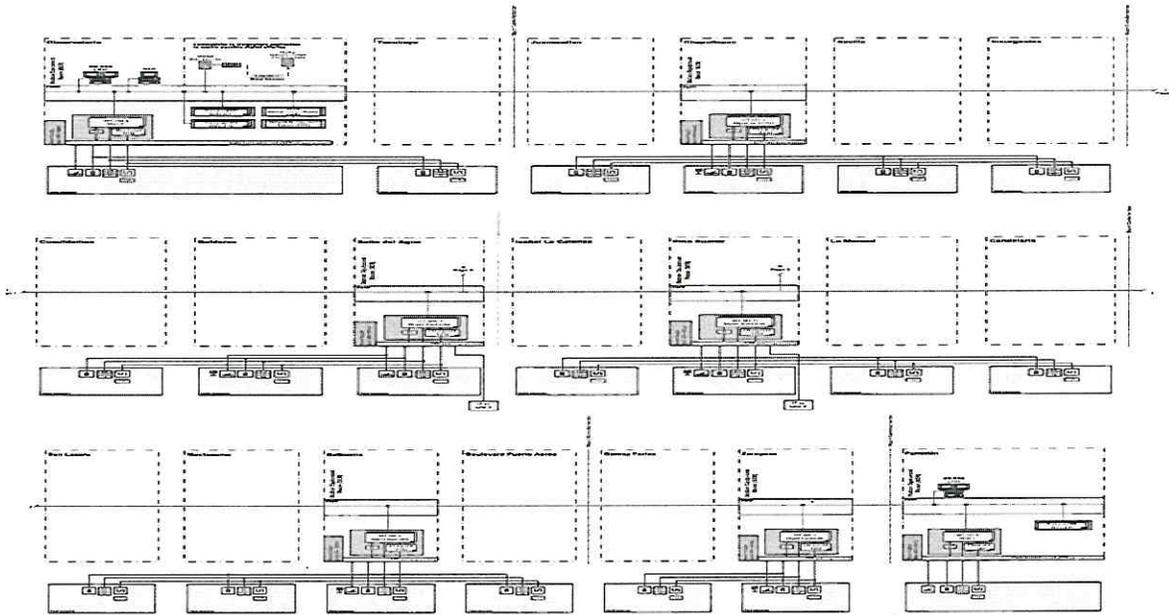


Figura 10 Arquitectura del sistema de señalización propuesta para el STC

Por otro lado también se deberá contar con una Red LTE (radio frecuencia) a lo largo de la vía, esta señal en conjunto con las balizas instaladas a lo largo de la vía, el sistema puede determinar la posición exacta de cada uno de los trenes, además de su interrelación con el tren en comunicación para verificar y guardar las distancias entre ellos y el flujo de tráfico correcto entre cada tren..

En el *Track Layout* es una manera grafica donde podemos ver los puntos en los cuales deberán de instalar las balizas y demás dispositivos necesarios para el funcionamiento de un Sistema CBTC.

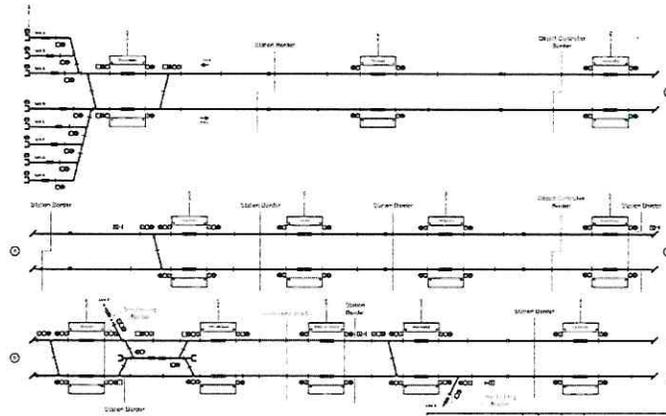
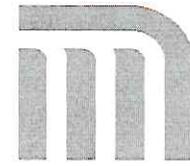


Figura 11 Parte del Track Laout propuesto para el STC

3 ESTRATEGIA DE MIGRACION DEL SISTEMA PA-135 – CBTC

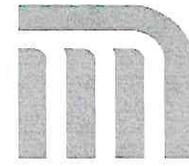
Introducción

El Prestador se encuentra en una posición óptima para ejecutar el proyecto de la Línea 1 de Ciudad de México con éxito y a tiempo y cuenta con la experiencia para la realización del migración.

