SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV

Consultoría en Transito y Transportes SC

10. PROYECTO EJECUTIVO

10.9 DISEÑO DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS

10.9.129 PROYECTO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN



SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

NUMERO DE CONTRATO:	DGTFM-21-12
NOMBRE DEL CONTRATO:	Elaboración de los estudios de pre-inversión, relacionados con el análisis de factibilidad técnica, económica, financiera, legal y ambiental, análisis costo-beneficio, anteproyecto y proyecto ejecutivo para el servicio de transporte masivo de pasajeros en la modalidad de tren ligero entre los municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque, Jalisco.
TITULO DE DOCUMENTO:	PROYECTO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ENTREGA FINAL

PROYECTO EJECUTIVO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

	Nombre	
Autorizado SCT - DGTFM	Lic. Roberto Chico Perez Director General Adjunto de Regulación Económica	
Revisado SCT - DGTFM	Lic. Cecilia Loaiza Cisneros Jefe del Departamento de Finanzas y Fideicomisos de proyectos Ferroviarios	
Realizado por: SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V	Ing. Cesar Quevedo Galvan Director de Proyecto	
Realizado por: TRANSCONSULT Consultoría en Transito y Transporte S.C.	Ing. Gregory Narce Gerente de Estudios de Movilidad y Mercado	

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 6

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se presenta el Proyecto Definitivo del Sistema de Señalización y Protección del Metro Ligero del Corredor Diagonal de Guadalajara.

El Proyecto está conformado por los siguientes documentos técnicos:

- Memoria:
    - Anexo 1: DGTFM2112-ME-C00-FSATC-00100
    - Anexo 2: DGTFM2112-ME-C00-CCTTR-00100
- Planos Constructivos:
    - Anexo 1: DGTFM2112-PL-XXX-FSATC
    - Anexo 2: DGTFM2112-PL-XXX-CCTTR
- Especificaciones Técnicas:
    - Anexo 1: DGTFM2112-ES-C00-FSATC-00100
    - Anexo 2: DGTFM2112-ES-C00-CCTTR-00100
- Catálogo de Conceptos
    - Anexo 1: DGTFM2112-CC-C00-FSATC-00100
    - Anexo 2: DGTFM2112-CC-C00-CCTTR-00100

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

MEMORIA

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ANEXO 1: DGTFM2112-ME-C00-FSATC

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

DGTFM2112-ME-C00-FSATC-00100 Memoria



Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 10
1.1 GENERALIDADES 10
1.2 NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS 10
1.2.1 Generales 10
1.2.2 Particulares del subsistema ATC 11
1.2.3 Otros subsistemas que forman parte del CDG 13
1.2.4 Otros términos 14
1.3 ESTRUCTURACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA 14
2 DESCRIPCIÓN DEL CDG 17
2.1 GENERALIDADES DE LA LÍNEA COMERCIAL 17
2.2 TALLERES Y DEPOSITOS 23
2.2.1 Ubicación y conexión con la Línea 24
2.2.2 Configuración de Vías de los talleres y Cocheras 24
2.3 OTROS SUBSISTEMAS QUE CONFORMAN LA LINEA 24
2.4 CRITERIOS OPERATIVOS GENERALES DE LA LINEA 34
2.4.1 Seguridad 34
2.4.2 Regulación 35
2.4.3 Confort y calidad de servicio 35
2.4.4 Prevención y Gestión de la emergencia 36
2.4.5 Eficiencia de operación 36
2.4.6 Acomodo a la demanda 36
2.5 PARAMETROS OPERATIVOS GENERALES DE LA LINEA 37
2.6 MODOS DE OPERACIÓN Y GESTIÓN DEL TRÁFICO 38
2.6.1 Consideraciones generales 38

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2.6.2 Operación nominal 39
2.6.3 Modos de conducción en línea, cocheras y talleres 40
2.6.4 Vueltas en terminales....41
2.6.5 Estacionamiento o garaje e inyecciones en línea....47
2.6.6 Posibilidades de regulación. 47
2.6.7 Posibilidades de anti-bouncing 48
2.6.8 Operación degradada....48
3 SOLUCION ADOPTADA PARA EL SUBSISTEMA ATC 55
3.1 ALCANCE GEOGRÁFICO 55
3.2 SOLUCIÓN GENERAL: DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA CBTC 55
3.2.1 Conceptos básicos sobre los sistemas CBTC (Communication-Based Train Control) .57
3.2.2 Tipos de Sistemas CBTC....59
3.2.3 Normativas sobre CBTC 60
3.2.4 Arquitectura general 60
3.2.5 Principios de funcionamiento 62
3.3 ALCANCE DEL SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO DEL SUBSISTEMA ATC....64
3.3.1 Equipamiento de línea comercial y depósito 65
3.3.2 Equipamiento de Talleres....66
3.3.3 Alcance que no forma parte del suministro equipamiento del Subsistema ATC.....67
3.4 SOLUCION CBTC PARA EL CDG. SUBSISTEMA ATC....68
3.4.1 Arquitectura 70
3.4.2 Parámetros típicos del CBTC....83
4 INTERFACES CON OTROS SUBSISTEMAS 84
4.1 INTERFAZ Nº1 ATC – TRZ (I_PROY) 86
4.2 INTERFAZ Nº2 ATC – QEN (I_FIS) 86

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4.3 INTERFAZ Nº3 ATC – QEL (I_FIS) 87
4.4 INTERFAZ Nº4 ATC – QTL (I_FIS) 87
4.5 INTERFAZ Nº5 ATC – TUN (I_FIS) 88
4.6 INTERFAZ Nº6 ATC –VDC (I_FIS) 89
4.7 INTERFAZ Nº6 ATC – VIA (I_FIS) 89
4.8 INTERFAZ Nº8 ATC – CNT (I_FIS) 90
4.9 INTERFAZ Nº9 ATC – TRA (I_FIS) 90
4.10 INTERFAZ Nº10 ATC – EBT (I_FIS) 91
4.11 INTERFAZ Nº11 ATC – ROD (I_FIS) 92
4.12 INTERFAZ Nº12 ATC – TLL (I_FIS) 92
4.13 INTERFAZ Nº13 ATC – RAD (I_PROY) 92
4.14 INTERFAZ Nº14 ATC – RED (I_LOG) 93
4.15 INTERFAZ Nº15 ATC – FIS (I_FIS) 94
4.16 INTERFAZ Nº16 ATC – CRO (I_LOG) 95
4.17 INTERFAZ Nº17 ATC – BIT (I_LOG) 95
4.18 INTERFAZ Nº18 ATC – TTR (I_LOG) 96
4.19 INTERFAZ Nº19 ATC – SES (I_LOG) 97
5 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES 99
5.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES EQUIPOS ATC DE CAMPO 99
5.1.1 Circuitos de Vía 99
5.1.2 Contadores de Ejes 100
5.1.3 Accionamientos de Aguja 102
5.1.4 Señales Laterales 103
5.1.5 Balizas 104
5.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES ENCLAVAMIENTOS ELECTRONICOS 105

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.2.1 Modos de Operación 107
5.2.2 Interfaces funcionales con equipos de ATC 108
5.2.3 Arquitectura General del Enclavamiento 109
5.3 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES SISTEMA CBTC 110
5.3.1 Requerimientos Funcionales del ATP 112
5.3.2 Requerimientos Funcionales del ATO 130
5.3.3 Funciones de servicio embarcadas 137
6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS 139
6.1 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO 139
6.1.1 Seguridad en la Operación 139
6.1.2 Fiabilidad 139
6.1.3 Mantenibilidad 140
6.1.4 Disponibilidad 141
6.1.5 Ampliación y mejora 142
6.1.6 Localización Geográfica 142
6.1.7 Tipo de Trazado 142
6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CIRCUITO DE VÍA 143
6.2.1 Alimentación Eléctrica 144
6.2.2 Condiciones Electromagnéticas 144
6.2.3 Diseño Mecánicos 145
6.2.4 Condiciones Ambientales 145
6.2.5 Fiabilidad 146
6.2.6 Disponibilidad 146
6.2.7 Mantenimiento 146
6.2.8 Seguridad 146

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.2.9 Alcance 146
6.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTADOR DE EJES 147
6.3.1 Equipo Interior o Unidad de Proceso Central 149
6.3.2 Alimentación 149
6.3.3 Condiciones Electromagnéticas 150
6.3.4 Diseño Mecánico 151
6.3.5 Condiciones ambientales 151
6.3.6 Fiabilidad 152
6.3.7 Disponibilidad 152
6.3.8 Mantenimiento 152
6.3.9 Seguridad 153
6.3.10 Alcance 153
6.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACCIONAMIENTO DE AGUJAS 153
6.4.1 Alimentación 154
6.4.2 Condiciones Electromagnéticas 154
6.4.3 Diseño Mecánico 154
6.4.4 Condiciones ambientales 155
6.4.5 Fiabilidad 155
6.4.6 Disponibilidad 155
6.4.7 Mantenimiento 155
6.4.8 Seguridad 155
6.4.9 Alcance 155
6.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEÑALES LATERALES 156
6.5.1 Alimentación 156
6.5.2 Condiciones electromagnéticas 156
6.5.3 Diseño Mecánico 156

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.5.4 Condiciones ambientales 157
6.5.5 Fiabilidad 157
6.5.6 Disponibilidad 157
6.5.7 Mantenimiento 157
6.5.8 Seguridad 157
6.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BALIZAS 158
6.6.1 Alimentación 158
6.6.2 Condiciones electromagnéticas 158
6.6.3 Diseño mecánico 159
6.6.4 Condiciones ambientales 159
6.6.5 Fiabilidad 159
6.6.6 Disponibilidad 159
6.6.7 Mantenimiento 159
6.6.8 Seguridad 160
6.7 ESPECIFICACIONES CABLES DE SEÑALIZACIÓN 160
6.7.1 Características técnicas 160
6.7.2 Instalación de cables 161
6.7.3 Requisitos de la obra civil asociada 161
6.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO (ENCE) 162
6.8.1 Hardware 162
6.8.2 Software 162
6.8.3 Alimentación 163
6.8.4 Comunicaciones 163
6.8.5 Condiciones electromagnéticas 164
6.8.6 Diseño mecánico 164
6.8.7 Condiciones ambientales 165

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.8.8 Fiabilidad 165
6.8.9 Disponibilidad 165
6.8.10 Mantenimiento 165
6.8.11 Seguridad 166
6.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ATP-ATO FIJO 167
6.9.1 Alimentación 167
6.9.2 Comunicaciones 167
6.9.3 Condiciones Electromagnéticas 167
6.9.4 Diseño mecánico 168
6.9.5 Condiciones Ambientales 168
6.9.6 Fiabilidad 168
6.9.7 Disponibilidad 169
6.9.8 Mantenimiento 169
6.9.9 Seguridad 169
6.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ATP-ATO EMBARCADO 170
6.10.1 Comunicaciones 171
6.10.2 Fiabilidad 171
6.10.3 Disponibilidad 172
6.10.4 Mantenimiento 172
6.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPAMIENTO RADIO ATC 172
6.11.1 Equipamiento de Tierra 172
6.11.2 Equipamiento Embarcado 176
6.11.3 Especificaciones eléctricas y comunicaciones 177
6.11.4 Esquema de Alimentación eléctrica en vía 179
6.11.5 Cableado de Comunicaciones en vía 179
6.11.6 Configuración de la antena en vía 181

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.11.7 Instalación de antenas en vía (Tierra) 182
6.11.8 Instalación típica (a definir en fase de instalación) 183
6.11.9 Medios de transmisión 184
6.11.10 Fiabilidad 184
6.11.11 Disponibilidad 184
6.11.12 Mantenimiento 184

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Este proyecto se engloba, dentro del Diseño de los Sistemas Ferroviarios del Proyecto Ejecutivo del Corredor Diagonal de Guadalajara (CDG) y constituye el diseño, en concreto, del Subsistema de Señalización y Control de trenes (ATC).

Por tanto, si bien en el argot ferroviario es común designar por ATC (de las siglas en Inglés: Automatic Train Control) al control automático de trenes, que engloba las funciones de protección de trenes (ATP) y Operación Automática de trenes (ATO), en el ámbito de este proyecto, ATC constituirá el acrónimo del Subsistema que comprende la señalización, la protección y el control de trenes.

Por otra parte, cabe destacar que el Subsistema ATC no incluye dentro de su alcance los equipos que proporcionan las funcionalidades ATS (Automatic Train Supervision), los cuales son incluidas en el Subsistema de Mando y Control de Tráfico (TTR).

1.2 NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS

De esta forma, se describen a continuación las abreviaturas con las que se designan los sistemas, componentes, partes conceptuales, del Subsistema ATC, diseñado en esta parte del Proyecto Ejecutivo, así como la de otros subsistemas del Proyecto Ejecutivo.

Esta nomenclatura y abreviaturas, aplica no solo a este anejo sino a los planos, especificaciones técnicas y catálogo de conceptos de este Proyecto.

1.2.1 Generales

Las nomenclaturas y abreviaturas generales que aparecen en el presente proyecto se listan a continuación:

- CDG: Sistema Corredor Diagonal de Guadalajara
- ESB: Entreprise Service Bus

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Sistema: Es como se designa, de forma genérica al Sistema Corredor Diagonal de Guadalajara
- sistema: nombre asignado a cada uno de los conjuntos de equipamiento, ingeniería, materiales que, desde un punto de vista tecnológico proporcionan unas funcionalidades particulares de una línea metropolitana de transporte ferroviario.
- SIL: Safety Integrity Level. Nivel de Integridad de la Seguridad. Se asocia a una función de un determinado subsistema o sistema.
- Subsistema: Cada uno de las partes conceptuales, que desde un punto de vista técnico, conforman el Sistema Corredor Diagonal de Guadalajara
- subsistema: nombre asignado a cada uno de los subconjuntos, ingeniería, materiales que, desde un punto de vista técnico proporcionan unas funcionalidades particulares de un sistema.

1.2.2 Particulares del subsistema ATC

Las nomenclaturas y abreviaturas particulares del subsistema ATC que aparecen en el presente proyecto se listan a continuación:

- AEE: Alimentación de Equipo Embarcado.
- ARE: Antena Radio Embarcada.
- ART: Antena Radio Tierra.
- ATC: Subsistema de señalización, protección y control de Tren.
- ATO: (Automatic Train Operation). sistema que proporciona las funcionalidades de conducción automática de tren.
- ATP: (Automatic Train Protection). sistema que proporciona las funcionalidades de protección automática de tren.
- ATS: (Automatic Train Supervision). Parte del sistema CBTC dedicada a la operación (mando y supervisión) de los trenes mediante un puesto de Operación. Constituye, por tanto y de hecho, el Mando y Control de Tráfico (TTR).
- BRE: Base Radio embarcada.
- BRT: Base Radio Tierra. También denominada Caja de Radio (CR)
- BDRT: Bus de Distribución Radio.
- CAE: Controlador de ATC embarcado.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- CAT: Controlador Automático de Tren. Equipo fijo de ATP-ATO. Muchos fabricantes lo llaman Controlador de Zona (CZ) o Block Processor (BP)
- CBTC: (Communication Based Train Control). Sistema de control y protección de tren basado en comunicaciones bidireccionales tren-tierra, que engloba las funcionalidades de ATP, ATO y ATS, íntimamente ligado a la señalización y creado mediante un "standard" por diversas administraciones ferroviarias del Mundo, para aplicaciones en líneas de transporte ferroviario de alta capacidad y elevadas prestaciones de desempeño.
- CCR: Controlador Células Radio.
- CdE: Contador de Ejes
- CdV: Circuito de Vía
- CR: Caja de Radio. También denominada Base Radio de Tierra (BRT)
- CZ: Controlador de Zona. En inglés se suele llamar Zone Controller (ZC) Block Processor (BP). El nombre más genérico es Controlador Automático de Tren (CAT).
- ENCE: Enclavamiento Electrónico. Sistema moderno que controla los elementos de señalización: señales laterales, accionamientos de agujas, sistemas de detección de presencia en vía (circuitos de vía, contadores de ejes), pasos a nivel si existen, compuertas especiales perpendiculares a las vías, etc).
- ERE: Equipo Radio Embarcado.
- ERT: Equipamiento Radio Tierra.
- LS: Línea de Servicio. Descripción del movimiento programado de un tren. Está definida por una misión, conteniendo además, las horas de salida del terminal y las horas de llegada y salida en cada uno de los andenes en que debe pararse o realizar cualquier otro movimiento (vuelta automática en final, etc.).
- MAL: Limite de Autoridad de movimiento del sistema CBTC
- MLI: Mando Local Informatizado a nivel de señalización. Se ubican en cada sala técnica donde hay enclavamiento.
- PLO: Puesto Local de Operación. Se trata de un ATS o puesto de Mando y Control de Tráfico (TTR), pero descentralizado, dependiente de los mismos servidores que los puestos de operación del Centro de Control
- PMLA: Puesto de Mando local de Agujas
- RCC Red de Comunicaciones CBTC.
- RDRT: Red de Distribución Radio de Tierra.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- SAM: Sistema de Ayuda al Mantenimiento de los enclavamientos electrónicos.
- SE: Software de ATC Embarcado
- SP: Servicio Parcial
- UTT: Unidad de transmisión de Tierra.
- VUT: Vía Única Temporal

1.2.3 Otros subsistemas que forman parte del CDG

Las nomenclaturas asociadas al resto de subsistemas que forman el CDG se listan a continuación:

- ACC: Control de Accesos a Áreas Restringidas.
- BIT: Bitácora y Gestor maestro
- CAT: Catenaria.
- CLI: Clima.
- CRO: Cronometría
- CTR: Centro de Control.
- EBT: Baja Tensión.
- EME: Radio Servicios de Emergencia
- EST: Estaciones.
- FIS: Red de Nivel Físico.
- GEO: Geotecnia y trazado
- INT: Interfonía.
- PCI: Protección Contra Incendio.
- PJE: Sistemas de Peaje
- RAD: Radiotelefonía de Trenes.
- RED: Red de Datos Multiservicio.
- ROD: Material Rodante
- SAI: Alimentación Ininterrumpida.
- SES: Securización (Seguridad de Sistemas).
- SON: Sonorización y Voceo.
- TEL: Telefonía.
- TEN: Mando y Control de Energía Eléctrica.
- TES: Mando y Control de Estaciones.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- TLI: Teleindicadores.
- TLL: Talleres y Depósito
- TRA: Tracción eléctrica
- TRZ: Trazo y Perfil.
- TSG: Mando y Control de Seguridad.
- TUN: Túnel.
- VIA: Vía.
- VID: Video vigilancia
- VDC: Viaducto.

1.2.4 Otros términos

Las nomenclaturas y abreviaturas referentes a otros términos que aparecen en el presente proyecto se listan a continuación:

- SEAT: Subestación eléctrica de Alta tensión

1.3 ESTRUCTURACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA

El subsistema de señalización, protección y control de tren (ATC) del futuro Corredor Diagonal de Guadalajara (CDG) se define funcionalmente a partir de los siguientes niveles funcionales:

- Nivel 1: Elementos de señalización de campo.
- Nivel 2: Elementos de Enclavamiento y control de los elementos de señalización.
- Nivel 3: Protección Automática de Trenes (ATP)
- Nivel 4: Operación Automática de Trenes (ATO)
- Nivel 5: Mando y Supervisión Automática de Trenes (ATS), no incluido en el presente subsistema y perteneciente al subsistema TTR.

Estos cinco niveles son funcionales y no tienen por qué corresponder necesariamente con equipos físicos concretos. De esta, forma, podrá darse el caso de que un mismo equipo soporte distintos niveles funcionales, o que un mismo nivel funcional esté constituido por varios equipos. Estos niveles

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

representan una estructura jerárquica que no debe necesariamente traducirse en una estructura tipo Hardware.

El nivel 1 es el más elemental de todo el Subsistema. Estará formado por todos aquellos equipos que instalados a lo largo de la infraestructura, proporcionan información directa del estado del campo o terreno y ejecutan las órdenes recibidas desde el nivel superior. Formarán parte de este nivel, por ejemplo, los accionamientos de aguja, las señales luminosas laterales, los sistemas de detección de presencia en vía o los mandos locales de los accionamientos.

Directamente relacionado con el nivel 1, se encuentra el nivel 2, denominado Enclavamiento. Este nivel incluye todas las funcionalidades de mando y supervisión segura de todos los elementos de Nivel 1 y de intercambio de información con otros niveles funcionales superiores.

El nivel 3, proporciona las funciones de protección automática de trenes ATP y comprende la funcionalidad vital del subsistema ATC relacionada con la conducción segura de los trenes, en consonancia con el estado de los elementos de nivel 1 pero también de los propios del sistema de conducción de trenes, basado, como se describirá más adelante en un sistema de transmisión continua bidireccional tren-tierra, con supervisión continua en cabina de conducción de tren, CBTC. Incluirá entre otras, la apertura y cierre seguro de las puertas de los trenes.

Los niveles 4 y 5 constituyen la parte no vital del subsistema ATC. Primeramente, el nivel 4 corresponderá a la conducción automática de trenes (ATO) y se encargará, entre otras funciones, de la conducción del tren entre estaciones, de gestionar la apertura y cierre de puertas del tren, basándose en la seguridad proporcionada por el Nivel 3, permitiendo la operación (conducción, apertura y cierre de puertas, etc.) del tren de forma automática, con la mínima intervención del conductor.

Por último, el nivel 5 es el de supervisión automática del tren (ATS). Las funciones de este nivel, serán entre otras, la monitorización del sistema desde el Centro de Control (CTR), la regulación de la circulación (cambio del tiempo de paro en una estación, etc.), modificación de los parámetros de explotación ATO para adaptarse a las situaciones degradadas correspondientes, así como constituir, en esencia, una herramienta para controlar la operación de los trenes en la línea, es decir se corresponderá con las funciones de Mando y Control del Tráfico (TTR)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

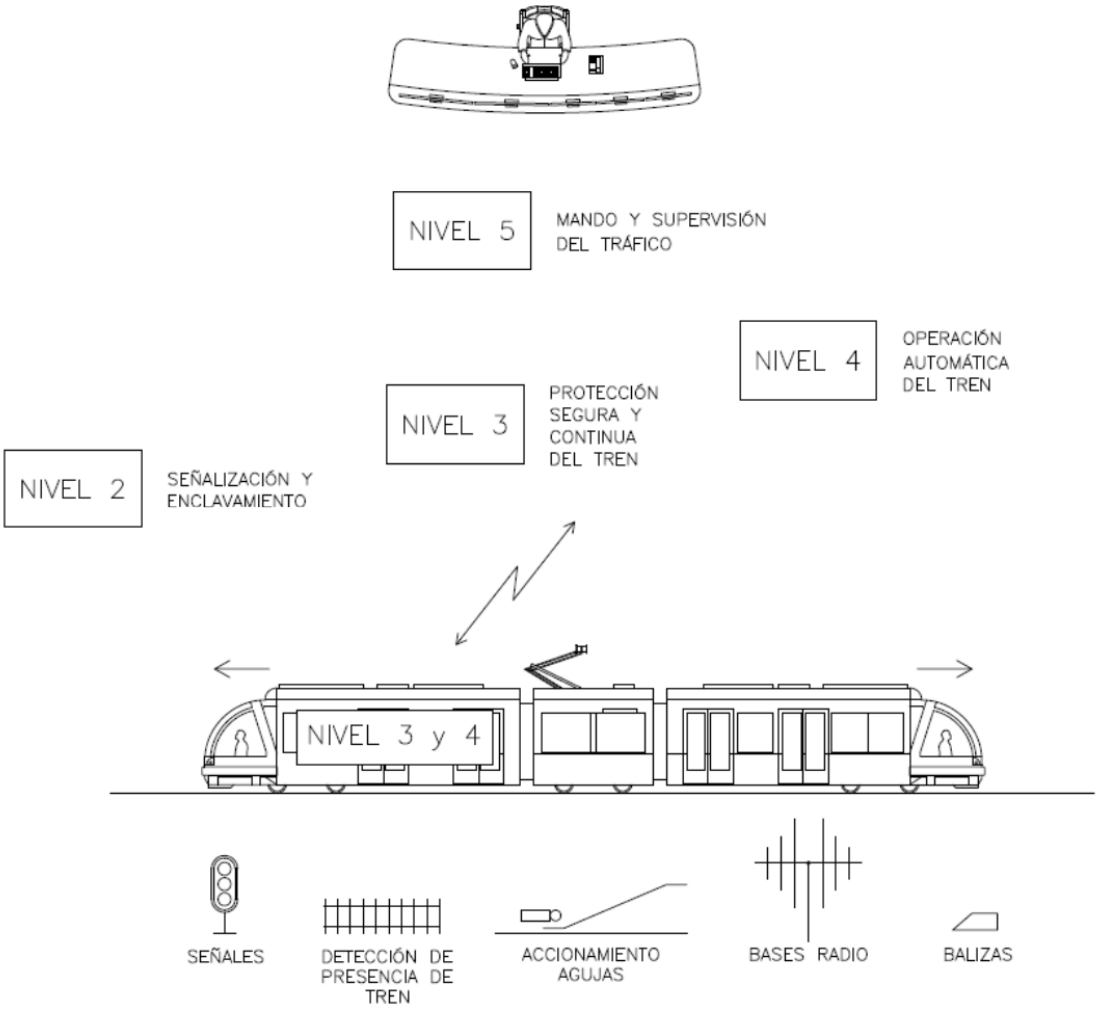


Figura 1 Estructura funcional de un sistema CBTC

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2 DESCRIPCIÓN DEL CDG

2.1 GENERALIDADES DE LA LÍNEA COMERCIAL

El diseño del trazado o trazo configura la estructura de por dónde transcurrirán las vías del CDG, desde el inicio al final, incluyendo los talleres y cocheras o depósito, dónde se ubicarán las estaciones y cuál será la pendiente en cada punto quilométrico, tanto como la situación, radios y acuerdos de las curvas así como el peralte. Por tanto la parte del Proyecto Constructivo y de Diseño del Subsistema Trazado (TRZ) se considera como un dato de entrada para el diseño del Subsistema ATC.

A efecto de mantener una adecuada operación de la línea y seguridad en el transporte de pasajeros, es requisito indispensable que el trazado respete los parámetros que exige el material rodante, es decir, gálibos, entre-vías, peraltes, pendientes máximas y radios mínimos de las curvas en la implantación de vías.

La pendiente de 0º o en su defecto “horizontal técnica” debe prevalecer para:

- Vías de garaje o depósito.
- Estaciones.
- Zonas con aparato de vía.

El Corredor Diagonal de Guadalajara (CDG) se ha diseñado, en base a los estudios de demanda realizados, como una moderna línea urbana de transporte masivo de ferrocarril, es decir de ferrocarril metropolitano, para cubrir las expectativas de transporte en la ciudad de Guadalajara, de una forma segura, eficaz, eficiente y con los más elevados estándares de calidad de servicio.

El CDG consta de una línea comercial y de unos talleres y cocheras, situados éstos últimos en el mismo ámbito y en conexión, lógicamente, con la línea comercial. La función básica de cada uno de estos elementos es obvia:

- Línea Comercial: Explotación comercial
- Talleres: Mantenimiento preventivo y correctivo del material rodante
- Cocheras o depósitos: Garaje del material rodante.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La línea comercial consta de 18 estaciones, con una longitud total de 19,6 Km, si bien la totalidad de la línea, incluyendo las zonas de estacionamiento y maniobra tras estaciones terminales, es de 21,4Km. Las estaciones del tramo central que atraviesan el casco histórico de Guadalajara son soterradas y situadas en un túnel único con las vías al mismo nivel. El resto de la línea transcurre por un viaducto, por un extremo hasta Zapopán (estación Periférico Zapopan) y por el otro hasta Tlaquepaque (estación Central camionera). Existirán dos andenes laterales en todas las estaciones de una distancia útil de 75m, siendo la longitud total de la estación de 90m. Algunas de las estaciones están previstas para tener correspondencia con alguna otra línea, concretamente:

- Estación Federalismo: Correspondencia con la Línea 1
- Estación Catedral: Correspondencia con la Línea 2
- Estación Normal: Correspondencia con Estación de Autobuses.

La afectación al tráfico en este sentido no existe, debido a que las líneas 1 y 2 operan de forma independiente y no tienen ninguna conexión con las vías futuras del CDG. En este sentido, se ha tenido en cuenta este hecho para permitir servicios provisionales que lleguen hasta estas estaciones en caso de incidencia en la línea del CDG que requiera de una operación degradada.

La totalidad de la línea estará equipada con doble vía de ancho internacional (1.435mm), electrificada mediante catenaria rígida a 1.500Vcc. En la línea se han previsto, zonas de cambio de vía o desvíos, para maniobras, concretamente:

- En los extremos de la línea, detrás de las estaciones terminales, dos bretelles para maniobras de cambio de vía durante el servicio comercial por detrás de la estación terminal, así como para inyección y retirada de trenes a la finalización del servicio, ya que en un extremo de la línea se han previsto 4 posiciones de estacionamiento o garaje y en el otro 2 posiciones.
- En los extremos de la línea, delante de las estaciones terminales, dos escapes o diagonales para maniobras de cambio de vía durante el servicio comercial por delante de la estación terminal.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

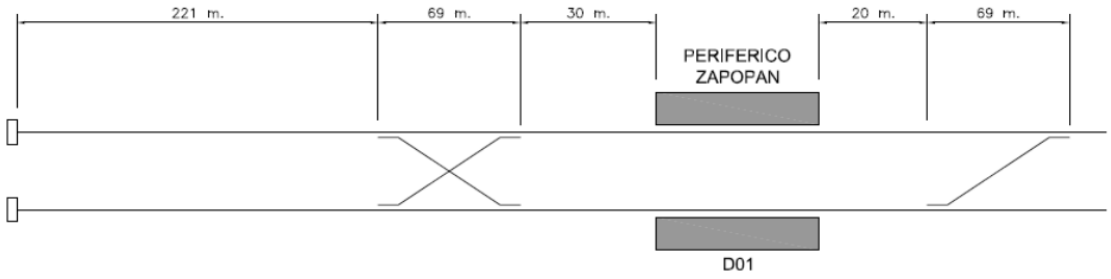


Figura 2 Configuración terminal Periférico Zapopan

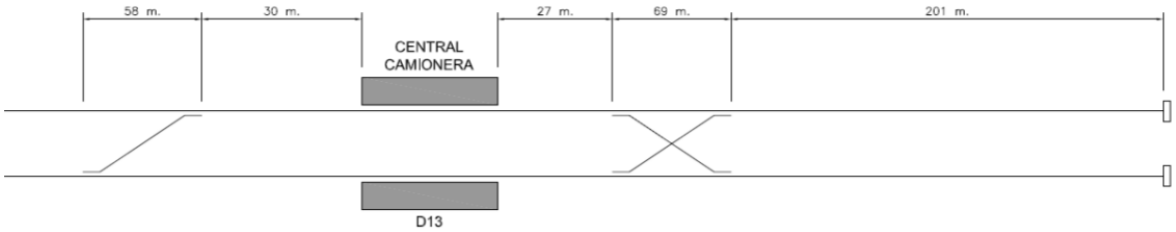


Figura 3 Configuración terminal Central Camionera

- A lo largo de la línea, cercanas a las estaciones con mayor afluencia de pasajeros, se han previsto diagonales o escapes para maniobras de cambio de vía durante la operación comercial en situaciones degradadas (servicios parciales), concretamente en las estaciones de:
    - Plaza Patria
    - Federalismo
    - Plaza de la bandera
    - Río Nilo
- Vías Auxiliares: Entre las estaciones de Plaza de la Bandera y CUCEI (Universidad de Guadalajara), en el centro del CDG, por la vía 2 existen dos desvíos que conducen a una “vía en Y”, con capacidad para estacionar un tren. Es una vía por tanto de apartado e inyección de trenes. En su proximidad existe un escape o diagonal, entre las dos vías principales, con el objetivo de que la vía de apartado sea accesible por ambas vías principales.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

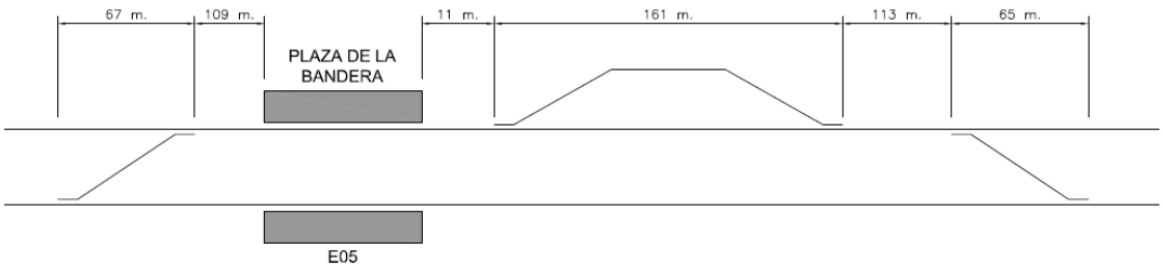


Figura 4 Configuración Vía en Y en Plaza de la Bandera

- Estacionamientos en línea: Se prevén como zonas de estacionamiento o garaje en la línea, cuatro posiciones en el fondo de maniobra de Periférico Zapopan y dos posiciones (una en cada vía) en el terminal de Central Camionera. Asimismo podrán considerarse como posiciones de estacionamiento o garaje las zonas de andenes en estaciones y la vía en Y auxiliar descrita anteriormente. Estas posiciones de estacionamiento, son de elevada utilidad para reservar trenes durante la operación en previsión de la inminente entrada al servicio comercial o, por el contrario, la retirada de trenes del servicio. Un caso particular relevante es la inyección y retirada de trenes al inicio o la finalización del servicio respectivamente.

El material rodante en línea, constará, como máximo de 37 trenes, de rueda metálica y cuatro coches, con una longitud de 60 m, si bien en un futuro las composiciones podrán ser ampliables a 5 coches, con una longitud de 75m. Hay que añadir 4 trenes más en mantenimiento y 2 adicionales de reserva. En total 43 trenes. El Explotador contará además con 2 vehículos de mantenimiento y transporte de material de vía.

