

# **PROYECTO FERROCARRIL CENTRAL**

## **Anexo M - Sistema de Señalización y Sistema Centralizado de Control de Tráfico**

**Noviembre 2017**

## INDEX

1	Requerimientos generales .....	5
1.1	Normas y Especificaciones .....	5
1.1.1	Normas Generales.....	5
1.1.2	Normas Técnicas.....	5
1.2	Mejora del Sistema de Señalización .....	5
1.3	Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS).....	5
1.4	Verificación y Validación de la Seguridad .....	6
1.5	Condiciones Climáticas .....	6
1.6	Compatibilidad Electromagnética (EMC) .....	6
1.7	Suministro de Energía Eléctrica .....	7
1.8	General.....	7
1.9	Cronograma e implementación del Proyecto Ferrocarril Central.....	8
1.10	Diseño.....	9
1.10.1	Diseño detallado.....	9
1.11	Testeo de Aceptación de Fábrica (TAF) .....	10
1.12	Instalación y suministro .....	11
1.13	Testeo de Aceptación del Sistema (TAS) .....	11
1.13.1	Testeos de instalación / Inspección en sitio .....	11
1.13.2	Testeos de Funcionamiento .....	12
1.13.3	Testeo de Integración del Sistema (TIS).....	12
1.14	Finalización Parcial Provisoria (FPP).....	12
1.15	Periodo de Notificación de Defectos (PND) y Finalización Provisoria (FP).....	12
1.16	Entrega y revisión de documentos y planos.....	13
1.16.1	Evaluación del Organismo Notificado (NoBo).....	13
1.16.2	Evaluación independiente de seguridad .....	13
1.17	Recorridos de Prueba.....	14
1.18	Certificado de Finalización (CdF).....	14
1.19	Capacitación.....	14
1.19.1	General .....	14
1.19.2	Herramientas y Equipamiento de Capacitación .....	15
1.19.3	Capacitación en Administración .....	15
1.19.4	Capacitación para la Operación del Sistema .....	16
1.19.5	Capacitación del equipo de mantenimiento .....	16
1.20	Mantenimiento .....	16
1.21	Aprobación operativa.....	17
2	Especificaciones de operación.....	17
2.1	Infraestructura.....	17
2.2	Reglas operativas.....	17
2.2.1	Despacho y Control .....	17
2.3	Requerimientos operativos.....	18

2.3.1	Sistema de Señalización incluyendo Sistema de Control Automático del Tren (ATP) .....	18
2.3.2	Centro de Control de Tráfico - Montevideo .....	18
2.3.3	Operador del CTC .....	18
2.3.4	Supervisor de tráfico del CTC .....	19
2.3.5	Control local del CBI .....	19
2.3.6	Diagnóstico y Servicio de Mantenimiento del Sistema .....	19
2.3.7	Estaciones de trabajo para administración del CBI .....	19
2.3.8	Sistema de bloqueo .....	19
2.3.9	División de las secciones de bloqueo .....	20
2.3.10	Protección automática de tren .....	20
2.3.11	Señalización en Cabina .....	20
2.3.12	Curvas de frenado .....	21
2.3.13	Valores nacionales ETCS (NV) .....	21
2.3.14	Señales de vía .....	21
2.3.15	Operación de los puntos de desvío .....	21
2.3.16	Control de la posición del punto de desvío .....	21
2.3.17	Operación individual de los puntos de desvío .....	21
2.3.18	Talaneo de los puntos de desvío .....	21
2.3.19	Aparatos eléctricos de desvío .....	22
2.3.20	Tranca/destranca de los puntos de desvío .....	22
2.3.21	Numeración Automática de Tren and Configuración de Rutas .....	22
2.3.22	Bloqueo/desbloqueo de secciones .....	22
2.3.23	Pasos a nivel .....	22
2.3.24	Mantenimiento .....	23
2.3.25	Operación de Tren .....	23
2.3.26	Operaciones de maniobra .....	23
2.3.27	Permiso de operación local .....	23
2.3.28	Operación de tranca por llave .....	23
2.3.29	Puntos de desvío .....	23
2.3.30	Áreas de maniobra protegidas especialmente .....	24
2.3.31	Placas de los límites de maniobra .....	24
2.3.32	Marca de congestión .....	24
2.3.33	Sistema de registro de eventos .....	24
2.3.34	Grabación de Teléfono/Radio .....	24
2.3.35	Manual de Reglas Operativas .....	24

### Abreviaturas

ATP	Sistema de Control Automático del Tren (Automatic Train Control System)
CBI	Enclavamiento Computarizado (Computer Based Interlocking)
CdF	Certificado de Finalización
CFP	Certificado de Finalización Provisoria
CPFP	Certificado Provisorio de Finalización Parcial
CTC	Sistema Centralizado de Control de Tráfico (Centralized Traffic Control System)
EMC	Compatibilidad Electromagnética (Electromagnetic Compatibility)
ERF	Especificación de Requerimientos de Funcionamiento
ERS	Especificación de Requerimientos de Sistemas y Subsistemas (System and Subsystem Requirement Specification)
ERSS	Especificación de Requerimientos de Sistemas de Seguridad (System Safety Requirement Specification)
ETCS	Sistema Europeo de Control de Trenes (European Train Control System)
FPP	Finalización Parcial Provisoria
HABD	Detector de Ejes Calientes (Hot Axle Box Detector)
HMI	Interfaz hombre máquina (Human Machine Interface)
ISA	Asesor Independiente de Seguridad (Independent Safety Assessor)
NoBo	Organismo Notificado (Notified Body)
OTN	Red Óptica de Transporte (Optical Transport Network)
PND	Período de Notificación de Defectos
RAMS	Confiabledad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (Reliability, Availability, Maintainability and Safety)
S&D	Servicio y Diagnóstico (Service and Diagnosis)
SdP	Solicitud de Propuesta
SIL	Nivel Integral de Seguridad (Safety Integrity Level)

# 1 REQUERIMIENTOS GENERALES

## 1.1 Normas y Especificaciones

### 1.1.1 Normas Generales

El Proyecto Ferrocarril Central deberá ser llevado a cabo de acuerdo a las últimas ediciones a la fecha de ejecución de las siguientes normas generales (y modificaciones):

UIC	International Union of Railways
CEN	Centre European de Normalisation
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electrotechnical Commission
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
DIN	Deutsche Industrie Normen

**Tabla 1: Normas Generales**

En el caso que las normas detalladas más arriba sean menos restrictivas que las Especificaciones Técnicas detalladas en el Anexo B, se deberá ajustarse a estas Especificaciones Técnicas. Con el objetivo de resolver situaciones particulares el Administrador de la Infraestructura podrá recurrir a la utilización de otros estándares de reconocimiento internacional.

### 1.1.2 Normas Técnicas

Las normas técnicas correspondientes que aplican a este proyecto se listan en el Apéndice B - Especificaciones Técnicas. Las normas de un Proveedor del Sistema serán aceptadas sólo si sus requerimientos fueran iguales o superiores a los de las normas detalladas en el Apéndice B - Especificaciones Técnicas.

## 1.2 Mejora del Sistema de Señalización

Los sistemas de señalización y telecomunicaciones deben cumplir con los requerimientos y limitaciones de velocidad para cada tramo de la vía y deberán ser mejorados para la nueva infraestructura permitiendo las máximas velocidades requeridas.

## 1.3 Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS)

El Proveedor del Sistema deberá llevar a cabo el proyecto de acuerdo a las especificaciones RAMS Ferroviarias definidas en EN 50126. El responsable por la ejecución de las tareas RAMS según las especificaciones será el contratista del proyecto Ferrocarril Central

El contratista deberá presentar en su oferta los valores de todos los parámetros RAMS de los sistemas y subsistemas a utilizar, según lo especificado en EN 50126. Estos valores RAMS deberán cumplir con los objetivos del servicio ferroviario como se detalla en el Apéndice B – Especificaciones Técnicas. El Administrador de la Infraestructura designará un auditor externo para verificar los valores de los parámetros RAMS y su cumplimiento con las especificaciones del proyecto. Si dicho Auditor no validara los valores de los parámetros RAMS, estos valores deberán ser revisados a los efectos de satisfacer las exigencias del Administrador de la Infraestructura.

El Sistema de Señalización en su totalidad, incluyendo todos los subsistemas de señalización, deberán ser basados en los principios a prueba de fallas (*fail-safe*). El Sistema de Señalización no deberá fallar en situaciones de peligro y el funcionamiento a prueba de falla no se deberá ver afectado en caso de lecturas o situaciones irregulares. Los niveles SIL de seguridad integral del sistema (de acuerdo con EN 50129) se detallan en el Apéndice B – Especificaciones Técnicas.