1 Medidas De Mitigación De Riesgos

Entre los riesgos globales de los proyectos de migración se pueden citar cuestiones de seguridad durante la migración, el impacto negativo de los trabajos de migración en el servicio de pasajeros o que se alargue la duración del proyecto. Una de las claves para una migración segura y sin incidencias es la elección de la estrategia de migración, que se desarrolla en la siguiente sección de este documento. Gracias a la experiencia adquirida en proyectos de CBTC anteriores, el Prestador sabe que las causas raíz de un posible resultado desfavorable de las migraciones de CBTC son muchas y muy variadas y se encuentran en el nivel de detalle. Para contrarrestar los riesgos, el Prestador se sirve de una amplia gama de medidas integradas en el entorno de migración.

La migración de un sistema de señalización y control de trenes existente a un nuevo



sistema no solo engloba factores físicos como un diseño y una implementación estables y óptimos de equipos y sistemas, sino también factores normativos y personales como las reglas y los procedimientos operativos existentes y el entrenamiento del personal. El Prestador se obliga a realizar las siguientes acciones a fin de mitigar los riesgos derivados de la implementación y operación de un sistema nuevo:

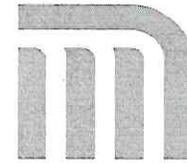
- Uso de plataformas/productos contrastados y con una necesidad mínima de adaptación.
- Planeación y monitoreo cuidados y razonables de las actividades, teniendo también en cuenta las necesidades de STC para el funcionamiento y el mantenimiento de los equipos existentes.
- Pruebas intensivas e integración en banco de pruebas del sistema antes del despliegue in situ, incluidas la comprobación de los datos de configuración en el centro de pruebas del sistema y las pruebas previas de todos los equipos y armarios fabricados antes de la entrega.
- Colaboración estrecha con el operador en el desarrollo de un programa de instalación/pruebas y puesta en servicio/migración para minimizar/eliminar el impacto sobre la explotación comercial durante estas fases.
-
- Información y entrenamiento de todo el personal operativo y de mantenimiento involucrado en las etapas de implementación y en el uso del nuevo sistema.
- Sesiones de trabajo con el Operador para abordar otras cuestiones y desarrollar planes de contingencia o reglas operativas adicionales que se requieran desde un punto de vista operativo.

La meticulosidad en el diseño y la planeación, la gestión de riesgos y los análisis continuos durante el desarrollo del proyecto, respaldados por una amplia experiencia, reportarán a STC una entrega segura, puntual y sin incidencias de la migración y de todo el Proyecto.

2 "Vías con doble equipamiento" o "dos veces"

La estrategia de migración de "vías con doble equipamiento" se implementó con éxito en otros proyectos a nivel mundial donde se sustituyó el PA135 con un sistema CBTC sin interrupción del servicio, con la opción "vías con doble equipamiento".

Es cierto que la opción "vías con doble equipamiento" tiene ciertas particularidades técnicas en su detalle y unas horas limitadas de trabajo nocturno. No obstante, la experiencia del Prestador con el sistema heredado PA135 y los circuitos de vías



compatibles con neumáticos de caucho hacen que el Prestador esté convencido de poder ofrecer una solución estable.

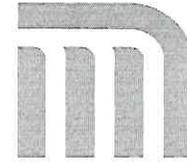
La estrategia de cerrar la Línea 1 dos veces nos permite ofrecer un enfoque de migración menos arriesgado y más rentable, garantizando el funcionamiento del CBTC tras el cierre de la línea. Los dos cierres de vías ofrece la posibilidad de tratar partes del Proyecto con soluciones para líneas de metro "greenfield". De este modo se evitan riesgos técnicos importantes, así como los trabajos de ingeniería, instalación y desarrollo que ocasionaría el funcionamiento paralelo de las tecnologías antigua y nueva. Asimismo, el STC podrá utilizar la nueva tecnología con anticipación a los plazos originalmente previstos, minimizando el riesgo operativo derivado de los equipos envejecidos existentes.

3 Introducción de CBTC con "dos cierres de líneas"

El sistema CBTC se introducirá sin el funcionamiento del PA135 en paralelo. Muchas de las cuestiones técnicas y de planeación del proyecto mencionadas por STC en el pliego de condiciones de la licitación son ahora fácilmente abordables y no requieren un análisis de riesgos y de tiempos detallado. Por este motivo, la estrategia de migración preliminar que se presenta en este documento es conceptual.