No existirán puertas en los andenes, que conformen una barrera física entre los mismos y la vía o los trenes.

A continuación se muestra un esquema sencillo de la línea, seguido de un detalle con las estaciones, las longitudes entre ellas y los aspectos más relevantes de la línea, situados en el correspondiente punto quilométrico (PK).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

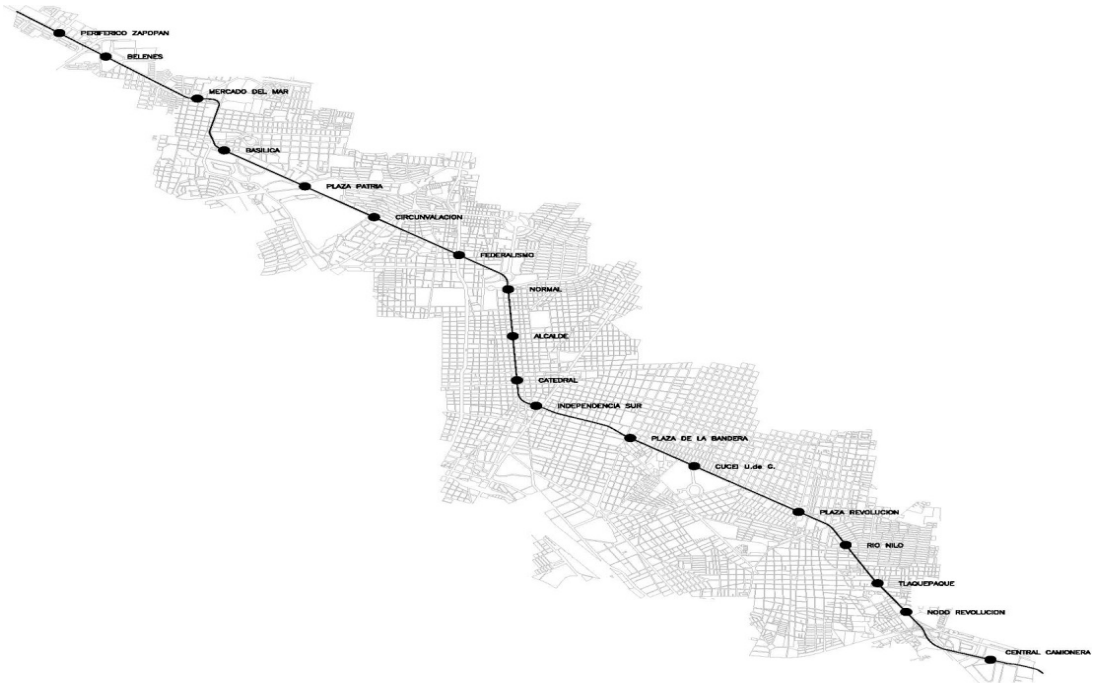


Figura 5 Esquema geográfico de la línea del CDG

	PK	Elemento	Nombre	Dist.
D01	696 771	Estación Elevada Terminal	Periférico Zapopan	
	Interestación			**806**
D02	1502 1577	Estación Elevada	Belenes	
	Interestación			**1549**
D03	3051 3126	Estación Elevada	Mercado del Mar	
	Interestación			**1399**
D04	4450 4525	Estación Elevada	Basílica	

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

	PK	Elemento	Nombre	Dist.
	Interestación			1341
D05	5791	Estación Elevada	Plaza Patria	
	5866			
	Interestación			1148
D06	6939	Estación Elevada	Circunvalación	
	7014			
	Interestación			1411
D07	8350	Estación Elevada	Federalismo	
	8425			
	Interestación			1044
E01	9394	Estación Enterrada	Normal	
	9469			
	Interestación			969
E02	10363	Estación Enterrada	Alcalde	
	10438			
	Interestación			914
E03	11277	Estación Enterrada	Catedral	
	11352			
	Interestación			652
E04	11929	Estación Enterrada	Independencia Sur	
	12004			
	Interestación			1473
E05	13402	Estación Enterrada	Plaza de la Bandera	
	13477			
	Interestación			1057
D08	14459	Estación Elevada	CUCEI / UdG	
	14534			

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

	PK	Elemento	Nombre	Dist.
	Interestación			**1727**
D09	16186 16261	Estación Elevada	Plaza Revolución	
	Interestación			**970**
D10	17156 17231	Estación Elevada	Río Nilo	
	Interestación			**904**
D11	18060 18135	Estación Elevada	Tlaquepaque Centro	
	Interestación			**713**
D12	18773 18848	Estación Elevada	Nodo Revolución	
	Interestación			**1627**
D13	20400 20475	Estación Terminal Elevada	Central Camionera	
			Total	**19704**

Tabla 1 Estaciones, situación y características

2.2 TALLERES Y DEPOSITOS

Si bien los Talleres y Depósitos, desde un punto de vista conceptual constituirán uno de tantos Subsistemas que conforman el CDG, esto es así a nivel del equipamiento y funcionalidades propias de los talleres, pero desde un punto de vista global, al producirse en ellos circulaciones de trenes, aunque no comerciales, conforman una parte más del CDG y muchos Subsistemas estarán presentes de forma transversal en todo el CDG y concretamente, los Subsistemas de Control de Tren y Mando y Control de Tráfico.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Por tanto, desde un punto de vista conceptual, en el CDG habrá un Subsistema TLL (Herramientas-Máquinas Talleres y Depósito), con las funcionalidades propias de mantenimiento y garaje respectivamente de material rodante, pero desde otro punto de vista, existirá una zona llamada Talleres y Depósito, en la cual se instalarán la mayoría de subsistemas trasversales, entre ellos el ATC, eso sí, eventualmente las funcionalidades de los mismos podrán tener alguna particularidad distinta, alguna de ellas importante, sobre todo en la zona de Talleres.

2.2.1 Ubicación y conexión con la Línea

Pendiente determinación de los terrenos de los Talleres y Depósitos.

2.2.2 Configuración de Vías de los talleres y Cocheras

Pendiente determinación de los terrenos de los Talleres y Depósitos.

2.3 OTROS SUBSISTEMAS QUE CONFORMAN LA LINEA

El Proyecto Ejecutivo del que forma parte este anejo consta de varios Subsistemas, entre los cuales se encuentran el ATC. En su conjunto conforman el Sistema Corredor Diagonal de Guadalajara (CDG). En el apartado 1.2 de este anejo se especifica la nomenclatura y abreviaturas correspondientes a cada una de ellos. Así mismo, se dedica un capítulo de esta memoria a tratar las interfaces del Subsistema ATC con los demás subsistemas que conforman el CDG.

A continuación de describe sucintamente cada uno de dichos subsistemas (los referentes a sistemas) excepto, lógicamente, el de Señalización y Control de Tren, cuyo diseño es el objeto de este anejo. La totalidad de estos Subsistemas, forman el Sistema global CDG y por tanto la Línea Metropolitana a construir.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

SUBSISTEMAS DE TRAZADO, ARQUITECTURA, ESTRUCTURA SUPERESTRUCTURA CIVIL (no se describen)**:**

SUBSISTEMAS DE TRAZADO

Geotécnia (GEO)
Trazado y Perfil (TRZ)

SUBSISTEMAS ARQUITECTURA

Estaciones Enterradas (QEN)
Estaciones Elevadas (QEL)
Arquitectura de Talleres y Depósito (QTL)
Urbanización (URB)
Cetrams (CET)
Arquitectura Centro de Control (QCC)

SUBSISTEMAS ESTRUCTURA

Túnel (TUN)
Viaducto (VDC)
Estaciones (EST)
Estructura Talleres y Depósito (TYD)
Estructura Centro de Control (ECC)

SUBSISTEMAS SUPERESTRUCTURA CIVIL

Vía (VIA)
Drenaje (DRN)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

SUBSISTEMAS CORRESPONDIENTES A SISTEMAS FERROVIARIOS Y NO FERROVIARIOS

SUBSISTEMAS DE ENERGÍA

Alta y Media Tensión (AMT)

Los equipos alta tensión reciben a través de las dos SEAT´s el suministro eléctrico en 230 KV del proveedor CFE, reduciendo a 23 KV esta alimentación para posteriormente enviarla a las SR´s por medio de los dos anillos de tracción a lo largo de toda la línea; también se distribuye a las SAF´s para ser transformada en alimentación de 220 y 127 Vca para el alumbrado, fuerza y ventilación de confort y emergencia de las estaciones, inter-estaciones, talleres, centro de control.

Catenaria (CAT).

La catenaria está formada por el hilo de contacto y proporciona la alimentación eléctrica al tren a través de la unión con el pantógrafo. El hilo de contacto se encuentra sujeto a la estructura del túnel, del viaducto y de las estaciones mediante soportes, postes, marcos rígidos y cimentación (si aplicase). La catenaria recibe la alimentación de tracción de las SR, a través de los feeders.

Tracción (TRA).

El sistema de tracción se encuentra ubicado en las salas SR y en las salas de tracción situadas en estaciones subterráneas, elevadas y Talleres. En las SR este sistema transforma a 1.500 Vdc las acometidas de Media Tensión (23 KV) procedentes de los anillos de tracción mediante un grupo transformador-rectificador de tracción. La alimentación de tracción es inyectada a catenaria mediante los feeders, incluyendo seccionadores, en la sala de tracción, que tienen como finalidad cortar la alimentación en catenaria en un área predeterminada o seccionar la catenaria en las diferentes secciones.

Baja Tensión (EBT).

Las SAF´s distribuyen la energía convertida a 220 y 127 Vca para alimentar a todos los equipos y sistemas que requieran de este voltaje, a través de un sistema de distribución de tableros localizados en los locales técnicos de las estaciones elevadas y enterradas, alimentando la iluminación y los contactos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

instalados en todo lo largo de las estaciones, inter-estaciones, talleres, depósito, centro de control y áreas administrativas. También alimenta a los sistemas de alimentación ininterrumpida que garantizan el suministro eléctrico para que los equipos de seguridad nunca se queden sin funcionar.

Alimentación Ininterrumpida (SAI).

Este sistema recibe de forma permanente de Baja Tensión alimentación eléctrica en 220 y 127 Vca, la cual es regulada y distribuida hacia tableros eléctricos de baja tensión para su distribución a los sistemas que requieren de alimentación segura. Así mismo mantiene alimentadas las baterías que soportan la carga en caso de algún corte de energía eléctrica. Este sistema está ubicado en las estaciones, centro de control y talleres.

Particularmente importante es destacar que en el alcance de este subsistema están las SAI de ATC.

SUBSISTEMAS ELECTROMECÁNICOS

Ventilación de Túnel (VEN).

Este sistema solo estará instalado en estaciones enterradas y su función primordial es dar seguridad y confort a los usuarios. Los ventiladores están alimentados a través de tableros eléctricos en baja tensión directamente de las SAF.

SUBSISTEMAS FERROVIARIOS DE SEGURIDAD

Material Rodante (ROD).

Los trenes previstos tendrán rueda metálica, circularan sobre la vía y serán alimentados en 1500 Vdc a través de su pantógrafo que tendrá contacto con la catenaria que a su vez es alimentada por las SR´s mediante los equipos de tracción. Estos trenes tendrán comunicación bidireccional con el centro de control a través de la Interfonía, radio telefonía, video vigilancia, sonorización y voceo y teleindicadores.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Para la circulación de los trenes en seguridad tendrán instalados equipos de pilotaje automático (Control de Tren) que permitirá una circulación segura, eficiente, confortable y controlada desde el centro de control. Para su mantenimiento existirán los talleres debidamente equipados.

Talleres y Depósito (TLL).

Para estacionar los trenes al final del servicio existirá una nave de zona de depósito dividida en varias vías de estacionamiento alimentadas por la catenaria y aparatos de vía que permitieran la entrada y la salida de los trenes hacia la línea. Esta zona de la línea estará equipada con el mismo equipamiento de ATC que el resto de la línea, si bien puede existir alguna diferencia en las funcionalidades del mismo, por tratarse de una parte de la línea no comercial.

Para el mantenimiento de los trenes existirán otras naves con diversas vías alimentadas por catenaria y equipadas con diferentes sistemas que ayudaran al mantenimiento preventivo y correctivo de los trenes, estas naves estarán previstas con todo lo necesario para poner a punto a los trenes. Todas las vías y enlaces de los talleres y garaje estarán provistas con equipos de seguridad y comunicación hacia el centro de control para una circulación ágil y segura. En este caso se dotará a esta parte de la línea con un sistema de señalización convencional y la conducción de los trenes en estas vías será a velocidad restringida y con señales laterales.

SUBSISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

Radiocomunicaciones (RAD).

El sistema de radiocomunicaciones es el enlace entre los conductores de los trenes y los reguladores de tráfico de la línea, teniendo integradas otras funciones de comunicación, se encuentra instalado en el centro de control, a bordo de los trenes y a lo largo de toda la línea, talleres y deposito, utiliza radiofrecuencias, por lo cual requiere de antenas para su transmisión/recepción y en el túnel un cable radiante.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Videovigilancia (VID).

El sistema permite la vigilancia remota a través de las diferentes cámaras instaladas a todo lo largo de las instalaciones de la CDG, que envían la señal en tiempo en tiempo real al centro de mando y control de seguridad; con esto se podrán observar todos los acontecimientos que sucedan en las instalaciones de la CDG, estas imágenes se proyectarán a nivel de estaciones en el centro de mando y control de seguridad y podrán ser grabadas y almacenadas durante 30 días mínimo, este sistema servirá para la seguridad de usuarios como ayuda a la operación y el mantenimiento seguro de las instalaciones.

Telefonía (TEL).

Este sistema es el enlace principal de comunicación entre el personal técnico, operativo, administrativo y de seguridad y brindará el servicio a todas las instalaciones de CDG. Podrá ser integrado a otros subsistemas de comunicación; servirá de enlace a la red pública de telefonía.

Grabación de Audio (REC).

El sistema de Grabación procede a almacenar todas las llamadas de voz entrantes y salientes del centro de control y el local del jefe de estación así como las llamadas internas. Grabará todas las llamadas del sistema de radiocomunicaciones, telefonía, interfonia y sonorización y voceo. Para ello, se dispondrá de un grabador en el Centro de Control con acceso por red a todos los sistemas de voz a los cuales da servicio.

Interfonía (INT).

Este sistema tiene como objetivo proporcionar un servicio de información o atención a emergencias a los usuarios en las estaciones o el interior del tren. Algunos interfonos contarán con una cámara de video a fin de transmitir la imagen del usuario generando la llamada hacia el centro de control. Adicionalmente existirán interfonos en los elevadores así como en las máquinas del sistema de peaje.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Sonorización y Voceo (SON).

Para emitir anuncios instantáneos o grabados de relevancia a los usuarios o trabajadores del organismo operador, existe el sistema de sonorización y voceo en las estaciones e interior del material rodante cuyos mensajes se emiten desde el centro de atención e información al usuario jefe de estación o regulador de la línea. También sirven para emitir música ambiental que aumenta el confort a los pasajeros. El sistema es capaz de emitir de forma automáticamente anuncios referentes al tráfico, cuya información la recibirá a partir del subsistema TTR.

Teleindicadores (TLI).

Este sistema tiene dos tipos de teleindicadores, los instalados en los andenes y vestíbulos de estación y los instalados en los vagones del tren, ambos sirven para dar información visual al público usuario sobre las condiciones de operación normal o degradada del servicio o para entretener durante la espera o el trayecto a los usuarios. Esta información será emitida desde el centro de atención e información al usuario (CIAU). También se visualizará la hora actual. El sistema será capaz de emitir de forma automáticamente anuncios referentes al tráfico, cuya información la recibirá a partir del subsistema TTR.

Red de Datos Multiservicios (RED).

La Red de Datos Multiservicios proporciona a todos los sistemas de la línea el acceso a un sistema de transporte masivo de datos de alta fiabilidad y calidad presente en toda la línea y el material rodante. Por tanto, los distintos sistemas de la línea hacen uso de la RED a fin de transmitir información entre los elementos que los conforman, con independencia de la ubicación geográfica o el tipo o volumen de datos de los mismos. Como caso particular, a través de esta red se transmiten los mensajes entre el equipamiento ATC a lo largo de la línea, por lo tanto es a la que se conectarán todos estos equipos

Red de Nivel Físico (FIS).

La Red de Nivel físico proporciona el medio físico de transporte de información en la línea. Se basa en el tendido a lo largo de estaciones y trazo de cableados de fibra óptica y cobre, que son utilizados principalmente por la Red de Datos Multiservicios RED y servicios o sistemas con requerimientos de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

conectividad particulares o punto a punto. Como caso particular, formará parte de este Subsistema, el cableado de fibra óptica desde las salas técnicas hasta los equipos radiantes del Subsistema de ATC.

Cronometría (CRO).

Es un sistema instalado en el centro de control que distribuye un patrón de sincronismo horario a todos los sistemas informatizados, utilizando para ello la Red de Datos Multiservicios y de acuerdo a los protocolos de transmisión normalizados.

Radio Servicios de Emergencia (EME).

El sistema inyecta en el túnel y las estaciones enterradas las señales de radio de los sistemas de emergencia de la ciudad de Guadalajara, procediendo a su captación y amplificación si así se requiere. Se instalarán antenas en superficie, distribuyendo la señal al local técnico de telecomunicaciones para su tratamiento y distribución a las estaciones y túneles mediante cableado, elementos pasivos, antenas y cable radiante.

Bitácora y Gestor Maestro (BIT).

Este subsistema se encarga de recibir la información en tiempo real proporcionada por los sistemas informatizados con el objeto de tener un registro de los eventos operativos y de mantenimiento a fin de elaborar un registro histórico, elaborando reportes y programas de mantenimiento.

Peaje (PJE).

El sistema de peaje sirve para delimitar el acceso a la línea, el cual se autoriza a través del prepago del peaje utilizando una tarjeta sin contacto, el sistema se compone de: barrera de acceso al vestíbulo interior, expendedoras y recargadoras automáticas de tarjetas, concentrador de estación, concentrador de línea, como equipos principales.

El sistema será monitoreado por video vigilancia brindando principal importancia a la barrera de acceso y las expendedoras y recargadoras automáticas y dispondrá de interfonos para la atención a los usuarios.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La operación del sistema será monitoreada en el centro de control y en las estaciones.

Control de Accesos a Áreas Restringidas (ACC).

El control de accesos a locales restringidos, está conformado por lectores de tarjetas sin contacto ubicados en todos los accesos a los locales restringidos, en la bajada a vías y en las puertas de entrada a las estaciones.

El sistema ACC será monitoreado en el centro de seguridad por el mando y control de seguridad y deberá seguir un protocolo de acceso.

SUBSISTEMAS CENTRO DE CONTROL

Centro de Control (CTR).

Este centro de control centralizara todas las informaciones provenientes de la línea a través de la red de nivel físico y la de la red multiservicio, para el mando y control de los subsistemas de tráfico, energía, seguridad, estaciones y de telecomunicaciones; para esto existirá un centro de atención de información al usuario que atenderá los requerimientos de los usuarios; existirá centro de regulación de tráfico, el centro de mando y control de estaciones, el centro de control de energía y el centro de seguridad; existirán varias salas para la instalación de equipos de control, servidores, equipos de alimentación; equipos de alimentación ininterrumpida y áreas para personal administrativo, además se grabaran y emitirán mensajes de importancia para el público.

Mando y Control de Tráfico (TTR).

El mando y control de tráfico realiza las funciones equivalentes de un subsistema ATS (Automatic Train Supervision) además de facilitar, mediante integración al bus ESB del Centro de Control, al resto de subsistemas que lo precisan de toda la información vinculado al estado de la circulación de trenes.

Por tanto este subsistema permite la monitorización y control en tiempo real el estado de funcionamiento del sistema de señalización y control automático de trenes, la regulación automática o manual (si existe

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

modo degradado) de la circulación de trenes, la gestión de servicios parciales, vueltas en terminales, lanzaderas, etc…

Mando y Control de Estaciones (TES).

El mando y control de estaciones es para supervisar el correcto funcionamiento de los equipos electromecánicos, eléctricos y electrónicos instalados en las estaciones, esta supervisión se realiza desde el centro de control a través de dos centros de mando que controlan en principio la mitad cada uno de ellos, en donde aparecen las arquitecturas de las estaciones con la ubicación de los equipos a controlar, en caso de falla de alguno de esos equipos se presenta una alarma visible y audible que debe ser reconocida por el operador, en el centro de control se encuentran los equipos que contiene la lógica de este sistema así como los locales técnicos de las estaciones. Esta supervisión se logra utilizando la red multiservicio y la red física.

Mando y Control de Energía Eléctrica (TEN).

El mando y control de energía es para supervisar el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos de alta, media y baja tensión (SEAT´s SR´s, SAF´s) instalados CDG, esta supervisión se realiza desde el centro de control a través de dos centros de mando que controlan en principio la mitad cada uno de ellos, en donde aparece la ubicación de los equipos a controlar, en caso de falla de alguno de esos equipos se presenta una alarma visible y audible que debe ser reconocida por el operador, en el centro de control de energía, ubicado en el centro de control, donde además se encuentran los equipos que contiene la lógica de este sistema así como en los locales técnicos de las estaciones. Esta supervisión se logra utilizando la Red de Datos Multiservicio y la Red de Nivel Físico como medios de transporte.

Mando y Control de Seguridad (TSG)

El sistema de seguridad está conformado por cuatro subsistemas estos son: VID, ACC, PCI y VEN estos cuatro sistemas serán monitoreados en el centro de seguridad el cual contara con los equipos necesarios para este fin, así como también se podrán hacer algunos telemandos desde este mismo punto. Todo lo anterior deberá estar respaldado por un protocolo de respuesta a emergencias y/o eventos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Securización (Seguridad de Sistemas) SES.

La seguridad consiste en la preservación de la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información en la que se deberá mantener la exactitud y completitud de la misma, así como de los sistemas e instalaciones implicados en la conservación de la misma, en donde la información no se pone a disposición ni se revela a individuos, entidades o procesos no autorizados.

La finalidad de este apartado es describir los conceptos que regirán la operación del Corredor Diagonal de Guadalajara.

2.4 CRITERIOS OPERATIVOS GENERALES DE LA LINEA

El diseño del CDG se rige por criterios generales muy importantes en la futura operación de la Línea, siendo el Subsistema de Control Automático de Trenes (ATC), de capital importancia al considerar la mayoría de ellos.

2.4.1 Seguridad

La seguridad en transporte público es garantizar el desplazamiento de usuarios con todas las condiciones que logren su traslado en buen estado desde el ingreso a las instalaciones de la línea hasta la salida en su punto de destino.

La seguridad es un objetivo importante para los usuarios de un sistema de transporte colectivo, ésta dependerá siempre del buen funcionamiento del material rodante, del sistema de control de trenes, del diseño de las instalaciones, el mantenimiento, el personal de servicio y los mismos usuarios.

Se deberá prever lo necesario para mantener la seguridad en la marcha de los trenes y dentro de las instalaciones. Para lograr la seguridad en la marcha de los trenes, se contará con los sistemas más modernos de protección y control de trenes, que garanticen la conducción de los mismos, dentro del carrusel de operación comercial y en cualquier circulación sin pasajeros sea absolutamente segura, así como distintos Subsistemas y equipamientos que aportan seguridad en la operación global de la línea.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2.4.2 Regulación

La operación regulada consiste en garantizar una frecuencia de trenes constante en todos los puntos de la línea para satisfacer en todo momento la demanda de pasajeros, optimizar los tiempos de espera y transporte de los mismos.

La regularidad es una preocupación constante de la operación, ya que el retardo inesperado de un tren tiende a aumentar el número de pasajeros que esperan dentro de cada estación.

Las funciones de regulación vendrán dadas por un sistema integrado en el Subsistema de Mando y Control de tráfico, altamente automatizado, flexible y que facilitarán la labor de los supervisores del Centro de control, apoyado en características de diseño de la línea como las distintas opciones de vuelta en los terminales, inyección o retirada de trenes, y en el Subsistema de Control de Trenes, que permitirá obtener distintos tiempos de recorrido entre estación, flexibilidad en el tiempo de parada en estación, y conducción automática.

2.4.3 Confort y calidad de servicio

Este sistema de transporte buscará tener todos los servicios necesarios para que el desplazamiento de los usuarios sea cómodo y placentero, así como ostentará unos niveles de disponibilidad y por tanto de fiabilidad muy elevados. Así pues, desde el punto de vista de los Subsistemas de Mando y Control de Tráfico y de Control de Trenes, éstos aportarán, siendo una parte de la operación de la línea, todas las características para conseguir estos niveles de calidad de servicio en la globalidad de la línea, junto con, evidentemente, otros Subsistemas importantes de desde este punto de vista (material rodante, estaciones,…)

En este ámbito, la disponibilidad de todos y cada uno de los equipos, así como del subsistema en general de Control automático de trenes (ATC), proporcionará altísimos niveles de disponibilidad, así como la posibilidad de establecer situaciones de operación degradadas con el máximo de funcionalidades y niveles de desempeño.

Desde un punto de vista más general, fuera del alcance del subsistema de ATC, la higiene, el gradiente térmico y la luminosidad de las instalaciones contribuirán a suministrar confort y calidad de servicio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2.4.4 Prevención y Gestión de la emergencia

Se puede considerar una emergencia como aquella situación que ponga en riesgo la seguridad e integridad de pasajeros o personal que opera el sistema así como de las instalaciones. Todos los subsistemas deberán estar preparados y diseñados en este sentido, así como todo el personal capacitado y entrenado para abordar situaciones de este tipo, siguiendo un plan de contingencia pre-establecido.

2.4.5 Eficiencia de operación

Para el cumplimiento de la demanda de transporte, es necesario mantener durante el horario comercial, numerosas circulaciones de trenes por toda la línea, acomodando lo mejor posible los costes variables de la operación a la demanda de pasajeros, cumpliendo con los objetivos de calidad de servicio descritos anteriormente. De esta forma todos los Subsistemas permitirán, en su medida, minimizar los costes variables de la operación, desde el punto de vista energético, de personal y de optimización de la utilización de la infraestructura y el material rodante.

Desde este punto de vista el Subsistema de Mando y Control de tráfico permitirá la mayor flexibilidad para acomodarse a las distintas franjas horarias de demanda, inyección y retirada de trenes, regulación de la línea y el Subsistema de Control de Trenes permitirá un intervalo adecuado entre trenes, una velocidad lo más óptima posible siempre dentro de las limitaciones de la línea y del tráfico y permitirá modos ahorradores de energía eléctrica cuando la demanda en esa franja horaria lo permita. Para ello el sistema de Control de trenes incorporará funciones de “coasting” y permitirá la conducción automática con intervalos en marcha en deriva.

2.4.6 Acomodo a la demanda

Si bien el diseño del CDG toma como datos de entrada las conclusiones de los correspondientes estudios de demanda, el dinamismo en dicha demanda a lo largo del tiempo de explotación del mismo, debido a factores de todo tipo, económicos, sociales, de evolución de otros medios de transporte, políticos, geográficos, etc… se debe prever la máxima flexibilidad en la respuesta a esa demanda futura, desde tres puntos de vista fundamentalmente:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Diseño de las estaciones y los andenes en el actual diseño, ya que no está previsto en ningún caso modificar andenes ni estaciones en un futuro.
- Acomodo del número de coches del material rodante a la demanda, aprovechando toda la longitud del andén comercial.
- Minimización del intervalo entre trenes.

En este último punto, la importancia del Subsistema de Control Automático de Trenes es capital.

2.5 PARAMETROS OPERATIVOS GENERALES DE LA LINEA

El CDG se ha diseñado para cubrir las expectativas de demanda de viajeros de la ciudad de Guadalajara, así como para ofrecer las más modernas prestaciones en materia de seguridad y calidad de servicio, optimizando la inversión realizada y los costes de operación. Asimismo la solución en materia de control de trenes se ha diseñado para conseguir los mejores resultados en cuanto a frecuencia de trenes, pudiendo conseguir desde el momento de su inauguración y en todos los años de explotación parámetros de desempeño operacional exigentes sin necesidad de variar la infraestructura de la Línea.

De este modo y en base a la demanda de pasajeros prevista y el diseño de la infraestructura, se parte de los siguientes datos operacionales, en modo nominal:

- Horario comercial diario de 5h a 23h
- Velocidad comercial estimada de 35 km/h
- Tiempo total estimado de la vuelta a la línea de 71 minutos
- Tiempo estimado de parada en estaciones: 20 segundos
- Intervalo mínimo entre trenes de 120 segundos, mejorable a 90 segundos, si fuera necesario, con la incorporación de más material rodante.
- Posibilidad de incorporar un coche más a los trenes, en principio de cuatro coches.
- Velocidad máxima en la línea de 80 Km/h
- Aceleración máxima de los trenes de 1,2 m/s2
- Deceleración máxima de servicio de los trenes de -1.0m/s2
- Deceleración máxima de emergencia de los trenes de -1,2m/s2
- Distancia de los trenes entre 60m y 75m. En principio la flota tendrá longitud constante

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Posibilidad de mantener el intervalo mínimo entre trenes en las maniobras terminales
- 37 trenes en línea, como máximo, para un intervalo mínimo de 120 segundos
- Velocidad de paso por andenes máxima de 50 Km/h
- Velocidad de paso máxima por agujas en invertido de 35 Km/h

2.6 MODOS DE OPERACIÓN Y GESTIÓN DEL TRÁFICO

2.6.1 Consideraciones generales

El horario comercial de operación previsto en el CDG es de 5h a 23h todos los días de la semana. El resto de horas se prevén como horario de pruebas, mantenimiento, garaje y acomodo de trenes, etc…

El sentido de la circulación normal, en operación comercial nominal de los trenes es por vía 1 en sentido desde Periférico Zapopan hasta Central Camionera y por vía 2 desde Central Camionera hasta Periférico Zapopan. Vía 1 siempre es la inferior en los esquemas y planos y vía 2 es la superior en los mismos.

La oferta de trenes se podrá ajustar a la demanda de pasajeros, en función de las horas del día, del día de la semana, de acontecimientos especiales, etc…habiendo, en general, desde el punto de vista de la operación, horas pico, en que la oferta será máxima y horas valle, en que la oferta disminuirá en base a los criterios del Operador.

La conducción nominal de los trenes en el CDG durante la operación comercial y no comercial en la Línea será siempre automática (funcionalidad ATO) con conductor en la cabina de los trenes, excepto en maniobras de cambio de vía, desde las estaciones terminales a los andenes de maniobras en los finales de línea, en que el conductor podrá ser liberado de la cabina de conducción o inclusive del tren.

La conducción de los trenes en los talleres, será siempre manual, basada en señalización lateral de maniobras y de espaciamiento.

La conducción nominal de los trenes en el depósito podrá ser igual que en la Línea, automática, con conductor en la cabina (ATO), si bien dependerá de la ubicación de las mismas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El ingreso o salida de pasajeros de los trenes a los andenes se realizará, en operación nominal, siempre por los andenes de vía 1 para los pasajeros que viajen en dirección Central Camionera y en los andenes de vía 2 para los pasajeros que viajen dirección Periférico Zapopan.

2.6.2 Operación nominal

El servicio nominal será aquel en que todas las funcionalidades de la línea funcionen plenamente y por tanto, se alcancen los parámetros y modos de desempeño, operación y funcionamiento previstos.

La operación de los trenes en el CDG se realizará habitualmente de forma centralizada, desde el Centro de Control y particularmente desde el Subsistema de Mando y Control de Tráfico (TTR), allí situado, junto con el resto de telemandos. Se dispondrá de un puesto de tráfico totalmente informatizado para el supervisor de la línea y dos puestos de operación para dos reguladores de tráfico, desde donde el control del tráfico y su supervisión se realizarán de una forma altamente automatizada. Además, para mantener la comunicación entre conductores de tren y agente operador, se contará con equipos de radiocomunicación a bordo del tren.

La gestión de la operación se realizará mediante tablas horarias confeccionadas en base a la programación de la oferta, pudiéndose realizar la regulación de los trenes por horario o por intervalo entre los mismos, en base a las funcionalidades que con tal fin se implementarán en los subsistemas de control automático de trenes y de regulación propiamente dichos, integrado éste último en el Subsistema de Mando y Control de Tráfico (TTR).

El recorrido del carrusel de trenes nominal previsto será el de la vuelta completa a la línea, con cambio de vía en las estaciones terminales, pero siempre todos los trenes recorrerán la totalidad de la línea y pararán en todas las estaciones por ambas vías. No existirán, por tanto, en principio, servicios semi-directos (trenes que no paren en todas las estaciones) ni bucles o carruseles parciales (trenes que solo recorren un tramo de la línea.

Sin embargo, dado el espíritu dinámico de acomodo a la demanda en situaciones futuras, no se descarta la posibilidad de, en un futuro, realizar cambios en la operación nominal, ya sea de modo continuo o en periodos de tiempo determinados, introduciendo servicios como los descritos en el párrafo anterior.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La operación en las cocheras o depósito, será igualmente controlada y supervisada por el puesto de regulador de tráfico en el Centro de Control.

La operación en los talleres será manual por lo que respecta a la conducción y local por lo que respecta al Mando y Control de Tráfico (TTR). Desde un Puesto de Operación y Control informatizado situado en los talleres se gestionará de forma local los movimientos de trenes a través de sistemas de señalización lateral en agujas y de espaciamiento y sistemas de detección de presencia en vía.

2.6.3 Modos de conducción en línea, cocheras y talleres

El modo de conducción nominal previsto será el modo ATO. El conductor, siempre en la cabina de tren, supervisará la marcha del tren pero ésta será automática, siempre protegida por un sistema de supervisión continua de velocidad. El tren realizará automáticamente el recorrido entre estaciones, desde el arranque hasta la parada. Las actuaciones del conductor se limitarán a la apertura y cierre de puertas en las estaciones. La supervisión de la marcha del tren por el agente de conducción se considera imprescindible para detectar posibles presencias de personas u objetos en vía, pudiendo en cualquier momento conmutar a un modo de conducción manual, ya sea con el tren parado o en movimiento, o bien actuar el frenado de emergencia del tren.