## 1.4 Verificación y Validación de la Seguridad

Todos los subsistemas deberán ser diseñados, desarrollados, testeados y aprobados/habilitados de acuerdo a las normas ferroviarias CENELEC/ISO/IEC. El Proveedor del Sistema deberá presentar referencias de satisfacción, validación y verificación por parte de organizaciones acreditadas en proyectos previos que haya ejecutado exitosamente. Quien provea el sistema al Contratista deberá detallar referencias de proyectos similares donde los mismos subsistemas hayan sido utilizados, que provea información específica de cada uno respecto de: país o países de implementación, tiempo en servicio, disponibilidad del sistema, esquemas, estándares aplicados y tasas de riesgo.

El proceso de aprobación del Sistema de Señalización deberá ser un proceso estandarizado reconocido mutuamente, el cual deberá estar basado en CENELEC o un proceso de aprobación aceptado globalmente (ISO/IEC).

Como mínimo para la aprobación previa al comienzo del servicio a brindar por el Proveedor del Sistema al Contratista, se requerirá proveer:

- Un caso de seguridad provisto anteriormente por el Proveedor del Sistema, evaluado y aprobado luego de una inspección por una organización asesora de seguridad acreditada por IEC/ISO 17020:2012; y
- Un informe de finalización, detallando riesgos y asegurando que todas las funcionalidades y requerimientos de seguridad del proyecto fueron alcanzados.

## 1.5 Condiciones Climáticas

Se deberá solicitar al Proveedor del Sistema que utilice niveles de protección adecuados para las condiciones climáticas de Uruguay (p.ej.: lluvias copiosas y tormentas) en todos los componentes del sistema de acuerdo a EN 60529.

Todo el material y el equipamiento deberá ser apto para operar en las siguientes condiciones climáticas:

- Clima: húmedo subtropical;
- Temperatura:
  - Interior: 0°C a +55°C
  - Exterior: -10°C a +70°C
- Humedad relativa: 95%.

De ser necesario, el Contratista deberá instalar un sistema de control para temperatura en el recinto donde se encuentre el equipamiento del sistema.

## 1.6 Compatibilidad Electromagnética (EMC)

Todos los sistemas instalados deberán estar protegidos adecuadamente contra cualquier interferencia electromagnética posible conocida. Las medidas precisas para alcanzar esta compatibilidad deberán cubrir tanto a las personas como al equipamiento e instalaciones que requieran protección.

El equipamiento vital interior (p.ej.: racks del CBI, etc.) podrá ser instalado con o sin aterrar, de acuerdo a la recomendación del fabricante. Este equipamiento interior de señalización deberá ser instalado en una sala separada con o sin tierra y con piso elevado (piso falso). Todo el equipamiento instalado sin aterrar deberá ser monitoreado por un monitor de nivel de aislación.

Todo equipamiento interior no-vital (p.ej.: equipos de alimentación eléctrica y equipos de telecomunicaciones) deberá ser aterrado.

El diseño de la puesta a tierra deberá tener en cuenta tanto los nuevos sistemas a ser instalados, como los sistemas existentes que puedan ser afectados. El Proveedor del Sistema será responsable de instalar una puesta a tierra adecuada para todo el equipamiento que lo necesite.

Todos los sistemas a ser instalados deberán estar protegidos contra descargas atmosféricas. Este sistema de protección contra descargas atmosféricas deberá ser un sistema común que comprenda los nuevos sistemas de señalización y telecomunicaciones a ser instalados, así como las instalaciones existentes que puedan ser afectadas, y que cuente con una sola puesta a tierra común.

Todos los sistemas instalados y diseñados deberán cumplir con los requerimientos establecidos en el Reglamento de Baja Tensión de UTE.

## 1.7 Suministro de Energía Eléctrica

Los requerimientos eléctricos del Proyecto Ferrocarril Central incluyen suministro de energía para los aparatos de vía, los sistemas de señalización y la iluminación de los desvíos. Dada la posibilidad de falta de suministro, el Sistema de Señalización y los sistemas del Centro de Control de Tráfico deberán contar con equipos de respaldo energético, como baterías, sistemas de UPS o generadores a combustión, de acuerdo a lo detallado en el Apéndice B (Especificaciones Técnicas).

Por propósitos de mantenimiento, todos los desvíos controlados deberán contar con iluminación artificial de acuerdo a lo especificado en el Apéndice B (Especificaciones Técnicas).

# 2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE SEÑALIZACIÓN

## 2.1 General

El Contratista deberá diseñar, adquirir, proveer, instalar, testear y entregar el Sistema de Señalización requerido. El alcance de los trabajos para señalización incluye la ejecución de todos los trabajos necesarios para crear una vía férrea funcional, segura y de alta disponibilidad.

Luego de la emisión del Certificado de Finalización (CdF), el Contratista deberá prestar el servicio de mantenimiento del sistema de acuerdo a lo detallado en el Apéndice C (Estándares de Mantenimiento).

El Proyecto Ferrocarril Central incluye el suministro de:

- un nuevo sistema de enclavamiento para control de las estaciones y secciones de bloqueo automáticas a lo largo del tramo de vía relativo al proyecto (Montevideo-Paso de los Toros);
- un Sistema de Control Automático del Tren (ATP) (ETCS Nivel 1, como mínimo) a lo largo de todo el tramo de vía relativo al proyecto;
- un nuevo y mejorado sistema automático de protección de pasos a nivel;
- sistema Detector de Ejes Calientes (HABD);
- equipamiento para mejorar o reemplazar, y extender el sistema de telecomunicaciones existente necesario para la operación de la vía, incluyendo:
  - un sistema de monitoreo para instalaciones remotas (CBI, pasos a nivel, etc.); y
  - un nuevo sistema de transmisión de datos;
- los suministros energéticos redundantes necesarios para obtener una alimentación de energía eléctrica confiable en el Sistema de Señalización y sus subsistemas, incluyendo:
  - conexión de la alimentación energética principal desde la red de UTE;
  - UPS controladas remotamente (SCADA de potencia); and
  - generadores a combustión como respaldo redundante (solamente en áreas rurales);
- cableado para las instalaciones de señalización, telecomunicaciones y suministro energético incluyendo sus canalizaciones, tubos y cruces;
- obras civiles vinculadas incluyendo, pero no limitadas a:

- renovación de salas, incluyendo sistemas o diseños para control de temperatura del CTC y los recintos de control local;
- instalación de nuevos contenedores;
- construcción de muro protector u otro sistema de protección;
- puesta a tierra de las instalaciones técnicas;
- modificación de los pasos a nivel;
- instalación de canalizaciones, tubos y registros;
- cimientos para aparatos de señales y cabinas, y otras instalaciones técnicas;
- todos los documentos correspondientes (incluyendo documentos de diseño, operación, manuales de mantenimiento y certificados de niveles integrales de seguridad SIL);
- autorizaciones y permisos necesarios por parte de UTE y otros organismos reguladores;
- herramientas y repuestos necesarios para todas las instalaciones;
- contrato de servicio de mantenimiento integral del sistema y del suministro de energía, incluyendo el suministro de repuestos.

El Proveedor del Sistema deberá proveer todos los sistemas de acuerdo a los requerimientos detallados en el Apéndice B (Especificaciones Técnicas) y en el Alcance del Proyecto y todos los documentos relacionados. Cuando se requiera, se deberán proveer documentos técnicos o de proyecto para revisión por parte de la autoridad competente de acuerdo las regulaciones nacionales.

El contratista deberá emitir una declaración de cumplimiento confirmando que el sistema propuesto cumple todos los requerimientos de señalización como se definen en los pliegos.

Se aconseja que el Contratista visite el lugar de las obras a realizarse en el Proyecto Ferrocarril Central con el fin de realizar un análisis detallado y recolectar cualquier información que pueda haberse omitido en los pliegos. El Administrador de la Infraestructura deberá ofrecer su colaboración para facilitar esta visita. La falta de información en la propuesta presentada por el Contratista no lo exime de su obligación sobre los requerimientos detallados en los pliegos.

**(Opcional)** El Contratista podrá proponer como Opcional para el sistema de señalización en la zona metropolitana (Montevideo - Progreso) un Sistema de Control Automático de Tren (ATP) ETCS Nivel 2, sin señalización de vía, debiendo proveer el diseño detallado y las modificaciones a los costos que esta opción implique.