El Prestador indica los siguientes pasos de migración:

- Trabajos de preparación en la Sección Oeste y en la Sección Este.
- PA135 en la Sección Oeste y cierre de línea en la Sección Este.
- Sección Este: desmantelamiento del PA135, instalación completa, pruebas y puesta en servicio del CBTC en modo GoA2, contando desde etapa de automatización con funcionalidades de **ATP** (Automatic Train Protection) y **ATO** (Automatic Train Operation) propias de funcionamiento GoA2
- Cierre de línea en la Sección Oeste.
- Funcionamiento del CBTC en modo GoA2 en la Sección Este con funcionalidad limitada y degradada y un número limitado de trenes en la Sección Oeste: desmantelamiento del PA135, instalación completa, pruebas y puesta en servicio del CBTC en modo GoA2, contando desde etapa de automatización con funcionalidades de ATP (Automatic Train Protection) y ATO (Automatic Train Operation) propias de funcionamiento GoA2
- Funcionamiento del CBTC en modo GoA2 en toda la Línea 1 con funcionalidad limitada y degradada y un número limitado de trenes.



- Introducción de la interface entre el sistema CBTC y las puertas de andén y funcionamiento del CBTC en modo GoA3.
- Nota: Las funciones limitadas y/o degradadas del GoA2 en todo momento deberán implicar una mejora en la operación del Segmento de la Línea 1 a la operación que existía al 8 de enero de 2021 y en ningún caso será aceptable la marcha a la vista.

Desde el punto de vista del material rodante, el Prestador propone la introducción del CBTC con los Trenes Nuevos y el equipamiento de los Trenes NM-16.

- El equipo embarcado CBTC Trainguard MT del Prestador se instalará en los nuevos trenes.
- En los Trenes NM-16, la renovación del PA135 a CBTC se llevará a cabo en Ciudad de México en el transcurso del proyecto.

PASOS DE MIGRACIÓN

4 Separación de la línea en las secciones oeste y este

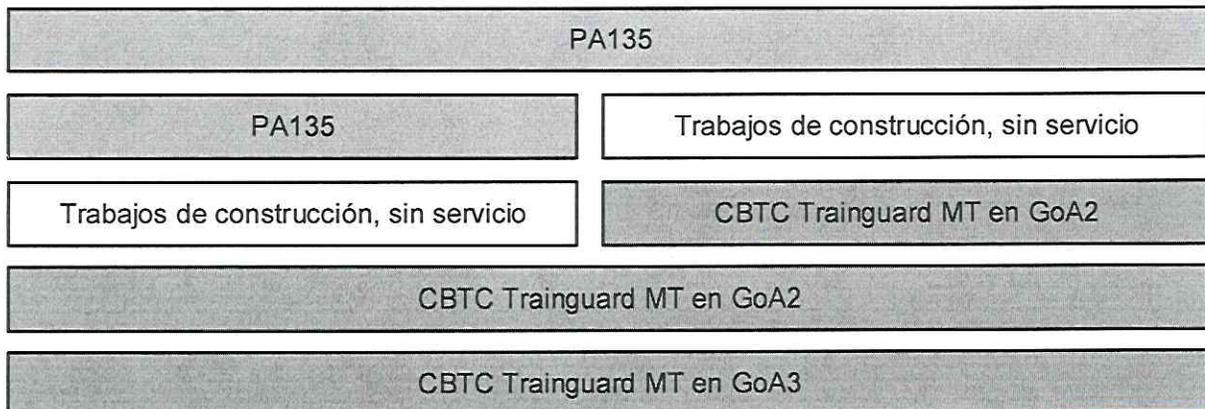
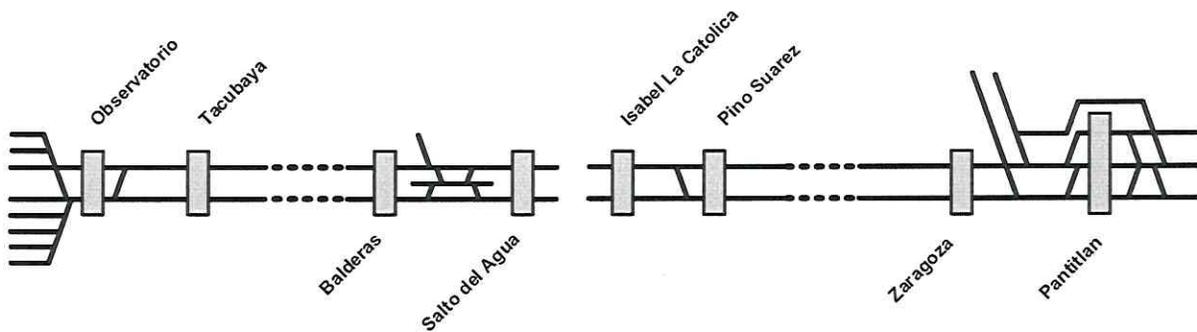
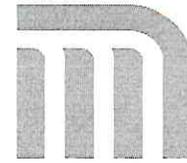


Figura 12 Pasos de migración



En la imagen se muestran los pasos de migración uno debajo del otro. Se debe tener en cuenta que en la figura solo se menciona el sistema de control de trenes PA135 o CBTC, pero se refiere a todos los activos de señalización y control de trenes.