Así mismo otros dos modos de conducción serán posibles en esta situación, si bien no serán los modos normales de conducción. En efecto existirá el modo de conducción ATP, manual, entre estación y estación, supervisada la velocidad de forma permanente en función del trazado y del estado de la vía precedente.

Otro modo de conducción posible será el modo ATPR25, en el que existirá solamente una limitación de velocidad a 25 Km/h, no existiendo otro tipo de limitación. De igual modo que en el caso anterior, este modo de conducción no se utilizará en operación nominal.

Otro modo de conducción posible será el modo ATPR15, en el que existirá solamente una limitación de velocidad a 15 Km/h, no existiendo otro tipo de limitación. De igual modo que en el caso anterior, este modo de conducción no se utilizará en operación nominal.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El resumen pues, de los modos de conducción posibles será:

- Modo ATO: Conducción automática entre estaciones con presencia de conductor en cabina, con velocidad supervisada de forma segura y permanente. El conductor abre y cierra las puertas. Es el modo de conducción normal en la línea comercial y las cocheras.
- Modo ATO sin conductor en el recorrido desde las estaciones terminales al fondo de maniobra correspondiente. El Operador podrá utilizar este modo si lo considera oportuno. Es el único caso en que está previsto que no exista conductor a bordo del tren.
- Modo ATP: Conducción manual entre estaciones con presencia, con velocidad supervisada de forma segura y permanente. El conductor abre y cierra las puertas.
- Modo ATPR25: Conducción manual limitada a 25Km/h, sin ningún otro tipo de limitación
- Modo ATPR15: Conducción manual limitada a 15Km/h, sin ningún otro tipo de limitación. Será el modo de conducción normal en los talleres.

2.6.4 Vueltas en terminales

Como se ha descrito anteriormente, las estaciones terminales cuentan con una bretelle trasera (lado fondo de línea) y una diagonal delantera respectivamente, con objeto de poder realizar la maniobra de cambio de vía de varias formas posibles. La maniobra nominal será realizada por detrás de la estación, realizando el cambio de vía antes de invertir el sentido de la marcha, de forma que el intervalo entre trenes no se vea penalizado, si bien será opción del operador de tráfico poder variar esta forma de operar, siendo el Subsistema de Mando y control de Tráfico el que gestionará este hecho, pudiendo por tanto seleccionar la opción de maniobra en los terminales.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Una opción posible será la maniobra trasera alternada, es decir utilizando de forma alternada la VTA y la VTB, según se muestra en la figura siguiente:

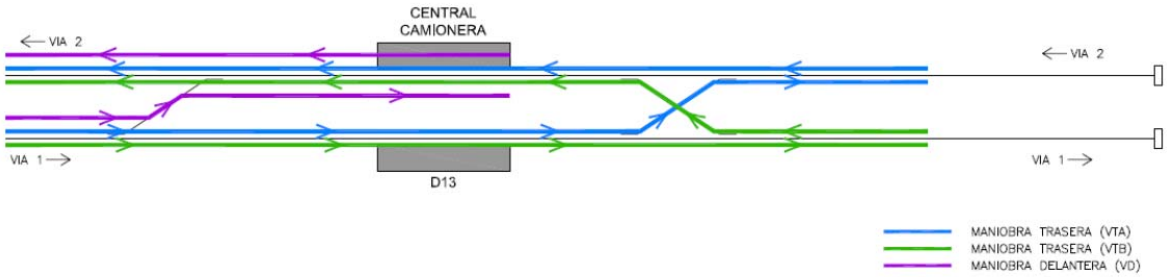


Figura 6 Maniobras posibles en la estación terminal Central Camionera

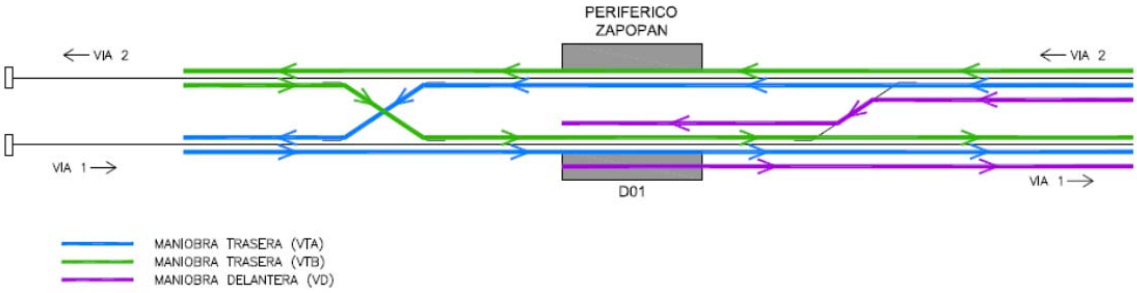


Figura 7 Maniobras posibles en la estación terminal Periférico Zapopan

En el caso de las vueltas tras estación (VTA o VTB), y con objeto de poder liberar al conductor en los cambios de terminales, se preverá la posibilidad de que el tren realice el itinerario desde la estación terminal hasta el fondo de maniobra sin conductor, tomando el mismo u otro conductor el tren para realizar el itinerario de salida hasta el otro andén de la estación terminal.

2.6.4.1 Estrategias de maniobras de terminal

Las maniobras de cambio de sentido de circulación del tren se podrán realizar de forma manual o automática, es decir, ya sea en modo ATP o ATO, si bien el modo nominal será el ATO. Sin embargo, estará prevista una maniobra en modo ATO sin conductor en el trayecto de entrada desde el último andén comercial hasta el andén de maniobras. A la salida hacia el andén comercial, ya por la otra vía, la conducción será siempre con conductor.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2.6.4.2 Descripción de Maniobras en terminales

Maniobras VTA y VTB son la que se realizan a través de los aparatos de vía ubicados en la parte posterior de la terminal de llegada.

Maniobra "VTA", se realiza a través de los aparatos de vía ubicados en la parte posterior de la terminal de llegada. El tren arribará al andén de llegada para el descenso de usuarios, avanzará al andén de maniobras 2, regresará al andén de salida para el ascenso de pasajeros y partirá hacia la línea.

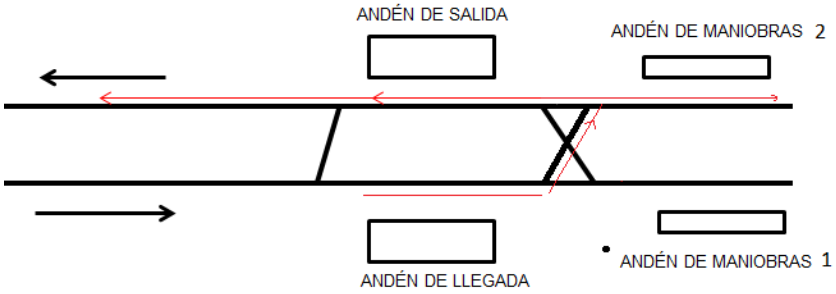


Figura 8 Maniobra trasera VTA en estación terminal

Maniobra "VTB", se realiza también a través de los aparatos de vía ubicados en la parte posterior de la terminal de llegada. El tren arribará al andén de llegada para el descenso de usuarios, avanzará al andén de maniobras 1, regresará al andén de salida para el ascenso de pasajeros y partirá hacia la línea.

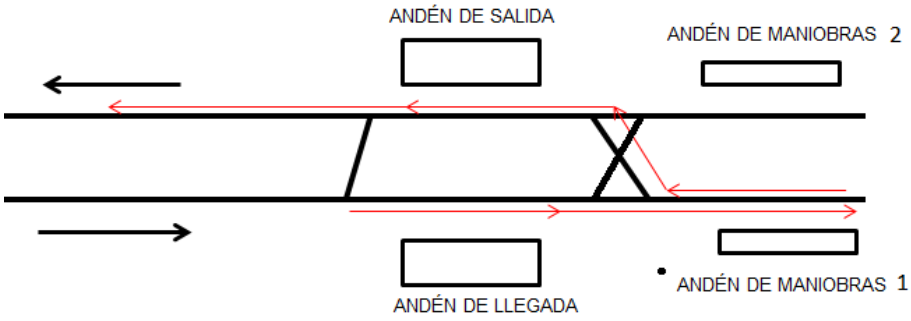


Figura 9 Maniobra trasera VTB en estación terminal

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Como se ha avanzado en párrafos anteriores, las maniobras “VTA” y “VTB”, podrán ser realizadas por medio de los automatismos, con el objeto de minimizar los tiempos de maniobra para ello se define una zona de transferencia UTO-ATO con punto de parada unos metros antes del andén de salida que se utilizará para el ascenso y descenso del conductor. Las maniobras se realizarán de la siguiente manera:

1. Una vez que el tren llegue al andén de llegada, y efectúe el descenso de pasajeros, el conductor se asegurará de que las puertas están cerradas y posteriormente el sistema podrá operar de tres formas diferentes que deberán quedar reflejadas en el reglamento de operación.
2. El tren avanza de forma automática sin conductor (UTO) hasta el andén de maniobra 1 o 2, dependiendo del itinerario que esté autorizado y se deberá detener en el andén de maniobra correspondiente. Posteriormente una vez que la señalización le autorice a avanzar, el tren recorrerá el itinerario con destino a la zona de transferencia UTO-ATO (Automático sin conductor a Automático con conductor) que se situará unos metros antes de la llegada al andén de salida. En el lapso de tiempo de ejecución de la maniobra automática, el conductor avanzara dentro del tren a la cabina de conducción contraria, de tal manera que al llegar el tren a la zona de transferencia UTO-ATO, el conductor ya esté preparado para avanzar hasta el punto de parada del andén de salida para a continuación realizar la apertura de puertas para el ascenso de pasajeros y posteriormente salir a la línea.
3. El conductor desciende de la cabina, el tren avanza de forma automática sin conductor (UTO) hasta el andén de maniobra 1 o 2, dependiendo del itinerario que esté autorizado y se deberá detener en el andén de maniobra correspondiente. Posteriormente una vez que la señalización le autorice a avanzar, el tren recorrerá el itinerario con destino a la zona de transferencia UTO-ATO (Automático sin conductor a Automático con conductor) que se situará unos metros antes de la llegada al andén de salida. En el lapso de tiempo de ejecución de la maniobra automática, el conductor deberá cambiar de andén mediante un paso habilitado en la estación de tal manera que al llegar el tren de forma automática a la zona de transferencia UTO-ATO, el conductor ya esté parado en el andén para entrar en la cabina contraria, avanzar hasta el punto de parada del andén de salida para a continuación realizar la apertura de puertas para el ascenso de pasajeros y posteriormente salir a la línea.
4. El conductor conmuta el tren al modo de conducción ATPM y realiza la maniobra mediante el andén de maniobra 1 o 2, dependiendo del itinerario que esté autorizado. No será necesaria parada en la zona de transferencia UTO-ATO. Una vez estacionado en el andén de salida, el

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

conductor conmuta a conducción ATO para a continuación realizar la apertura de puertas para el ascenso de pasajeros y posteriormente salir a la línea.

Maniobra "VD" es la que se realiza a través de los aparatos de vía ubicados antes de la entrada de la terminal de llegada. El tren arribará al andén de salida para el ascenso y descenso de pasajeros y partirá hacia la línea.

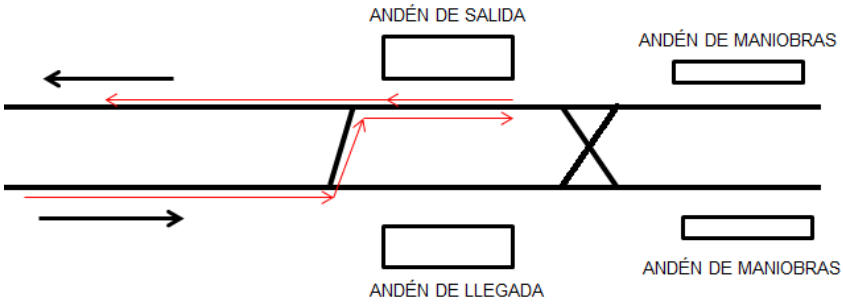


Figura 10 Maniobra delantera en estación terminal

El conductor llevará el tren hasta el punto normal de paro en el andén de salida y realizara la apertura de puertas para el descenso y ascenso de pasajeros, en ese lapso el conductor caminará hasta la cabina de conducción contraria para realizar el cierre de puertas y posteriormente salir a la línea.

Maniobra alternada, la utilización de maniobra alternada es para apoyo a la operación en las terminales donde puede reducir el tiempo de salida de trenes utilizando estas maniobras "VT" (VTA o VTB)+ "VD".

La combinación de maniobras "VTA" + "VTB" es posible, sin embargo no representa reducción de tiempo puesto que el tiempo de maniobra de una u otra es el mismo.

La manera como se opera esta maniobra alternada "VT" + "VD" es la siguiente:

1. El primer tren realiza la maniobra "VTA" o "VTB", arriba al andén de llegada permite el descenso de pasajeros y empieza su itinerario de cambio de vía hacia el andén de salida

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2. El tren que le precede realiza la maniobra “VD” y arriba al andén de salida (antes que el primer tren), permite el descenso y ascenso de pasajeros, el conductor cambia de cabina de conducción y parte hacia la línea
3. Cuando el segundo tren salió para la línea, el primer tren concluye su maniobra “VT”, llega al andén de salida para ascenso de pasajeros y parte hacia la línea. Esta combinación de maniobras cuando el intervalo es de 120 segundos no tiene ninguna ventaja ya que por el contrario puede ocasionar retrasos a la línea. Es recomendable la utilización de maniobra alternada “VT” + “VD” cuando el intervalo es superior a 180 segundos. El siguiente cuadro muestra la conclusión del análisis tomando como base el intervalo de 120 segundos.

En la operación normal la maniobra de cambio de vía en las terminales será la “VTA” o “VTB”, que como se analiza en incisos más adelante es la que logra cumplir el intervalo de 120 segundos, apoyadas las maniobras con conductor de refuerzo o el automatismo.

A continuación se muestra un esquema del mantenimiento del intervalo de 120 segundos, en las maniobras terminales.

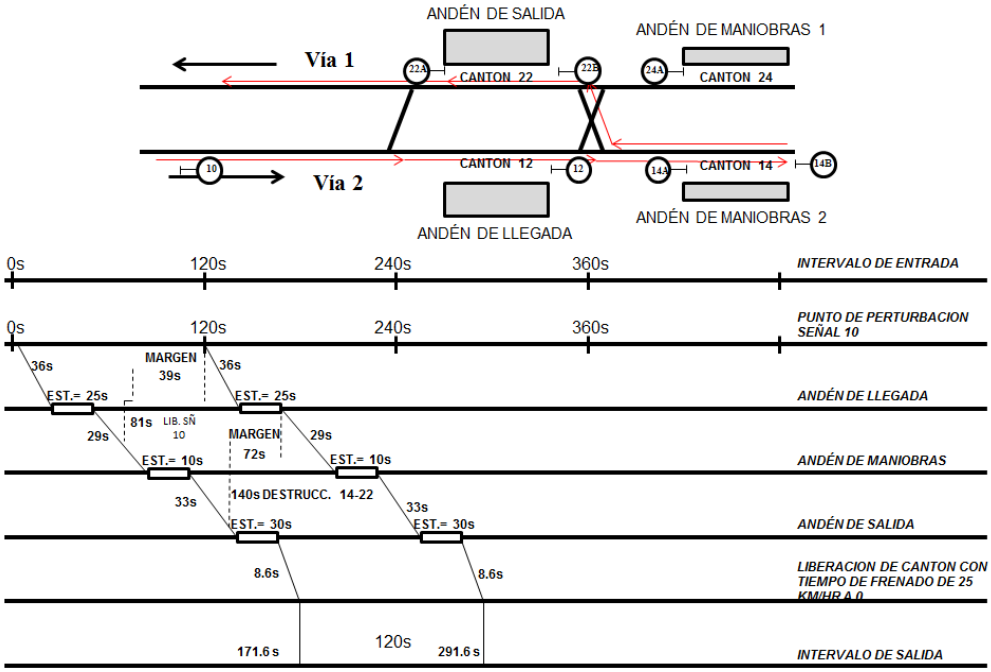


Figura 11 Mantenimiento del intervalo (120 segundos) en estación terminal

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La maniobra de cambio de vía en operación normal en las terminales es la maniobra “VT”, y es con esta maniobra como se alcanza el intervalo de 120 segundos. La maniobra “VD” será útil para recuperar tiempo de retraso de trenes.

2.6.5 Estacionamiento o garaje e inyecciones en línea

Se considerarán zonas de estacionamiento o garaje de los trenes, permanentes (en servicio comercial y fuera de él) además de las zonas previstas en las cocheras o depósito, dos posiciones en el fondo de línea de Periférico Zapopán. Adicionalmente se preverán también como posiciones de estacionamiento previstas para trenes que puedan ser inyectados en la línea una posición en cada uno de los fondos de las estaciones terminales, así como una posición en la vía de apartado entre las estaciones de Plaza de la Bandera y CUCEI (U. de G.).

Fuera del horario comercial, si el Operador lo considera, se pueden prever las cuatro posiciones tras la bretelle en Periférico Zapopán y las dos posiciones tras Central Camionera

2.6.6 Posibilidades de regulación.

En la línea comercial existirán, en condiciones normales, dos formas de regulación de los trenes. Por horario y por intervalo. En el primero de los casos, se ajustarán las salidas de los trenes en las estaciones terminales a unos horarios establecidos. En el segundo de los casos, se priorizará el mantenimiento de un intervalo entre trenes uniforme y establecido, en todas y cada una de las estaciones. Estas funcionalidades vendrán dadas por el Subsistema de Mando y Control de Tráfico, utilizando distintas funcionalidades de carácter ATO del Subsistema de Control de Trenes.

Básicamente, el sistema ATO instalado a bordo de los trenes, permitirá el recorrido entre cada estación, por ambas vías, de forma que existan cuatro posibilidades de marcha, siempre y cuando la vía se encuentre libre y el tren no se vea perturbado por el tren precedente. Esto dará, por tanto cuatro tiempos de recorrido entre estación, utilizando este hecho el sistema de regulación:

- Marcha máxima: el recorrido se hace al máximo de la velocidad que permite el trazado y el sistema de supervisión continua de la velocidad.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Marcha rápida: el recorrido se realiza por debajo de esta velocidad de forma que el tiempo de recorrido es del orden de 5 s/Km mayor que en el caso de la marcha rápida.
- Marcha media: el recorrido se realiza por debajo de esta velocidad de forma que el tiempo de recorrido es del orden de 10 s/Km mayor que en el caso de la marcha rápida.
- Marcha lenta: el recorrido se realiza por debajo de esta velocidad de forma que el tiempo de recorrido es del orden de 15 s/Km mayor que en el caso de la marcha rápida.

Cuando la marcha no sea la máxima, el sistema de control de trenes embarcado permitirá la conducción en deriva, es decir sin aplicar ni freno ni tracción.

Otro parámetro controlado por las funcionalidades ATO en que se basará el sistema de regulación es el tiempo de parada en estación, que será variable, de tal manera que el sistema de ATO realizará el arranque automático del tren en el momento oportuno, determinado básicamente por el sistema de regulación.

2.6.7 Posibilidades de anti-bounching

La operación de la línea se realizará, en condiciones normales de forma que sólo un tren podrá encontrarse en el recorrido entre dos estaciones, o lo que es lo mismo, un tren no arrancará de una estación hasta que el precedente haya liberado la estación siguiente. De todas formas, en casos de optimización del intervalo y cuando se requiera minimizar éste al máximo, esta condición podrá ser eliminada, ya sea por estación y andén, o de forma global, desde el puesto de operación preferiblemente, o como mínimo parametrizable por el Operador.

2.6.8 Operación degradada

Este tipo de operación se dará cuando, por algún motivo, no se pueda operar la línea en las condiciones normales, sino que un factor puntual o permanente lo impida. Estos motivos podrán ser básicamente de varios tipos:

- Por una avería del algún subsistema de la línea, distinto al Subsistema ATC
- Por una avería del Subsistema ATC
- Por un factor externo, previsto o imprevisto

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Por la imposibilidad de operar desde el Centro de Control

Sea cual sea el motivo se tendrán varios tipos de operación degradada en la línea. En algún caso, a un tipo de incidencia, le corresponderá un tipo de operación degradada, pero es difícil establecer una correspondencia biunívoca. De cualquier modo, el operador, gracias a su experiencia y a las posibilidades ofrecidas por el Subsistema ATC establecerá el modo degradado de operación pertinente.

2.6.8.1 Operación desde los Puestos locales de Operación (PLO)

Cuando, por el motivo que sea, no sea posible operar desde el Centro de Control, es decir desde alguno de los tres puestos de operación existentes en el mismo (y especialmente en caso de que fallen todos), pero los servidores del Subsistema de Mando y Control de Tráfico funcionen correctamente, se operará desde uno de los dos Puestos Locales de Operación de la Línea, los cuales forman parte del alcance del Subsistema TTR.

Se trata de puestos de Operación, descentralizados, ubicados en locales al efecto en las estaciones de Central Camionera y Periférico Zapopán (previsión), que funcionan contra los servidores del TTR. Todas las funcionalidades de este Subsistema estarán operativas, así como las del ATC. Además, para mantener la comunicación entre conductores de tren y agente regulador, se contará con equipos de comunicación en estas dependencias, además de a bordo del tren.

2.6.8.2 Operación desde los Mandos Locales Informatizados (MLI)

En frente a una avería de los servidores del Subsistema TTR, se podrá operar la línea, de una forma degradada, desde los Mandos Locales Informatizados ubicados en las estaciones donde hay enclavamientos electrónicos, desde la propia sala técnica o desde una sala cercana en la misma estación, pero las únicas funcionalidades operativas serán las propias de la señalización, es decir, movimiento y supervisión de agujas, estado de ocupación de los cantones y establecimiento de itinerarios. Para operar la totalidad de la línea será necesario personal en estas dependencias de estas estaciones, que son:

- Periférico Zapopan
- Plaza Patria

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Normal
- Plaza de la Bandera
- Rio Nilo
- Central Camionera

2.6.8.3 Servicios parciales (SP)

El servicio parcial es una forma de operación degradada, en la que se opera una parte de la línea, de la forma habitual, es decir con un carrusel de trenes por las dos vías, en el sentido habitual y cambiando de vía en una diagonal de la línea, que en un caso al menos no será la diagonal habitual. De hecho se podrán establecer servicios parciales desde cualquiera de los terminales a otra estación intermedia, utilizando las diagonales ubicadas en distintos puntos de la línea no terminales o entre dos estaciones intermedias. En cualquiera de los casos el aparato de aguja se utilizará para el cambio de vía, ya sea por delante o por detrás de la última estación en la que se preste servicio comercial. Si la vuelta en esa estación es por delante, el ingreso y salida de los pasajeros en el andén de la última estación será siempre por el mismo andén.

En la tabla siguiente se observan los Servicios Parciales previstos en el CDG y en los planos figuran los esquemas en los que se puede ver el recorrido de los mismos.

ESTACIONES CDG	PERIFERICO ZAPOPAN	BELENES	MERCADO DEL MAR	BASILICA	PLAZA PATRIA	CIRCUN-VALACIÓN	FEDERA-LISMO	NORMAL	ALCALDE	CATEDRAL	INDEPEN-DENCIA SUR	PLAZA DE LA BANDERA	CUCEI (U.de G.)	PLAZA REVOLUCION	RIO NILO	TLAQUEPAQUE CENTRO	NODO REVOLUCION	CENTRAL CAMIONERA
Periferico Zapopan																		
Belenes																		
Mercado del Mar																		
Basilica																		
Plaza Patria																		
Circunvalación																		
Federalismo																		
Normal																		
Alcalde																		
Catedral																		
Independencia Sur																		
Plaza de la Bandera																		
CUCEI (U. de G)																		
Plaza Revolución																		
Rio Nilo																		
Tlaquepaque Centro																		
Nodo Revolución																		
Central Camionera																		

SP DESDE UNA ESTACION TERMINAL A UNA ESTACION INTERMEDIA
SP ENTRE DOS ESTACIONES INTERMEDIAS
SP ENTRE DOS ESTACIONES con un recorrido entre dos estaciones con viajeros por vía única

Tabla 2 Servicios parciales posibles en el CDG

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

En esta operación el Subsistema ATC funcionará con los mismos niveles de seguridad y desempeño que para la operación nominal, donde el carrusel de la circulación abarca la Línea completa.

2.6.8.4 Vía única temporal (VUT)

Vía única temporal es la habilitación de una de las dos vías para la circulación del tren en ambas direcciones y solamente se utilizará cuando se tenga un incidente en la línea que impida o desaconseje la circulación por una de las vías en un tramo determinado y el operador implante esta funcionalidad, lo que podrá realizarse desde los puestos de reguladores de tráfico. Se utilizarán para el cambio de vía de los trenes, en la dirección de la marcha, las diagonales en las estaciones intermedias de la línea

El Subsistema ATC funcionará con los mismos niveles de seguridad, aunque lógicamente una operación de este tipo perjudicará gravemente el intervalo entre trenes, sobre todo cuando el tramo de vía única es largo, por lo que los recorridos de más 5 estaciones en vía única, aunque serían posibles, se descartan desde el punto de vista operativo. La utilización de los andenes por tanto queda restringida a la vía donde se esté dando servicio en el tramo afectado. Los señalamientos no están normalmente adaptados en las estaciones para direccionar el flujo de pasajeros cuando se implemente este servicio y se requerirá de personal de apoyo, así como teleindicadores y sonorización y voceo que apoyaran la información al usuario.

En la siguiente tabla se muestran las VUT de posible utilización en el CDG:

TABLA DE VIAS UNICAS TEMPORALES EN EL CDG

ID	Estación 1	Estación 2	Vía	Estaciones en vía única	confirmada/descartada
1.1	Nodo Revolución	Río Nilo	1	3	SI
1.2	Nodo Revolución	CUCEI	1	5	SI
1.3	Nodo Revolución	Federalismo	1	11	NO
1.4	Nodo Revolución	Plaza Patria	1	13	NO
1.5	Independencia Sur	Federalismo	1	5	SI
1.6	Independencia Sur	Plaza Patria	1	7	NO
1.7	Plaza de la Bandera	Periferic Zapopan	1	11	NO
2.1	Belenes	Basílica	2	4	SI
2.2	Belenes	Circunvalación	2	5	SI
2.3	Belenes	Plaza de la Bandera	2	11	NO
2.4	Belenes	Plaza Revolución	2	13	NO
2.5	Plaza de la Bandera	Plaza Revolución	2	3	SI
2.6	Plaza de la Bandera	Central camionera	2	7	NO

Tabla 3 Vías Únicas Temporales posibles en el CDG. Sólo se implementarán las sombreadas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2.6.8.5 Lanzaderas

Una operación en lanzadera entre un tramo determinado consiste en operar con solamente un tren que recorre una vía en ambos sentidos. Aunque la seguridad del Subsistema ATC es la misma que en condiciones normales, los parámetros operativos se ven altamente perjudicados, sobre todo si el tramo es largo, así como también se presentará el mismo problema operativo relativo a los andenes y a su señalamiento para los pasajeros que se mencionaba en el apartado anterior.

En principio las lanzaderas posibles serán las comprendidas entre todas las estaciones por cada una de las vías, y esta solución será implementada de forma automática por el Subsistema de Mando y Control de Tráfico (TTR) desde los puestos de operación cuando el operador lo estime oportuno y active esta solución.

2.6.8.6 Combinación de las anteriores

La situación degradada, desde el punto de vista operacional se definirá, dependiendo de la incidencia en el CDG como una de las opciones anteriores o una combinación de las mismas, es decir serán posibles, como mínimo:

- Una vía única temporal
- Dos Servicios parciales y una lanzadera
- Dos servicios parciales
- Dos lanzaderas, una por cada una de las vías.

2.6.8.7 Circulación de un tren en modo no ATO

Frente a una avería del equipo embarcado de un tren que no permita circular en modo ATO, se seguirá circulando en modo ATP, notificando la avería al Puesto de Control de Tráfico y a los Departamentos de Mantenimiento correspondientes, de forma que el tren pueda ser retirado a la mayor brevedad. Hasta que no se produzca la retirada de este tren el conductor conducirá de forma manual, pero con supervisión continua de la velocidad y por consiguiente con total seguridad. El resto de trenes y de la línea funcionará con normalidad.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2.6.8.8 Circulación de un tren en modo no ATO y no ATP

Cualquier otra avería en el equipo embarcado de ATC, que no permita la circulación en modo ATP ni ATO, conllevará al desalojo y posterior la retirada inmediata del tren. Para la retirada, si el tren puede moverse con el equipo embarcado de ATC en bypass, se hará mediante un procedimiento especial, basado en las comunicaciones con el Puesto de Mando, marcha a la vista y, si es posible, en modo ATPR25, respetando la señalización lateral en punta de agujas, en función del criterio del operador. Si este tren es capaz de emitir su localización, el resto de la línea y trenes tendrán las funcionalidades nominales, si bien los parámetros operacionales pueden verse perjudicados por la perturbación creada en el sistema por este tren.

2.6.8.9 Circulación de un tren que no es capaz de emitir su localización

Si un tren presenta, como en el caso anterior, una avería en el equipo embarcado de ATC, en que además de no poder circular en modo ATP ni ATO, no es capaz de emitir su localización exacta (tren mudo), esto conllevará al desalojo y posterior retirada del tren con los mismos procedimientos del punto anterior, pero la funcionalidad del resto de la línea se verá afectada en cierta medida porque, al no poder saberse con certeza la ubicación exacta del tren, se utilizará para localizarlo la sección completa del cantón físico (determinado por circuitos de vía o contadores de ejes) donde se encuentre.

2.6.8.10 Operación con fallo en los equipos de ATC de tierra

Los fallos en los equipos de ATC fijos, implicarán dejar sin servicio la zona afectada, debido a que no se contempla la circulación comercial sin estos sistemas operativos. Su alto nivel de fiabilidad, y diseño redundante les confieren una elevada disponibilidad. En tal caso, se implementarán los modos degradados de operación descritos anteriormente (básicamente SP).

2.6.8.11 Operación con fallo en algún aparato de cambio o su accionamiento

Si un aparato de cambio en las estaciones terminales utilizadas de forma nominal (bretelles traseras) presenta un fallo, se operará por la otra alternativa (diagonal delantera). Ambas estaciones terminales presentan tres posibilidades de maniobra, como se ha visto en apartados anteriores.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Si un aparato de vía intermedio o su accionamiento presenta un fallo, afectará a la posibilidad de poder realizar el servicio parcial o vía única temporal correspondiente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3 SOLUCION ADOPTADA PARA EL SUBSISTEMA ATC

Como se ha descrito al presentar la operación prevista en el CDG y como se verá al presentar la solución adoptada.

Siendo así, se determina en primer lugar el alcance del Proyecto de Control Automático de Trenes (ATC), desde el punto de vista geográfico, para describir posteriormente la solución a implementar en cada zona si es que existieran diferencias en los sistemas en función de la zona, a nivel operativo, funcional o de naturaleza de los mismos, así como el alcance y arquitectura del Subsistema.

3.1 ALCANCE GEOGRÁFICO

El Subsistema de ATC se instalará en la totalidad de la línea, cocheras o depósitos y talleres. Será por tanto un Subsistema trasversal en este sentido. A nivel operativo y de funcionalidades presentará algunas diferencias en función de la zona implementada.

Así pues, con algunas diferencias desde el punto de vista operativo y funcional en el taller, el alcance geográfico del Subsistema ATC es la totalidad de las vías del CDG donde se establecerán circulaciones de trenes o vehículos.

3.2 SOLUCIÓN GENERAL: DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA CBTC

El diseño de estos Subsistemas y la solución a implementar para el CDG se ha basado en los siguientes puntos clave:

- El CDG se trata de una Línea de transporte urbano masivo de pasajeros.
- El CDG se trata de una línea de nueva construcción
- EL CDG debe satisfacer los más altos requerimientos de seguridad en la operación
- El CDG necesita poder cubrir unas expectativas de demanda elevadas y por tanto satisfacer unos requerimientos operativos elevados, como un reducido intervalo entre trenes, un alto grado de automatización, y una fiabilidad y disponibilidad elevadas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Es importante que el CDG tenga el máximo de flexibilidad, en el futuro, para que con los sistemas implementados pueda adaptarse a nuevas necesidades de demanda y operativos, debido a las pocas modificaciones que se podrán realizar en la infraestructura y la configuración de vías.
- Las consideraciones anteriores, junto con el cumplimiento de los plazos requeridos determinan la implementación de una solución probada, con referencias en otras Administraciones ferroviarias similares en el Mundo.
- Lo referido en el tercer punto hace evidente la dotación del CDG de un sistema de ATC con niveles de seguridad SIL 4 y protección de velocidad continua y supervisada en cabina, que se ha impuesto en los últimos 20 años en todas las líneas metropolitanas del Mundo.
- Dentro del paquete de sistemas que cumplen lo anterior, todos los suministradores poseen en la actualidad, sistemas en alta medida “propietarios” y no interoperables, es decir que los equipos embarcados deben ser acordes a los fijos y pensar en ampliaciones o modificaciones sin pasar por la misma solución de base es complicado.
- Por el motivo anterior, las interfaces internas entre las partes que conforman estos subsistemas determinan que la tecnología usada sea la misma para ambos, en todas las posibles opciones.
- Dentro del paquete de sistemas que cumplen lo anterior, los sistemas CBTC presentan las mejores funcionalidades, con un coste prácticamente similar a otras opciones.
- El coste de la instalación debe ser tenido en cuenta y evaluado con detalle, pero no hay que olvidar el porcentaje de la inversión total que representan estos sistemas, comparado con la trascendencia capital de los mismos en la explotación.