## 2.2 Cronograma e implementación del Proyecto Ferrocarril Central

El contratista deberá presentar un Plan de Implementación del Proyecto incluyendo un cuadro organizativo y un cronograma para los trabajos de señalización.

El cuadro organizativo del proyecto deberá indicar todas las responsabilidades y roles para la ejecución del Proyecto Ferrocarril Central; la entidad que deberá tomar cada rol (p.ej.: expertos designados, subcontratistas, etc.); y la ubicación donde se pretende realizar los trabajos (p.ej.: en el lugar, en Uruguay, en la planta del contratista, etc.).

El contratista deberá presentar, conjuntamente con el Plan de Implementación del Proyecto, un cronograma indicando cómo cumplirá con los aspectos de señalización del Proyecto, detallando todos los períodos de tiempo, fechas críticas e hitos, incluyendo:

- la fase inicial del Proyecto;
- la fase de diseño;
- ingeniería y fabricación;
- testeos de aceptación en fábrica (FAT);
- preparación del terreno y obras civiles relacionadas;
- suministro e instalación de los equipos de señalización, telecomunicaciones y suministro de energía;
- validación del sistema (tiempo para aprobación del nuevo Sistema de Señalización en Uruguay);
- testeos, puesta en marcha y aceptación del sistema (incluyendo testeos de instalación, testeos de funcionamiento, testeos de integración, verificación de la seguridad, calificación de la seguridad, y



el proceso de migración entre el sistema existente y el nuevo sistema) y la finalización del Proyecto;

- mantenimiento;
- programas de capacitación.

El cronograma detallado del proyecto deberá indicar, para cada subsección, el período de tiempo respectivo y las fechas críticas, y el período de tiempo total del Proyecto. El cronograma deberá ser actualizado regularmente y presentado con el reporte mensual de avance, o en cualquier otro momento que el Administrador de la Infraestructura lo requiera durante la implementación del Proyecto, comenzando en la fecha de firma del Contrato del Proyecto Ferrocarril Central y hasta la fecha que el Certificado de Finalización sea emitido.

## 2.3 Diseño

El Contratista deberá proveer el diseño completo de todos los aspectos relativos a la señalización para el Proyecto Ferrocarril Central (a saber, el "Diseño"). Este diseño deberá ser realizado basándose en la documentación de pre-ingeniería: Alcance del Proyecto Ferroviario y sus Apéndices A hasta O.

El diseño deberá incluir: (i) un Diseño detallado, y (ii) Planos de Construcción.

### 2.3.1 Diseño detallado

El Proveedor del Sistema deberá llevar a cabo el diseño detallado del sistema y todos los subsistemas relacionados.

El diseño detallado deberá estar basado en la Especificación de Requerimientos de Funcionamiento (ERF), en la Especificación de Requerimientos de Sistemas y Subsistemas (ERS) y en la Especificación de Requerimientos de Sistemas de Seguridad (ERSS).

El Proveedor del Sistema deberá entregar y justificar la ERF, la ERS y la ERSS. Las entregas deberán ser aceptadas de mutuo acuerdo por el Administrador de la Infraestructura, el Contratista y el Proveedor del Sistema.

El diseño detallado deberá proveer suficientes detalles de cada subsistema, incluyendo esquemas y planos de instalación.

La documentación del diseño detallado estará sujeta a revisión por parte del Administrador de la Infraestructura, y deberá incluir lo siguiente:

- una descripción detallada de los trabajos de señalización, telecomunicaciones, suministro de energía y obras civiles relacionadas, incluyendo definiciones técnicas e interfaces operativas entre los distintos sistemas nuevos y existentes;
- para los trabajos de señalización:
  - el tipo, las cantidades y la localización del equipamiento existente y de las instalaciones necesarias para la operación;
  - determinaciones de la sustitución de componentes viejos por nuevos, de ser necesario;
  - diagrama de señalización a escala, incluyendo gradientes y todo el equipamiento de vía existente y del nuevo diseño, con su respectivo kilometraje;
  - una tabla detallada de las señales que contenga información de cada señal (p.ej.: tipo de señal, localización de la señal, placa, indicadores, etc.);
  - una tabla detallada de las señales y equipamiento de vía retirados que no serán reutilizados en el nuevo sistema;
  - una tabla detallada de los desvíos conteniendo información sobre cada uno y sobre sus aparatos de vía;
  - un cuadro de enclavamientos;
  - una planificación del cableado exterior con sus respectivas escalas;
  - disposición del equipamiento interior;
  - diagrama del centro destinado al CTC;

- una tabla detallada del nuevo equipamiento a ser utilizado para el CTC, describiendo cada componente principal;
- disposición de la sala de operaciones del CTC y de operadores de control local;
- instalaciones de vía ETCS;
- configuración de hardware;
- configuración de software;
- manuales de operación para el CTC y para los puestos de trabajo de los control locales;
- planos conteniendo las conexiones a todo el equipamiento exterior;
- para los trabajos de telecomunicaciones, planos, cálculos y manuales respecto de:
  - instalación de los sistemas de monitoreo para instalaciones remotas;
  - instalación del nuevo sistema de transmisión de datos;
  - planos conteniendo las conexiones a todo el equipamiento exterior;
- cálculos de requerimientos de energía eléctrica y planos de los sistemas de respaldo de energía eléctrica para un suministro confiable al nuevo Sistema de Señalización, incluyendo:
  - cálculos de potencia requerida para cada carga, por sección de vía;
  - suministro energético desde la red de distribución de UTE, si aplica;
  - configuración del generador a combustión incluyendo sus instalaciones (tanque, controlador, etc.), si aplica;
  - detalle de las UPS, incluyendo baterías;
  - sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado;
  - cableados;
  - puestas a tierra y protección contra descargas atmosféricas;
  - iluminación de desvíos;
  - planos y descripciones detallando la conexión a la red de distribución de UTE;
- planos y cálculos de las obras civiles vinculadas (p.ej.: cálculos estáticos):
  - renovación de las salas actuales de CTC, de ser necesaria;
  - renovación de las salas de trabajo para operación local;
  - nuevo contenedor o cabina para el equipamiento de telecomunicaciones y señalización;
- planos de instalación;
- Documentos de Interface detallados que describan en detalle las interfaces entre sistemas;
- hojas de testeo;
- manuales de mantenimiento para el personal de mantenimiento;
- lista de herramientas, herramientas especiales y repuestos;
- cualquier otra documentación necesaria para operación y mantenimiento;
- Planos de Construcción para todo el sistema y sus subsistemas.

De acuerdo a RAMS, el Proveedor del Sistema deberá proveer:

- estimación del costo de ciclo de vida para cada subsistema, donde se deberá indicar el tiempo medio de vida en servicio para cada sistema/subsistema/componente;
- información detallada de la ingeniería para la valoración del nivel SIL y su cumplimiento.

## 2.4 Testeo de Aceptación de Fábrica (TAF)

Finalizado el proceso de fabricación, deberá ser llevado a cabo un Testeo de Aceptación de Fabrica del material con el fin de corroborar la correcta finalización del hardware y del software, y garantizar la calidad del producto final. El TAF deberá demostrar y verificar que tanto el hardware como el software de los sistemas de señalización y telecomunicaciones cumplen:

- las especificaciones técnicas y generales del sistema;
- el diseño detallado aprobado del sistema.

El TAF deberá ser llevado a cabo en las instalaciones del fabricante del Proveedor del Sistema.

El Proveedor del Sistema deberá confeccionar una agenda de TAF donde se especifique el tipo de testeos que se realizarán, el orden en que se realizarán y los resultados esperados. Esta agenda de TAF deberá acordarse con el Administrador de la Infraestructura previo a la ejecución del TAF.

El Proveedor del Sistema deberá enviar una carta de invitación al Administrador de la Infraestructura y sus consultores con anticipación suficiente, y en cualquier caso con un mínimo de un (1) mes de anticipación para presenciar el TAF.

Luego de completar exitosamente el TAF se deberá emitir un certificado firmado por el/los agente/s de inspección correspondiente.

## **2.5 Instalación y suministro**

Se recomienda que el empaque, el envío y el almacenamiento del equipamiento a ser entregado sea responsabilidad del/los Proveedor/es del Sistema.

Al momento de recibir el envío, el Administrador de la Infraestructura (o sus consultores) deberán realizar una inspección de los materiales para aprobar la entrega. Si los materiales cumplen con los requerimientos preestablecidos, un certificado firmado por el/los agente/s de inspección deberá ser emitido.