La intención del Prestador es cortar las secciones Este y Oeste entre las estaciones de Salto del Agua e Isabel La Católica. Ambas estaciones terminales temporales ofrecen la capacidad auxiliar para la inversión de marcha de los trenes.

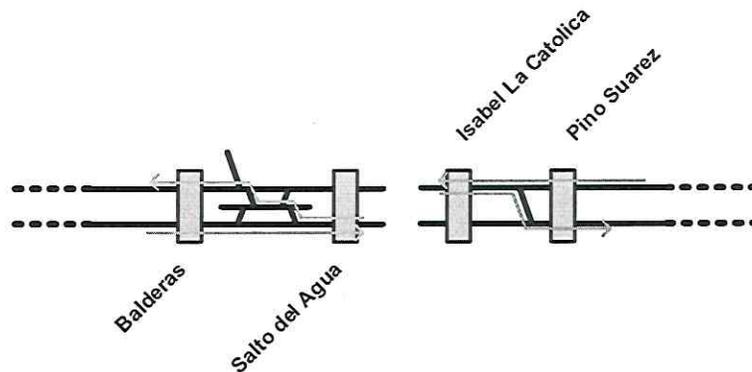


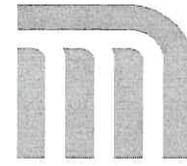
Figura 13 Situación de inversión de marcha en Salto del Agua e Isabel la Católica

5 PASO 0: Trabajos de preparación

Se pueden realizar los trabajos de preparación tanto en la Sección Oeste como en la Este. Las mediciones y estudios del emplazamiento se llevarán a cabo preferentemente por la noche. También se realizarán las primeras preparaciones para los trabajos de construcción.

De estar disponible, también se ejecutarán los trabajos de preparación en la sala de control de operaciones.

En los Centros de ensayos de CBTC del Prestador se someterán a pruebas las unidades embarcadas y las computadoras fijas del CBTC, el interbloqueo y la supervisión automática de trenes (sin equipos de campo y sin vagones de material rodante realmente en movimiento). Se hará una simulación de la circulación de los trenes. En particular, se probará la interacción entre los subsistemas, su software y los archivos de ingeniería y configuración específicos de la Línea 1 de México. El Prestador está convencido de que



las pruebas previas tempranas evitan retrasos en el proyecto y problemas “*in situ*”. Las pruebas para la Línea 1 de Ciudad de México se desarrollarán durante varias semanas hasta que se eliminen todas las pequeñas imprecisiones.

6 PASO 1: PA135 en la Sección Oeste, trabajos de construcción en la Sección Este

En la Sección Oeste se mantiene la explotación tradicional. Siguen en servicio el PA135, el interbloqueo por relés y el ATS heredado.

En la Sección Este se llevarán a cabo los trabajos de construcción. Se desmontarán el PA135, los circuitos de vía heredados y los interbloqueos por relés. Se instalarán nuevos equipos de señalización del Prestador como si la Sección Este fuese una nueva línea de transporte público. Estos equipos incluyen motores de agujas, señales, circuitos de vía, interbloqueo electrónico, unidades fijas de CBTC y supervisión automática de trenes.

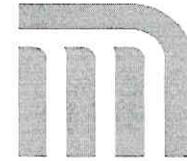
De acuerdo a los protocolos de pruebas aprobados en términos del Contrato PPS, cuando se instale la unidad embarcada CBTC en el primer Tren NM-16 primero se probará en la vía de pruebas. En un principio estáticamente y, después, de forma dinámica en la vía de pruebas. Cuando la Sección Este de la línea de metro esté lista para las marchas de prueba, comenzará la primera marcha de prueba en vacío del CBTC. Se realizarán pruebas durante todo un día. En cuanto estén listos varios trenes NM-16, se someterá a pruebas todo el sistema CBTC con unidades embarcadas, interbloqueo, radio y supervisión automática de trenes.

Cuando se equipe al tren con el CBTC, solo se instalará la versión de software GoA2. Pueden introducirse algunas preparaciones para el posterior cambio a GoA3.

En esta fase se construirá el nuevo puesto central de control (OCC) y se equipará y se preparará para las primeras marchas de prueba en vacío del CBTC. Durante las marchas de prueba en la Sección Este, se probarán y pondrán en servicio el ATS y las funciones de seguimiento y regulación de trenes.