Estos puntos han sido considerados por el equipo de diseño, para llegar a la conclusión de diseñar y proyectar un sistema CBTC para el CDG. Asimismo es importante señalar que estos sistemas presentan una íntima relación entre el Subsistema de Señalización y Control de tren (ATC) y el Mando y Control de Tráfico (TTR), al disponer de un sistema de Supervisión del Tráfico (ATS, Automatic Train Supervision) que incorpora a las funcionalidades propias de un telemando de tráfico, funcionalidades avanzadas de regulación, gestión de datos y operación muy adecuadas a la operación de líneas metropolitanas, eliminando la incomodidad de que las interfaces entre ambos Subsistemas tengan que ser compartidas por distintos tecnólogos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3.2.1 Conceptos básicos sobre los sistemas CBTC (Communication-Based Train Control)

Los sistemas de señalización CBTC, de control automático continuo de trenes basado en radiocomunicaciones, se fundamentan en la localización segura de la posición de los trenes mediante una comunicación vía radio continua y bidireccional entre las instalaciones fijas situadas en vía y en los trenes. Su definición, según IEEE 1474.1, es la siguiente:

"Sistema de control automático de trenes basado en la localización continua del tren independientemente de los circuitos de vía, y equipado con un sistema de transmisión bidireccional continuo entre tren y tierra, así como procesadores tanto embarcados como en vía capaces de implementar funciones vitales".

La determinación de la posición del tren, con un alto grado de precisión independiente de los circuitos de vía, es la clave de estos sistemas; pues cada tren "conoce" dónde está el tren precedente, no sólo el circuito de vía precedente ocupado, ni sólo la velocidad máxima en el tramo que ocupa, por tanto la "autorización de movimiento" de cada uno de los trenes está limitada por la ubicación física del tren precedente, en vez de estar delimitada por los acantonamientos proporcionados por los detectores de presencia (circuitos de vía, contadores de ejes, …).

La red de comunicación de datos tren-vía-tren es geográficamente continua, y permite la transferencia de más información de control y de estado, de la que se transmite mediante los sistemas convencionales.

Los procesadores de vía y los embarcados supervisan el estado del tren, los datos de control facilitan una protección automática del tren, ATP, continua. Las funciones de operación automática de trenes, ATO, y la supervisión automática de trenes, ATS, también pueden ser facilitadas, si así lo requiere la aplicación particular. Así pues, los sistemas de CBTC son en principio sistemas de ATP avanzados que incorporan otras funcionalidades.

Con el sistema CBTC se consigue reducir el intervalo dinámico entre trenes y, por tanto, incrementar la capacidad de transporte máxima de la línea, mejorando las prestaciones de los sistemas anteriores en cuanto a frecuencia de paso, tiempo de recorrido y funcionalidades del sistema. Un incremento de un 20 a 25% respecto a un sistema de ATP convencional es un valor aceptable y lógico.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Cada tren informa periódicamente de su posición al equipo de vía, que controla todos los trenes situados en su área de control, normalmente denominada “región”. La comunicación tren-vía es bidireccional y cada tren está perfectamente identificado.

Para conseguir lo mismo en cuanto a reducción de intervalos con sistemas anteriores, sería necesario reducir la longitud de los cantones y, por tanto, aumentar significativamente su número, lo que implicaría aumentar la cantidad de circuitos de vía, de equipos de señalización, reduciendo su disponibilidad global y aumentando las operaciones de mantenimiento y por tanto su coste.

El equipo de vía contiene memorizado informáticamente el mapa sobre la información geográfica de la línea. Este mapa contiene información tanto de los cantones reales como de los virtuales. Estos sistemas suelen utilizar como sistema de respaldo o para permitir la circulación de trenes sin CBTC los históricos sistemas de cantones.

El sistema usa, para el cálculo de la autorización de movimiento, no sólo los cantones reales (de cuya condición de ocupado/desocupado es informado por el enclavamiento asociado), sino también el estado de ocupación virtual de vía. Este estado es deducido de la localización manifestada por cada tren.

Todo esto requiere:

- Método de medida en trenes con suficiente seguridad y fiabilidad usando para ello tacogeneradores, ejes libres (sin tracción ni freno), equipos Doppler, etc. Aparte de ello también se utilizan balizas fijas en vía para permitir a los trenes auto localizarse y corregir pequeños errores de medida, como hemos dicho antes.
- Métodos de comunicación de datos bidireccional tren-vía basados fundamentalmente en radio comunicaciones, típicamente en la banda de 2.4 GHz mediante técnicas de SSR (Spread Spectrum Radio) aunque desde hace tiempo se viene trabajando también en la banda de 5 GHz y, particularmente en cada país, en función del espectro radioeléctrico libre, se permiten bandas de frecuencia excepcionales. Si bien existen varias opciones para esta transmisión, las instalaciones de nueva construcción tienden a la transmisión por antenas direccionales, al conseguir estas tecnologías un altísimo nivel de cobertura, evitando el apantallamiento entre trenes o las dificultades de las curvas en túneles, edificios, etc. con un menor coste que con otros dispositivos (bucles inductivos a lo largo de la vía o cables radiantes) que además presentan cierta

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

vulnerabilidad a actos de vandalismo o roturas no intencionadas durante procesos de mantenimiento de vía, y mucho menor coste que con los sistemas de “guía ondas”.

- Equipamiento de vía capaz de recibir los datos de los trenes de su área de control, procesarlos teniendo en cuenta el estado de los elementos de vía y enviar las autorizaciones de movimiento en un tiempo mínimo especificado, a cada tren que se encuentre en dicha zona o área.

Es preciso subrayar que el hecho de precisar una potente informática embarcada y en la instalación fija, y que la forma de realizar la comunicación bidireccional tren-tierra sea vía radio digital (Tetra, Tetrapol, GSM, 2.4 o 5 GHz) implica elevados requisitos para garantizar su seguridad, antes de la puesta en servicio comercial de los sistemas de “cantón móvil”, además de unos períodos de pruebas y validación.

Aunque este sistema de cantón móvil ya no precisa los cantones físicos, típicamente circuitos de vía o contadores de ejes, pues es cada tren el que va dejando un tramo o “cantón móvil virtual” tras de sí de parada o de seguridad, las administraciones de infraestructuras ferroviarias que están implantando este sistema están simultaneando, en mayor o menor medida el mismo con sistemas cantonales convencionales y señalización semafórica lateral, para prever situaciones de circulación ante averías, o de trenes o vehículos auxiliares que deban circular por dicha vía y que no dispongan a bordo del equipo informático de cantón móvil. Este último hecho se ha descartado por diseño en el CDG, es decir todos los trenes y vehículos estarán equipados con el equipo correspondiente de ATC, si bien los vehículos de mantenimiento lo estarán con menos funcionalidades y un menor grado de disponibilidad requerido.

3.2.2 Tipos de Sistemas CBTC

Dentro de los sistemas CBTC se presentan dos formas esenciales, los CBTC de cantón virtual y los CBTC de cantón móvil.

En el sistema CBTC con cantones virtuales, el circuito de vía real, se divide en un cierto número de cantones virtuales para delimitar la localización del tren, por lo tanto la autorización de movimiento para el tren progresará a medida que cada cantón virtual es liberado por el tren precedente, aunque todavía no ha liberado totalmente el cantón real. En realidad es como si, vía software, se dividieran los cantones físicos en varios cantones de menor longitud.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El sistema CBTC de cantón móvil utiliza para controlar la localización del tren la pisada real del tren precedente, a la que se añade una incertidumbre (superocupación virtual) considerando posibles errores en la ubicación exacta del tren que circula delante y, por ello, la autorización de movimiento al tren considerado se rige por la velocidad de circulación del tren que le precede. Ello precisa mayor capacidad de cálculo y de transmisión de información.

3.2.3 Normativas sobre CBTC

En la actualidad las normas de estos sistemas se basan en los criterios aportados por CENELEC (básicamente para seguridad) y en las Normas IEEE; en particular las Normas 1474.

Para la aplicación de los requerimientos aportados por la IEEE 1474, específica para CBTC y que contempla a su vez varias partes, hay que tener en cuenta los requerimientos de los equipos embarcados a bordo del tren según la IEEE 1478, y para los equipos de campo o vía los reflejados en la IEEE P1582.

Estas especificaciones definen el CBTC como un sistema capaz de aportar las funciones de protección asociadas al ATP y, también al ATO y ATS, aunque se considera que todas las funciones ATP son básicas y prioritarias y sobre ellas habrá que realizar todos los estudios SIL en cuanto a probabilidad de fallos y que el ATO debe considerarse secundario. Se denomina ATS al conjunto de funcionalidades que permiten la integración en el Centro de control (OCC) y aportan todas las informaciones y datos precisos para la monitorizar el sistema en su conjunto. En resumen es la Supervisión Automática del Tren (ATS).

La función básica y fundamental para trabajar en CBTC es determinar la localización de cada tren y determinar su velocidad y sentido de la marcha.

3.2.4 Arquitectura general

La siguiente figura muestra la arquitectura básica de un sistema CBTC, en base a los niveles funcionales descritos en el capítulo 1.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

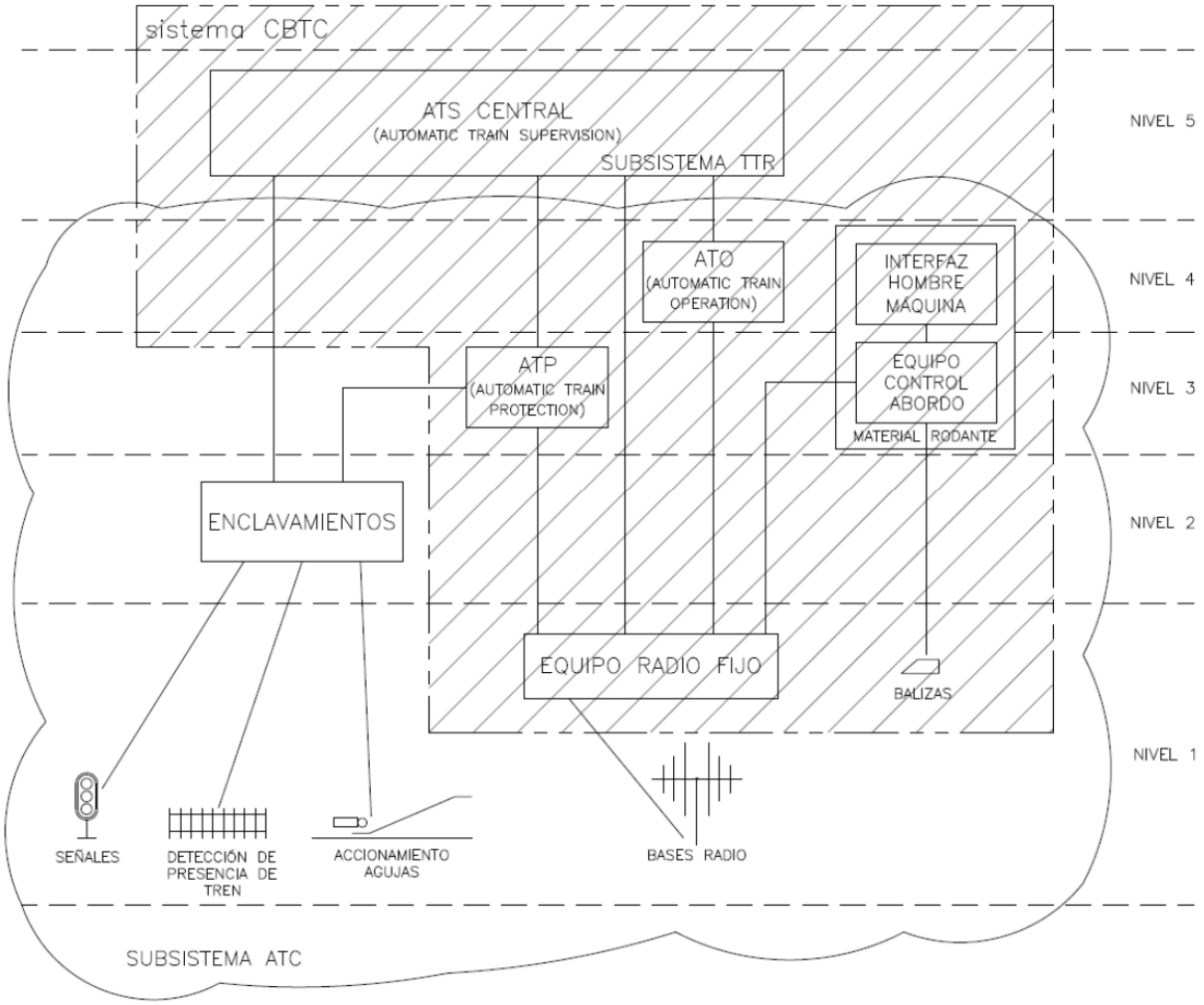


Figura 12 Diagrama de Bloques de la arquitectura general de un sistema CBTC

Se puede observar, a nivel general, que el enclavamiento controla los elementos de campo de señalización, siendo un elemento distinto a los equipos CBTC (aunque estrechamente conectado con ellos) que sirve de apoyo y garantiza las rutas sobre las agujas, conociendo el estado de la vía mediante la ocupación de los cantones físicos y encendiendo las correspondientes señales. El equipo CBTC ejecuta por tanto las funciones de nivel 3 y superior, mediante los equipamientos tanto fijos como embarcados de ATP y ATO. Los equipos CBTC y los enclavamientos están conectados mediante una red, que, en el caso del CDG tendrá entidad de Subsistema trasversal (RED) y estará proyectada para

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

servir de red de backbone para los sistemas disponibles en la línea. Estos servicios de línea emplean una red de acceso de datos IP/MPLS que se encuentra securizada para controlar el acceso de usuarios y dispositivos mediante mecanismos de autenticación.

Los equipos fijos de enclavamiento, ATP y ATO estarán ubicados en dependencias técnicas con acceso, lógicamente, a esta RED, mientras que los equipos de ATS estarán ubicados en el Centro de Control, excepto los puestos de operador descentralizados, como se ha observado anteriormente al describir las operaciones degradadas. Por otra parte, los equipos de ATP y ATO embarcados, estarán ubicados en los trenes y vehículos de mantenimiento.

La trasmisión entre los equipos de ATP y ATO fijos y los embarcados constituye la llamada transmisión vía-tren, bidireccional, y se realizará mediante transmisión radio por antenas direccionales en una banda de frecuencia establecida. Entre los equipos de radio ubicados en las salas técnicas y las bases radios se utilizará una fibra monomodo para la transmisión de los mensajes, que formará parte de otro Subsistema con entidad propia (FIS). De las bases radio a las antenas, se tenderá un cable coaxial, que sí formará parte del equipamiento CBTC.

Las balizas de localización, pregrabadas con información fija, e instaladas en la vía en puntos determinados no están conectadas a ningún equipo y simplemente devuelven al tren a su paso un telegrama para resituar con precisión su ubicación.

3.2.5 Principios de funcionamiento

3.2.5.1 Distancia entre dos trenes equipados (caso 1)

El funcionamiento de un sistema CBTC mediante el cual se da una autoridad de movimiento a un tren que precede a otro, estando ambos con el equipo de ATC de abordo operativo se observa en la siguiente figura:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

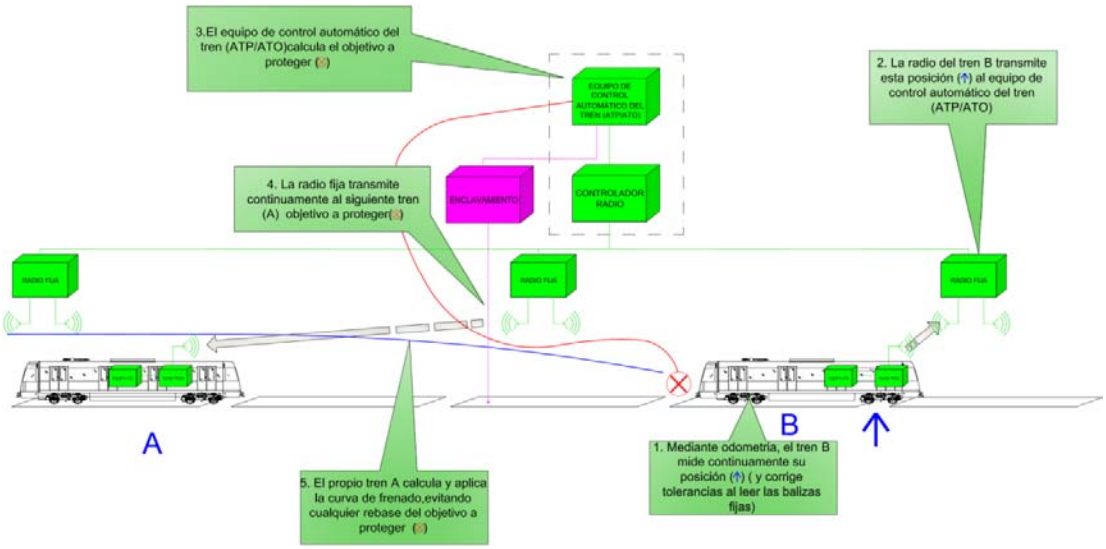


Figura 13 Principio de funcionamiento de un sistema CBTC. Caso 1

3.2.5.2 Distancia entre un tren "mudo" (con avería CBTC) y un tren operativo (caso 2)

El funcionamiento de un sistema CBTC mediante el cual se da una autoridad de movimiento a un tren que precede a otro, estando este último sin la posibilidad de transmitir su ubicación de forma segura se observa en la siguiente figura:

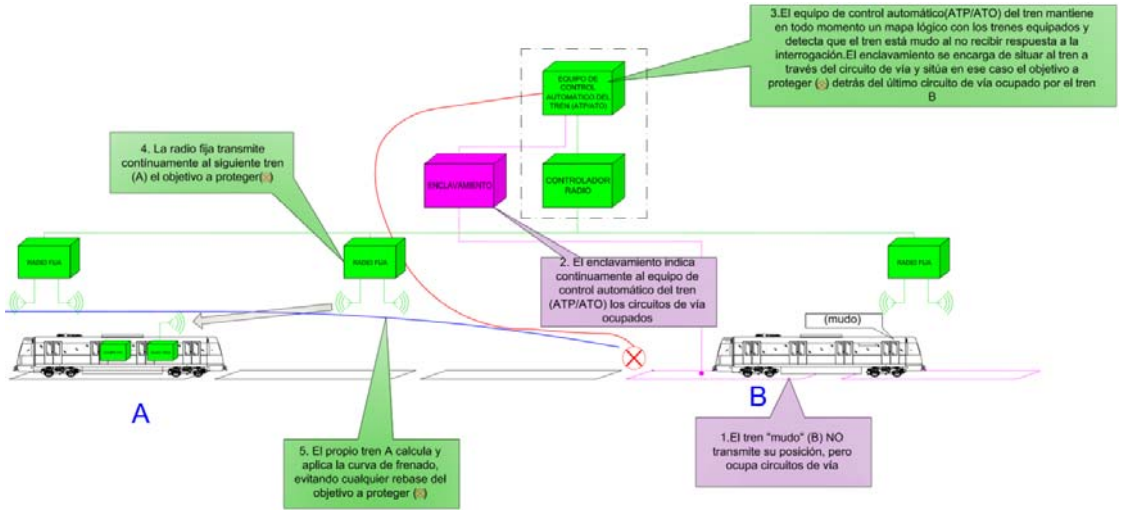


Figura 14 Principio de funcionamiento de un sistema CBTC. Caso 2

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3.2.5.3 Protección de desvíos y otros elementos fijos (caso 3)

El funcionamiento de un sistema CBTC mediante el cual se da una autoridad de movimiento a un tren que se aproxima a una determinada zona de vía, se observa en la siguiente figura:

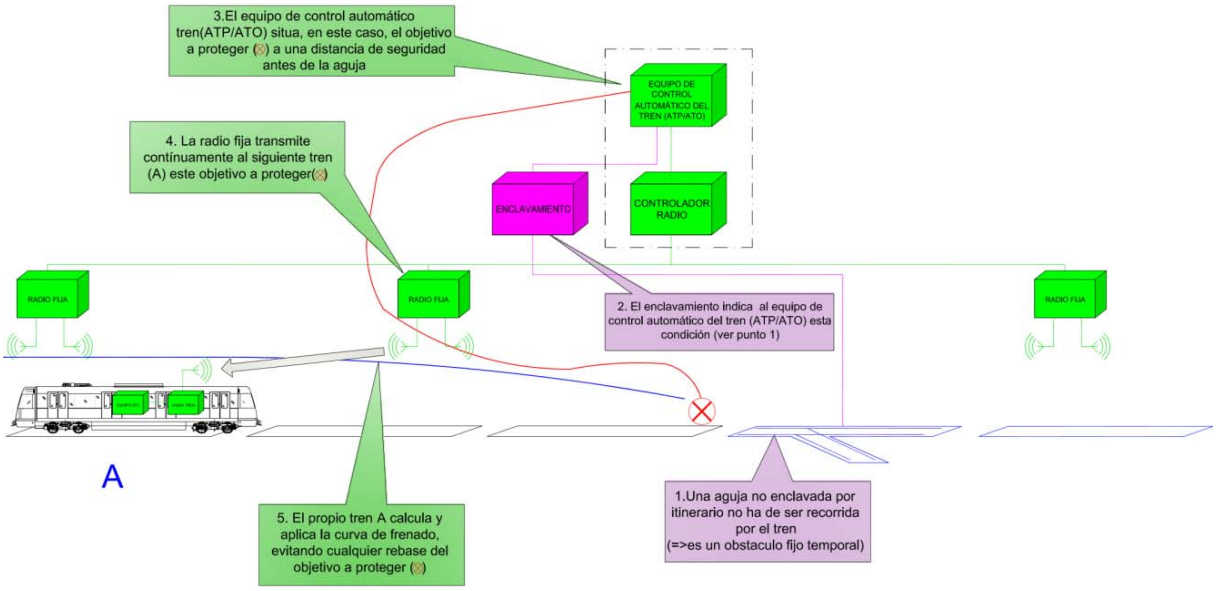


Figura 15 Principio de funcionamiento de un sistema CBTC. Caso 3

3.3 ALCANCE DEL SUMINISTRO DEL EQUIPAMIENTO DEL SUBSISTEMA ATC

En este apartado se muestra el alcance del suministro de los componentes de cada parte de los Subsistemas objeto de este anexo. Este punto quedará conceptualmente completado con el apartado siguiente donde se describe con detalle la solución proyectada aplicada al CDG y en el de interfaces con otros Subsistemas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3.3.1 Equipamiento de línea comercial y depósito

El alcance del Subsistema ATC para la línea comercial y depósito se presenta a continuación:

- Hardware y Software de los enclavamientos electrónicos que controlan las agujas, los calces descarriladores y la señalización lateral de cada una de las zonas de vías de Línea General y cocheras, a ubicar en las dependencias técnicas designadas, así como los bastidores de cableado correspondientes.
- Hardware y Software del sistema de reproducción de secuencias del enclavamiento
- Señales laterales en punta de agujas, en finales de vía y en incorporación a vías principales en la Línea General y cocheras.
- Accionamientos de aguja en los desvíos de línea general y cocheras, con mando local a pie de motor.
- Accionamientos para calces descarriladores, con mando local a pie de motor.
- Sistema de detección de presencia de tren en línea general y cocheras, tanto el equipamiento exterior como interior, mediante circuitos de vía electrónicos sin juntas aislantes de audiofrecuencia o contadores electrónicos de ejes.
- Calces descarriladores a situar en la vía de apartado entre las estaciones de Plaza de la Bandera y CUCEI (U. de G.)
- Cables de cobre de señalización para alimentar, controlar (mando y comprobación) de los elementos de señalización descritos, accionamientos de agujas y calces, circuitos de vía o contadores de ejes, señales, desde la dependencia técnica a la correspondiente ubicación en el terreno.
- Armarios de terminales a instalar a lo largo de la vía para conexionar y disgregar la red de cables de señalización del punto anterior.
- Hardware y Software de los equipos de ATP y ATO fijos que controlan cada una de las zonas de vías de línea general y cocheras, a ubicar en las dependencias técnicas designada, así como los bastidores de cableado correspondientes.
- Hardware y Software de los equipos de radio fijos que controlan cada una de las zonas de vías de línea general y cocheras, a ubicar en las dependencias técnicas designadas, así como los bastidores de cableado correspondientes.
- Equipamiento de radio fijo (bases radio) que acondiciona la señal para cada antena o grupo de antenas a instalar en el terreno, ya sea en viaducto o túnel, incluidos los cables de alimentación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Antenas CBTC a instalar en el terreno, ya sea, viaducto o túnel, incluidos soportes, mástiles y elementos de fijación y cable coaxial desde la base radio hasta la antena.
- Balizas CBTC, a instalar en las vías
- Equipos de Alimentación en Baja Tensión de todos los equipos de ATC descritos, así como transformadores, líneas eléctricas, contactos, etc. necesarios para su funcionamiento, a partir de una tensión segura procedente del tablero eléctrico de los distintos locales técnicos de señalización, restando fuera del alcance de suministro el propio tablero eléctrico.
- Equipos embarcados CBTC para todos los trenes y vehículos de mantenimiento, así como todos los elementos necesarios para su funcionamiento: Odómetros, paneles de indicaciones en ambas cabinas, captadores de balizas, equipamiento de radio embarcado, etc.
- Canalizaciones, fichas de fijación y charolas metálicas necesarias para el tendido de todo el cableado de señalización en el interior de los locales técnicos de señalización, en estaciones y en túnel y viaducto.

3.3.2 Equipamiento de Talleres

El alcance del Subsistema ATC para la Talleres se presenta a continuación:

- Hardware y Software del enclavamiento electrónico que controlan las agujas, los calces descarriladores y la señalización lateral de cada una de las zonas de vías de los talleres a ubicar en las dependencias técnicas designadas, así como los bastidores de cableado correspondientes.
- Hardware y Software del sistema de reproducción de secuencias del enclavamiento de los talleres.
- Señales laterales en punta de agujas, en finales de vía, de espaciamiento, de incorporación a vías principales en los talleres.
- Accionamientos de aguja en los desvíos de las vías de los talleres, con mando local a pie de motor.
- Accionamientos para calces descarriladores, con mando local a pie de motor.
- Sistema de detección de presencia de tren en línea general y cocheras (tanto el equipamiento exterior como interior), mediante circuitos de vía electrónicos sin juntas aislantes de audiofrecuencia o contadores electrónicos de ejes.
- Calces descarriladores a situar en los talleres.
- Cables de cobre de señalización para alimentar, controlar (mando y comprobación) de los elementos de señalización descritos, accionamientos de agujas y calces, circuitos de vía o

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

contadores de ejes, señales, desde la dependencia técnica a la correspondiente ubicación en el terreno.

- Armarios de terminales a instalar a lo largo de los talleres para conexionar y disgregar la red de cables de señalización del punto anterior.
- Equipos de Alimentación en Baja Tensión de todos los equipos de ATC descritos, así como transformadores, líneas eléctricas, contactos, etc. necesarios para su funcionamiento, a partir de una tensión segura procedente del tablero eléctrico de los distintos locales técnicos de señalización, restando fuera del alcance de suministro el propio tablero eléctrico.
- Canalizaciones, fichas de fijación y charolas metálicas necesarias para el tendido de todo el cableado de señalización en el interior de los locales técnicos de señalización, en Depósito, Talleres y Playa de vías.

3.3.3 Alcance que no forma parte del suministro equipamiento del Subsistema ATC.

El alcance de suministro fuera del Subsistema ATC se presenta a continuación:

- Red por la que se comunicarán todos los equipos de señalización y CBTC. El Subsistema ATC utilizará la Red de Datos Multiservicio (RED) proyectada que servirá como red de backbone para los sistemas disponibles en la línea. Estos servicios de línea emplean una red de acceso de datos IP/MPLS que se encuentra securizada para controlar el acceso de usuarios y dispositivos mediante mecanismos de autenticación. Será suministrada por el Subsistema RED.
- Equipos de Alimentación Ininterrumpida (SAI) centralizados de estación. Será suministrada por el Subsistema SAI.
- Construcción, adecuación, climatización de los locales técnicos de señalización donde se alojarán los equipos fijos de ATC.
- Actuaciones de obra civil para la ejecución de pasos bajo vía, canalizaciones ahogadas, registros y cualquier otra actuación similar necesaria para el tendido del cableado de señalización y alimentación en BT de los equipos de ATC en vía.
- Huecos o alojamientos para los accionamientos de aguja o calces descarriladores.
- Cables de fibra óptica monomodo desde los locales técnicos de señalización donde se ubicarán los equipos de ATC hasta las bases radio. Será suministrado por el Subsistema FIS.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3.4 SOLUCION CBTC PARA EL CDG. SUBSISTEMA ATC

En este apartado se describe más detalladamente como se ha adaptado la solución CBTC para la configuración de vías y consideraciones de explotación del CDG, enfocado al alcance del Subsistema ATC, de modo que en esta solución no se expone las funcionalidades ATS, las cuales forman parte del Subsistema TTR.

En el documento relativo a los Planos para estos Subsistemas aparece la configuración de vías con la representación de la arquitectura diseñada para el sistema CBTC en el CDG. Se muestra también en la siguiente figura:

.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

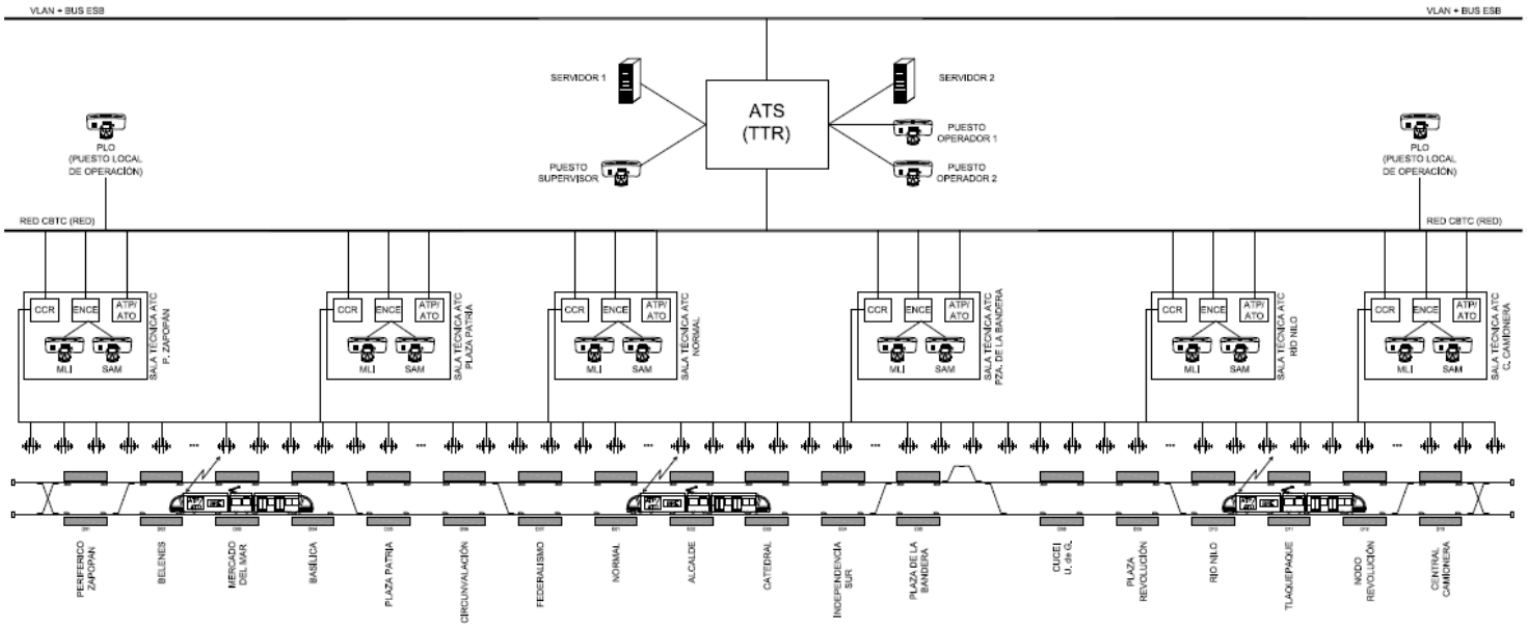


Figura 16 Arquitectura del sistema CBTC en el CDG

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

3.4.1 Arquitectura

La solución prevista intenta ser la más adecuada, eficaz y eficiente, teniendo en cuenta las consideraciones de diseño siguientes.

- Ámbito de control de los enclavamientos electrónicos.
- Ámbito de control (número de trenes a controlar) de los equipos de ATP y ATO de los sistemas CBTC (Controladores de Zona o Block Processor).
- Ámbito de control de los equipos fijos de radio (número de inter-estaciones a controlar, etc.
- Flexibilidad de los enclavamientos electrónicos a poder ser realmente controladores de objetos, estando el computador propiamente en el enclavamiento, teniendo en cuanta que están todos los enclavamientos comunicados por la misma red ATC, si bien reducir el número puede ralentizar el tiempo de respuesta a los equipos de ATP-ATO (lo que no es a priori admisible).
- Variabilidad, dentro de cada tecnología, en los ámbitos de control de los equipos de ATP y ATO y de los equipos fijos de radio.
- Disponibilidad de distintas dependencias técnicas en estaciones, con la superficie necesaria para el equipamiento fijo.

3.4.1.1 Enclavamientos Electrónicos

El enclavamiento es el sistema encargado de:

- Detección de los trenes a través de circuitos de vía o cuenta ejes (sistemas de detección de presencia de tren. Ocupación de cantones físicos)
- Establecimiento de itinerarios.
- Incompatibilidad entre itinerarios.
- Mando y comprobación de accionamientos de agujas.
- Mando y comprobación de señales.
- Establecimiento de bloqueos en vías banalizadas.
- Enviar comprobaciones y alarmas al (y recibir órdenes del) sistema ATS (TTR)
- Comunicación con los MLI (mandos locales informatizados) y los SAM (Sistema de ayuda al mantenimiento que se circunscribe al ámbito del Enclavamiento).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Los enclavamientos controlan y supervisan el estado de los elementos de señalización del terreno.