Los requerimientos respecto de la instalación de los subsistemas individuales se especifican en el Apéndice B (Especificaciones Técnicas) y en los manuales de instalación del Proveedor del Sistema.

## **2.6 Testeo de Aceptación del Sistema (TAS)**

El Testeo de Aceptación del Sistema deberá ser llevado a cabo por los consultores del Administrador de la Infraestructura conjuntamente con el Contratista, como parte de la fase de puesta en marcha del sistema, en cada sección de la vía.

El TAS deberá demostrar y verificar que los sistemas de señalización, telecomunicaciones y suministro de energía (tanto en hardware y como en software) cumplen con:

- las especificaciones técnicas y generales del sistema;
- el diseño detallado aprobado del sistema.

El Contratista deberá estar preparado para la puesta en marcha del Proyecto Ferroviario y deberá llevar a cabo todos los testeos luego de la instalación del sistema, como parte de la fase previa a la puesta en marcha, para demostrar su funcionalidad y seguridad. Todas las instalaciones deberán estar completamente testeadas y bien documentadas, además deberán ser justificadas por parte del Contratista mediante los respectivos testeos previos a la puesta en marcha y sus protocolos de testeo. La fase previa a la puesta en marcha y la de puesta en marcha del sistema deberán incluir los testeos descritos más abajo.

Luego de completar exitosamente los testeos se deberá emitir un certificado firmado por el/los agente/s de inspección correspondiente.

### **2.6.1 Testeos de instalación / Inspección en sitio**

Durante la instalación del equipamiento e interconexión del cableado, y como finalización de este proceso, se deberá llevar a cabo un testeo de instalación/inspección en sitio (en cada sección de la vía) para demostrar y verificar que la instalación está siendo o fue realizada de acuerdo a la documentación, y asegurarse que los cables están libres de fallas.

La agenda de testeos de instalación deberá ser provista por parte del Contratista previo a la ejecución de las pruebas y deberá ser acordada con el Administrador de la Infraestructura.

El Contratista deberá invitar al Administrador de la Infraestructura y sus consultores a presenciar los testeos. Esta invitación deberá ser enviada con un mínimo de un (1) mes de anticipación a los testeos.

### **2.6.2 Testeos de Funcionamiento**

Los testeos de funcionamiento deberán ser realizados (en cada sección de la vía) para demostrar que los sistemas de hardware y software de señalización, y los sistemas de telecomunicaciones y suministro de energía cumplen con los requerimientos de funcionamiento y operación. Un subconjunto de los TAF y los testeos simultáneos realizados internamente deberán ser repetidos en cada sección de la vía.

La agenda de testeos de funcionamiento deberá ser provista por parte del Contratista previo a la ejecución de las pruebas y deberá ser acordada con el Administrador de la Infraestructura.

El Contratista deberá invitar al Administrador de la Infraestructura y sus consultores a presenciar los testeos. Esta invitación deberá ser enviada con un mínimo de un (1) mes de anticipación a los testeos.

### **2.6.3 Testeo de Integración del Sistema (TIS)**

El Testeo de Integración del Sistema (TIS) deberá ser llevado a cabo (en cada sección de la vía) para verificar la compatibilidad en el funcionamiento del sistema y la integración sin fallas de los sistemas de señalización, telecomunicaciones y suministro de energía eléctrica; también se deberá verificar la integración sin fallas del nuevo sistema y sus subsistemas con los sistemas ya existentes (p.ej.: telecomunicaciones, suministro de energía, etc.).

La agenda de testeos de integración deberá ser provista por parte del Contratista previo a la ejecución de las pruebas y deberá ser acordada con el Administrador de la Infraestructura.

El Contratista deberá invitar al Administrador de la Infraestructura y sus consultores a presenciar los testeos. Esta invitación deberá ser enviada con un mínimo de un (1) mes de anticipación a los testeos.

## **2.7 Finalización Parcial Provisoria (FPP)**

El Certificado de Finalización Parcial Provisoria (CFPP) será emitido luego de la finalización de todos los testeos descritos en las secciones 2.6.1 a 2.6.3 y de la puesta en marcha. El proceso de Finalización Parcial Provisoria será desarrollado de acuerdo a las disposiciones del contrato.

En el caso que el Administrador de la Infraestructura y/o sus consultores encuentren defectos o tengan observaciones durante las instalaciones, testeos o puestas en marcha, se deberá adjuntar a la CFPP una lista de defectos y observaciones a atender por parte del Contratista.

Cualquier inspección realizada por un agente externo (ISA/NoBo) deberá ser informada y notificada en el CFPP.

## **2.8 Periodo de Notificación de Defectos (PND) y Finalización Provisoria (FP)**

Durante el plazo del Periodo de Notificación de Defectos el Contratista deberá reparar todos los defectos detallados en la lista de defectos.

El PND comenzará luego de la FPP y la puesta en marcha de la primera sección de la vía, y terminará tres (3) meses luego de la emisión del Certificado de Finalización Provisoria y puesta en marcha del Proyecto Ferroviario.

El Contratista será el responsable de la reparación de todos los defectos durante el PND. El suministro de repuestos y los trabajos de instalación necesarios para reparar los defectos serán realizados a cuenta del Contratista.

Cuando todos los sistemas estén listos, es decir cuando todas las secciones de la vía estén completas y todos los defectos hayan sido corregidos, y el reporte de las evaluaciones de seguridad haya sido emitido por el Asesor Independiente de Seguridad, el Administrador de la Infraestructura deberá emitir el CFP en base a las recomendaciones del ISA/NoBo.

Si el Contratista no logra reparar todos los defectos en el PND, el PND deberá ser extendido.

## **2.9 Entrega y revisión de documentos y planos**

El contratista deberá presentar la documentación del proyecto (incluyendo los cálculos y planos) compuesta por los documentos técnicos especificados en el capítulo 0, los documentos requeridos para satisfacer todas las aprobaciones, los documentos de construcción, los manuales de operación y mantenimiento al Administrador de la Infraestructura y los asesores externos (ISA/NoBo). La documentación deberá ser entregada para revisión de acuerdo al cronograma para los trabajos de señalización, y deberá estar en formato digital, y copias papel cuando sea requerido.

En el caso que el Administrador de la Infraestructura, ISA o NoBo requieran alguna corrección a la documentación, estas correcciones deberán ser realizadas por el Contratista dentro de los siguientes 30 días corridos.

Los planos y documentos de construcción, así como las versiones finales y aprobadas de los manuales de mantenimiento y operación deberán ser presentados en versiones tanto en inglés como en español.

Toda la documentación e información deberá ser entregada en formato de código abierto, o en su defecto las aplicaciones para su manejo deberán ser provistas.

### **2.9.1 Evaluación del Organismo Notificado (NoBo)**

Un Organismo Notificado deberá ser una organización designada para evaluar la conformidad con las ERF y ERS de ciertos productos o sistemas previo al comienzo de su utilización. Un NoBo lleva a cabo tareas vinculadas a procesos de evaluación de conformidad cuando se requiera la participación de un tercero.

Cada NoBo provee servicios de evaluación para verificar la conformidad de sistemas o productos, y es libre de ofrecer sus servicios de evaluación de conformidad a cualquier operador. Cada NoBo deberá operar de forma no discriminatoria, transparente, neutral, independiente e imparcial, y deberá emplear el personal necesario, con la capacitación y experiencia suficientes, para llevar a cabo la evaluación de conformidad de acuerdo a las leyes en cuestión.

El Administrador de la Infraestructura y el Contratista deberán elegir conjuntamente un NoBo que haya sido acreditado de acuerdo a la norma IEC/ISO 17020:2012 para llevar a cabo el proceso de evaluación de conformidad.

### **2.9.2 Evaluación independiente de seguridad**

La Evaluación Independiente de Seguridad consiste en la evaluación del procedimiento de gestión del riesgo descrito en la norma EN 50126. El Asesor Independiente de Seguridad (ISA) deberá emitir un Informe de Evaluación de Seguridad. Referencias al Informe y las conclusiones del ISA deberán ser reportadas en el Caso de Seguridad.

La opinión del asesor respecto de cada fase del ciclo de vida deberá ser presentada como devolución documentada o informe que será distribuido entre las partes interesadas descritas en el presente documento. El asesor podrá, además, realizar y entregar informes de relevamiento durante ciertas fases, cubriendo actividades, estructura de los documentos y análisis.