7 PASO 2: Trabajos de construcción en la Sección Oeste, CBTC GOA2 en la Sección Este

En la Sección Oeste se llevarán a cabo los trabajos de construcción. Al igual que en la fase anterior en la Sección Este, se desmontarán el PA135, los circuitos de vía heredados



y los interbloqueos por relés. Se instalarán nuevos equipos de señalización del Prestador como si la Sección Este fuese una nueva línea de transporte público. Estos equipos incluyen motores de agujas, señales, circuitos de vía, interbloqueo electrónico, unidades fijas de CBTC y supervisión automática de trenes.

En la Sección Este comienza el servicio con pasajeros con Trainguard MT. El sistema CBTC funciona en modo GoA2 y se proporcionará a todos los trenes disponibles en ese momento. Inicialmente se ofrecerá un conjunto limitado y degradado de funciones y, posiblemente, un intervalo entre trenes reducido, pero en todo momento implicará que las funciones degradadas permitan una mejora en la operación del Segmento de la Línea 1 a la operación que existía al 8 de enero de 2021. Cuantos más trenes estén disponibles, más fluida será la explotación.

8 PASO 3: CBTC GOA2

El funcionamiento de CBTC en modo GoA2 se extiende a toda la línea. Algunas computadoras CBTC fijas y el ATS recibirán una actualización de software con este fin.

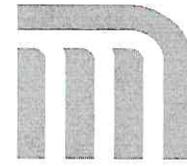
El sistema CBTC funcionará en modo GoA2 con el mismo nivel de funcionalidad que anteriormente y se proporcionará a todos los trenes disponibles en ese momento.

9 PASO 4: Introducción del interface con PSD y GoA3

En esta fase, y todavía con funcionamiento en modo GoA2, se puede poner en servicio la interface del sistema CBTC con el sistema PSD y resto de interfaces restantes.

A diferencia de la mayoría de los trabajos de las fases anteriores, los trabajos para instalar las puertas se realizarán de noche. Asimismo, los ensayos de la interface con el sistema de señalización y control de trenes también serán nocturnos. El sistema de señalización y control de trenes proporcionará esta interface vía el interbloqueo. Para las marchas de prueba, puede ser recomendable realizar un cambio de software del interbloqueo por la noche. Por la mañana, se puede volver a cargar la versión del software necesaria para el servicio diurno. Si se requieren trenes para estas pruebas y puesta en servicio, se propone una marcha en vacío.

Una vez el sistema PSD se haya puesto en servicio, se puede transferir el sistema de señalización y control de trenes del Prestador al modo de funcionamiento GoA3. Esto se puede lograr mediante un sencillo cambio de software en la computadora central de



CBTC *Trainguard MT*. Posteriormente, el software CBTC embarcado se cambiará al modo de funcionamiento GoA3.

10 RESUMEN

Esta estrategia de migración, que es muy parecida a los enfoques de nueva construcción o "greenfield", evita riesgos potenciales relacionados con la compatibilidad, la conmutación y los trabajos nocturnos. Está implantación directa del nuevo sistema de control de Trenes y están convencidos de que esta estrategia cumplirá con los exigencias requeridas por STC.

Para la integración de todo el sistema CBTC el Prestador se obliga a cumplir con el calendario de instalación del Una vez instalado los equipos en los cuartos técnicos y los elementos de vías se realizarán diferentes pruebas de posición y verificación de balizas de referencia y posición para confirmar cada punto en la línea y que los trenes sean bien controlados a través de la comunicación del sistema de radiofrecuencia LTE.

Al terminar ambas secciones se deberá de hacer la integración completa en conjunto con los puestos de operación locales (Observatorio, Pantitlán, Taller Zaragoza y los dos Puestos de Control Central, el principal y el de respaldo e integrando cada uno de los sistemas que están con interface con el CBTC, por ejemplo, SAM entre otros más.

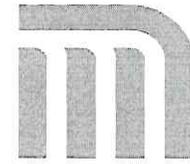
4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL (CBTC)

Descripción de las Actividades

1 Fase de Diseño

En este Diseño comprende el desarrollo desde el concepto básico para cada uno de los sistemas a integrar en el Proyecto como se describe en este documento.

Se tendrán que recibir diferentes informaciones de las vías, cambiavías, gálibos, curvas, condiciones de aislamiento, sistema de tierra física para elementos instalados en vías, cuartos técnicos, ventilación, acceso correcto para el cableado, alimentación para la UPS desde la acometida de la transferencia para que el los gabinetes de distribución siempre estén alimentados ya sea por el bus de preferencia o de emergencia y el material rodante, características de espacios en cabinas, en salón de pasajeros y bajos bastidor del tren para los NM16 y para los trenes nuevos a construir por CRRC para el buen desarrollo de diseño básico y de ser posible adelantar el detallado.