- Señales
- Accionamientos de aguja
- Sistemas de detección de presencia de tren

3.4.1.2 Señales

Las señales laterales luminosas se instalarán en la línea general en la punta de las aguja, con el objetivo de obtener una garantía, al agente de conducción, habida cuenta de que la conducción vendrá regida en conducción nominal por el sistema CBTC, con velocidad máxima controlada en todo momento. Asimismo servirán para circulaciones sobre agujas en trenes o vehículos con falla en el equipo de ATC o en el caso de falla del equipo fijo CBTC.

Los aspectos de las señales, que serán de tipo direccional, serán tres:

- Barra desviada 45º: Itinerario concedido a la desviada
- Barra vertical: Itinerario concedido a la recta
- Barra horizontal: Itinerario no establecido: parada

En la siguiente figura se muestra la disposición de estas señales para una bretelle. En la descripción de los requerimientos funcionales se muestran todas las tipologías, así como en los planos.

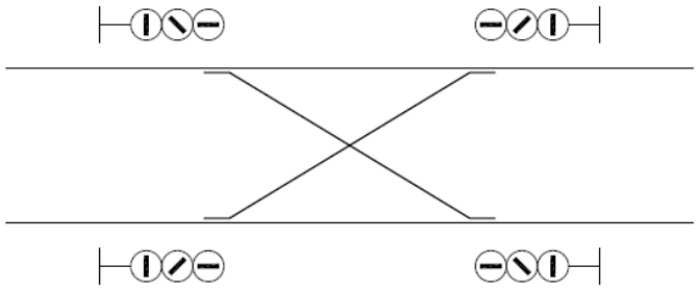


Figura 17 Señales laterales en punta de agujas de una bretelle

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

No habrá, por tanto señalización lateral de espaciamiento, basándose la conducción en modos CBTC. En caso de falla, los trenes no serán considerados aptos para el servicio y serán retirados mediante procedimiento con comunicación con el puesto de mando.

En el caso de incorporaciones a vías generales desde vía de apartado o desde talleres se prevén señales en talón de aguja, de dos focos, con los siguientes aspectos:

- Barra desviada 45º: Itinerario concedido a la desviada
- Barra horizontal: Itinerario no establecido: parada

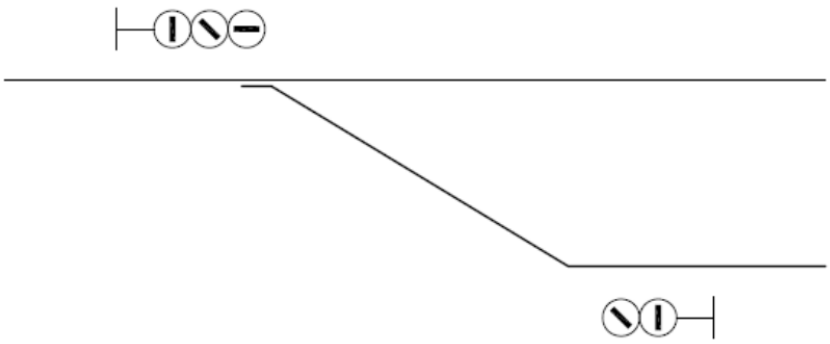


Figura 18 Señales laterales en punta y talón agujas de un desvío

En los finales de vía existirá una señal de tipo triple rojo, con tres focos rojos luciendo permanentemente. En cocheras y talleres se ha previsto la instalación de señales alfanuméricas de indicación de destino (vía) y excepcionalmente se ha previsto señalización mecánica (carteles) en determinados puntos singulares (límites de maniobra, etc.).

3.4.1.3 Accionamientos de aguja

Se ha previsto el movimiento de las agujas mediante accionamientos eléctricos, no talonables, con alimentación trifásica a 380V. Dispondrán de las barras de tracción y comprobación. Asimismo, los dos calces descarriladores situados en la vía de apartado serán controlados con el mismo tipo de accionamientos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

3.4.1.4 Cantones físicos

Se ha diseñado un sistema de detección de presencia de tren como respaldo al sistema CBTC. En efecto se han previsto cantones físicos, o zonas de detección de la siguiente forma:

- En zonas de aguja
- En estaciones, estacionamientos en vía de apartado y finales de línea
- Entre estaciones

En la siguiente figura se muestra una parte del esquema de señalización de la línea, donde se aprecia el criterio de cantonamiento.

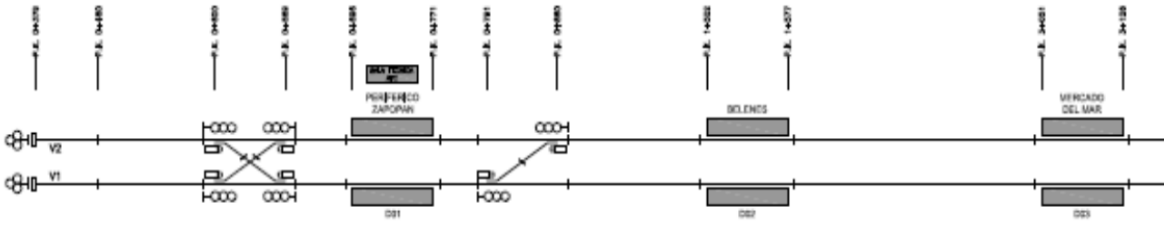


Figura 19 Tramo de la línea donde se observa el cantonamiento físico de la misma, mediante circuitos de vía sin juntas o contadores de ejes

Este criterio se ha basado en poder discriminar, a través del enclavamiento la presencia de un tren en estas zonas significativas. De esta forma se puede tener un seguimiento a través de los equipos de señalización (enclavamientos y MLI), en caso de falla del ATS, así como también se puede saber la ubicación de los trenes en caso de falla del equipo fijo CBTC.

Asimismo, en caso de falla de la transmisión radio de un tren, el equipo CBTC, sabrá, aunque con menos exactitud, la posición del tren precedente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

3.4.1.5 Puestos de Mando Locales Informatizados (MLI)

En cada enclavamiento electrónico se dispondrá de unos Puestos de mando y supervisión del sistema de señalización, que además de servir de ayuda a la operación en fase de pruebas, servirán como Puestos de control de emergencia (que forman parte del CDE [Control Distribuido ante Emergencias]) en caso de falla de los servidores del ATS. Desde ellos se podrá controlar y supervisar el estado de las agujas, señales, calces y cantones físicos, pudiendo ejecutar rutas con la seguridad aportada por los enclavamientos. Estos puestos se ubicarán en las salas técnicas o en una dependencia de la estación en cuestión (en cada una de las seis estaciones donde hay enclavamientos) con carácter de operación de emergencia. Cada uno controlará el ámbito asociado al enclavamiento correspondiente.

3.4.1.6 Sistema de Ayuda al mantenimiento (SAM)

Este sistema, informatizado, constituye una herramienta de diagnóstico a nivel de enclavamientos. Se trata de un sistema de almacenamiento y reproducción de secuencias, así como de inspección de todas las variables de entrada y salidas del enclavamiento electrónico, vitales y no vitales. Se ubicará en la sala técnica de cada una de las seis estaciones y se asociará al enclavamiento correspondiente.

3.4.1.7 Equipo de Control Automático del Tren (ATP/ATO)

El equipo de Control Automático del Tren, administra la seguridad del movimiento de trenes sobre un tramo de línea bajo su influencia, debiéndose instalar tantos como haga falta, lógicamente para cubrir toda la línea, en función del número de trenes a controlar y de otros factores.

Su misión es detectar la presencia de los trenes en su zona de influencia, a través de la comunicación por radio con el tren y contrastarla con la información que le llega del enclavamiento, para posteriormente calcular (para cada uno de ellos) una autorización de marcha sobre un ámbito situado delante del tren.

El equipo de Control Automático del Tren, típicamente llamados Controladores de Zona (CZ) o Block Processor (BP) es el centro neurálgico del sistema CBTC. Envía un telegrama a todos los trenes, dentro de su área de influencia, vía radio. Los trenes responden a este telegrama a través de los canales de radio reservados para este cometido (transmisión de datos), suministrando la información requerida, su número de serie, la ubicación de la parte delantera y trasera del tren y el itinerario establecido así como parámetros de mantenimiento que el sistema requiera. Para cada tren, en su zona de influencia, el CZ o

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

BP calculará a cada periodo de tiempo que se establezca, el límite autorizado de movimiento y la máxima velocidad permitida, transmitiendo éstas a cada tren.

Se ha previsto un controlador de zona en cada sala técnica, para controlar los trenes de su ámbito, teniendo en cuenta un solape entre las zonas. De todas formas dependiendo de cada tecnología, podrá adaptarse la configuración, por ejemplo con menos equipos controladores de zona, dependiendo del ámbito de control (cantidad de trenes que pueda controlar).

3.4.1.8 Equipo Radio

El equipo radio permite una comunicación continuada bidireccional entre los trenes y la tierra. Básicamente las funciones que permiten desarrollar estos equipos son las siguientes:

- Proporcionan un soporte de transmisión radio entre los trenes y los equipos instalados en tierra.
- Las bases fijas están dispuestas de tal modo que garantizan una cobertura total de la línea.
- Varias bases de radio de tierra colaterales están reunidas para constituir una misma "célula de radio".
- Todas las bases de radio de tierra de una misma célula se conectan a una misma unidad concentradora de células radio, CCR a través de una red de fibra óptica dedicada.
- Proporcionan a los equipos CZ o BP, una interfaz de comunicación con los trenes presentes en cada célula. Para ello, se establecen sesiones de comunicación con cada uno de los trenes a través de las bases de radio de tierra y embarcados.
- Desde cada Base Radio de Tierra, a través de cable coaxial se transmite la señal a las correspondientes antenas direccionales, instaladas a lo largo de la línea.

Se usa un sistema radio con un ancho de banda suficiente para poder transmitir los telegramas dentro de los límites de tiempo establecidos por el sistema funcionando típicamente a 2.4 GHz para facilitar las comunicaciones entre los trenes y los equipos de Control Automático de Tren.

Se ha previsto la instalación de una unidad concentradora (CCR) en cada sala técnica. Al igual que en el caso de los equipos de control automático de tren, dependiendo de cada tecnología, el número de estos equipos se podría reducir.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

La distribución de bases radio de tierra (ERT) a lo largo de la línea se muestra en la siguiente tabla.

Sala Técnica		Estación	PK	*Dif. C/Ant.*
	CR11	Principio Linea	379	-
	CR12	P. Zapopán	685	*306*
	CR21	P. Zapopán	780	*95*
1	CR22		1.135	*355*
Periferico	CR23	Belenes	1.490	*355*
Zapopan	CR24	Belenes	1.585	*95*
-1 CCR-				
	CR31		1.980	*395*
	CR32		2.380	*400*
	CR33		2.780	*400*
	CR34	M. del Mar	3.040	*260*
	CR35	M. del Mar	3.135	*95*
	CR11		3.570	*435*
	CR12		4.005	*435*
	CR13	Basílica	4.440	*435*
	CR14	Basílica	4.535	*95*
2				
Plaza	CR21		4.950	*415*
Patria	CR22		5.365	*415*
-1 CCR-	CR23	Pl. Patria	5.780	*415*
	CR31	Pl. Patria	5.875	*95*
	CR32		6.225	*350*
	CR33		6.575	*350*
	CR34	Circunvalación	6.925	*350*
	CR35	Circunvalación	7.020	*95*
	CR11		7.460	*440*
	CR12		7.900	*440*

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Sala Técnica		Estación	PK	*Dif. C/Ant.*
	CR13	Federalismo	8.340	*440*
	CR14	Federalismo	8.435	*95*
	CR21		8.895	*460*
3	CR22	Normal	9.355	*460*
Normal				
-1 CCR-	CR31	Normal	9.450	*95*
	CR32		9.900	*450*
	CR33	Alcalde	10.350	*450*
	CR34	Alcalde	10.445	*95*
	CR41		10.855	*410*
	CR42	Catedral	11.265	*410*
	CR43	Catedral	11.360	*95*
	CR11		11.640	*280*
	CR12	Indep. Sur	11.920	*280*
	CR13	Indep. Sur	12.015	*95*
	CR14		12.475	*460*
	CR21		12.935	*460*
	CR22	Pl. de la Bandera	13.395	*460*
4				
Pl. de la Bandera	CR31	Pl. de la Bandera	13.490	*95*
-1 CCR-	CR32		13.810	*320*
	CR33		14.130	*320*
	CR34	Cucei	14.450	*320*
	CR35	Cucei	14.545	*95*
	CR41		14.955	*410*
	CR42		15.360	*405*
	CR43		15.765	*405*
	CR44	Pl. Revolucion	16.175	*410*
	CR45	Pl. Revolucion	16.270	*95*

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Sala Técnica		Estación	PK	*Dif. C/Ant.*
	CR11		16.705	*435*
	CR12	Rio Nilo	17.145	*440*
5	CR21	Rio Nilo	17.240	*95*
Rio Nilo	CR22		17.645	*405*
-1 CCR-	CR23	Tlaquepaque	18.050	*405*
	CR24	Tlaquepaque	18.145	*95*
	CR31		18.455	*310*
	CR32	Nodo Revol.	18.765	*310*
	CR33	Nodo Revol.	18.860	*95*
	CR11		19.245	*385*
	CR12		19.630	*385*
6	CR13		20.010	*380*
C. Camionera	CR14	C. Camionera	20.390	*380*
-1 CCR-				
	CR21	C. Camionera	20.485	*95*
	CR22	Fin Linea	20.772	*287*

Intemperie
Túnel

Tabla 4 Distribución de células radio a lo largo del CDG

El criterio de dimensionamiento se basa en que una unidad concentradora (CCR) pueda controlar hasta 4 células radio y que la distancia entre bases de radio de tierra (ERT) es de 475m en intemperie y 450m en túnel.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

3.4.1.9 Flexibilidad de la arquitectura

Se ha diseñado una arquitectura con estos equipos fijos (enclavamientos electrónicos, equipos de control automático de tren y equipos de radio en salas técnicas) en, como máximo, 6 salas técnicas de las respectivas estaciones:

- Periférico Zapopán
- Plaza Patria
- Normal
- Plaza de la Bandera
- Rio Nilo
- Central Camionera

De esta forma la arquitectura general contempla la instalación de uno de estos tres tipos de equipos en cada una de estas salas, pudiéndose aceptar configuraciones parecidas que no eleven el coste ni disminuyan funcionalidades ni disponibilidad, en función de la tecnología especifica aplicada. De esta forma soluciones en que algunos enclavamientos sean sustituidos por controladores de objetos, podrán ser aceptadas, siempre y cuando:

- El tiempo de transmisión con los controladores de zona no afecte a las funcionalidades ni a la disponibilidad.
- La fiabilidad y disponibilidad del Subsistema en su conjunto no se vea afectada
- Las funcionalidades en operación nominal y degradado sean las mismas
- Asimismo, se podrán aceptar soluciones con un número total de equipos fijos controladores de ATC (Controladores de Zona, Block Processor, etc), o de equipos de radio, a lo largo de la línea, inferior a seis.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El resumen del equipamiento en las salas técnicas, entendido como flexible, por los criterios antes explicados, es como sigue:

Equipamiento	Periférico Zapopán	Plaza Patria	Normal	Plaza de la bandera	Rio Nilo	Central Camionera
ENCE	1	1	1	1	1	1
SAM	1	1	1	1	1	1
MLI	1	1	1	1	1	1
CCR	1	1	1	1	1	1
CZ	1	1	1	1	1	1
Bastidor cableado	1	1	1	1	1	1
SAI y Alimentación	1	1	1	1	1	1
Sistema detección Pres (nº cantones a controlar)	22	16	20	28	16	14

Tabla 5 Distribución de equipamiento ATC en las salas técnicas del CDG

3.4.1.10 Red CBTC (RED)

Todos los equipos de ATC estarán conectados entre sí por una red CBTC. En el caso de este Proyecto esta red será compartida con otros servicios de CDG y será suministrada por el Subsistema RED. Se trata de una red backbone para todos los sistemas de la línea. Estos servicios de línea emplean una red de acceso de datos IP/MPLS que se encuentra securizada para controlar el acceso de usuarios y dispositivos mediante mecanismos de autenticación.

3.4.1.11 Equipo Embarcado

El equipo de control automático de tren y de radio, consta de una parte fija, descrita anteriormente y de una parte embarcada a instalar a bordo de los trenes, que está básicamente formada por:

- Equipo de seguridad intrínseca para el control y supervisión del tren.
- Interfaz Hombre Máquina para la visualización en cabina de la información destinada al maquinista.
- Interfaz con los equipos del tren (odómetro, freno de servicio, freno de emergencia, sistema de tracción, servicios auxiliares, etc.)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Odómetro, propio del sistema ATC

La totalidad de la flota de trenes (43 trenes) estará equipada con equipos CBTC embarcados. Los dos vehículos de mantenimiento también se equiparán con sistema CBTC embarcado, pero sin funcionalidad ATO y con una estructura redundante menos exigente.

A continuación se describen cada uno de estos dos elementos principales.

3.4.1.11.1 Balizas de localización

Las balizas de localización son fijas y pasivas. Se reparten a lo largo de la vía y permiten al equipo embarcado auto localizarse en la línea. Transmiten una información de posición, por tanto, fija. Su número y su situación son tales que el fallo de una baliza no es suficiente para que impedir que el equipo embarcado funcione correctamente. Se colocarán a lo largo de la vía, según la tecnología empleada.

3.4.1.11.2 Equipo de Control y Supervisión a bordo

Este elemento constituye el equipo de seguridad intrínseca del sistema ATP/ATO embarcado en el tren y es en él donde se toman las decisiones para la aplicación de freno o tracción y el grado correspondiente de cada una de dichas aplicaciones, en función de las órdenes que se puedan recibir desde los controladores de zona o Block Processor fijos y las comprobaciones propias suministrada por los diferentes equipos del tren. Además de cumplir con los requerimientos propios de la conducción automática, proporciona al maquinista la información necesaria del funcionamiento del tren.

Este equipo dispone de chequeos internos que le permiten detectar fallos debidos a causas internas, así como fallos motivados por causas ajenas al equipo. Esto permite minimizar el tiempo de detección y reparación de averías.

Para la toma de decisiones, esta unidad utiliza la información que le llega procedente de tierra a través del equipo de radio y de su interfaz de entrada.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

3.4.1.11.3 Interfaz hombre máquina

El interfaz hombre máquina muestra al agente de conducción todos los parámetros necesarios de conducción y de mantenimiento del tren, para realizar conducción acorde con los parámetros de seguridad (velocidad permitida, etc), tanto sea automática (en modo ATO) o manual (modo ATP), la cual queda reflejada en el panel de instrumentos situado en la zona de conducción de la cabina de conducción.

3.4.1.11.4 Interfaz con los equipos del tren.

El equipo de ATP-ATO situado a bordo del tren tiene varias comunicaciones con los equipos principales del tren a través de los cuales tiene que realizar la conducción automática del mismo. Estos equipos como mínimo serán: sistema de tracción, puertas de tren, freno de servicio y de emergencia, odómetro, equipo de diagnosis de mantenimiento, equipo de alarmas, suministro de energía a la tracción y a los equipos auxiliares, comunicaciones internas, etc.

3.4.1.11.5 Equipo de radio embarcado.

Los equipos CBTC embarcados cuentan con equipos radio, para permitir la comunicación bidireccional con tierra, básicamente para transmitir su posición permanentemente y recibir de los equipos fijos la información acerca de la autoridad de movimiento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

3.4.2 Parámetros típicos del CBTC

La siguiente tabla proporciona los rangos típicos de ciertos parámetros de un sistema CBTC a modo de guía, entre los cuales debe encontrarse el CBTC a instalar en el CDG.

Parámetro	Rango típico
Número máximo de trenes que pueden ser procesados por un controlador de zona.	De 10 a 40 trenes
Resolución en la medida de posición del tren.	De ± 0.25 m a ± 6.25 m
Precisión en la medida de posición en operación normal (no degradada), es decir, máximo error al reportar la posición del tren	De ± 5 m a ± 10 m
Precisión en la determinación del punto de paro sin puertas de andén.	± 0.25 m
Resolución en la determinación del límite de autorización de movimiento.	De ± 0.25 m a ± 6.25 m
Resolución de la medida de velocidad del tren para funciones ATP.	De ± 0.5 km/h a ± 2 km/h
Precisión en la medida de velocidad del tren para funciones ATP.	± 3 km/h
Resolución de órdenes de velocidad del tren	De ±0.5 km/h a ± 5 km/h
Retardo en la comunicación desde el tren a equipamiento tierra	De 0.5 s a 2 s (nominal)
Retardo en la comunicación desde el equipamiento de tierra al tren.	De 0.5 s a 2 s (nominal)
Tiempo de reacción del equipo CBTC de tierra	De 0.07 s a 1 s (nominal)
Tiempo de reacción del equipamiento CBTC a bordo	De 0.07 s a 0.75 s (nominal)
Criterio para la detección de Rollback	De 0.5 m a 2 m
Criterio para la detección de velocidad 0	<3 km/h para 2 s

Tabla 6 Características generales de parámetros de un sistema CBTC

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

4 INTERFACES CON OTROS SUBSISTEMAS

El subsistema Control Automático de Trenes (ATC), por su naturaleza dispone de un amplio número de interfaces con el resto de sistemas que conforman el Corredor Diagonal de Guadalajara (CDG).

El presente apartado tiene como objetivo identificar las interfaces existentes y describir la solución técnica aplicable, no obstante no olvidando la necesidad de interacción entre ambas partes involucradas en su resolución.

Es importante diferenciar la naturaleza de las interfaces, estableciéndose los siguientes tipos:

- Interfaz Física (I_FIS)
- Interfaz Lógica (I_LOG)
- Interfaz Proyecto (I_PROY)

En la siguiente lista se presenta el conjunto de interfaces identificadas:

- Interfaces Control Automático de Trenes con Trazado y Perfil:
    - Trazado y Perfil (TRZ) [I_PROY]
- Interfaces Control Automático de Trenes con Arquitectura:
    - Arquitectura Estaciones Enterradas (QEN) [I_FIS]
    - Arquitectura Estaciones Elevadas (QEL) [I_FIS]
    - Arquitectura Talleres y Depósito (QTL) [I_FIS]
- Interfaces Control Automático de Trenes con Estructura:
    - Estructura Túnel (TUN) [I_FIS]
    - Estructura Viaducto (VDC) [I_FIS]

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Interfaces Control Automático de Trenes con Superestructura:
  - Superestructura Vía (VIA) [I_FIS]
  - Superestructura Canalizaciones Transversales (CNT) [I_FIS]
- Interfaces Control Automático de Trenes con Energía:
  - Energía Tracción (TRA) [I_PROY]
  - Energía Baja Tensión (EBT) [I_FIS]
- Interfaces Control Automático de Trenes con Ferroviarios de Seguridad:
  - Ferroviarios de Seguridad Material Rodante (ROD) [I_FIS]
  - Ferroviarios de Seguridad Máquinas-Herramientas Talleres (TLL) [I_FIS]
- Interfaces Control Automático de Trenes con Telecomunicaciones:
  - Telecomunicaciones con Radiocomunicaciones (RAD) [I_PROY]
  - Telecomunicaciones con Red de Datos Multiservicios (RED) [I_LOG]
  - Telecomunicaciones con Red de Nivel Físico (FIS) [I_FIS]
  - Telecomunicaciones con Cronometría (CRO) [I_LOG]
  - Telecomunicaciones con Bitácora y Gestor Maestro (BIT) [I_LOG]
- Interfaces Control Automático de Trenes con Centro de Control:
  - Centro de Control Mando y Control de Tráfico (TTR) [I_LOG]
  - Centro de Control Securización (SES) [I_LOG]

A continuación se define la propuesta de solución técnica para cada una de las interfaces prevista en el presente proyecto. Será responsabilidad del Contratista proceder a su resolución una vez se disponga de mayor detalle de avance de la obra. Estas interfaces deberán ser resueltas de forma satisfactoria independientemente de los adjudicatarios de los diferentes contratos. Para ello el responsable del

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

sistema de Control Automático de Trenes (ATC) deberá proporcionar toda la información y adecuar el sistema para que la resolución sea posible.

4.1 INTERFAZ Nº1 ATC – TRZ (I_PROY)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- TRZ hará entrega a ATC de toda la documentación referente al trazado, describiéndose la traza, los radios de curvatura, peraltes, pendientes, etc.…
- ATC acorde a esta información procederá a verificar las velocidades máximas desarrolladas por el tren.
- Si bien esta interfaz deberá resolverse de forma conjunta entre ATC y TRZ, el responsable de ejecución y resolución de la interfaz será ATC.

4.2 INTERFAZ Nº2 ATC – QEN (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC transmitirá a QEN los requerimientos asociados a las dimensiones y acondicionamiento de los locales técnicos de Señalización a fin que estos se consideren en la arquitectura de la estación. En concreto:
    - Espacios mínimos necesarios
    - Distribución de equipos en sala
    - Alturas mínimas libres
    - Acceso de materiales y equipos a los locales
    - Accesos de los ductos de ventilación.

- ATC realizará una propuesta a QEN de pasos y canalizaciones para el tendido de los cables de señalización desde los locales técnicos de señalización hasta vía, priorizando el uso de los pasos verticales de instalaciones, galerías bajo andén, galerías de servicio en nivel intermedio, falsos techos y revestimientos laterales. QEN estudiará la propuesta y aportará sus comentarios.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Si bien esta interfaz deberá resolverse de forma conjunta entre ATC y QEN, el responsable de ejecución de la interfaz será QEN y el responsable de la resolución de la interfaz será ATC.

4.3 INTERFAZ Nº3 ATC – QEL (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC transmitirá a QEL los requerimientos asociados a las dimensiones y acondicionamiento de los locales técnicos de Señalización a fin que estos se consideren en la arquitectura de la estación. En concreto:
    - Espacios mínimos necesarios
    - Distribución de equipos en sala
    - Alturas mínimas libres
    - Acceso de materiales y equipos a los locales
    - Accesos de los ductos de ventilación.
- ATC realizará una propuesta a QEL de pasos y canalizaciones para el tendido de los cables de señalización desde los locales técnicos de señalización hasta vía, priorizando el uso de los pasos verticales de instalaciones, galerías bajo andén, galerías de servicio en nivel intermedio, falsos techos y revestimientos laterales. QEL estudiará la propuesta y aportará sus comentarios.
- Si bien esta interfaz deberá resolverse de forma conjunta entre ATC y QEL, el responsable de ejecución de la interfaz será QEL y el responsable de la resolución de la interfaz será ATC.

4.4 INTERFAZ Nº4 ATC – QTL (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC transmitirá a QTL los requerimientos asociados a las dimensiones y acondicionamiento de los locales técnicos de Señalización a fin que estos se consideren en la arquitectura de los Talleres y Depósitos. En concreto:
    - Espacios mínimos necesarios

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Distribución de equipos en sala
- Alturas mínimas libres
- Acceso de materiales y equipos a los locales
- Accesos de los ductos de ventilación.

- ATC realizará una propuesta a QTL de pasos y canalizaciones para el tendido de los cables de señalización desde los locales técnicos de señalización hasta los equipos finales de señalización distribuidos a lo largo de la playa de vías, depósito y talleres, priorizando el uso de los pasos verticales de instalaciones, galerías técnicas, zanjas y canalizaciones hormigonadas. QTL estudiará la propuesta y aportará sus comentarios.
- Si bien esta interfaz deberá resolverse de forma conjunta entre ATC y QTL, el responsable de ejecución de la interfaz será QTL y el responsable de la resolución de la interfaz será ATC.

4.5 INTERFAZ Nº5 ATC – TUN (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- El responsable de ATC indicará al responsable de TUN las características de la instalación del cableado y equipamiento de señalización en Túnel y los requerimientos en relación con la reserva de espacio, distancias de protección con otras instalaciones existentes en el túnel y pasos de cables entre el túnel y dependencias, para que TUN pueda validar la instalación y gestionar los espacios a fin de evitar interferencias entre los diferentes sistemas presentes en el túnel.
- ATC y TUN consensuaran mediante replanteos en obra la ubicación y detalles de instalación de todos los elementos de ATC a instalar en túnel.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema ATC. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TUN y ATC, se designa al subsistema TUN como responsable de la resolución de esta interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

4.6 INTERFAZ Nº6 ATC –VDC (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- El responsable de ATC indicará al responsable de VDC las características de la instalación del cableado y equipamiento de señalización en viaducto y los requerimientos en relación con la reserva de espacio, distancias de protección con otras instalaciones existentes en el viaducto y pasos de cables entre el viaducto y dependencias, para que VDC pueda validar la instalación y gestionar los espacios a fin de evitar interferencias entre los diferentes sistemas presentes en el túnel.
- ATC y VDC consensuaran mediante replanteos en obra la ubicación y detalles de instalación de todos los elementos de ATC a instalar en viaducto.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema ATC. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas VDC y ATC, se designa al subsistema TUN como responsable de la resolución de esta interfaz.

4.7 INTERFAZ Nº6 ATC – VIA (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC notificará a VIA la ubicación de juntas aislantes, la ubicación de los acoplamientos de encerrojamientos así como la ubicación de los mecanismos de aguja.
- VIA se responsabilizará de la definición de los elementos mecánicos asociados a los aparatos de cambio de vía como por ejemplo bastidores de accionamiento y timonerías.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema ATC. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ATC y VIA, se designa al subsistema VIA como responsable de la resolución de esta interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

4.8 INTERFAZ Nº8 ATC – CNT (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC indicará a CNT el número de cables y sus calibres, indicando inicio y final de la trayectoria de dichos cables, con el objetivo que CNT dimensione e instale las charolas para los cables de BT. ATC revisará el diseño y aportará sus comentarios.

El responsable de la ejecución de la interfaz será el subsistema CNT. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas CNT y ATC, se designa al subsistema CNT como responsable de la resolución de esta interfaz.

4.9 INTERFAZ Nº9 ATC – TRA (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC y TRA consensuarán los criterios de diseño y la mejor solución técnica para la conexión de los circuitos de retorno, a nivel de cada subestación de rectificación. Así mismo se consensuarán las puestas en paralelo entre rieles de una misma vía y los rieles de ambas vías con el fin de no interferir con los circuitos de vía.
- TRA informará a ATC de la distribución y punto frontera entre distintas secciones de catenaria. En concreto TRA informará de la ubicación de disyuntores y seccionadores de catenaria.
- Con esta información ATC podrá determinar la división de circuitos de vía y la definición de todos los servicios parciales.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TRA. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ATC y TRA, se designa al subsistema ATC como responsable de la resolución de esta interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

4.10 INTERFAZ Nº10 ATC – EBT (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC deberá proporcionar las especificaciones técnicas eléctricas referentes a sus equipos, estableciendo como mínimo el voltaje, la potencia de la carga y el factor estimado de demanda. Adicionalmente VEN proporcionará detalle de la ubicación de sus equipos en cada uno de los emplazamientos.
- EBT procederá al diseño de la red de distribución de alimentación eléctrica en baja para proporcionar suministro eléctrico a los equipos de ATC. EBT transmitirá a ATC las especificaciones técnicas a cumplir por el cableado de alimentación eléctrica en BT así como la asignación de circuitos y tableros eléctricos para el servicio ATC en cada emplazamiento.
- ATC se responsabilizará del tendido del cableado eléctrico desde sus equipos finales hasta el tablero eléctrico y el conexionado, incluyendo las canalizaciones necesarias para tal fin, así como la instalación de las protecciones de sus circuitos en el tablero.
- ATC facilitará a EBT los planos con el arreglo de equipos en cada uno de los locales técnicos de señalización con el objetivo que EBT diseñe e instale el alumbrado y los contactos de la sala. ATC revisará el diseño y aportará sus comentarios
- EBT transmitirá a ATC el lugar dónde se encuentran la pletina de conexión de puesta a tierra de la sala de señalización. ATC será el responsable de la puesta a tierra de todos los elementos metálicos de su sistema.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema EBT. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas EBT y ATC, se designa al subsistema ATC como responsable de la resolución de esta interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

4.11 INTERFAZ Nº11 ATC – ROD (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC especificará los equipos embarcados de control automático del tren a instalar por parte de ROD en el interior de los trenes.
- ROD se responsabilizará del suministro e instalación de los equipos embarcados de control automático del tren y la integración en sus equipos.
- ATC se responsabilizará de integrar cada uno de los equipos embarcados de control automático del tren de ROD en el sistema de control automático de trenes de la línea.
- ATC y ROD efectuarán conjuntamente todas las pruebas estáticas y dinámicas necesarias para garantizar el correcto y seguro funcionamiento de la conducción automática de cada uno de los trenes de la línea.
- Si bien esta interfaz deberá resolverse de forma conjunta entre ROD y ATC, el responsable de ejecución de la interfaz será ROD y el responsable de su resolución será ATC.

4.12 INTERFAZ Nº12 ATC – TLL (I_FIS)

Pendiente definición de Talleres.

4.13 INTERFAZ Nº13 ATC – RAD (I_PROY)

Las antenas del sistema de radiocomunicaciones de banda ancha deberán guardar una distancia de separación con respecto a las antenas del sistema de señalización CBTC del CDG.

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC y RAD harán un replanteo conjunto para revisar los puntos de la línea en donde coincida la instalación de elementos de sistema radiante de ambos subsistemas para garantizar que las instalaciones se realicen sin interferencia mutua.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema ATC. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ATC y RAD, se designa al subsistema RAD como responsable de la resolución de esta interfaz.

4.14 INTERFAZ Nº14 ATC – RED (I_LOG)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC hará entrega a RED de los siguientes requerimientos:
    - Puntos de conexión a la red
    - Características de las interfaces de red de los dispositivos de ATC
    - Parámetros de tráfico: Ancho de banda, retardo, jitter, etc..
    - Número de flujos de datos y destinos de los mismos.
    - Necesidad de VLANs
    - Protocolos de red a implementar
    - Otros requerimientos particulares

- RED definirá el plan de direccionamiento IP global de la línea, acorde a las necesidades de todos los subsistemas de la línea. Ningún subsistema deberá condicionar este plan, por rigideces en la definición propia del mismo.
- RED, acorde a los requerimientos definidos por ATC asignará los puertos de red necesarios y configurará los enlaces, switches y routers precisos para permitir el transporte de los flujos de tráfico de ATC.