El Administrador de la Infraestructura y el Contratista deberán elegir conjuntamente un ISA que haya sido acreditado de acuerdo a la norma IEC/ISO 17020:2012 para llevar a cabo el proceso de evaluación de seguridad.

Todos los documentos vinculados a la seguridad deberán ser evaluados por el ISA, para asegurar que:

- El Proveedor del Sistema siguió un procedimiento de gestión del riesgo;
- Toda la información correspondiente al sistema de seguridad fue evaluada en el Informe de Evaluación de Seguridad confeccionado por el ISA.

El ISA deberá emitir un fallo con respecto al sistema de seguridad basado en justificaciones documentadas y testeos de calificación de seguridad. El ISA deberá informar todas las conclusiones al Contratista y al Administrador de la Infraestructura.

## **2.10 Recorridos de Prueba**

Los recorridos de prueba comenzarán luego de completarse el TAS en toda la extensión de la vía y luego de que el Administrador de la Infraestructura haya emitido el CFP. Los recorridos de prueba pueden tomarse como los testeos de calificación de seguridad de acuerdo con EN 50126.

El cronograma de recorridos de prueba deberá ser presentado por el Contratista antes de llevar a cabo los testeos y deberá acordarse con el Administrador de la Infraestructura.

Los recorridos de prueba se deberán realizar con una locomotora que recorra todas las rutas, en todos los enclavamientos de la Vía, y deberán ser acordados con el Administrador de la Infraestructura.

## **2.11 Certificado de Finalización (CdF)**

El Administrador de la Infraestructura emitirá un CdF luego de que se hayan completado con éxito los recorridos de prueba y se hayan reparado todos los defectos registrados durante la puesta en marcha, lo que marcará el inicio del Período de Responsabilidad por Defectos.

Antes de la emisión del CdF, cualquier divergencia o riesgo reportados en el CFPP por el ISA o el NoBo deberá solucionarse o resolverse por parte del Contratista.

## **2.12 Capacitación**

### **2.12.1 General**

El Contratista deberá capacitar al personal del Administrador de la Infraestructura en relación con la operación y mantenimiento de las obras.

El Contratista deberá proveer las herramientas, equipamiento y documentos que resulten necesarios para llevar a cabo la capacitación

Los cursos de capacitación deberán realizarse tanto para el personal con experiencia del Administrador de la Infraestructura, así como para el personal nuevo o jóvenes profesionales, según el siguiente detalle:

- Administración del Sistema (para ingenieros y técnicos);
- Operación del Sistema (para despachadores, guardavías y otros); y
- Mantenimiento del Sistema (para ingenieros y técnicos).

Los cursos de capacitación deberán repetirse, al menos, cada dos (2) años para el personal nuevo y existente. Por lo tanto, el Contratista deberá incluir en su programa de capacitación un sistema de gestión de calidad, de modo de asegurar que el conocimiento del sistema por parte del personal del Administrador de Infraestructura se mantenga a un nivel que garantice que la Vía se opere de forma segura y confiable.

Las instrucciones y cursos de capacitación a ser ofrecidos deberán ser suficientes en escala, contenido y alcance para que las personas capacitadas puedan operar y mantener el nuevo sistema de señalización y telecomunicaciones, así como adaptar el sistema en caso de futuras modificaciones o extensiones.

El Contratista deberá desarrollar un programa para la capacitación propuesta. El mismo deberá incluir título del curso, cantidad mínima y máxima de asistentes para cada curso, alcance, duración, ubicación propuesta, contenido, nivel mínimo de calificación de los estudiantes y habilidades que se pretenden luego de la finalización exitosa del curso de capacitación. La cantidad de participantes o personas a capacitar será acordada entre el Administrador de la Infraestructura y el Contratista.

Además del programa inicial de capacitación a ofrecerse, el Contratista deberá repetir cualquier curso de capacitación a pedido del Administrador de la Infraestructura.

Todos los asistentes a los cursos deberán tomar pruebas y ser certificados por el Contratista de modo de asegurar su alto nivel de educación. El procedimiento para las pruebas y certificaciones deberá ser preparado por el Contratista en cooperación con el Administrador de la Infraestructura, y deberá contar con la aprobación final por parte de éste.

El programa de capacitación detallado deberá ser presentado al Administrador de la Infraestructura durante la fase de diseño para su revisión.

Todos los empleados de las áreas de operación, mantenimiento y administración del sistema deberán asistir a y completar el programa inicial de capacitación para la administración, operación y mantenimiento del nuevo sistema, antes del inicio de la fase de puesta en marcha del Sistema de Señalización.

### **2.12.2 Herramientas y Equipamiento de Capacitación**

Las instalaciones para la capacitación incluirán lugares de trabajo de operadores con simuladores que sean completamente funcionales para la capacitación en términos de operación del nuevo sistema, y que permitan realizar simulaciones en tiempo real, así como registrarlas y reproducirlas. La ubicación del centro de capacitación será decidida durante la fase de construcción del Proyecto.

Las estaciones de trabajo de capacitación, incluidas herramientas, equipamiento y documentación, estarán disponibles en el centro de capacitación antes del inicio de la fase de puesta en marcha del Sistema de Señalización.

Las estaciones de trabajo de capacitación deberán estar equipadas con las herramientas de software adecuadas para la simulación de todas las tareas futuras, incluidos casos de errores. Dichas estaciones de trabajo deberán ser actualizadas y mejoradas por el Contratista cuando sea necesario durante el período del contrato.

### **2.12.3 Capacitación en Administración**

También son necesarios los cursos a nivel de Administración, para que los administradores sean capaces de (i) crear y mantener sistemas nuevos y eficientemente organizados de señalización, telecomunicaciones y suministro de energía, y (ii) definir los cambios organizacionales necesarios y las modificaciones necesarias a las reglas y procedimientos anticipadamente. La capacitación en Administración deberá incluir el manejo de los servicios del sistema, incluyendo:

- Planificación de cronograma;
- Configuración manual y automática de rutas;
- Sistema de registro de eventos;
- the relevant archive; and
- Monitoreo del HABD.

Los cursos de capacitación en Administración se brindarán a los funcionarios del Administrador de la Infraestructura (presidente, vicepresidente y los jefes de los departamentos de señalización, operaciones, mantenimiento, etc.) y los funcionarios de mantenimiento del Contratista. Los cursos de capacitación deberán finalizarse antes del inicio de la fase de instalación del Sistema de Señalización para permitir que los administradores capacitados establezcan internamente las reglas, procedimientos y estructuras requeridos, a tiempo.

Los cursos de capacitación en Administración estarán disponibles para 10 personas, aproximadamente, y algunas partes de los mismos podrán realizarse en el exterior, en el país de origen del Proveedor del Sistema. Los cursos de capacitación y los correspondientes documentos de capacitación deberán brindarse en idioma español y estar disponibles antes del inicio de la fase de instalación del Sistema de Señalización.

#### 2.12.4 Capacitación para la Operación del Sistema

La capacitación para la operación del Sistema calificará a todos los despachadores y operadores para el manejo de los nuevos sistemas de señalización, telecomunicaciones y suministro de energía en condiciones regulares y de falla. La capacitación incluirá, sin limitaciones:

- Presentación del nuevo sistema, incluyendo:
  - instalaciones exteriores;
  - instalaciones interiores;
  - arquitectura del sistema;
  - interfaz de operador para los puestos de trabajo; y
  - particularidades locales (ubicación especial para señales, longitud usable de vía, etc);
- comparación con el sistema existente;
- arreglo general y manejo del sistema de enclavamiento;
- órdenes e indicaciones para el nuevo sistema;
- operación del sistema de enclavamiento en condiciones normales, incluyendo:
  - operación manual;
  - operación automática (configuración automática de rutas);
  - configuración de las rutas (y maniobras) del tren; and
  - configuración o cancelación individual de elementos de ruta;
- procedimientos operativos regulares;
- operación del sistema de enclavamiento en condiciones de falla, incluyendo:
  - operación manual;
  - operación automática; y
  - operación auxiliar;
- capacitación para el manejo de determinados casos de fallas, incluyendo, sin limitaciones, fallas de señales, aparatos de desvío, detección de vía vacía y fallas de bloqueo;
- capacitación para el manejo de fallas y caída del sistema en relación con determinadas señalizaciones, telecomunicaciones o suministro de energía;
- bloqueo de vía en la estación y bloqueo de vías;
- procedimientos operativos auxiliares;
- CTC / control local;
- diversos casos de falla;
- entrenamiento en simulador para operación regular y auxiliar;
- entrenamiento para operación durante la instalación, el testo y la puesta en marcha del nuevo sistema (manejo de apoderamiento de la vía bajos condiciones auxiliares);
- preparación para inspección;
- preparation for examination;
- prueba y certificación;
- cursos de actualización y entrenamiento avanzado.