La ingeniería comprenderá todo el desarrollo de la documentación, empezando por las especificaciones de cada uno de los sistemas principales de control, como cada uno de los elementos a instalar en cuartos técnicos como en vías. Realización de instructivos y guías de instalación y montaje, así como planos y diagramas para la aprobación del STC e iniciar con la ingeniería de hardware y software de cada sistema.

2 Fase de Ingeniería

En esta fase se continúa desarrollando parte de la información ya aprobada en términos del Contrato PPS, se comienza con los cálculos finales para determinar la fabricación y compra de todo el hardware y se termina con los diagramas de conexión para posteriormente su instalación en cada sitio final.

También se desarrolla parte del software de los enclavamientos y controladores de objetos, la lógica de control de tráfico y seguridad del sistema, la comunicación de estos incluyendo la integración con el sistema LTE.

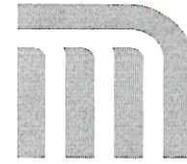
También se desarrolla el software de cada uno de los sistemas de visualización para los puestos locales de operación y los puestos de control central y el enlace o interfaz entre ellos para la comunicación de todo el sistema CBTC.

3 Fase de Pruebas en Fábrica

Una vez terminada toda la ingeniería de hardware y software se inicia con la integración de algunos de estos elementos de control en fábrica para la realización y visita a fábrica por parte del personal de STC para que atestigüe los equipos ya montados en gabinete y el desarrollo del software para cada uno de los sistemas de visualización para el control de tráfico y seguridad del sistema CBTC.

4 Fase de Manufactura y Entrega de Equipos

Para las pruebas en fábrica se toman los primeros elementos fabricados y posteriormente se continúa con la manufactura de resto de sistemas y elementos para el envío de estos a la Ciudad de México, nuestro departamento de logística en conjunto con CRRC se dedican a programar cada uno de los envíos necesarios en el proyecto



5 Fase de Instalación de la Sección 1: Pantitlan – Isabel La Católica

5.1.1.1 Pruebas de Vía en Talleres de Zaragoza

Instalación de elementos en vías, señales, balizas, circuitos de vías, conexión eléctrica de motores cambiavías y comprobadores de agujas, tendido del cableado principal, auxiliar y cajas de conexiones; así como también los gabinetes de UPS, baterías, distribución de energía, comunicación ATS, circuitos de vías, control de elementos, cerebros principales de comunicación y control, racks de distribución de cables entre otros mas. Colocación de las Workstation para su visualización y control del sistema.

5.1.1.2 Puesto de Control Central Sección 1: Pantitlan – Isabel La Católica

Se instalarán los gabinetes de comunicación ATS en el cuarto de control para la comunicación de las workstations de visualización, diagnostico, programación de horarios, grabación y reproducción, archivo entre otros sistemas más, así como también la adaptación de la UPS, baterías, distribución de energía, para la alimentación de los equipos en este sitio

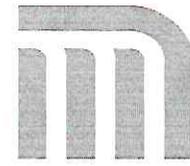
5.1.1.3 Instalación dentro de Cuartos de Control Sección 1: Pantitlan – Isabel La Católica

Instalación y colocación de gabinetes de UPS, baterías, distribución de energía, comunicación ATS, circuitos de vías, control de elementos, cerebros principales de comunicación y control, racks de distribución de cables entre otros mas. Colocación de las Workstation para su visualización y control del sistema en los puestos de operación local

5.1.1.4 Instalación en Vía Sección 1: Pantitlan – Isabel La Católica

Instalación de elementos en vías, señales, balizas, circuitos de vías, conexión eléctrica de motores cambiavías y comprobadores de agujas, tendido del cableado principal, auxiliar y cajas de conexiones, colocación de pulsadores en estaciones incluyendo su cableado

6 Fase de Instalacion de la Sección 2 Isabel La Católica – Observatorio



6.1.1.1 Depósito Talleres de Zaragoza Sección 2: Isabel La Católica - Observatorio

Instalación de elementos en vías, señales, balizas, circuitos de vías, conexión eléctrica de motores cambiavías y comprobadores de agujas, tendido del cableado principal, auxiliar y cajas de conexiones; así como también los gabinetes de UPS, baterías, distribución de energía, comunicación ATS, circuitos de vías, control de elementos, cerebros principales de comunicación y control, racks de distribución de cables entre otros más. Colocación de las Workstation para su visualización y control del sistema

6.1.1.2 Puesto de Control Central de Respaldo Sección 2: Isabel La Católica - Observatorio

Se instalarán los gabinetes de comunicación ATS en el cuarto de control para la comunicación de las workstations de visualización, diagnóstico, programación de horarios, grabación y reproducción, archivo entre otros sistemas más, así como también la adaptación de la UPS, baterías, distribución de energía, para la alimentación de los equipos en este sitio.