  El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema RED. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ATC y RED, se designa al subsistema RED como responsable de la resolución de dicha interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

4.15 INTERFAZ Nº15 ATC – FIS (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- Enlaces de Fibra Óptica:
    - FIS ha desarrollado la topología de enlaces verticales solicitada por ATC acorde a la arquitectura general de la Red CBTC. Para ello se ha procedido a hacer uso de fibras ópticas de los cables verticales de 32 F.O. Monomodo. Se han considerado por cada enlace 2 fibras ópticas.
    - FIS entregará a ATC un informe que acredita el correcto establecimiento de cada enlace vertical. El informe deberá incluir los resultados de la reflectrometría en ambos sentidos, los valores de atenuación de la potencia óptica y los conectores asignados en el correspondiente repartidor de fibra óptica.
    - ATC deberá proporcionar el correspondiente latiguillo de como máximo 3 metros de longitud de F.O. monomodo con conector SC/APC para conectar sus dispositivos a los conectores asignados en los correspondientes repartidores de fibra óptica indicados por FIS.
- Enlaces UTP Cat. 6e:
    - FIS instalará en los puntos informados por ATC una toma de usuario UTP Cat. 6e a fin de permitir el acceso físico a la Red de Datos Multiservicios. Las tomas de usuario estarán instaladas a una distancia máxima de 1,5 metros de los dispositivos finales y dispondrán de una etiqueta identificadora, siguiendo las instrucciones de etiquetaje definidas en el proyecto.
    - FIS entregará a ATC un documento acreditativo de que el enlace de cableado horizontal está certificado y cumple con los parámetros establecidos según la ISO/IEC 11801.
    - ATC deberá proporcionar el correspondiente latiguillo UTP Cat. 6e para conectar sus dispositivos a las tomas de usuario.

Si bien esta interfaz deberá resolverse de forma conjunta entre FIS y ATC, el responsable de ejecución de la interfaz será FIS y el responsable de su resolución será ATC.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

4.16 INTERFAZ Nº16 ATC – CRO (I_LOG)

La información horaria común para todos los sistemas será proporcionada por Cronometría. El sistema de Control de Tráfico utilizará esa información para referenciar temporalmente todos sus equipos. Todos los registros del sistema, eventos o llamadas, utilizarán esa referencia.

Se utilizarán protocolos estándar para señalizar y controlar esta interface. El tráfico de datos de señalización entre ambos sistemas se cursará a través de la VLAN de Servidores ubicada en el Centro de Control.

El sistema deberá poder reportar mediante alarmas posibles problemas derivados de esta interface. Así, deberá informar de caídas o malfuncionamiento del protocolo de comunicación entre ambos sistemas.

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- CRO hará entrega a ATC de las direcciones IP de los servidores NTP que distribuyen la señal de tiempo a través de RED.
- ATC configurará sus equipos con las direcciones IP facilitadas y verificará la visibilidad de los servidores y la recepción de las tramas NTP.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema ATC. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas CRO y ATC, se designa al subsistema ATC como responsable de la resolución de dicha interfaz.

4.17 INTERFAZ Nº17 ATC – BIT (I_LOG)

El sistema de Control Automático de Trenes proporcionará a Bitácora y Gestor Maestro en tiempo real todas las alarmas y eventos que se definan para poder realizar un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado.

El tráfico de datos generado entre ambos sistemas se cursará a través de la VLAN de Servidores ubicada en el Centro de Control.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El sistema deberá poder reportar mediante alarmas posibles problemas derivados de esta interface. Así, deberá informar a la nativa correspondiente de caídas o malfuncionamiento del protocolo de comunicación entre ambos sistemas.

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- BIT hará entrega de un documento técnico acerca del alcance de señales, alarmas, estados y eventos que plantea integrar en su plataforma. Así mismo este documento establecerá los protocolos y procedimientos para la captación de señales y los formatos esperados para el tratamiento de información, tramas, codificación, criticidad, etc…
- BIT también hará entrega de las direcciones IP de los servidores responsables de la interacción con los distintos sistemas supervisados.
- ATC, acorde a las directrices entregadas por BIT entregará un listado con las señales, alarmas, estados y eventos considerados a enviar, definiendo el grado de cumplimiento de las directrices y en los casos que no se cumplan, deberá proponer una alternativa técnica viable.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema BIT. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ATC y BIT, se designa al subsistema BIT como responsable de la resolución de dicha interfaz.

4.18 INTERFAZ Nº18 ATC – TTR (I_LOG)

Se tendrá comunicación bidireccional entre TTR y ATC, a través de la red datos multiservicio (RED).

- Para que la comunicación bidireccional entre TTR y ATC se realice de acuerdo a los requerimientos, técnicos y físicos de TTR, considerando su ubicación, canalizaciones y cableados de mando y control, por lo que se deberá solicitar por medio de guías mecánicas (características, ubicación: altura y distancia a muro; de las salidas eléctricas), los requerimientos del equipamiento de TTR en cada uno de los locales técnicos.
- Para que de esta forma se proyecten correctamente las instalaciones de TTR. ATC facilitara la guía mecánica de sus equipos a instalar en las estaciones e interestaciones, para que TTR proporcione la interfaz para el mando y control de los equipos de ATC.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- ATC deberá especificar a TTR los requerimientos en cuánto a ubicación de sus equipos en la línea para diseñar las canalizaciones necesarias, trayectorias, registros y áreas para los distintos locales que utilizaran.
- TTR y ATC acordarán la centralización de la información en la ubicación de los locales técnicos de señalización correspondientes.

TTR es básicamente (siendo su función principal) el Mando y Control de ATC, lo que significa que existe una interfaz lógica a nivel de programación de protocolos de comunicación para la adquisición de los datos de y el envío de las órdenes a ATC relativos al tráfico y para la gestión del propio equipamiento de ATC. Por ello, ATC entregará a TTR el listado de estados, alarmas, órdenes y medidas (entradas/salidas digitales, entradas/salidas analógicas, órdenes) asociadas a cada uno de las dispositivos y subsistemas a mandar y controlar, así como las características, arquitectura y medios para controlar y supervisar el funcionamiento de los equipos de ATC.
El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ATC y TTR, se designa al subsistema ATC como responsable de la resolución de dicha interfaz.

4.19 INTERFAZ Nº19 ATC – SES (I_LOG)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- ATC hará entrega a SES de los siguientes requerimientos:
    - Direccionamiento IP de todos los elementos internos del sistema.
    - Información sobre tecnologías utilizadas en el sistema y sus protocolos de red.
    - Información sobre riesgos de Tecnologías de la Información a los que se ve afectado. En especial información sobre los riesgos de ciberseguridad para los autómatas.
    - Otros requerimientos particulares.

- SES proporcionará a ATC la siguiente configuración:
    - Configurará los firewalls de red para permitir el tráfico autorizado, acorde a los requerimientos definidos por ATC.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Ajustará los IPS para detectar y/o bloquear amenazas específicas, en especial contra sistemas autómatas.
- Detección de código malicioso en estaciones de trabajo y en la red.
- Manual de buenas prácticas de seguridad de la información en la implementación de tecnologías de la información y de control.
- Resultados de las auditorías técnicas y del análisis de riesgo.

Estos requisitos serán confirmados por el contratista del sistema en la fase de obra.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema SES. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas SES y ATC, se designa al subsistema SES como responsable de la resolución de dicha interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

En este punto se definen las funcionalidades de los equipos de Señalización y Control Automático de Tren de la futura Línea del corredor diagonal de Guadalajara (CDG).

Los requerimientos funcionales expuestos en este capítulo tienen el carácter de mínimos a cumplir en la solución técnica proyectada. En la fase de licitación se valorarán especialmente las mejoras introducidas por los ofertantes según el estado de la tecnología.

5.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES EQUIPOS ATC DE CAMPO

Los equipos de señalización de campo presentarán una serie de funcionalidades cada uno de ellos, para conjuntamente poder ofrecer, conjuntamente con las funcionalidades del enclavamiento electrónico unas funcionalidades propias de esta parte del Subsistema ATC. Se describen las funcionalidades para los sistemas de detección de presencia de tren, señales, accionamientos de aguja o calce.

El sistema de detección de presencia de tren, podrá ser implementado físicamente a través de circuitos de vía de audiofrecuencia, sin separación física del carril, o de contadores electrónicos de ejes, En el primer caso será posible detectar la rotura franca del carril y no así en el segundo caso. La solución prevista será única en el sentido que no se prevé que convivan ambos tipos de equipamiento en el CDG, ya sea en línea general o cocheras o talleres.

5.1.1 Circuitos de Vía

El circuito de vía o será el elemento responsable de:

- Definir secciones de vía, llamados cantones fijos, de una determinada longitud para confirmar al enclavamiento el posicionamiento de trenes y vehículos de mantenimiento, indistintamente de estén funcionando los equipos con ATC, dentro de estas secciones.
- Proteger las zonas de maniobra y las zonas de agujas de una forma optimizada.
- Facilitar la re-inicialización en modo automático de la Línea en caso de fallo general, detectando la presencia de cantones ocupados a lo largo del trazado y relocalizando todos los trenes.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Permitir, en caso de pérdida de la localización de un tren, tener en cuenta la ocupación del correspondiente cantón para permitir la operación de un tramo en modo de funcionamiento degradado.
- Eventualmente, detectar la ruptura de carril.

El circuito de vía será electrónico con microprocesador y detectará la presencia de tren por falta de tensión, es decir, por falta en la recogida de la señal de alimentación. Estará concebido y realizado según principios de seguridad intrínseca fail safe y cualquier defecto en el circuito (corte del cable, falta de emisión, etc.) se traducirá en una falta de señal en la recogida y, por tanto, en una ocupación del circuito.

El tiempo de respuesta a la ocupación del circuito de vía es inferior al tiempo de respuesta a la liberación, siendo este último un valor fijo no susceptible de disminuir en caso de avería o mal funcionamiento.

El circuito de vía no presentará zonas muertas en la vía normal, zonas de agujas y diagonales. En caso de existir, estas zonas serán inferiores a 0,75 metros para un tren shunt de 0,5 Ω.

5.1.2 Contadores de Ejes

Los Contadores de Ejes (CdE) están formados por una serie de elementos que se situarán en el interior de los locales técnicos de señalización:

- Central o centrales evaluadoras
- Fuentes de alimentación.
- Protecciones.

A nivel de campo disponen de:

- Cabeza detectora electrónica doble
- Unidad electrónica de vía

La detección debida a la presencia de la rueda del tren, modifica la configuración del flujo magnético entre las cabezas detectoras de emisión y recepción. La unidad electrónica de vía tratará esta alteración

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

generándose señales hacia la unidad de proceso central que, una vez evaluadas, determinarán el estado del cantón.

La unidad de vía será de supervisión continua, dispondrá de los visores y dispositivos necesarios para el ajuste y la comprobación de su funcionamiento.

El cortocircuito o circuito abierto de los cables de conexión será detectado y llevará al sistema a una condición segura (Cantón Ocupado).

La unidad de vía deberá ser de bajo consumo energético y podrá ser alimentada a través de la unidad central de proceso o localmente. El desmontaje, desconexión o la simple separación del carril de las cabezas detectoras provocará la indicación de ocupación.

5.1.2.1 Características funcionales Cabeza Detectora

Las cabezas detectoras estarán compuestas por dos cabezas emisoras enfrentadas a dos receptoras y colocadas longitudinalmente en el carril, de tal forma que al pasar la pestaña de la rueda del tren, modifique el acoplamiento magnético entre las cabezas emisoras y receptoras, detectando su presencia y sentido de la marcha.

La detección de las cabezas detectoras se producirá únicamente por el paso de las ruedas y no por ninguna otra parte del tren, incluidos los inductores de frenos magnéticos y el frenado por corrientes parásitas de Foucault, sea cual fuere el estado en que se encuentren.

Las cabezas detectoras serán totalmente estáticas, sin partes móviles, siendo su funcionamiento independiente del tipo de carril, balasto, desgaste de rueda, desplazamiento lateral de estas o paso de las circulaciones, estando aisladas eléctricamente del carril.

La línea de transmisión deberá ir debidamente protegida contra sobretensiones y descargas atmosféricas. En el caso de ser necesarias protecciones específicas determinadas por el fabricante, éstas formarán parte de la unidad de suministro.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.1.2.2 Características funcionales Equipo Interior o Unidad de Proceso Central

El equipo interior o unidad de proceso central se encargará de evaluar las señales procedentes de la unidad electrónica de vía, así como la información procedente de las unidades de proceso colaterales y determinará la ocupación o liberación del tramo de vía supervisado, proporcionando en sus salidas vitales la información correspondiente.

La unidad de proceso deberá poder controlar mediante un solo punto de detección las vías muertas o de topera.

El fallo de la unidad de proceso provocará la ocupación de los cantones supervisados por ella y la anulación de las salidas auxiliares.

La unidad de proceso dispondrá de entradas para la normalización de las incidencias en los cantones (reset).

Asimismo, dispondrá de salidas paralelo que podrán incluso activar directamente, relés exteriores de seguridad que formen parte de circuitería del tipo "N", no necesitando para ello realimentar el equipo con la situación del relé exterior. Además de las salidas para la vía deberá dar información al enclavamiento de los estados del contador de ejes, "libre", "ocupado", y "normalización".

La unidad de proceso dispondrá de entradas para la normalización de las incidencias en los cantones y cuando falle una sección común a dos unidades de proceso diferentes, se deberá poder normalizar desde cualquiera de ellas.

5.1.3 Accionamientos de Aguja

Se utilizarán accionamientos de aguja para la maniobra, retención y comprobación de cambios o de otros elementos como descarriladores.

Los accionamientos se podrán comandar localmente a pie de los mismos mediante el PMLA (Puesto de Mando de Local de Aguja) que permitirá accionar la aguja a su posición normal o invertida. Incorporarán también un visor que con su encendido indique que el mando local ha sido tomado. El mando local se

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

tomará mediante el uso de una llave homologada por el explotador. Al accionar esta llave, se cerrará al tráfico la zona de agujas afectada, como si se hubiera perdido comprobación. La toma de mando local de una aguja será indicada al Puesto de Mando y Control de Tráfico (ATS) de forma gráfica y diferenciada.

En el modo de funcionamiento normal, la toma de mando local de un accionamiento implicará el impedimento por parte del ATP de la entrada de trenes en este tramo.

El accionamiento dispondrá de una o dos barras de tracción y de dos barras de comprobación, una por cada espadín. También contará con un mecanismo que, en el caso de que no se pueda completar una maniobra por causas externas (existencia de obstáculos físicos, elevada fricción espadín-deslizador, etc.) Proteja el motor eléctrico hasta que el tiempo de maniobra previsto finalice.

5.1.4 Señales Laterales

5.1.4.1 Señales indicadoras de aguja

A lo largo de toda la línea se instalarán señales indicadoras de posición y estado de las agujas en la punta de las mismas. Serán señales indicadoras, por tanto, de la posición de la aguja y de si está concedido el itinerario o no sobre la misma. Estas señales, de tipo LED ofrecerán aspecto permisivo en el caso de que la aguja esté correctamente enclavada y se instalarán en la vía en sentido de punta. Las señales ofrecerán aspecto restrictivo en el caso de que la aguja no esté correctamente enclavada, o esté en movimiento. Ambas indicaciones se darán mediante tres aspectos, cuya característica, aunque podrá ser pactada con el Explotador en fase de ejecución de proyecto, o en cualquier caso, definida después de la elaboración del Reglamento de Circulación, será de:

- Una barra inclinada a 45º para aguja a la desviada
- Una barra vertical para la aguja a la recta
- Una barra horizontal para itinerario no concedido, equivalente a parada antes de la señal

5.1.4.2 Señales de topera

En todos los finales de la línea se instalarán señales tipo LED indicadoras de final de línea o vía, de tipo triangular con tres aspectos luciendo en rojo permanentemente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.1.4.3 Señales indicadoras de 2 focos, en talón de aguja

Estas señales se instalarán mayoritariamente en el taller pero también en vías generales en zonas de incorporaciones a vías generales, ya sea desde vías de taller o cocheras o desde vías de apartado.

Ambas indicaciones, permisiva y no permisiva, se darán mediante dos aspectos, cuya característica, aunque podrá ser pactada con el Explotador en fase de ejecución de proyecto, será de:

- Una barra inclinada a 45º para aguja a la desviada
- Una barra horizontal para itinerario no concedido, equivalente a parada antes de la señal

5.1.4.4 Señales de maniobra en talleres de 2 focos

Estas señales se instalarán en todos los estacionamientos y vías de taller.

5.1.4.5 Señales alfanuméricas de destino

Se instalarán en vías de talleres y cocheras, serán alfanuméricas de matriz de LED de 5 dígitos y estarán en cualquier caso de acuerdo con el criterio del Explotador. Indicarán la vía o zona de destino.

5.1.4.6 Señales Mecánica

En los casos necesarios a considerar durante la fase de ejecución, se instalará una señal mecánica indicando los aspectos de interés a resaltar. Será una señal pasiva a modo de indicación gráfica fija.

Los códigos de colores y la simbología se definirán después de la elaboración del Reglamento de Circulación o durante la fase de ejecución y deberán ser aprobados por el explotador.

5.1.5 Balizas

Se equipará la vía con las balizas necesarias para permitir al sistema:

- Transmitir información de reposicionamiento al tren.
- Garantizar una precisión en los puntos de parada.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Transmitir al tren la información necesaria de la infraestructura.
- Permitir la inicialización de trenes parados en los estacionamientos o el reposicionamiento de este en caso de pérdida de la localización.

La separación entre dos balizas de reposicionamiento se determinará en base a las prestaciones de odómetro de los vehículos de la Línea. En la planificación de esta instalación se tendrán en cuenta las diferentes implicaciones que se puedan derivar del fallo en la lectura de estos dispositivos.

Se utilizarán balizas en los andenes de las estaciones para garantizar una precisión en los puntos de parada de +/- 0,3 metros a través del ATO.

5.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES ENCLAVAMIENTOS ELECTRONICOS

La solución ENCE cuyas funcionalidades se describen más adelante es la solución considerada más adecuada para el proyecto y describe el enclavamiento electrónico a instalar en el Corredor Diagonal de Guadalajara.

El ENCE estará diseñado para llevar a cabo el control de la seguridad en la circulación de los trenes de un área ferroviaria del CDG, en la que existen equipos tales como circuitos de vía o contadores de ejes, motores de aguja, señales, bloqueos, etc.

El enclavamiento estará igualmente diseñado para poder ser aplicado al control de cualquier estación o línea, sin necesidad de modificar la configuración de algoritmos en el sistema, sino simplemente configurando el hardware correctamente. Desde el punto de vista del Software, cada sistema difiere solamente en la aplicación de éste, esto es, en los datos de aplicación que regulan las relaciones entre los diversos tipos de los equipos a ser controlados.

La arquitectura del sistema será diseñada también con criterio de modularidad, dividiendo el sistema en subsistemas específicos para funciones precisas. Esto hace posible simplificar cada subsistema independiente y garantizar el funcionamiento del sistema como conjunto, incluso con métodos degradados (por ejemplo, ante la indisponibilidad de los subsistemas no vitales como es el dedicado a los diagnósticos).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El enclavamiento electrónico debe ser conforme a los requisitos contenidos en las normas EN 50126, EN 50128 y EN 50129 con nivel de Integridad de Seguridad (SIL) nivel 4.

Las funciones tradicionales aseguradas por el enclavamiento son las siguientes:

- Protección de espaciamiento entre trenes
- Protección de las zonas de agujas
- Protección del sentido de circulación
- Detección del tren a través de circuitos de vía o cuenta ejes. Mediante entradas vitales, el enclavamiento conocerá de forma segura el estado de ocupación de los cantones reales.
- Establecimiento de itinerarios. El sistema ATS solicitará al enclavamiento el establecimiento de rutas, enclavando las agujas y encendiendo las señales. Dichas rutas serán siempre absolutamente seguras, verificando la incompatibilidad con otras existentes.
- Incompatibilidad entre itinerarios. El enclavamiento verificará la incompatibilidad entre itinerarios o rutas, de forma segura, no permitiendo el establecimiento en caso de incompatibilidad.
- Mando y comprobación de accionamientos de agujas. El enclavamiento tendrá el estado de las agujas de forma segura y permitirá actuar sobre ellas solamente en el caso de no haber un itinerario sobre ella establecido.
- Mando y comprobación de señales. Permitirá la apertura de señales siempre y cuando se encuentre una ruta concedida y establecida sobre la aguja.
- Establecimiento de bloqueos en vías banalizadas. Las vías del CDG estarán banalizadas, permitiendo los bloqueos entre zonas por ambas vías en ambas direcciónes, si bien la dirección normal de operación será a derechas
- Enviar comprobaciones y alarmas y recibir órdenes del sistema ATS. El enclavamiento aportará al ATS las alarmas correspondientes y las comprobaciones recibidas de los elementos de campo.
- Comunicación con el Mando Local. De igual forma las enviará a los Mandos locales informatizados (MLI), a nivel local.

En este caso, con la instalación de un sistema CBTC, el enclavamiento se simplifica considerablemente con relación a un sistema de señalización tradicional.

- Supresión de las señales de espaciamiento

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Limitación del número de circuitos de vía o Contadores de ejes: El papel de los mismos se limita a las siguientes funciones:

    - Enclavamiento de las agujas debido a ocupaciones del cantón correspondiente.
    - Destrucción automática de los itinerarios (para los itinerarios críticos frente a la explotación).
    - Ayuda para el seguimiento de los trenes por el ATP:

        - Seguimiento de los trenes con equipos ATP defectuosos o de los trenes no equipados.
        - Seguimiento de los trenes procedentes de una zona no equipada o fuera de servicio (fallo completo de un equipo fijo de ATP vecino)
        - Reinicialización del seguimiento de un equipo fijo de ATP después de fallo completo de éste.

- Protección de espaciamiento: Se asegura por el ATP para los trenes en modo ATP o ATO (excepto modos ATPR25 o ATPR15).
- Protección del sentido de circulación: Se asegura por el ATP para los trenes en modo ATP o ATO (excepto ATPR25 o ATPR15).
- Protección de las zonas de agujas: El Enclavamiento asegura la protección de las maniobras en zona de aguja. Suministra al ATC una autorización de paso que garantiza que las agujas están enclavadas y controladas correctamente.

5.2.1 Modos de Operación

Cada ENCE está constituido por dos sistemas idénticos que funcionan en paralelo por motivos de disponibilidad, ya que cada uno de ellos es seguro por sí mismo.

Cada subsistema podrá asumir los siguientes estados de operación:

- No activo: El subsistema está apagado o no está operativo debido a la detección por una avería, o se está inicializando. Al final de la fase de inicialización, el Subsistema debería pasar al estado de activo o stand-by. En el caso de detección de error, pasaría al estado de no activo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Espera: El subsistema actualiza sus entradas y calcula el estado de las salidas independientemente del otro subsistema. No envía indicaciones a los sistemas de mando, ni órdenes a los controladores de objetos ni a otros enclavamientos, pero está preparado para asumir el control siguiendo un comando automático o manual (hot stand-by). Para que esta transición se produzca sin afecciones a la operación, este subsistema esta sincronizado continuamente con el subsistema en servicio.
- En servicio: El subsistema recibe las diferentes variables de los subsistemas ENCEs colaterales, para posteriormente procesarlas y calcular el nuevo estado de los equipos, transmite el comando a las diferentes zonas y la información que es útil para mostrar el estado del equipo al ATS (puestos de operador, centralizados o de emergencia (PLO).

5.2.2 Interfaces funcionales con equipos de ATC

Para cumplir con su misión el enclavamiento tiene una serie de interfaces funcionales, son las mencionadas en los siguientes apartados.

5.2.2.1 Interfaz del ENCE con enclavamientos adyacentes

El enclavamiento intercambiará información de seguridad con otros enclavamientos usando el protocolo de seguridad correspondiente. La interfaz entre los enclavamientos será redundante.

5.2.2.2 Interfaz del ENCE con el Equipo Controlador automático de Tren (CAT)

El enclavamiento intercambia información de seguridad con el/los controladores de Zona del ATC usando el protocolo de seguridad correspondiente. La interfaz entre ambos será redundante.

5.2.2.3 Interfaz del ENCE con la Red de Datos ATC

El enclavamiento intercambia información de seguridad con el resto de componentes del sistema ATC usando el protocolo de seguridad correspondiente, a través de la red de datos ATC, la cual se implementa sobre la Red de Datos Multiservicios (RED). La interfaz entre ambos será redundante.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.2.2.4 *Interfaz con el SAM Local*

El servidor de mantenimiento local trasmitirá/recibirá información del Sistema de Ayuda al Mantenimiento usando un protocolo de no seguridad.

5.2.2.5 *Interfaz del ENCE con el Mando Local Informatizado (MLI)*

El enclavamiento transmitirá información a su respectivo MLI, con un protocolo también de no seguridad.

5.2.3 *Arquitectura General del Enclavamiento*

Los enclavamientos estarán compuestos, de forma general y conceptual, por un módulo central de procesos y los respectivos controladores de objetos, y entre sí se intercambiarán información a través de la red de datos del ATC (red CBTC o RED). Completa la arquitectura del enclavamiento el sistema SAM de mantenimiento local.

Las funciones de diagnóstico serán diseñadas para ayudar a las operaciones de mantenimiento correctivo y preventivo. En el primer caso, el agente de mantenimiento será asistido con una guía de averías mediante pantallas gráficos consecutivos. Ésta guía estará diseñada para permitir la identificación y localización de los elementos averiados. El sistema de diagnóstico también debe controlar continuamente los suministros de energía y las principales alarmas para los equipos, permitiendo una planificación conveniente de las operaciones de mantenimiento preventivo.

El enclavamiento incluirá todos los movimientos simples posibles, así como automatismos de establecimiento de rutas. Los enclavamientos se proyectarán, tanto en lo que respecta al hardware como al software, de forma que permitan una fácil ampliación futura, añadiendo a la configuración existente el equipamiento que se requiera para la misma, fundamentalmente a nivel de los controladores de objetos pero también a nivel de la unidad central.

Cada enclavamiento asegura y realiza el control y mando de los elementos y aparatos de campo, el establecimiento de las rutas y maniobras de los trenes que están en su ámbito.

La función del sistema ENCE será controlar los equipos de señalización, utilizando entradas y salidas, según las ordenes mandadas por el Mando y Control de Tráfico (TTR), ya sea desde los puestos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

centrales o locales o inclusive desde los MLI, o propiamente por el sistema ATS al gestionar y controlar el tráfico del CDG, asegurando y respetando la lógica del sistema que define las condiciones de la relación entre los distintos equipos.

El sistema ENCE se diseñará para asegurar que se respete el sistema lógico, incluso cuando haya un mal funcionamiento del sistema (principio Fail-Safe), o de las entradas y salidas controladas por el sistema al máximo nivel SIL 4, como se determina en los estándares EN 50129 y EN 50126.

El sistema ENCE, se diseñará para abordar las funciones propias de una línea como el CDG en el ámbito de un sistema CBTC y con criterio de modularidad, dividiendo el sistema en subsistemas que son específicos para funciones precisas permitiendo simplificar cada subsistema independiente y reducir la visibilidad de la información solo de los subsistemas involucrados, así como garantizar el funcionamiento del sistema, incluso en situaciones degradadas, tales como la indisponibilidad de los subsistemas no vitales, como es el dedicado a los diagnósticos.

Siempre que sea posible, las funciones no vitales (esto es, no relevantes para la seguridad del sistema) serán confiadas a subsistemas que están especializados para hacerse cargo de esas funciones. La coexistencia de funciones vitales y no vitales con el mismo subsistema deberá ser tenida en cuenta a la hora de la elección de las arquitecturas, para asegurar la integridad de las funciones vitales incluso cuando haya errores aleatorios o sistemáticos de las funciones no vitales.

5.3 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES SISTEMA CBTC

Las principales funciones a solicitar a un sistema CBTC se pueden agrupar en tres grandes bloques:

Las funciones ATP proporcionan protección fail-safe a los trenes que circulan por la línea a través de los equipos embarcados y los instalados en campo, evitando que puedan haber alcances o colisiones entre los mismos, también se controla la velocidad máxima a la que puedan circular los trenes así como los limites de velocidad parciales que se puedan aplicar en zonas concretas de la línea. Las funciones ATP tienen prioridad sobre las funciones ATO y ATS.

Las funciones ATO deben controlar las operaciones de conducción, como es, arrancar el tren, entrar en deriva y realizar la curva de frenado para estacionarse en el punto de parada establecido en el andén de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

la estación, además de la apertura y cierre de puertas del tren. Todas estas funciones son las que podría realizar el tren por sí solo, pero el sistema ATO optimiza la conducción bajo ATP y permite obtener ahorro de energía como consecuencia de trazar las curvas de frenado optimizando el límite del cantón donde se efectúa un cambio de velocidad. Estas funciones se deben realizar bajo los límites de protección impuestos por el ATP.

Las funciones ATS deben proporcionar información sobre el estado del sistema y permitir la monitorización y control del sistema a través del enclavamiento y del resto del sistema CBTC. Esta información se representará en los sinópticos de las pantallas de los operadores situados en el Puesto de Control Central correspondiente. Estas funcionalidades son definidas en el Subsistema de Mando y Control de Tráfico (TTR).

Las funciones ATP prevalecerán sobre las funciones del ATO y ATS. El ATO comandará las funciones básicas, que de otro modo deben ser ejecutadas por un conductor, dentro de los límites de protección del ATP. Las funciones ATS entregarán información de estado del sistema, gestionar y controlar el tráfico de la línea, así como las herramientas necesarias para cumplir con la demanda de transporte, incluyendo los medios para supervisar y controlar automáticamente varias funciones del sistema.

La interfaz de comunicación de datos de tren-tierra y tierra-tren, será capaz de soportar todos los requerimientos de las funciones ATP, ATO y ATS. El medio de transmisión de datos tendrá cobertura en todo el territorio de actuación del sistema CBTC y soportará la operación de trenes tanto en túneles como en áreas descubiertas. El medio de transmisión soportará la transferencia de datos entre los diferentes subsistemas del sistema CBTC y deberá tener tiempos de retardo en la transmisión lo suficientemente bajos para cumplir con los requerimientos de prestaciones. El medio de transmisión de datos incluye una estructura de protocolo que garantiza la transferencia de los mensajes de control de los trenes en forma segura.

La respuesta del sistema CBTC ante eventos o fallas que comprometan la seguridad deberá ser inmediata. Ante cualquier evento o falla que no permita que el sistema CBTC garantice la seguridad, se deberá desencadenar la aplicación de un Frenado de Emergencia (FE) en el/los tren/es afectado/s. El lapso de tiempo entre la detección de la condición de falla o malfuncionamiento y la aplicación del FE será lo suficientemente corto para garantizar que la seguridad y los requerimientos de prestaciones son

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

alcanzados. La aplicación de frenado de emergencia comandada por el sistema deberá permanecer mientras la situación de falla o malfuncionamiento que comprometa la seguridad permanezca.

5.3.1 Requerimientos Funcionales del ATP

El sistema ATP representa la parte vital (en relación a la seguridad) del sistema CBTC. Las funciones del ATP complementan las funciones de seguridad de los enclavamientos, para conseguir así un sistema integrado de control automático de trenes (ATC) basado en la tecnología ofrecida por el sistema CBTC. El sistema ATP es responsable de no permitir colisión entre trenes, integridad de itinerarios, control de velocidad y de los límites de ésta y de todos los demás aspectos de seguridad de un sistema tradicional de señalización, pero de forma automática. De modo similar a los conceptos de diseño de un enclavamiento, el subsistema ATP está diseñado usando conceptos de seguro al fallo –Fail Safe-, a fin de garantizar que el resultado de una falla de hardware o error de software, resulte en una prohibición del sistema a asumir o mantener un estado inseguro; es decir, forzar al sistema a ir a un estado conocido como seguro.

Todas las funciones del ATP son vitales y están diseñadas e implementadas de acuerdo con los requerimientos de seguridad.

El sistema CBTC deberá ser capaz de entregar una protección automática de tren en el sentido normal del movimiento de los trenes en servicio, y protección bidireccional dentro de los límites de las zonas de maniobras, consistente con todas las maniobras disponibles y posibles, así como durante el establecimiento de situaciones degradadas de explotación (Servicios Parciales y Vías Únicas Temporales).

Todos los requerimientos funcionales del ATP serán aplicables, y deberán ser suministrados para todos los modos de operación del sistema CBTC:

- ATO: Automático con conductor
- UTO: Automático sin conductor, eventualmente y no en recorridos comerciales (entrada a fondo de maniobras)
- ATP: Manual con protección y supervisión continua de la velocidad
- ATPR25: Manual con limitación a 25Km/h

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- ATP15: Manual con limitación a 15Km/h

El modo manual BYPASS. Un conductor conduce manualmente el tren en marcha a vista, sin ningún control del sistema ATC.

5.3.1.1 Seguimiento de Trenes

El objetivo de esta función consiste en determinar la posición de los trenes al respecto del resto de trenes y frente a los obstáculos fijos. Todos los trenes, en condiciones nominales, así como los vehículos de mantenimiento estarán equipados.

El equipo fijo de control automático de tren, establecerá el mapa de la vía de la vía a partir de dos fuentes de información:

- La localización transmitida por el equipo ATC Embarcado (el equipo embarcado) de los trenes equipados.
- El estado de los circuitos de vía y la posición de las agujas adquirido desde el enclavamiento.

5.3.1.2 Localización del Tren

El papel de esta función será determinar la posición geográfica del tren en la línea en explotación.