#### 2.12.5 Capacitación del equipo de mantenimiento

Una capacitación al personal de mantenimiento (técnicos e ingenieros) deberá ser dictada para cada uno de los subsistemas de señalización, telecomunicaciones y suministro de energía provisto en el proyecto, previo al inicio de la instalación del Sistema de Señalización. Una porción del personal deberá recibir una capacitación más intensiva para poder ser quienes capaciten personal en el futuro. Los cursos de capacitación de mantenimiento, y los documentos relacionados, deberán estar finalizados previo al comienzo de la fase de instalación del Sistema de Señalización.

Los cursos de capacitación de mantenimiento y los documentos y elementos necesarios relacionados deberán ser provistos en español.

### 2.13 Mantenimiento

El alcance y las normas a seguir para el mantenimiento del Sistema de Señalización son descritos en detalle en el Apéndice C (Estándares de Mantenimiento). El Mantenimiento debe incluir todas las tareas necesarias para contar con una vía férrea funcional y segura.



## 2.14 Aprobación operativa

El Administrador de la Infraestructura certificará la aprobación operativa y emitirá el Certificado de Aprobación Operativa (CAO) de las instalaciones (incluyendo el Sistema de Señalización) luego de completadas cada una de las siguientes acciones:

- Obras in-situ;
- documentación de construcción;
- capacitación del personal de operación y administración del Administrador de la Infraestructura, y del personal de mantenimiento del Contratista;
- establecer de un sistema de mantenimiento en el lugar, incluyendo personal calificado para prestar servicios de operación, soporte y mantenimiento, y equipamiento, herramientas, documentación y repuestos;
- testeos previos a la puesta en marcha exitosos y documentados por los Certificados de Testeos de Funcionamiento, Certificados de Testeos de Integración y CFPP;
- aprobación provisoria luego de la finalización de todos los puntos y secciones de la Vía y finalización de las evaluaciones de seguridad documentadas en el correspondiente CFP;
- recorridos de prueba exitosos de la Vía;
- PND y presentación de un Informe final del Período de Notificación de Defectos;
- finalización estructural y funcional del proyecto certificada mediante CdF emitido por el Administrador de la Infraestructura;
- atender a todo reclamo del Administrador de la Infraestructura; y
- satisfacer de forma exitosa toda otra lista de pendientes para la puesta en marcha.

## 3 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

### 3.1 Infraestructura

Con el objetivo de incrementar la seguridad y el desempeño de la operación ferroviaria en la vía entre Montevideo y Paso de los Toros, se instalará un nuevo sistema de Enclavamiento Computarizado (CBI). El nuevo Sistema de Señalización necesitará nuevas instalaciones de telecomunicaciones y suministro de energía eléctrica.

### 3.2 Reglas operativas

Las reglas de operación deberán reflejar las tecnologías que de hecho se utilizan en la vía, además de las exigencias específicas para los empleados con respecto al seguimiento de los reglamentos de seguridad en el trabajo diario, tanto durante maniobras como en la operación en la línea.

Dado que la vía deberá ser equipada con un nuevo Sistema de Seguridad, el Manual de Reglas Operativas deberá ser actualizado en concordancia.

#### 3.2.1 Despacho y Control

La unidad de Despacho y Control supervisa la operación de la vía. Al incrementar el tráfico, es esencial contar con un sistema de monitoreo para asegurar una administración operativa adecuada y segura.

El nuevo centro de Control de Tráfico (CTC) deberá incluir monitoreo y control remoto del tráfico, de la operación de trenes, del enclavamiento y de otros sistemas que estén operando en la vía.

### 3.3 Requerimientos operativos

#### 3.3.1 Sistema de Señalización incluyendo Sistema de Control Automático del Tren (ATP)

El Sistema de Señalización en su totalidad y todos los subsistemas de señalización deberán estar basados en los principios a prueba de fallas (*fail-safe*). No deberán ocurrir fallas del sistema y la operación a prueba de fallas del sistema no se deberá ver afectada en caso de lecturas o situaciones irregulares.

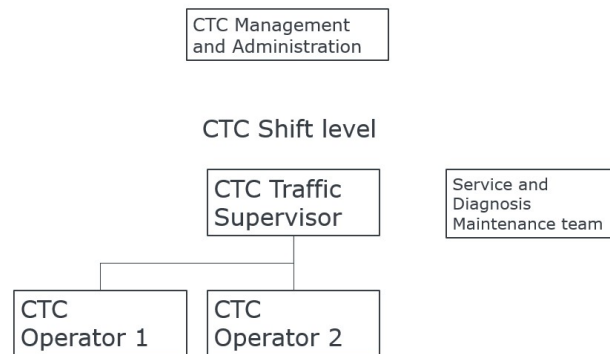
En líneas generales, el nuevo Sistema de Señalización deberá tener capacidad de ser extendido o modificado por futuros cambios de infraestructura, incluyendo:

- instalación de estaciones o desvíos adicionales;
- futuro rediseño y extensión de estaciones o desvíos
- instalación nuevas secciones de doble vía;
- incremento de la velocidad máxima permitida;
- extensión de la operación del sistema ATP a la totalidad de la red ferroviaria;
- adaptación a las líneas de conexión existentes, con o sin sistemas de señalización.

#### 3.3.2 Centro de Control de Tráfico - Montevideo

La operación y control de toda la vía, incluyendo las conexiones a líneas principales, deberán estar completamente integradas al nuevo CTC.

El sistema propuesto deberá ser lo suficientemente flexible para permitir futuras mejoras o expansiones del CTC.



**Diagrama 1: Organización propuesta para el CTC**

Las áreas de control propuestas para cada operador del CTC son de la siguiente manera:

- CTC, Operador 1 para las operaciones de trenes y de maniobra en la sección Montevideo – 25 Agosto;
- CTC, Operador 2 para las operaciones de trenes en la sección 25 Agosto – Paso de los Toros.

La asignación de las áreas de control podrá ser modificable de acuerdo a las necesidades de operación y regulatorias, y deberán ser definidas en conjunto con la Autoridad de Control de Tráfico.

#### 3.3.3 Operador del CTC

Los operadores del CTC son responsables de la seguridad y la puntualidad del movimiento de los trenes y de la configuración de las rutas de trenes requeridas oportunamente, utilizando las funcionalidades de control remoto de las estaciones de trabajo instaladas.

### 3.3.4 Supervisor de tráfico del CTC

El tráfico en toda la red es monitoreado por un supervisor de tráfico exclusivo. El supervisor de tráfico deberá contar con todos los datos trascendentes para el despacho de tráfico, disponibles en su lugar de trabajo a través de la instalación de distintos sistemas de información y comunicación incluyendo, pero no limitados a:

- sistema de monitoreo y planificación de cronograma;
- línea de teléfono fijo y radio con el tren;
- sistema de monitoreo de pasos a nivel;
- sistema de monitoreo de cajas calientes (HABD).

El supervisor de tráfico del CTC actúa como el encargado de turno de todos los operadores en el Centro de Control de Tráfico.

### 3.3.5 Control local del CBI

Para el caso de que ocurra alguna falla en el CTC, puestos de trabajo auxiliares serán instalados en el lugar. Los operadores locales pueden tomar control sobre el tráfico desde el CTC para configurar las rutas de los trenes.

El Manual de Reglas Operativas deberá definir procedimientos eficientes para el manejo del tráfico luego de una falla del sistema.

Las localizaciones de los puestos de trabajo de control local de los CBI deberán ser definidos en el diseño detallado.

### 3.3.6 Diagnóstico y Servicio de Mantenimiento del Sistema

El Centro de Control de Tráfico deberá contar con un espacio de trabajo para Servicio y Diagnóstico del sistema ferroviario.

Se instalarán estaciones de trabajo para servicio y diagnóstico de diversos sistemas.

Las estaciones de trabajo de Servicio y Diagnóstico deberán manejar, sin limitarse a esto:

- planificación de cronogramas;
- respaldo de datos;
- sistema de registro y grabación de eventos;
- configuración automática de rutas / numeración automática de trenes;
- servicio y diagnóstico para el sistema de enclavamiento;
- el detector de cajas calientes (HABD).