6.1.1.3 Instalación dentro de Cuartos de Control Sección 2: Isabel La Católica - Observatorio

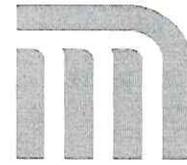
Instalación y colocación de gabinetes de UPS, baterías, distribución de energía, comunicación ATS, circuitos de vías, control de elementos, cerebros principales de comunicación y control, racks de distribución de cables entre otros más. Colocación de las Workstation para su visualización y control del sistema en los puestos de operación local

6.1.1.4 Instalación en Vía Sección 2: Isabel La Católica - Observatorio

Instalación de elementos en vías, señales, balizas, circuitos de vías, conexión eléctrica de motores cambiavías y comprobadores de agujas, tendido del cableado principal, auxiliar y cajas de conexiones, colocación de pulsadores en estaciones incluyendo su cableado

7 Fase de Pruebas y Puesta en Marcha.

Comprobación de todo el cableado, verificando continuidad y aislamiento en cada uno



de ellos desde el cuarto de control hasta cada elemento instalado en vías y en estaciones. Se deberá hacer un reporte de estas pruebas, certificando que todo está en condiciones correctas para operar.

Como condición imprescindible para la ejecución de esta Fase, se solicitará al proveedor de energía de cada sitio; que la alimentación eléctrica ya esté disponible para cada sitio y que ya sea la definitiva, esto con el fin de poner en marcha las UPS y que los bancos de baterías se mantengan en su voltaje de igualación; así como también ir verificando alimentación de cada gabinete desde los distribuidores de energía.

Una vez energizados todos los tableros de comunicación y control, se inicia con la carga de software en los diferentes equipos importantes en el sistema, con esto se empieza a establecer la comunicación entre los equipos.

Se inicia con la puesta en servicio y ajustes de los circuitos de vías, verificando que con el software de puesta en marcha todo nos indique bien de acuerdo a las tolerancias de ajuste del mismo equipo.

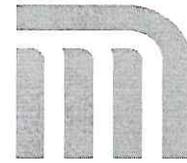
Una vez concluida la puesta en marcha y ajuste de los circuitos de vías, se ajustan las balizas de referencia y posición en la vía de acuerdo con los puntos kilométricos de instalación y se comprueba que estas estén operando correctamente.

Posteriormente se realizarán pruebas con las señales de control de tráfico, verificar los aspectos según la ocupación de vías y los mandos desde las Workstation de operación en los enclavamientos principales y en el Puesto de Control Central.

Y por último los movimientos de los cambiavías en presencia del proveedor de vías para confirmar su buen funcionamiento, estas pruebas se realizarán también desde las Workstation de operación en los enclavamientos principales y en el Puesto de Control Central.

Una vez concluida cada sección (1ª etapa y 2ª etapa) es importante hacer pruebas de posicionamiento de los trenes y que la comunicación a través de la red de comunicación LTE los trenes se puedan controlar sin ningún problema operativo.

Todo este proceso de pruebas y comprobación del sistema y su operación deberá ser aprobado por un asesor de seguridad calificado, el cual el Prestador le dará la evidencia de que los equipos y el software es seguro para los trenes y para los usuarios principalmente.

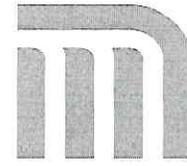


5 LISTAS

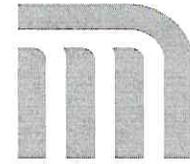
Lista de abreviaturas

En el presente documento se usan las abreviaturas siguientes.