La localización del tren se obtendrá mediante los siguientes mecanismos:

- Lectura de balizas localizadas en ciertos puntos de la red: cada baliza (tele-alimentada por el equipo embarcado) transmite un mensaje que indica, sin ambigüedad, su posición e identificación. Las balizas se instalan en el centro de la vía con el fin de ser leídas por el tren en cualquier orientación de éste con relación a la vía.
- Medida del desplazamiento del tren mediante los captadores odométricos (teniendo en cuenta su calibración automática).
- Obtener la posición de las agujas (información transmitida por el equipo fijo de ATP a partir de su interfaz Enclavamiento). Este dato permite la actualización de la localización del tren al paso de las agujas de punta.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Los principales objetivos de la función de localización deben ser:

- Para el Equipo Embarcado:
    - Permitir al equipo embarcado localizarse frente a las singularidades de la vía (perfil de velocidad, "ingeniería civil", posición de los puntos de paro, perfil de vía (rampas/pendientes), posición y características de los andenes, etc.).
    - Permitir el cálculo de las curvas de velocidad ATP
    - Permitir el cambio de célula de radio.
- Para los equipos de control Automático y ATS:
    - Permitir el seguimiento de los trenes para las necesidades de seguridad y de información (no seguros)

El proceso de localización debe incluir una fase de inicialización y una fase de actualización.

- Fuera de las zonas equipadas con instalación fija, es decir a partir de la entrada a los talleres, el tren se deslocaliza. En la zona de transferencia hacia la zona equipada, que será la zona de entrada a los talleres, el tren inicializa su posición por lectura de las oportunas balizas.
- Una vez inicializada, la localización se mantendrá midiendo el desplazamiento mediante los captadores odométricos. A cada lectura de una baliza, la posición se reajusta (el equipo embarcado dispone de la posición precisa de cada baliza en sus invariantes geográficos).
- El Equipo embarcado calibrará automáticamente los captadores odométricos por lectura sucesiva de 2 balizas.
- Los casos de deslocalización en zona equipada serán los siguientes:
    - Avería de odómetros o captadores de balizas.
    - paso de una aguja de punta sin conocer su posición (aguja descontrolada, avería doble del sistema de radio SCR o del equipo fijo de ATP o de la comprobación de esta).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- El proceso de localización debe entonces volver a ser inicializado. Cualquier par de balizas sucesivas permite la reinicialización de la localización.

La velocidad se debe medir mediante los mismos captadores odométricos que los utilizados para la localización. Esta medida se efectuará continuamente, independientemente del estado localizado o no del equipo embarcado.

5.3.1.3 Seguimiento de los trenes localizados

Cada Equipo embarcado enviará al equipo fijo un mensaje de seguimiento incluyendo:

- Identificador del equipo embarcado
- el sentido de marcha
- Las posiciones precisa, de los extremos delanteros y traseros del tren (teniendo en cuenta el error de localización corriente del equipo embarcado).

Para permitir al equipo embarcado permanecer localizado, el equipo fijo de ATP le transmitirá la posición de las agujas adquirida mediante la interfaz Enclavamiento. Se transmiten los estados de aguja en forma de mensajes "broadcast" dirigidos a todos los trenes.

Cuando el equipo fijo de ATP pierda su comunicación con un tren equipado, el equipo fijo de ATP continuará siguiendo a este tren por el seguimiento de cantones físicos.

Los trenes sin comunicación con el equipo fijo de ATP o deslocalizados son seguidos mediante la ocupación de los cantones físicos, teniendo en cuenta la posición de las agujas (interfaz Enclavamiento - equipo fijo de ATP).

5.3.1.4 Cálculo y sometimiento al Perfil ATP

El equipamiento embarcado del sistema CBTC deberá asegurar que bajo ninguna circunstancia (incluidas las fallas) un tren equipado sobrepase su límite de autoridad de movimiento. El perfil ATP será definido como:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- En modo de conducción ATO, el tren será capaz de acercarse lo más posible al punto de detención antes del MAL, tomando en consideración los parámetros de seguridad, la configuración de la vía, los parámetros del tren y los límites civiles de velocidad. El valor objetivo será de 3 metros antes del límite de autoridad de movimiento asociado a una señal controlada por un enclavamiento, 5 metros antes del límite de autoridad de movimiento asociado con un obstáculo dinámico y 50 cm para movimientos dentro de las cocheras y talleres.
- Un tren equipado en modo de conducción ATP deberá ser capaz de acercarse hasta el mismo punto que en modo de conducción ATO, acercándose al límite de autoridad de movimiento a menos de 5 km/h.
- Durante el establecimiento del perfil ATP, el equipamiento embarcado del sistema CBTC deberá continuamente determinar la velocidad máxima de seguridad para el tren mediante comparación con la velocidad real, basándose en las siguientes consideraciones:

En modo ATO y ATP la máxima velocidad de seguridad será la más restrictiva de:

- El límite de velocidad civil para esta parte de la vía (límite permanente de la vía)
- Cualquier restricción temporal de velocidad impuesta a esta sección de la vía
- Cualquier restricción permanente de velocidad aplicable a este tipo de tren
- La velocidad máxima que permite al tren detenerse en seguridad antes del límite de la autoridad de movimiento
- La velocidad máxima que permite el tren satisfacer restricciones permanentes o temporales de velocidad aguas abajo del tren

En modo de conducción ATP, el sistema CBTC deberá restringir la velocidad del tren. Para el sometimiento al perfil ATP el equipamiento embarcado del sistema CBTC deberá considerar las prestaciones alcanzables por el tren, las pendientes, radios de curvatura, límites de velocidad civil y las holguras para el peor caso de las tolerancias. El sometimiento al perfil del ATP deberá considerar lo siguiente:

- El tren deberá ser capaz de reducir la velocidad en seguridad, acercándose y deteniéndose antes del límite de la autoridad de movimiento asociada con una señal, fin de vía, la parte trasera de un tren equipado con CBTC aguas abajo u otro obstáculo dinámico (como un dispositivo de detección

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

de presencia de vía en falla, vía o sección de ésta consignada o bloqueada por el ATS o el operador de éste), sin requerir autorización adicional desde el equipo fijo o desde el ATS.

- El operador del ATS deberá ser capaz de conocer, mediante consulta, cuando un tren CBTC tiene una autoridad de movimiento válida permitiendo una velocidad mayor que cero. Esta indicación deberá ser visualizada en el ATS.
- El sistema CBTC deberá ser capaz de comandar diferentes tasas de frenado al tren, con el fin de lograr diferentes perfiles de velocidad - distancia, para alcanzar los requerimientos de prestaciones y funcionalidades.
- En ausencia de otras restricciones, el punto de detención de un tren en la aproximación a una señal con un aspecto restrictivo será de 3 metros antes de esta.

5.3.1.5 Determinación del Límite de Autoridad de Movimiento

El equipo fijo del sistema CBTC calculará el límite de autoridad de movimiento (MAL) para cada tren equipado dentro del territorio CBTC, y transmitirá este Límite de Autoridad de Movimiento al tren para el establecimiento del correspondiente perfil ATP (límite de velocidad, versus curva de frenado del tren).

El MAL será calculado en la dirección de tráfico del tren y entregará una restricción de seguridad que el tren no podrá violar. El cálculo del MAL tendrá en cuenta lo siguiente:

- El sistema CBTC no entregará un MAL que sobrepase la parte trasera del tren equipado que le precede.
- El sistema CBTC no entregará un MAL antes de quince (15) metros del límite de una zona de la vía ocupada por un tren no equipado o en falla, del mismo modo que para la determinación de la ocupación de una zona de vía, a excepción de las zonas de retorno.
- El sistema CBTC no entregará un MAL que rebase el fin de vía.
- El sistema CBTC no entregará un MAL que rebase el punto a proteger de una señal controlada por un enclavamiento a menos que las condiciones para permitir el aspecto permisivo (verde, amarillo o CBTC-Override) de la señal estén confirmadas.
- El sistema CBTC no entregará un MAL que sobrepase el límite de una vía bloqueada.
- El sistema CBTC no entregará un MAL que penetre dentro de un itinerario que ha sido detectado como no seguro para el movimiento del tren.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- En los enclavamientos y otras ubicaciones donde el sistema CBTC está administrando las direcciones de la operación de los trenes, el sistema no entregará un MAL en una determinada dirección, cuando el movimiento en contra de este sentido es detectado (Enclavamiento cabeza-cabeza).
- El sistema CBTC automáticamente acortará el MAL para un tren equipado en aproximación a una señal controlada por un enclavamiento, si el aspecto permisivo de la señal se pierde antes del paso de este.

5.3.1.6 Anticolisión de los trenes en MTO/ATO/ATPM

El ATC asegura la protección del movimiento de los trenes en ATO ATP ("trenes ATC")

La función consiste en:

- Calcular para cada tren equipado el límite que el tren no debe traspasar (movement authority limit o MAL). Este límite define el extremo del ámbito autorizado de marcha del tren para respetar las obligaciones de anticolisión. Se calcula según el sentido de marcha del tren y tiene en cuenta las obligaciones de seguridad (vital-MAL) y las obligaciones de no seguridad (non-vital-MAL).
- Calcular y hacer respetar el perfil de velocidad inducido por el MAL (perfil "restrictivo" fuera de la zona de garaje y perfil "permisivo" en la zona de garaje para poder aparcar los trenes "lo más cerca posible").
- Tener en cuenta las obligaciones ligadas al estado de los CdV (protección de carril roto, avería de CdV).

5.3.1.7 MAL Anticolisión

La parte trasera del tren ATC define *la vital-MAL*. El límite del cantón virtual ocupado por el tren ATC define *la non-vital-MAL*.

5.3.1.8 Sentido de la marcha del tren

El sentido de marcha del tren que tiene en cuenta el equipo embarcado depende del modo de conducción:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Modo ATO o ATP:
    - El material móvil define el sentido de marcha en función del pupitre de conducción.
- Modo ATPR:
    - El material móvil define el sentido de marcha en función del pupitre de conducción y de la posición del selector de modo.
- Modo BYPASS:
    - El sentido de marcha es indeterminado (para el equipo embarcado)
- En el momento de la inicialización del equipo embarcado, el sentido de marcha del tren toma un valor convencional predefinido (sentido de marcha = sentido convencional del extremo A1 hacia A2)
- El equipo embarcado tiene en cuenta una inversión de sentido de marcha si el tren está parado.

5.3.1.9 Robustez frente a fallos en sistema de detección presencia de tren

El ATP será robusto en la mayor medida frente a fallos en los equipos de detección física de presencia de tren, especialmente para trenes en modos de conducción ATP y ATO (condición normal), tanto de aguja como de estación o interestación, limitando la degradación de la operación a pérdidas de intervalo.

Así por ejemplo, con el fin de atenuar la avería de un cantón físico de aguja, el ATP asegurará los siguientes servicios:

- El ATP entregará un estado de seguridad "circuito/cantón libre" al enclavamiento: El ATC elabora este estado a partir de la localización transmitida por los trenes bajo control ATP. Esto es utilizado por el enclavamiento para suprimir las condiciones de enclavamiento de la aguja correspondiente (la aguja vuelve a ser maniobrable).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- El ATC encargará automáticamente la destrucción del itinerario cuando detecta la presencia de un tren sobre el circuito de aguja (gracias a la localización transmitida por los trenes bajo control ATP): Esta información (de no seguridad) implica la destrucción temporizada del itinerario por el enclavamiento (la destrucción automática se mantiene pero con el desempeño operacional deteriorado debido a la temporización de destrucción del itinerario).

5.3.1.10 Protección de los trenes

Esta función se encarga de los mecanismos para elaborar y hacer respetar el ámbito de seguridad del tren:

- El ATC tierra determinará el sentido de marcha autorizado, a bordo se determina el sentido de marcha del tren.
- A partir de la cartografía de los trenes El ATC tierra elabora los datos que van a definir el límite del ámbito de marcha de cada tren (o MAL) que se controlará en modo , ATO, o ATP.
- El ATC embarcado controla que la velocidad no sea excesiva con relación al MAL y con relación a otras obligaciones relativas a la vía y al tren. En ATPR se efectúa un control restringido de la velocidad.
- En modo ATO o en ATP, el equipo embarcado aplica un frenado de servicio cuando la velocidad del tren se acerca demasiado a la velocidad de desencadenamiento del freno de emergencia.

5.3.1.11 Ubicación del tren y determinación de velocidad y dirección

El sistema CBTC determinará la ubicación de la cabecera y la cola de cada tren equipado con este sistema, no siendo necesario por tanto introducir de manera manual la ubicación del tren ni su longitud. Junto a esto, el sistema determinará la dirección de movimiento del tren y la velocidad de éste.

5.3.1.12 Separación segura entre trenes

En relación con el seguimiento de trenes, cada tren equipado con CBTC tendrá un límite autorizado de movimiento basado en cálculos en tiempo real de las diferentes condiciones de itinerarios. Este límite de movimiento vendrá determinado por la posición del tren precedente, la capacidad de frenado del tren (dependiente del modelo de tren) la velocidad y el tiempo de respuesta del equipamiento CBTC. En

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

general, la velocidad permitida para un tren será aquella que garantice la curva de frenado, antes de llegar al límite establecido de movimiento.

5.3.1.13 Frenado de Emergencia

El sistema CBTC deberá aplicar el freno de emergencia cuando sea requerido por las condiciones y los movimientos de los trenes precedentes. El freno de emergencia no se liberará hasta que se den las condiciones de seguridad establecidas en el sistema CBTC. El frenado de emergencia se utiliza cuando la velocidad permitida se ha excedido y los controles humanos o automáticos no frenen el tren a través del freno de servicio.

5.3.1.14 Protección ante movimiento no autorizado en sentido contrario

El sistema CBTC debe monitorizar la dirección del tren y compararla con la dirección ordenada. En caso que el tren se mueva en la dirección contraria a la ordenada un valor mayor a la tolerancia del sistema CBTC, se deberá aplicar el freno de emergencia.

5.3.1.15 Protección de final de línea

Un límite de autorización de movimiento nunca se deberá extender más allá del final de vía. Este mecanismo permite frenar con total seguridad el tren antes de llegar al fin de vía.

5.3.1.16 Detección de velocidad cero

El sistema CBTC podrá determinar cuando la velocidad del tren ha bajado de los 3 Km/h durante un periodo de 2 segundos. El principal propósito de esta función es validar que se ha forzado una parada dentro de unos límites fijados.

5.3.1.17 Dispositivo de seguridad de control de apertura de puertas

El sistema CBTC prevendrá la apertura de puertas por parte de los pasajeros a menos que el tren se encuentre a velocidad cero, se haya aplicado el freno de servicio para apertura de puertas y que la puerta que se solicita abrir se encuentre en la zona de apertura de puertas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.1.18 Protección de tren no acoplado

El sistema CBTC detectará un tren que se ha dividido por cualquier razón y aplicará el frenado de emergencia. Para operaciones que requieran el acoplamiento y desacoplamiento de trenes, CBTC soportará y protegerá esta operación, detectando automáticamente la ubicación y longitud de las partes, y controlando que la aproximación de las partes se realice a una velocidad óptima para el acoplamiento.

5.3.1.19 Protección de zona de trabajo

El sistema CBTC permitirá a los supervisores del movimiento de trenes crear zonas de vía cerradas al tráfico, zonas de trabajo con velocidad reducida y zonas donde no se permita la operación automática del tren.

5.3.1.20 Protección de carril roto, averías de circuito de vía o contador de ejes

Los defectos de la vía en cuestión se limitan a la detección ante una incoherencia entre el estado de un cantón y la ocupación de la vía calculada por el ATC, desde de su seguimiento.

En el caso de contar con la detección mediante circuitos de vía, existe la posibilidad de que el estado de CdV ocupado obedezca a la detección de carril roto, el sistema CBTC lo trata como una ocupación intempestiva.

5.3.1.21 Cantón ocupado sin razón (CdV ARB)

ARB: "Always Reporting Block"

Cuando se ve un CdV ocupado (interfaz SIG = > ATC), mientras que el seguimiento ATC lo declara libre sin tren, el CdV se declara ARB.

El ATC prohíbe automáticamente a todos los trenes en modo MTO/ATO/ATPM entrar en un CdV ARB.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El operador de tráfico tiene la posibilidad de suprimir esta prohibición mediante una orden (TC) imponiendo o no el uso de baja velocidad mediante la instalación de un Límite Temporal de Velocidad.

El CdV vuelve a estar "OK" cuando el ATC lo detecta libre de nuevo (interfaz SIG = > ATC).

El límite temporal de velocidad puede entonces suprimirse al suspender la LTV.

El estado defectuoso de cada CdV está tele-supervisado por el ATS.

5.3.1.22 Cantón libre por error (CdV NRB)

NRB: "Never Reporting Block"

Cuando se ve un CdV libre (interfaz SIG = > CTA), mientras que el seguimiento ATC lo declara ocupado por un tren equipado, el CdV se declara NRB.

El CdV vuelve a estar "OK" después de un mando del operador tráfico (TC) cuando se observa de nuevo ocupado por el ATC.

Por defecto, (durante la inicialización del ATC o en caso de fallo de conexión con el Enclavamiento), todos los CdV se declaran "OK", hasta prueba de lo contrario.

El ATC prohíbe a todos los trenes en modo MTO/ATO/ATPM entrar en un CdV NRB. Sólo un tren en modo ATPR o BYPASS puede entrar en un CdV NRB.

El estado defectuoso de cada CdV está tele-supervisado por el ATS.

En efecto la seguridad (del enclavamiento y el ATC) se basa en la propiedad de alegación garantizada de los CdV. La función permite solamente (y sólo en ciertos casos), detectar un error de mantenimiento que puede producir un CdV al no shuntar.

La presencia de esta función supone que el ATC tolere los fallos CdV "NRB".

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.1.23 Detección de vía deteriorada

El sistema CBTC podrá tener interfaces con sistemas auxiliares que detecten problemas en la vía, parando así todos los trenes que circulen por la sección de vía donde se encuentre el problema.

5.3.1.24 Protección de ruta restringida

El sistema CBTC habilitará funciones de protección de rutas permanentes, temporales o automáticas, con restricciones basadas en el tipo de tren o de peligros en la ruta.

5.3.1.25 Restricción ATP

El sistema ATP podrá crear restricciones, desde el Puesto de mando, central o local, en todas las estaciones y andenes, de tal forma que no se autorice al movimiento del tren en modo ATP o ATO, hasta que no sea retirada. Igualmente en los trayectos, por cada vía.

Estas restricciones se aplicarán de forma automática en los andenes, siempre que se dé una de estas situaciones:

- Falta de tensión en la catenaria hasta la siguiente estación
- Presencia de un tren antes de la siguiente estación
- Otros a definir al principio de la fase de ejecución

El operador de Tráfico podrá deshabilitar esta funcionalidad, de forma separada para cada uno de los casos que la cause.

5.3.1.26 Intervención en lazos de puertas de tren

El equipo de ATP monitoreará continuamente el estado de las puertas de tren, aplicando frenado de emergencia en caso de detectar una puerta abierta. De igual modo, no permitirá la autorización de apertura hasta que la velocidad del tren no sea nula (dada por el relé de velocidad cero del propio equipo de ATC).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.1.27 Control de la longitud del tren

El ATC debe conocer, por razones de seguridad, la longitud del tren.

- Para garantizar la seguridad de la localización en el seguimiento de los trenes en comunicación con el ATC de tierra (para todos los modos de conducción)
- Para la seguridad de los controles en modo ATO/ATP

La longitud del tren es conocida por el equipo embarcado desde los parámetros introducidos al equipo ATC del tren. Estos parámetros dependen del tipo de material rodante (ROD). El tipo de ROD es conocido por el equipo embarcado gracias a su conector de identificación. Esta longitud es válida para un tren no acoplado. El equipo embarcado invalida la longitud del tren si uno de los acopladores del tren se ve ocupado.

Si un tren equipado no conoce su longitud con seguridad (detección de acoplador ocupado):

- Los modos ATO/ATPM no son operativos
- El seguimiento del tren se efectúa por Cantón ocupado

En consecuencia, el remolque de un tren sólo puede efectuarse en modo ATPR o en BYPASS.

5.3.1.28 Control de la integridad del tren

En caso de ruptura del acoplador de un tren:

- Protección del tren:
- El material rodante acciona un frenado de emergencia (tren equipado y tren no equipado)
- Para los trenes equipados (todos, en principio)y en funcionamiento correcto :
    - El equipo embarcado detecta la ruptura del acoplador
    - El equipo embarcado acciona un frenado de emergencia (modos ATO/ATPM/ATPR)
    - El equipo embarcado invalida su ubicación
    - El equipo embarcado transmite una alarma al ATS

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Protección de los otros trenes :

    - El seguimiento de la ocupación de los cantones identifica la zona ocupada por el tren que rompió su acoplador
    - Los trenes ATO/ATPM están protegidos con relación a esta zona por restricción de su ámbito de marcha (vital-MAL)
    - Los trenes en ATPR o BYPASS están protegidos por la marcha a la vista realizada por el conductor.

5.3.1.29 Bases de datos del Sistema CBTC

Los datos estáticos incluirán todos los detalles requeridos de la configuración de las vías, incluyendo pendientes, límites civiles de velocidad, curvas, ubicación de estaciones, longitud de andenes, orientación de los andenes, ubicación de los aparatos de cambio de aguja, señales, límites de los cantones de vía, otros equipamientos de la vía, fin de vía y otras informaciones fijas requeridas para la protección automática de trenes y de la operación automática de estos, como se indica en el presente documento.

Los datos dinámicos incluirán posición y estado de las agujas de los aparatos de cambio, estados de las señales, estado de los sistemas de detección de presencia en vía, restricciones temporales de velocidad, zonas de trabajos, consignaciones de vías o de agujas, información de la localización de trenes, etc.

Los datos de infraestructura para toda la línea del CDG y los talleres y patio, contienen información descriptiva, diagramas y planos. Se debe confirmar la precisión de todos los datos y realizar las mediciones en el terreno que confirmen cada dato importante.

El sistema CBTC administrará la distribución de las actualizaciones de los datos, permanentes y temporales, de los trenes equipados con dispositivos CBTC y deberá garantizar que las autoridades de movimiento no son entregadas a trenes que no tienen correctamente actualizada la base de datos.

Todos los trenes y controladores de zona deben ser capaces de actualizar directamente sus bases de datos (todos los datos del equipamiento fijo y embarcado, incluyendo datos vitales y no-vitales) desde un punto centralizado utilizando las capacidades de comunicación del sistema CBTC. Específicamente, no

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

se requerirá que las bases de datos de los trenes sean actualizadas individualmente en talleres o en vía, en forma manual o con intervención humana.

Todos los datos relacionados con la localización deberán estar referenciados a los puntos kilométricos actualmente definidos en el CDG, cuando sean presentados en todas las interfaces.

Los datos deberán ser consistentemente presentados en todas las interfaces de usuario, incluyendo la pantalla de conducción del tren y las visualizaciones de los equipamientos del Centro de Control Operacional.

El sistema CBTC deberá manejar y distribuir, entradas al / desde el Centro de Control Operacional, para actualizar información respecto a restricciones temporales de velocidad y zonas de trabajo en los trenes equipados con dispositivos CBTC.

5.3.1.30 Conformidad con relación a la descripción geográfica de la red

Esta descripción es de tipo:

- "Estático" (invariable en el tiempo)
    - descripción de los "objetos" de la red:
    - limites permanentes de velocidad,
    - límites de las zonas automatizadas,
    - valores de las pendientes /rampas,
    - posición de los andenes,
    - posición de las señales,
    - posiciones de las zonas de autorización de marcha, etc.
- "Dinámico" (variable en el tiempo)
    - límites temporales de velocidad
    - estado de las suspensiones de marcha
    - etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El ATC garantizará que un ámbito de marcha en modo ATO/ATPM sólo se puede establecer en una zona geográfica dada si dispone de una descripción válida y actualizada de la porción de vía correspondiente

5.3.1.31 Velocidad de consigna

La pantalla del equipo embarcado suministra al conductor en modo ATP la velocidad de consigna que debe seguir.

Esta velocidad es la misma que la consigna adoptada en modo ATO: se sitúa bajo el límite máximo de desencadenamiento de FE del ATP, para disponer de un margen de controlabilidad, y para tener en cuenta la velocidad encargada por la función de regulación.

En cambio, en caso de disminución, la velocidad de consigna destinada al conductor presenta dos particularidades con relación a la consigna ATO:

- Tiene un tiempo menor de reacción en toda disminución de la consigna ATO para evitar un desencadenamiento del Frenado de Emergencia durante las fases de disminución o debido al tiempo de reacción del conductor.
- No hay una variación fina de la consigna como en ATO: El valor de la consigna anunciada es directamente la velocidad objetivo que el tren debe alcanzar al final de la disminución de velocidad. El conductor debe respetar cuanto antes esta nueva consigna.
- En el caso de una parada, la pantalla del equipo embarcado indica un valor de velocidad intermedio (valor fijo predefinido), y una consigna de paro: El conductor por su parte debe respetar cuanto antes la velocidad intermedia que se le suministra como consigna, cuando la pantalla del equipo embarcado le suministra una consigna de paro, el conductor detiene el tren ayudándose de la distancia al punto de paro que le indica en la pantalla del equipo embarcado.

En una disminución de velocidad o en una parada, el momento en el que se suministra una nueva consigna, es determinado tomando en consideración un tiempo de reacción del conductor predefinido

Con este principio, el intervalo entre los trenes en ATP es mayor que en ATO ya que depende del tiempo de reacción del conductor.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.1.32 Visualización de las consignas

La visualización de las velocidades de consigna tiene por objetivo que los trenes respeten las siguientes obligaciones:

- Parada del tren antes del próximo Punto que debe protegerse (MAL)
- Parada del tren en el límite antes de una zona suspendida
- Respeto de la velocidad máxima autorizada por la vía.
- Respeto de las restricciones de velocidad impuestas por el operador de tráfico en una zona dada.
- Respeto de la velocidad encarga impuesta por el ATS en cada inter-estación para asegurar la regulación de marcha de los trenes.
- Parada antes de una estación prohibida a la marcha de los trenes, o antes del andén ocupado por otro tren que aún no ha arrancado.

En cambio, al contrario del modo ATO, no se dará ninguna consigna para parar en el punto normal de paro en estación: el conductor se detiene en este punto de paro sin asistencia por parte de la pantalla del equipo embarcado distinta de la indicación "parada en andén " que le anuncia, una vez detenido, que el tren está colocado correctamente para permitir el intercambio de pasajeros.

La pantalla del equipo embarcado indica por otra parte al conductor la presencia de un bloqueo en estación.

5.3.1.33 Control de la aplicación de consignas

El equipo ATC embarcado controlará las velocidades de consignas indicadas en la pantalla ATC, así como el respeto de las solicitudes de disminución de velocidad o de paro. Este control se realiza en todo momento con relación a la velocidad autorizada por el ATP: En caso de detección de exceso de velocidad, el equipo ATC embarcado manda el frenado de servicio máximo, después, el frenado de emergencia en caso de que el frenado de servicio sea insuficiente.

El equipo ATC embarcado no manda la parada del tren en caso de no observación de un bloqueo en estación mientras que el tren está en ATP.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.2 Requerimientos Funcionales del ATO

El subsistema ATO es la parte no vital (no de seguridad) del ATC, responsable efectuar, de modo automático, la mayoría de las funciones realizadas por los conductores, de acuerdo con las restricciones establecidas por el subsistema ATP (parte vital o de seguridad del sistema CBTC). El ATO, además, será responsable de ejecutar los comandos no vitales requeridos para cumplir con las prestaciones funcionales del subsistema ATS. Entre las funciones del ATO se incluyen el movimiento de los trenes mediante el comando de tracción y frenado de éstos, control de puertas de pasajeros del tren, funciones de ahorro de energía y la detención precisa del tren en las estaciones programadas.

El subsistema ATO también será responsable de los controles no vitales del tren en movimiento, que son aplicables cuando el tren funciona manualmente bajo control del sistema CBTC. La operación del subsistema ATO será supervisada continuamente, en seguridad, mediante el subsistema ATP. La comunicación entre el equipo fijo y el tren y, viceversa, será suficiente para apoyar todas las funciones del subsistema ATO.

5.3.2.1 Control de velocidad

El sistema CBTC será capaz de suministrar operación automática completa a todos los trenes, dentro de las restricciones de las funciones de protección y supervisión automática del tren y cuando sean activadas por el maquinista del tren. El sistema controlará velocidad, aceleración, deceleración y evitará cambios bruscos de velocidad, con el fin de asegurar la comodidad de los pasajeros y la optimización energética.

5.3.2.2 Conducción del Tren

La velocidad del tren controlada por el equipo CBTC no variará más que ± 1 kilómetro por hora del perfil de operación requerido.

El sistema CBTC tendrá un mínimo de tres (2) niveles de aceleración y de frenado que se puedan comandar desde el ATS durante condiciones atmosféricas lluvia/seca:

- Condición normal, rail seco.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Condición alternativa, lluvia o rail mojado y otras condiciones que pueden dar lugar a una reducción en la adherencia de la rueda/rail. La puesta en operación del perfil de frenado alternativo será mostrada en la pantalla del operador del tren.

El sistema CBTC proporcionará los medios para que los operadores del centro de control comanden la función "Detención" para cualquier tren operando automáticamente dentro del territorio cubierto por el sistema CBTC. Cuando el equipo CBTC a bordo del tren reciba la orden "Detención" parará inmediatamente el tren usando el freno de emergencia en los modos de conducción ATP y ATO. Cuando un tren (o más de uno) se encuentren afectos a la orden de detención, esta condición será visualizada en el ATS.

5.3.2.3 Parar en un punto fijo de estación

El sistema CBTC soportará un cierto número de funciones de posicionamiento automático en los andenes. Los dispositivos de seguridad de apertura de puertas solo permitirán abrirse a aquellas puertas que se encuentren en los andenes. Normalmente, los trenes se pararán automáticamente centrados en la zona de apertura de puertas del andén. Si el andén es lo suficientemente largo se podrán definir distintas zonas de apertura de puertas, y si es lo bastante largo para permitir la parada simultánea de varios trenes, esa operación se realizará con operación y protección automática.

5.3.2.4 Control automático de puertas del tren

Si bien será el agente de conducción el que gestionará la apertura y cierre de puertas del tren, el equipo ATO, podrá encargarse de esta función. Al inicio de la fase de ejecución, una vez redactado y aceptado por la Administración correspondiente el Reglamento de Circulación, se confirmará este hecho.

El sistema CBTC, en principio, podrá abrir y cerrar automáticamente las puertas del tren. El tiempo de parada del tren podrá ser monitorizado por la función ATO, y modificado por la función ATS cuando el sistema esté funcionando en conducción automática sin maquinista. El sistema ATO emitirá una señal acústica para indicar al pasaje que se va a efectuar el cierre de puertas en el caso de conducción automática sin maquinista, en el caso que se conduzca en modo CBTC pero con maquinista el sistema ATO emitirá una señal acústica dentro de la cabina de conducción para notificar al maquinista de que debe realizar el cerrado de puertas manualmente ya que el tiempo de parada ha sido agotado.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.2.5 *Arranque del tren en estaciones*

El sistema de ATO arrancará automáticamente desde el punto de parada en las estaciones, siempre y cuando se den las condiciones ATP (puertas cerradas, autoridad de movimiento concedida) y en función de las funciones ATS relativas a la regulación.

5.3.2.6 *Programas de marcha entre estaciones*

El sistema de ATO, permitirá circular en cuatro tipos de marcha en cada inter estación, de forma que los tiempos de recorrido sean cada uno ligeramente superior al anterior (del orden de 5 segundos/kilómetro de recorrido). Esto permitirá al sistema de regulación del ATS una alta flexibilidad en los recorridos.

- Marcha tensa: según consigna máxima de ATP
- Marcha rápida: 5 segundos/km más de tiempo de recorrido
- Marcha normal: 5 segundos/km más de tiempo de recorrido
- Marcha lenta: 5 segundos/km más de tiempo de recorrido

5.3.2.7 *Funcionamiento en modo "Coasting"*

El ATO del CDG permitirá una conducción en modo deriva, sin aplicación de tracción ni freno, ya sea en cualquiera de las cuatro marchas descritas en el punto anterior, pero fundamentalmente en las tres más lentas. De esta forma se podrán conseguir estos tiempos más elevados en cada programa de marcha mediante la aplicación de una velocidad de corte de tracción y otra de remotor, con el fin de optimizar la energía consumida.

5.3.2.8 *Entrada automática sin conductor a los fondos de maniobra de los terminales*

El sistema ATO permitirá esta entrada, sin conductor, de forma que el conductor, en el andén comercial, antes de salir del tren tendrá que permitir esta funcionalidad, antes de dejar el tren. En el andén de maniobras entrará el mismo u otro conductor ya en la cabina contraria y realizará, antes de todo, la inversión del sentido de marcha del tren, aplicando, a partir de este momento la conducción en modo ATO, con conductor en cabina, hasta el andén comercial.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.2.9 Modos de conducción del Tren

Todos los movimientos del tren, dentro del territorio cubierto por el sistema CBTC, en modo de conducción automático, serán controlados automática y continuamente por el sistema, de modo que el mantenimiento de la velocidad, la aceleración, la aceleración sin compensar, la desaceleración y niveles de jerk estén dentro de los límites especificados de comodidad del pasajero, y que la velocidad del tren se mantenga por debajo de los límites de sobrevelocidad establecidos por el subsistema ATP.

El subsistema ATO permitirá distintos perfiles de velocidades para cada interestación, así como distintos niveles de aceleración y de frenado de servicio (es decir, niveles de funcionamiento). Modos de Conducción

Los diferentes modos de conducción que pueden ser utilizados para la conducción de un tren, en función de la situación de este en la vía, del funcionamiento de los equipos, y de las consignas enviadas desde el Puesto de Mando y Control de Tráfico:

- Modos CBTC
    - ATO: Automático con conductor
    - UTO: Automático sin conductor, eventualmente y no en recorridos comerciales (entrada a fondo de maniobras)
    - ATP: Manual con protección y supervisión continua de la velocidad
- Modos no CBTC
    - ATPR25: Manual con limitación a 25Km/h
    - ATP15: Manual con limitación a 15Km/h
    - El modo manual BYPASS. Un conductor conduce manualmente el tren en marcha a vista, sin ningún control del sistema ATC.