En todas las casetas de las estaciones de enclavamiento en la línea férrea se deberán instalar estaciones de trabajo de Servicio y Diagnóstico para propósitos de mantenimiento.

### 3.3.7 Estaciones de trabajo para administración del CBI

Terminales del CBI deberán estar disponibles para la administración organizacional por parte de los operarios. Estas terminales muestran el estado actual de del sistema y del tráfico, pero no cuentan con comandos para el control del sistema.

### 3.3.8 Sistema de bloqueo

Cualquier sistema de bloqueo aplicado deberá asegurar que ningún tren ingrese a una sección de vía ocupada por otro vehículo ferroviario. El uso de la vía en una dirección será bloqueado por el sistema de enclavamiento para el ingreso de trenes que hacia allí se dirijan, hasta que las instalaciones técnicas hayan confirmado que la vía está libre para avanzar.

Si un malfuncionamiento de un sistema de bloqueo ocurriese, deberá haber una función de reinicio accesible tanto por el operador del CTC como por el Operador Local (en caso de una operación de control local) una vez que se hayan asegurado de que no hay ningún vehículo ferroviario en la vía. Este procedimiento está identificado por el Manual de Reglas Operativas. Cualquier reseteo realizado será registrado en el sistema de registro de eventos.

De acuerdo a las reglas operativas, luego de una operación de reinicio, sólo se podrá autorizar el ingreso del próximo tren a la sección de vía mediante orden escrita y en modo de responsabilidad de la tripulación.

According to the operational rules, after a reset, the next train on the Railway line shall only receive authorization to move by a written order, allowing the train to proceed to the next section under staff responsible mode.

Cualquier alarma deberá ser mostrada en todas las terminales correspondientes y la respuesta del operador a dicha alarma deberá ser registrada en el sistema.

Siempre deberá establecerse un sistema de bloqueo entre dos estaciones de enclavamiento adyacentes.

La funcionalidad de bloqueo deberá estar integrada al nuevo sistema de Enclavamiento Computarizado (CBI).

### 3.3.9 División de las secciones de bloqueo

Las secciones de vía entre dos estaciones adyacentes a más de 20km deberán estar equipadas con un bloqueo de sección extra.

### 3.3.10 Protección automática de tren

La vía deberá estar equipada con un sistema de control automático de tren ETCS nivel 1 (o superior).

El maquinista deberá seguir las instrucciones de la señalización y la información en cabina para desplazar el tren en forma segura. Dado que el sistema ATP supervisa constantemente la velocidad máxima admitida, el maquinista no podrá exceder esta velocidad máxima o pasarse una señal de peligro bajo condiciones normales de operación.

En el caso de una falla del Sistema de Señalización que afecte el funcionamiento del sistema de señalización en cabina, la operación limitada (bajo responsabilidad de la tripulación) será posible. Los trenes deberán detenerse en cada señal y reportar al CTC. Este procedimiento deberá ser descrito en el Manual de Reglas Operativas

### 3.3.11 Señalización en Cabina

El equipamiento ETCS de abordaje, con la Interfaz Hombre Máquina (DMI), deberá ser utilizada para señalización en cabina. La DMI provee información general y segura al maquinista.

La señalización en cabina deberá apoyar al maquinista con, al menos, la siguiente información:

- pare;
- siga;
- velocidad máxima;
- velocidad pretendida;
- distancia del destino.

El sistema de señalización en cabina y sus procedimientos relacionados son descritos completamente en el Manual de Reglas Operativas, que además identifica las tareas del personal involucrado.

El sistema ATP supervisará la velocidad máxima permitida en todo cualquier momento y en cualquier punto de la vía férrea. La instalación de puntos fijos de transmisión de datos en cantidades y localizaciones

suficientes será necesaria para proveer curvas de frenado y límites de velocidad apropiados al maquinista, y control de frenado automático a su debido tiempo. Por restricciones temporales de velocidad, puntos de información adicionales y placas marcadas serán instalados en la vía cuando sean necesarias.

### 3.3.12 **Curvas de frenado**

Los parámetros de las curvas de frenado deberán ser definidos durante el diseño detallado. Estos parámetros son dependientes del material rodante a ser equipado con el sistema ETCS a bordo.

### 3.3.13 **Valores nacionales ETCS (NV)**

Los valores nacionales ETCS a ser utilizados deberán ser definidos durante el diseño detallado.

### 3.3.14 **Señales de vía**

Nuevas señales estáticas que utilicen señales lumínicas de colores deberán ser instaladas cuando sean necesarias. Estas señales lumínicas podrán ser señales principales, de advertencia o de pasos a nivel. Estas señales deberán ser utilizadas como respaldo en caso de falla de la señalización en cabina o para locomotoras sin equipo de abordó.

La información de las señales de advertencia deberá ser transmitida a la distancia máxima de frenado para la flota ferroviaria, como se detalla en el Apéndice B (Especificaciones Técnicas).

Todas las señales luminosas de vía y calle deberán ser implementadas con tecnología LED. La luz emitida por las señales luminosas con unidades LED deberá ser conforme a la norma DIN 6163.

Todos los aspectos de las señales se definen en el Manual de Reglas Operativas

### 3.3.15 **Operación de los puntos de desvío**

Todos los puntos de desvío en las vías utilizadas por trenes serán operados y estarán equipados con detectores de posición para asegurar que las agujas de cambio de vía están en la posición adecuada previo a que un tren sea autorizado a pasar por el punto de desvío.

### 3.3.16 **Control de la posición del punto de desvío**

El equipamiento deberá asegurar que sólo si las agujas están completamente posicionadas se mostrará un aviso de punto de desvío en posición. Los puntos de desvío parcialmente posicionados, o cualquier otra falla en ellos, serán inmediatamente mostrados en el puesto de trabajo competente.

### 3.3.17 **Operación individual de los puntos de desvío**

Todo punto de desvío destrancado y no ocupado podrá ser operado individualmente. Además, será posible revertir la operación del punto mientras las agujas estén cambiando de posición.

### 3.3.18 **Taloneo de los puntos de desvío**

Todos los puntos de desvío con aparato de desvío deberán ser talonables. Luego del taloneo de un punto de desvío, una inspección inmediata de la mecánica del punto es necesaria, previo a que cualquier vehículo ferroviario pueda pasar por el punto.

Luego de una inspección por parte del personal de mantenimiento, será posible reiniciar el indicador de taloneo en la estación de trabajo y este evento será registrado en el sistema de registro de eventos. Si por algún motivo el reinicio del indicador no es posible, existirá la posibilidad técnica de dar paso por el punto (dispositivo de cierre auxiliar); y esta acción será registrada en el sistema de registro de eventos siguiendo el procedimiento del Manual de Reglas Operativas.

### 3.3.19 Aparatos eléctricos de desvío

En el caso de una falla de motor, deberá ser posible cortar el suministro eléctrico para evitar riesgos y mover el motor y las lengüetas con palanca manual.

La palanca manual será accesible sólo por el personal, en cada estación.

### 3.3.20 Tranca/destranca de los puntos de desvío

Será posible trancar un punto de desvío para evitar el accionamiento no deseado por cualquier motivo, y deberá contarse con un indicador correspondiente. La destranca será posible en cualquier momento, pero deberá ser registrada en el sistema de registro de eventos previo a hacerse efectiva.

Deberá ser posible trancar/destrancar todo los puntos conjuntamente en una estación, debiendo mostrarse el indicador correspondiente. La destranca será registrada en el sistema de registro de eventos previo a hacerse efectiva.

Cualquier destranca (es decir, el retiro de las restricciones operativas) deberá sólo ser posible mediante la ejecución de un "Comando especial de Seguridad", caso en el cual el sistema forzará al operario a reconfirmar el comando ejecutado.

### 3.3.21 Numeración Automática de Tren and Configuración de Rutas

Para asegurar una operación fluida de los trenes, será esencial la configuración automática de rutas de los trenes. Para esto, será necesaria la adaptación a una continua supervisión de los trenes por su numeración.

El sistema operativo será capaz de identificar el sentido de los trenes por su número. Los trenes circulando hacia el norte, desde Montevideo, serán numerados con un número impar (p.ej.: 1, 3, 5...), mientras que los trenes circulando hacia el sur, hacia Montevideo, deberán ser numerados con números pares (p.ej.: 2, 4, 6...). El número del tren deberá ser el mismo en toda la red ferroviaria del Uruguay. La numeración de los trenes deberá consistir en 4 dígitos, por ejemplo: 1914.