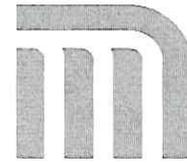
Abreviatura	Significado
ACM	Módulo contador de ejes (<i>Axle Counter Module</i>)
AP	Punto de acceso (<i>Access Point</i>)
AR	Inversión automática (<i>Automatic Reversal</i>)
ARS	Establecimiento automático de itinerarios (<i>Automatic Route Setting</i>)
ATC	Control automático de trenes (<i>Automatic Train Control</i>)
ATO	Conducción automática de trenes (<i>Automatic Train Operation</i>)
ATP	Protección automática de trenes (<i>Automatic Train Protection</i>)
ATS	Supervisión automática de trenes (<i>Automatic Train Supervision</i>)
ATT	Seguimiento automático de trenes (<i>Automatic Train Tracking</i>)
CBTC	Control de trenes basado en comunicaciones (<i>Communication-Based Train Control</i>)
CENELEC	Comite europeen de normalisation électrotechnique
CESB	Botón de parada de emergencia central (<i>Central Emergency Stop Button</i>)
CSR	Router del sistema central (<i>Central System Router</i>)
ESP	Pulsador de parada de emergencia (<i>Emergency Stop Plunger</i>)
ETCS	Sistema europeo de control de trenes (<i>European Train Control System</i>)
FAM	Modo totalmente automático (<i>Fully Automatic Mode</i>)
GUI	Interface gráfico de usuario (<i>Graphical User Interface</i>)
HMI	Interface hombre-máquina (<i>Human-Machine Interface</i>)
ID	Identificador
IP	Protocolo Internet (RFC791); grado de protección (International Protection)
ITC	Modo de control intermitente de trenes (<i>Intermittent Train Control</i>)
JMS	Servicio de mensajes Java (<i>Java Message Service</i>)
IXL	Interbloqueo
LAN	Red de área local (<i>Local Area Network</i>)



LED	Diodo emisor de luz (<i>Light-Emitting Diode</i>)
LOW	Puesto de mando local (<i>Local Operator Workplace</i>)
MA	Autorización de marcha (<i>Movement Authority</i>)
NMS	Sistema de administración de redes (<i>Network Management System</i>)
OBCU	Unidad de control embarcada (<i>On-Board Control Unit</i>)
OBCU_ATO	Componente ATO de OBCU
OBCU_ATO / ITF	Componente ATO/ITF de OBCU
OBCU_ATP	Componente ATP de OBCU
OCC	Puesto central de control (<i>Operations Control Centre</i>)
OSP	Punto de parada operativo (<i>Operational Stopping Point</i>)
PDI	Interface de datos de proceso (<i>Process Data Interface</i>)
PIS	Sistema de información a pasajeros (embarcado) (<i>Passenger Information System</i>)
POP	Punto de protección (<i>Point Of Protection</i>)
PSD	Puertas de andén (<i>Platform Screen Doors</i>)
R&P	Grabación y reproducción (<i>Record & Playback</i>)
RAMS	Confiablez, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (<i>Reliability, Availability, Maintainability and Safety</i>)
RB	Red troncal de radio (<i>Radio Backbone</i>)
RCS	Sistema de comunicación por radio (<i>Radio Communication System</i>)
RM	Modo de funcionamiento de tren restringido (<i>Restricted train operating Mode</i>)
RST	Material rodante (<i>Rolling Stock</i>)
SOAP	Simple Object Access Protocol
S&D	Sistema de información de servicio y diagnóstico (<i>Service information and Diagnostic system</i>)
SM	Modo de funcionamiento de tren supervisado (<i>Supervised train operating Mode</i>)
TCM	Módulo de circuito de vía (<i>Track Circuit Module</i>)
TDB	Base de datos de vías (<i>Track DataBase</i>)
TMS	Sistema de gestión del tren (<i>Train Management System</i>)



TSR	Restricción temporal de velocidad (<i>Temporary Speed Restriction</i>)
TTP	Procesador de horarios (<i>TimeTable Processor</i>)
TTS	Servidor de base de datos de trenes y vías (<i>Train and Track database Server</i>)
TU	Unidad de tren (<i>Train Unit</i>)
TVD	Detección de ocupación de vías (<i>Track Vacancy Detection</i>)
WCN	Red de comunicación fija (<i>Wayside Communication Network</i>)
WCU	Unidad de control fija (<i>Wayside Control Unit</i>)
WCU_ATP	Componente ATP de WCU
WCU_TTS	Componente TTS de WCU



ANEXO

CALENDARIO DE TRENES NM16 PARA INICIO DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS
EMBARCADOS DE CBTC

Número de NM16	Fecha Programada de Inicio de Instalación de Equipo Embarcado de CBTC*
1	3 de agosto de 2022
2	7 de septiembre de 2022
3	7 de septiembre de 2022
4	7 de septiembre de 2022
5	6 de octubre de 2022
6	6 de octubre de 2022
7	6 de octubre de 2022
8	7 de noviembre de 2022
9	7 de noviembre de 2022
10	7 de noviembre de 2022

*Las fechas programadas podrán retrasarse a solicitud del Prestador, lo cual deberá ser solicitado al STC al menos con 5 (cinco) Días Hábiles de anticipación a la fecha programada conforme a la tabla anterior; en el entendido que el retraso en el inicio de la instalación, no modificará la fecha en que los Trenes NM16 deben operar con CBTC, de conformidad con lo previsto en los Anexos 3 y 9.