Un número de dirección de ruta será adjuntado al número del tren, para identificar la ruta requerida para el Sistema de Señalización.

Las gráficas teóricas de las agendas de los trenes y la información real de los trenes en movimiento deberán estar disponibles para el despachante de trenes.

### 3.3.22 Bloqueo/desbloqueo de secciones

Deberá ser posible bloquear una sección de vía para cualquier ruta, y una indicación correspondiente deberá ser mostrada. Deberá ser posible desbloquear una sección de vía en cualquier momento.

Cualquier desbloqueo (es decir, cualquier apertura de restricciones operativas) deberá ser posible sólo mediante la ejecución de un "Comando especial de Seguridad", caso en el cual el sistema forzará al operario a reconfirmar el comando ejecutado.

### 3.3.23 Pasos a nivel

En los pasos a nivel, el tiempo de advertencia hacia los peatones y las calles previo a que un vehículo ferroviario llegue deberá ser de un mínimo de 20 segundos en caso de no haber barreras y de 30 segundos en caso de contar con barreras.

Se deberá agregar un (1) segundo a este tiempo de advertencia por cada metro, por encima de los 10 metros, de separación entre barreras.

El estado del paso a nivel deberá ser indicado al maquinista conjuntamente con la señal de aviso del paso a nivel.

#### **3.3.24 Mantenimiento**

Cualquier actividad de mantenimiento deberá cumplir con las instrucciones y procedimientos del Manual de Reglas Operativas. Toda actividad en la vía férrea necesitará autorización del operador del CTC, o de la autoridad determinada por el CTC.

#### **3.3.25 Operación de Tren**

Para la operación del tren una ruta deberá ser configurada y bloqueada, incluyendo protección de flanco y superposición de acuerdo al Manual de Reglas Operativas.

La ruta del tren deberá permanecer bloqueada hasta que el tren haya llegado al área objetivo y haya pasado o se haya detenido al final de la ruta frente a la señal objetivo para esa ruta.

El perfil de velocidad de desplazamiento del tren deberá ser permanentemente monitoreado hasta el final de la ruta.

#### **3.3.26 Operaciones de maniobra**

Las actividades de maniobra están permitidas dentro de las estaciones, playas de maniobra o en un desvío, pero están prohibidas en un tramo abierto de la vía.

Dentro de un área controlada por el enclavamiento de una estación, las maniobras deberán ser aplicadas con permiso de operación local o rutas de maniobra con señales de maniobra.

Todas las reglas y condiciones para las operaciones de maniobra están definidas en el Manual de Reglas Operativas.

#### **3.3.27 Permiso de operación local**

El área admitida para los permisos de operación local consistirá en una o más áreas de permisos de operación local dependiendo del tamaño y las necesidades de cada estación.

El operador del CTC es quien da los permisos de operación local.

#### **3.3.28 Operación de tranca por llave**

Las protecciones de flanco dadas a los desvíos y descarriladores no controlados por el enclavamiento deberán estar equipadas con tranca por llave como se indica en los diagramas esquemáticos.

El operador del CTC dará el permiso para operar las trancas por llave con el permiso de operación local.

El estado de la tranca por llave deberá ser indicado al operador del CTC.

#### **3.3.29 Puntos de desvío**

Los puntos de desvío sin aparatos de vía eléctricos deberán operarse con tranca por llave, y estas trancas deberán ser supervisadas en el sistema de enclavamiento. Los puntos de desvío deberán estar equipados con indicadores de posición de las agujas del desvío supervisados en el sistema de enclavamiento.

### 3.3.30 Áreas de maniobra protegidas especialmente

Para permitir maniobras ilimitadas, se identificarán y asegurarán áreas de maniobra designadas con puntos de desvío, descarriladores y señales enclavados.

Estas áreas de vía no están integradas al enclavamiento y sólo son controladas manualmente por dispositivos mecánicos (descarriladores, cambios de vía, etc.).

Las conexiones entre las áreas de maniobra y las áreas enclavadas deberán tener protección de flanco.

Esto significa que las áreas de maniobra sean seguras y que separadas técnicamente de la línea principal para realizar tantas maniobras como sean necesarias sin afectar la operación normal en el área de enclavamiento.

### 3.3.31 Placas de los límites de maniobra

Las placas de los límites de maniobra informan al maquinista cuáles son los límites para las operaciones de maniobra. Estas placas estarán instaladas como se indica en los diagramas esquemáticos.

### 3.3.32 Marca de congestión

El sistema de señalización asegurará que el sistema detecte una invasión de la brecha de separación que bloquee la vía adyacente. Esto iniciará el bloqueo del punto para evitar el paso de otros trenes.

### 3.3.33 Sistema de registro de eventos

El sistema de enclavamiento deberá registrar todas las acciones con una marca de tiempo.

### 3.3.34 Grabación de Teléfono/Radio

Todas las comunicaciones operativas (telefonía fija o celular) deberán ser grabadas. Las grabaciones deberán estar accesibles por un mínimo de treinta (30) días, y luego de este período, estas grabaciones serán archivadas por al menos cinco (5) años. La búsqueda, el filtrado y el ordenamiento de estas grabaciones deberán ser sencillos y cómodos. El sistema de grabación deberá incluir, como mínimo, las siguientes funcionalidades:

- deberá ser fácil agregar/eliminar por ID de operación, MSISDN, etc. al suscriptor deseado en la lista monitoreada a través de una aplicación de alto nivel;
- la presentación y las grabaciones de llamadas deberán incluir, al menos, ID de quien llama, ID del quien es llamado, número operativo (de estar disponible), duración, motivo de la finalización de la comunicación, etc. en un formato estándar sin necesidad de interpretación;
- para preservar los recursos y facilitar la investigación rápida y fácil, no es deseada más de una grabación por llamada (incluyendo llamadas grupales y teleconferencias).

El acceso al sistema de registro deberá estar protegido por contraseña, y los permisos de acceso para distintos niveles de personal y de funciones deberá ser configurables y administrable.

La información grabada deberá cumplir con el marco legal Uruguayo, y deberá ser abierto para inspección por las autoridades competentes de acuerdo con las regulaciones nacionales.

### 3.3.35 Manual de Reglas Operativas

El Manual de Reglas Operativas describe las reglas, normas regulatorias y responsabilidades para una operación segura de la vía férrea. El Manual de Reglas Operativas deberá considerar el sistema ferroviario uruguayo en su totalidad y deberá ser aprobado por la Dirección Nacional de Transporte Ferroviario.

El Contratista deberá confeccionar y actualizar el Manual de Reglas Operativas de forma de que tenga en cuenta la integración del nuevo sistema de operación con la operación del sistema ferroviario existente. Al



momento de actualizar el Manual de Reglas Operativas, la versión actual del Manual y las condiciones locales deberán ser consideradas.

El contenido del Manual de Reglas Operativas deberá consistir en lo siguiente, pero sin limitarse a esto:

- responsabilidades y obligaciones;
- comunicaciones de voz;
- operación del tren, incluyendo:
  - ruta del tren;
  - operación individual de los elementos;
  - protección de superposición;
  - protección de flanco;
  - situaciones de falla;
- operaciones de maniobra, incluyendo:
  - ruta de maniobra;
  - permiso de operación local;
- tareas y mantenimiento de vía;
- comunicación;
- aspectos de las señales ópticas de vía, incluyendo:
  - aspectos de la señal principal, incluyendo:
    - pare;
    - siga con cautela, p.ej. velocidad para el punto 40km/h;
    - siga;
  - aspectos de la señal de advertencia, incluyendo:
    - pare esperado;
    - siga con cautela esperado, , p.ej. velocidad para el punto 40km/h;
    - siga esperado;
  - aspectos de la señal de paso a nivel;
    - siga
  - aspectos de la señal de maniobra incluyendo:
    - pare
    - maniobra permitida;
    - permiso local;
- forma y color de las marcas con placas de vía, incluyendo:
  - placas de señal para señales principales;
  - (temporal) restricción de velocidad - anuncio;
  - (temporal) restricción de velocidad - comienzo de la restricción de velocidad;
  - (temporal) restricción de velocidad - finalización de la restricción de velocidad;
  - placa de límite de maniobras - para identificar detención de los movimientos de maniobra;
  - Marca de congestión - para asegurar brecha de separación en los puntos;
  - placa de aproximación - anuncio de señal próxima;
  - señalización de cabina a bordo.