El Ámbito equipado con CBTC agrupa el conjunto de las zonas equipadas con este: Las vías principales así como la mayoría de las zonas de garaje (cocheras o depósito)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El modo ATO es el modo nominal del sistema en este proyecto: Se utiliza sobre el conjunto del ámbito ATC. Permite obtener los desempeños y performance nominales sobre el ámbito ATC, con la intervención de un agente embarcado que será el encargado de autorizar la la Apertura/Cierre de puertas en andenes.

Aunque se disponga del mismo ATP, el modo ATP permite obtener en el ámbito CBTC, menores performances en intervalo que el modo ATO debido al tiempo de retraso aportado por el conductor.

La transición de modo de conducción entre el ámbito ATC y una zona fuera de este ámbito se realiza mediante el paro y cambio de modo de conducción en una zona de transferencia en la frontera del Ámbito ATC. (Entre vías generales y talleres)

El modo ATPR25, o en su defecto, el modo manual BYPASS, también se utilizará sobre el Ámbito CBTC como modo deteriorado en caso de indisponibilidad de ciertos equipos. El modo ATPR15 está pensado para los talleres

Finalmente, el sistema CBTC contará con la funcionalidad de efectuar el recorrido de entrada a los fondos de maniobra de los terminales desde el andén de llegada al andén de maniobras, sin conductor en cabina o inclusive a bordo del tren. Modo UTO (ATO sin conductor). El conductor ya en la cabina de salida hacia vías generales, tomará el mando y realizará la inversión del sentido de marcha del tren.

5.3.2.9.1 Modo de conducción ATO

Este modo corresponde al modo de explotación automático con conductor. Será el modo nominal de la línea objeto de este proyecto. Podrá ser seleccionado en todo el Ámbito CBTC.

El tren se conducirá automáticamente entre dos paradas sucesivas, bajo la protección del ATP. El arranque del tren se producirá cuando las puertas estén cerradas y las condiciones de regulación lo permitan. El agente de conducción autorizará la apertura y cierre de las puertas del tren. Las principales funciones a asegurar bajo este modo serán:

- Conducción automática del tren entre dos paradas sucesivas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- El ATP protege completamente todos los movimientos del tren: los movimientos se inscriben dentro de los límites que respetan las velocidades autorizadas por la vía, el espaciamiento necesario detrás de los trenes, en funcionamiento nominal (en modo CBTC) o no, las condiciones de itinerarios y los sentidos de movimientos autorizados.
- Después de una parada requerida por el respeto de las obligaciones de anticolisión, el conductor se encarga del arranque del tren cuando la vía se libera delante del tren. El dispositivo de visualización situado sobre el pupitre de conducción informa al conductor que la salida es de nuevo posible.
- En función de su misión, el tren se detiene automáticamente en la estación, en las zonas de retorno o en garaje:
- La conducción automática del tren respeta los órdenes de regulación del ATS de velocidad adoptados en interestación.
- El modo ATO se podrá sustituir en marcha por el modo ATP, tomando el conductor la conducción, si todos los requerimientos de selección de modo ATP se cumplen.

5.3.2.9.2 Modo de conducción ATP

Este modo corresponde al modo de explotación con conductor en conducción manual. Se utiliza en función de las necesidades de explotación y de los procedimientos. Puede ser seleccionado en todo el Ámbito CBTC.

El ATP protege la conducción del tren, lo que autoriza teóricamente los mismos performances que los modos MTO y ATO (haciendo abstracción del tiempo de reacción del conductor).

Las principales funciones a asegurar bajo este modo serán:

- Todos los movimientos del tren están completamente protegidos por el ATP : los movimientos se inscriben dentro de los límites que respetan:
    - las velocidades autorizadas por la vía,
    - el espaciamiento necesario detrás de los trenes ATC y los trenes no ATC,
    - las condiciones de itinerarios,
    - los sentidos de movimientos autorizados.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

En caso de que el conductor no respete las consignas que se le proporcionan, el ATC mandará automáticamente al tren un frenado de servicio máximo substituyéndose así al conductor. Este frenado de servicio se envía de manera suficientemente anticipada para evitar el desencadenamiento del frenado de emergencia en caso de no respeto de los límites.

- En las paradas del tren en estación, los automatismos autorizan la apertura de las puertas por el lado dónde se efectúan los intercambios de pasajeros. El conductor controla el cierre de las puertas.
- Un indicador luminoso en cabina proporciona consignas de velocidad permitiendo al conductor manejar el tren por debajo de los límites autorizados por el ATP.

5.3.2.9.3 Modo de conducción ATPR

El modo se utiliza fuera del ámbito CBTC como modo de conducción nominal, o en el ámbito CBTC como modo deteriorado.

Las situaciones deterioradas que implican el paso al modo ATPR son las siguientes:

- Fallo de los equipos ATC de tierra
- Fallo de los equipos SCR
- Fallo de la localización del ATC embarcado
- Fallo del enclavamiento (aguja fuera de control, avería de la lógica de maniobra)
- Pérdida de integridad del tren.

El ATPR es un modo de explotación con conductor en conducción manual y en marcha a la vista.

La función principal del ATC es controlar el respeto de una velocidad con un límite máximo predefinido. Un parámetro define esta velocidad límite.

En modo ATPR, el ATC no suministra autorización de apertura de las puertas, y no participa ni en la apertura ni en el cierre sincronizado de las puertas del andén y de las puertas del tren.

El operador de tráfico no puede controlar desde el Puesto de Mando y Control de Tráfico la velocidad de un tren en ATPR.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

5.3.2.9.4 Modo de conducción fuera del ATP

En caso de fallo completo del equipo embarcado, se necesita aislar las salidas del ATC y utilizar un modo de conducción que no esté bajo el control del ATC. Modo de conducción manual o BYPASS.

En modo de conducción BYPASS, el MM no está supervisado, con lo que la conducción de este es libre, responsabilidad del conductor.

5.3.3 Funciones de servicio embarcadas

5.3.3.1 Pantalla anunciadora en ambas cabinas

La especificación presente no da una lista exhaustiva de los mensajes anunciados: estas informaciones se incluyen en la especificación funcional de la interfaz de usuario, pantalla del equipo embarcado.

Las indicaciones anunciadas en la pantalla del equipo embarcado en cabina son agrupadas por categorías (véase la próxima Figura):

- El modo de conducción. Esta visualización indica el modo de conducción actual así como los modos de conducción "disponibles" (es decir, para los cuales todas las condiciones de activación están reunidas si el conductor los activara) o "indisponibles" (que no se pueden seleccionar)
- La barra de distancia con relación al MAL.
- Esta visualización indica la distancia con relación al 1er obstáculo inmediatamente después del tren.
- El cuadrante de velocidad.
- Este cuadrante indica la velocidad real del tren, la velocidad máxima autorizada y la velocidad de consigna. Se suministra una advertencia si la velocidad real es superior a la velocidad de consigna.
- Las advertencias relativas al trayecto.
- Esta visualización indica las informaciones tales cómo las restricciones de velocidad o las restricciones de autorización de marcha después del tren.
- El conjunto de las informaciones de estado.
    - Indicador de trayecto y parada en estación. Esta visualización indica las informaciones tales como la misión actual, la hora corriente, la cuenta atrás del tiempo de estacionamiento, el indicador de parada en estación del tren, el indicador de autorización

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

de apertura de las puertas, el estado de las puertas, el indicador de bloqueo en el andén del tren, el nombre de la próxima estación...

- Informaciones con relación al servicio.
- Esta visualización indica las informaciones de tipo "no parase en la próxima estación" o también la indicación "fuera de servicio".
- El indicador de frenado.
- Esta visualización indica las informaciones siguientes: la aplicación del frenado, o también como la indicación de adherencia reducida que debe tenerse en cuenta en el frenado de servicio.
- El estado del ATC (detección de un fallo del ATC).

5.3.3.2 Interfaz con el registrador del MM

La lista preliminar de los datos equipo embarcado transmitida al registrador MM es la siguiente:

- Velocidad
- Sentido de marcha
- Ubicación
- Modo de conducción
- Esfuerzo de tracción/frenado
- MAL
- Autorizaciones de apertura de las puertas (tren y andén)
- Exceso de velocidad
- Orden de frenado de emergencia

Estos datos son fechados en el referencial horario ATS.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

6.1 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Todo el equipamiento de Señalización y Control Automático de Tren a instalar en el CDG, será diseñado basándose en unos criterios que constituyen el estado del arte en este tipo de líneas metropolitanas y para este tipo de sistemas, y tratando de alcanzar unos requerimientos de tipo general, para cualquier sistema conformado por estos equipos. Además, cada equipo, lógicamente, estará sujeto a unos requerimientos de tipo más particular.

6.1.1 Seguridad en la Operación

Los sistemas de señalización y Control Automático de Tren permiten una operación segura de la línea. En concreto la solución presentada permite los mayores niveles de desempeño y cumplimiento de parámetros operativos con el máximo nivel de seguridad. Por tanto el primer criterio a seguir para el diseño de todos y cada uno de los equipos que conforman el Subsistema ATC, así como del subsistema en su globalidad, es el de garantizar la seguridad de la operación, independientemente de la actuación humana, ya sea en una situación nominal de funcionamiento o degradada.

Este criterio debe prevalecer, cumpliéndose durante todo el ciclo de vida del proyecto la normativa CENELEC referenciada en el capítulo 2 de este anejo, especialmente en el diseño, así como criterios de diseño a favor de la seguridad (fail-safe criteria) y de redundancia para la seguridad (no sólo para la disponibilidad).

6.1.2 Fiabilidad

El subsistema ATC será concebido y diseñado desde un punto de vista en que la fiabilidad de los equipos es un factor importantísimo. Los sistemas de Control Automático de Tren constituyen un subsistema sin el cual los parámetros operativos de la Línea son inalcanzables, además de tener como objetivo en sí mismo la operación segura de la misma. Por tanto, la robustez de los equipos y de cada uno de los subsistemas será fundamental para conseguir un nivel de fiabilidad del conjunto del equipamiento de señalización y CBTC del sistema global del CDG.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

La robustez deberá ser alcanzada en el ambiente en que operará, y medida en función de las pérdidas de funcionalidad de cada uno de los equipos y del Subsistema en general, ya sean francas o intermitentes, valorando el grado de impacto en la operación de cada una de los fallos.

6.1.3 Mantenibilidad

El sistema de señalización y Control Automático de Tren debe ser diseñado para minimizar el mantenimiento requerido (tanto preventivo como correctivo), maximizando el tiempo medio entre fallos del sistema e incluyendo características que faciliten las labores de mantenimiento que deban ser realizadas.

Se deben favorecer los tiempos de reparación a través de provisiones de equipamiento de pruebas para el diagnóstico del equipamiento y suministro por parte del Contratista, como también a través de la calidad de los manuales y la capacitación referente al mantenimiento. El sistema ATC debe, por lo tanto, incluir capacidades de mantenimiento y diagnóstico para detectar y reaccionar (en lo posible autónomamente) frente a fallos de los equipos ATC y de señalización. Lo anterior debe incluir capacidades de diagnóstico remoto, como también Equipos de Pruebas Integrados (Built In Test Equipment – BITE), otras visualizaciones de fallos para la identificación y resolución de problemas y el diagnóstico a tiempo de componentes y funciones en fallo.

Así pues todos los equipos tendrán una identificación manejable de las averías, tanto a pie de equipo, como de transmisión al Mando y Control de tráfico (TTR), así como a los sistemas remotos de mantenimiento las alarmas y estado de los componentes.

El sistema de señalización y Control Automático de Tren debe tener capacidad de autodiagnóstico, e inmediatamente identificar cualquier falla en el sistema, alertando al personal del Centro de Control. La identificación del fallo, en el Centro de Control, debe ser realizada hasta el nivel de Unidad Reemplazable en línea.

La información de fallos debe ser accesible a través de interfaces de usuario del sistema CBTC (en concreto el subsistema de Mando y Control de Tráfico), ubicadas tanto en el Centro de Control como en otros lugares remotos mediante equipos portátiles.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El diseño debe estar enfocado a minimizar los tiempos medios de reparación, tanto de los equipamientos fijos como embarcados.

Para conseguir estos objetivos, será preciso basar el diseño de los equipos Hardware en las características modulares y de intercambiabilidad, así como facilitar la accesibilidad a los mismos, tanto para el mantenimiento preventivo como correctivo.

Si bien normalmente se asocia el mantenimiento al Hardware, se hará especial hincapié en los requerimientos de mantenimiento de las herramientas software, siendo el Administrador o mantenedor capaz de aplicar parámetros configurables por el usuario sin requerir soporte del fabricante o proveedor del software. Dichos parámetros deben ser mantenidos en archivos de inicialización, configuración o registros de Bases de Datos. Se debe proveer una o más herramientas de gestión del desempeño y análisis, compatible con el sistema operativo, para que personal de mantenimiento sea capaz de monitorear continuamente el desempeño del hardware y del software en tiempo real para cualquier servidor o estación de trabajo del subsistema.

6.1.4 Disponibilidad

Claramente en relación con el criterio de la fiabilidad se encuentra el de la disponibilidad. Debido a la altísima relevancia del sistema de señalización y Control Automático del Tren en la línea, el grado de disponibilidad de todos los elementos del subsistema debe ser muy alto. Todos los elementos del subsistema, por tanto serán diseñados desde el punto de vista de la redundancia, ofreciendo altas tasas de disponibilidad.

En relación con lo anterior, los elementos del subsistema serán diseñados para proporcionar funcionalidades degradadas que permitan obtener niveles de desempeño y calidad en el servicio elevados, pese a no alcanzar los niveles de la operación nominal.

En concreto el subsistema, como criterio general de diseño, se mantendrá siempre disponible ante el primer fallo, con todas las funcionalidades (Criterio N–1).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.1.5 Ampliación y mejora

El equipamiento de los sistemas de señalización y Control Automático de Trenes y mando será concebido desde el punto de vista de permitir posibles futuras ampliaciones, tanto de la línea como del material embarcado. Asimismo deberá permitir la máxima flexibilidad a la hora de acometer estas ampliaciones desde el punto de vista de la tecnología a emplear. Esto implica la utilización de equipamiento y lógica de propósito general y que preferentemente pueda adquirirse comercialmente y bajo el catálogo de cuantos más proveedores mejor.

Del mismo modo, los sistemas permitirán del mejor modo posible y con el menor costo mejoras funcionales requeridas, siempre y cuando la viabilidad técnica sea contrastada.

6.1.6 Localización Geográfica

Como criterio general, e independientemente de parámetros relativos a condiciones ambientales, etc. requeridos en partes concretas de los sistemas, el diseño del equipamiento del Subsistema ATC, tendrá sólidamente en cuenta la localización geográfica del CDG, en la Ciudad de Guadalajara, sus condiciones geográficas, ambientales, climatológicas y de todo tipo, para que las funcionalidades requeridas y los niveles de fiabilidad, desempeño operativo y disponibilidad se cumplan una vez puesto en servicio.

Asimismo, tendrá en cuenta todo tipo de normativas durante la fase de ejecución de la obra, en periodos de pruebas y en servicio comercial, tanto a nivel local, estatal como federal.

6.1.7 Tipo de Trazado

De igual modo, se tendrá en cuenta en el diseño, el tipo de trazado del CDG, el tipo de línea metropolitana, los tramos en túnel y los tramos en viaducto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CIRCUITO DE VÍA

Si se opta por este tipo de sistema de detección de presencia en vía, el circuito será del tipo audiofrecuencia, sin juntas, es decir, que la separación entre circuitos de vía es del tipo junta eléctrica, no siendo necesarias juntas aislantes. Sólo se admitirán juntas aislantes en las zonas de agujas, siendo estas las mínimas posibles. La modulación es del tipo FSK o similar. Dispondrá de suficientes frecuencias portadoras para poder ser instalado en las vías generales y zonas de maniobra.

Los circuitos de vía (CdV) están formados por una serie de elementos que se situarán en el interior de las salas técnicas, que serán:

- Transmisor. Existen un mínimo de 8 tipos de transmisor diferentes
- Receptor. Existen un mínimo de 8 tipos de treceptor diferentes
- Unidades de adaptación de línea, utilizadas para adecuar la transmisión y la recepción en el punto de aplicación en la vía.
- Fuentes de alimentación.
- Protecciones.

A nivel de campo disponen de:

- Unidades de sintonía. Existirá un tipo de unidad de sintonía para cada frecuencia. Son totalmente pasivas.
- Lazos de sintonía de Cobre para la separación eléctrica entre circuitos.
- Lazos de cortocircuito de Cobre para separar las zonas señalizadas de las que no lo están.

Todas las conexiones a railes se realizarán mediante terminales metálicos de inserción en el alma del carril con contacto por extrusión. No se admiten ni soldaduras ni sistemas de cuña y contra-cuña.

En función de la topología de los circuitos de vía se podrán configurar básicamente de tres maneras:

- Lineal con alimentación en extremo y un receptor a otro.
- Lineal con alimentación central y dos receptores, uno en cada extremo.
- Por agujas, con dos o tres receptores en función de la configuración del desvío.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El proyecto incluye (Ver apartado “planos”) un diseño de la instalación de circuitos de vía, en la que se indica:

- Límites de cada sección de vía.
- Situación de las juntas eléctricas y aislantes.
- Longitud de los cantones de vía.
- Cables generales y secundarios.

El circuito de vía estará diseñado con las técnicas de seguridad y redundancia necesarias para conseguir los requerimientos en materia de seguridad y fiabilidad prescritos en este documento.

6.2.1 Alimentación Eléctrica

Los circuitos de vía se alimentarán del tablero eléctrico del local técnico de señalización, el cual dispone de una acometida del SAI centralizado de estación.

El funcionamiento del circuito de vía deberá ser correcto para tensiones de 24 Vcc a 70 Vcc o de 127 Vca, con un margen de +20% -10% de la tensión de alimentación definida por el fabricante.

El circuito de vía estará debidamente protegido contra influencias externas. En particular deberá tener una rigidez dieléctrica en modo diferencial y en modo común de 1.500 V y estar protegido contra sobretensiones de 2.500 V.

6.2.2 Condiciones Electromagnéticas

Los equipos estarán protegidos contra perturbaciones susceptibles de influir en su funcionamiento causadas básicamente por:

- Proximidad de instalaciones a lo largo de la vía de líneas de transporte de energía y de circuitos de telecomunicaciones.
- Presencia de catenaria alimentada a 1.500 V.
- Corrientes de retorno de tracción en los carriles.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Influencia de los circuitos de vía de audiofrecuencia o de cualquier otro elemento de señalización.
- Influencia de las subestaciones de tracción.
- Influencia del material móvil.
- Perturbaciones debidas al contacto pantógrafo - catenaria.
- Sistemas de transmisión (tren - tierra, radiocomunicaciones, etc.).
- Sobretensiones y sobre-intensidades procedentes de fenómenos atmosféricos (norma CEI 1140).

Se considerarán las normas Europeas EN 50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética y en particular la parte 4 que hace referencia a Señalización y Comunicaciones.

6.2.3 Diseño Mecánicos

Los equipos responsables de la función enclavamiento se alojarán en bastidores estándar de 19 "de 2,2 m de altura. El equipamiento a instalar en vía deberá soportar ensayos de vibración en las condiciones siguientes:

- Aceleración vertical de 2g.
- Frecuencia y amplitud: 5 Hz - 1 mm 40 Hz - 2mm.
- Duración 106 ciclos.

En cuanto a la resistencia ante choques se tendrá en cuenta la norma DIN 40040. Con carácter general se tomarán como referencia las siguientes normas Europeas:

- EN 22247 'Pruebas de vibraciones'.
- EN 22248 'Pruebas de impacto vertical'.

6.2.4 Condiciones Ambientales

Estos equipos estarán diseñados para trabajar en las siguientes condiciones:

- Margen de temperatura: entre -40º C y +70º C.
- Humedad relativa: 95% no condensada.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Son de aplicación las normas DIN 40040 y EN 50125-3.

6.2.5 Fiabilidad

El tiempo medio entre fallos que no atenten contra la seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.2.6 Disponibilidad

En el caso de que sea necesario restablecer los Circuitos de Vía en caso de avería, esta función se podrá hacer desde los puestos de mantenimiento remoto.

Además, con el fin de no disminuir la disponibilidad de todo el sistema, desde el Centro de Control (Mando y Control de Tráfico o TTR) se podrá, con la información del sistema de monitoreo de CV, dejar cualquier circuito de vía fuera de servicio. Con un circuito de vía fuera de servicio en un tramo, el sistema tendrá en cuenta en ese tramo únicamente la información de posicionamiento obtenida a través del Cantonamiento Móvil o Virtual.

6.2.7 Mantenimiento

Los circuitos de vía estarán diseñados de manera que el mantenimiento requerido sea mínimo.

El circuito de vía dispone de indicadores que permitan conocer su estado sin necesidad de herramientas.

6.2.8 Seguridad

El objetivo de seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.2.9 Alcance

A lo largo de la Línea se dispondrá el número de circuitos de vía que permita cumplir con los requerimientos funcionales exigidos y el cumplimiento de unos intervalos de paso mínimos en situaciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

degradadas. El número de circuitos de vía condicionará, además, el tiempo máximo de restablecimiento de la Línea en caso de fallo general.

En el documento "Planos" se presenta una propuesta sobre la instalación de Circuitos de Vía.

6.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONTADOR DE EJES

El sistema empleará avanzadas técnicas para garantizar el nivel SIL-4 de integridad de la seguridad requerido, con un alto grado de fiabilidad.

El sistema de transmisión entre puntos de detección y unidad de proceso puede ser punto-multipunto a través de un bus de transmisión, o punto a punto por medio de pares independientes. Los cables a utilizar cumplirán la norma CCITT V23. La transmisión entre unidades de vía y las unidades de proceso central se efectuará de tal modo que permita un enlace entre los equipos exteriores e interiores, habida cuenta de la ubicación de las salas técnicas y las distancias kilométricas entre ellas y los elementos de señalización.

La transmisión entre las unidades de proceso colaterales, deberá funcionar correctamente hasta 5 Km., sin necesidad de repetidores intermedios, si bien esta distancia también será función de la ubicación de las unidades de proceso en las salas técnicas y por tanto, de la distancia entre ellas

La información se transmitirá debidamente protegida a efectos de impedir que inducciones transitorias sobre la línea, afecten a la información.

La comunicación entre la unidad de proceso central y el enclavamiento, se realizará a través de salidas vitales por puerto paralelo o puerto serie, en este último caso cumpliendo la Norma CCITT V23, tipo PROFIBUS, etc.

Los equipos estarán diseñados para poder contar y descontar ejes según el sentido de la marcha del tren, con una capacidad de almacenaje de 50 ejes como mínimo.

Si se utiliza Software en la unidad de vía, deberá cumplir con la norma UNE-EN 50128.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El contador de ejes debe ser de tipo electrónico basado en tecnología de microprocesadores diseñado para evaluar con seguridad la presencia de tren en una sección de vía.

El Sistema de Transmisión, deberá cumplir con la Norma UNE-EN 50159-1 "Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 1: Comunicación segura en sistemas de transmisión cerrados".

El contador de ejes presentará una arquitectura abierta, modular y configurable, de forma que las unidades de vía pueden ser evaluadas por diferentes centrales de evaluación que, a su vez, pueden transmitirse informaciones de seguridad. Todo ello a través de un enlace de comunicaciones, ya sea mediante un par telefónico o fibra óptica.

La disposición y longitud de las secciones de vía a evaluar, así como las informaciones a intercambiar con otras centrales son definibles y configurables, pudiendo adaptar el sistema a cada necesidad de aplicación.

El contador de ejes constará de:

- Equipo exterior
    - Cabezas detectoras
    - Unidad electrónica de vía
- Equipo interior

El equipo exterior se denomina punto de detección y consta de un equipo electrónico con microprocesador, una cabeza detectora doble y una caja de intemperie donde van instalados los equipos electrónicos.

La conexión entre los equipos interiores y exteriores se efectúa mediante un cable de cuadretes equilibrados. Este circuito transmite las señales desde el punto de detección hasta el evaluador interior y al mismo tiempo suministra la corriente continua desde el equipo interior al equipo exterior.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

El sistema de contadores de ejes conservará siempre las condiciones de Seguridad en la Explotación, aún en el caso de cortes de tensión de alimentación.

6.3.1 Equipo Interior o Unidad de Proceso Central

El Software empleado en la unidad de proceso central, cumplirá la norma UNE-EN 50128.

La unidad de proceso dispondrá de al menos un (1) canal de comunicación por cable según UIT-T V.23 para comunicarse con unidades de proceso adyacentes, así como de un canal serie según UIT-T V.24 para diagnóstico, o en su lugar, disponer de un equipo de diagnóstico integrado en la unidad de proceso central.

Todas las conexiones a railes se realizarán mediante terminales metálicos de inserción en el alma del carril con contacto por extrusión.

La unidad electrónica de vía, irá alojada en un armario o caja de vía de intemperie situada cerca de las cabezas detectoras y unidad a ellas mediante el cable de conexión.

El proyecto incluye (Ver apartado “planos”) una planificación de la instalación de cantones de vía, en la que se indica:

- Límites de cada sección de vía.
- Longitud de los cantones de vía.
- Cables generales y secundarios.

6.3.2 Alimentación

Los contadores de ejes se alimentarán del tablero eléctrico del local técnico de señalización, el cual dispone de una acometida del SAI centralizado de estación.

El funcionamiento de la unidad de proceso deberá ser correcto para tensiones de 24 Vcc a 70 Vcc o de 127Vca, con un margen de +20% -10% de la tensión de alimentación definida por el fabricante.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

La rigidez dieléctrica de la unidad de proceso será superior a 2.000 V, debiendo soportar la aplicación de 2.000 Vca a 50Hz durante un minuto, entre los terminales cortocircuitados y la masa correspondiente, sin que se observen perforaciones, contorneamientos ni crepitaciones superficiales.

6.3.3 Condiciones Electromagnéticas

Los equipos estarán protegidos contra perturbaciones susceptibles de influir en su funcionamiento causadas básicamente por:

- Proximidad de instalaciones a lo largo de la vía de líneas de transporte de energía y de circuitos de telecomunicaciones.
- Presencia de catenaria alimentada a 1.500 V.
- Corrientes de retorno de tracción en los carriles.
- Influencia de los circuitos de vía de audiofrecuencia o de cualquier otro elemento de señalización.
- Influencia de las subestaciones de tracción.
- Influencia del material móvil.
- Perturbaciones debidas al contacto pantógrafo - catenaria.
- Sistemas de transmisión (tren - tierra, radiocomunicaciones, etc.).
- Sobretensiones y sobreintensidades procedentes de fenómenos atmosféricos (norma CEI 1140).

Se considerarán las normas Europeas EN 50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética y en particular la parte 4 que hace referencia a Señalización y Comunicaciones.

El equipo exterior deberá ser inmune a interferencias eléctricas externas, como descargas atmosféricas, corte de conexión de las tomas de contacto de los trenes, retornos de tracción de hasta 2.000 A a 3 KV de corriente continua, y 500 A a 25 KV, de corriente alterna con unidades de tren con sistemas convencionales o conmutadores estáticos integrales, así como a los sistemas de frenado eléctrico o electromagnético de los trenes. En cualquier caso se aceptarán requerimientos de instalación de los equipos para hacer frente a estas interferencias

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.3.4 Diseño Mecánico

Los equipos exteriores se suministrarán con las defensas mecánicas y los elementos de sujeción al carril correspondientes.

En el caso de fijación por tornillos pasantes al alma del carril, el diámetro del taladro en el mismo será de 13,5 mm, y en todo caso no excederá de 15 mm.

El equipamiento a instalar en vía deberá soportar ensayos de vibración en las condiciones siguientes:

- Aceleración vertical de 2g.
- Frecuencia y amplitud: 5 Hz - 1 mm 40 Hz - 2mm.
- Duración 106 ciclos.

En cuanto a la resistencia ante choques se tendrá en cuenta la norma DIN 40040. Con carácter general se tomarán como referencia las siguientes normas Europeas:

- EN 22247 'Pruebas de vibraciones'.
- EN 22248 'Pruebas de impacto vertical'.

El equipo exterior deberá estar convenientemente protegido para su trabajo en intemperie, así como de la presencia de aceites y productos depositados por el material rodante, con un grado de protección IP 44 para la unidad de proceso y de IP 65 para las cabezas detectoras.

6.3.5 Condiciones ambientales

Estos equipos están diseñados para trabajar en las siguientes condiciones:

- Margen de temperatura: entre -40 º C y +70 º C.
- Humedad relativa: 95% no condensada.

Son de aplicación las normas DIN 40040 y EN 50125-3.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

En el equipo exterior deberán funcionar correctamente, las cabezas detectoras en el rango de temperaturas de -40ºC a +80ºC y la unidad de vía de -20ºC a +70ºC, en ambos casos con un nivel de humedad del 90%, sin que se produzca condensación.

El equipo interior deberá trabajar en rango de temperaturas entre -20ºC +70ºC con un nivel de humedad del 90% sin que se produzca condensación, sin sufrir daño, envejecimiento o funcionamiento anormal.

6.3.6 Fiabilidad

El tiempo medio entre fallos que no atenten contra la seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.3.7 Disponibilidad

En el caso de que sea necesario restablecer los cantones, en caso de avería, esta función se podrá hacer desde los puestos de mantenimiento remoto.

Además, con el fin de no disminuir la disponibilidad de todo el sistema, desde el Centro de Control (Mando y Control de Tráfico o TTR) se podrá, con la información del sistema de monitoreo del Contador de Ejes, dejar cualquier cantón fuera de servicio. Con un cantón fuera de servicio en un tramo, el sistema tendrá en cuenta, en ese tramo únicamente, la información de posicionamiento obtenida a través del cantonamiento móvil o virtual.

6.3.8 Mantenimiento

Los contadores de ejes estarán diseñados de manera que el mantenimiento requerido sea mínimo.

El contador de ejes dispone de indicadores que permitan conocer su estado sin necesidad de herramientas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.3.9 Seguridad

El objetivo de seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.3.10 Alcance

A lo largo de la Línea se dispondrá el número de cantones, en el caso de utilizar sistemas contadores de ejes, que permita cumplir con los requerimientos funcionales exigidos y, el cumplimiento de unos intervalos de paso mínimos en situaciones degradadas. El número de contadores de ejes condicionará, además, el tiempo máximo de restablecimiento de la Línea en caso de fallo general.

En el documento "Planos" se presenta una propuesta sobre la instalación de contadores de ejes (detección de presencia de tren).

6.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACCIONAMIENTO DE AGUJAS

Los accionamientos de aguja estarán formados por las siguientes partes:

- La caja motor, donde se ubicará el motor eléctrico, la cadena cinemática, etc.
- La timonería, constituida por los elementos que unirán la caja motor con los espadines.
- Un mecanismo de cerrojo interno.

Los accionamientos de aguja cumplirán los siguientes requerimientos técnicos:

- Recorrido ajustable a 150 y 220 mm.
- Esfuerzo de maniobra de hasta 5.000 N regulable.
- Esfuerzo de retención hasta 6.000 N para los accionamientos (talonables). Los accionamientos serán de este tipo en Línea General, significando que no se permitirá el talonamientos (acceder por vía recta desde talón de aguja) cuando la aguja está a la desviada)
- Así pues, el accionamiento será en principio no talonable, si bien se requiere el poder ser transformado en talonable de forma sencilla.
- Comprobación independiente de los dos espadines.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- El ajuste de las comprobaciones del accionamiento será sencillo, permitiendo una apertura máxima del espadín sin perder la comprobación de 3 mm.
- Posibilidad de montaje en cambios articulados o elásticos.
- El accionamiento dispone de un mecanismo de encerrojamiento interno.
- El tiempo de operación será inferior a 5 segundos.
- El accionamiento dispone de una manivela para el accionamiento manual con dispositivo de corte de corriente, comprobación y bloqueo de manivela, que interrumpa el circuito eléctrico del motor antes de que encaje la manivela. Una vez iniciada una maniobra manual no será posible extraer la manivela hasta que se haya finalizado el recorrido de los espadines.

La caja motor se instalará en un lado de la vía de forma que quede fuera del gálibo del material móvil y que no dificulte las operaciones de mantenimiento de la vía. En cuanto a timonería y posibles cerrojos externos, se situarán dentro de la caja de la vía de forma que obstaculicen lo menos posible el mantenimiento de la vía.

6.4.1 Alimentación

Los accionamientos de aguja se alimentarán del tablero eléctrico del local técnico de señalización, el cual dispone de una acometida del SAI centralizado de estación.

El funcionamiento de los accionamientos deberá ser correcto para 220Vca / 60 Hz trifásica.

6.4.2 Condiciones Electromagnéticas

Se aplicará lo descrito en el apartado de Circuitos de Vía.

6.4.3 Diseño Mecánico

Teniendo en cuenta el elevado número de esfuerzos mecánicos a los que está sometido el accionamiento, su construcción es robusta, no existiendo componentes delicados o fácilmente deteriorables. La clase de protección será la 1, según VDE 0100.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.4.4 Condiciones ambientales

La protección contra el polvo y el agua será de, como mínimo, IP54 según la norma DIN 40050. El intervalo de temperatura ambiente para el correcto funcionamiento del equipo está entre -40 º C y 70 º C.

6.4.5 Fiabilidad

Respecto a la fiabilidad, el valor será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.4.6 Disponibilidad

La disponibilidad del motor de aguja deberá será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista y a los valores globales de la línea.

6.4.7 Mantenimiento

Los accionamientos de aguja están diseñados de manera que el mantenimiento necesario es mínimo.

6.4.8 Seguridad

El objetivo de seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.4.9 Alcance

Se instalarán los accionamientos y controladores de aguja necesarios para conseguir los objetivos mencionados.

En las vías de acceso a vía general desde apartaderos, especialmente en el caso de que tengan asociado un perfil no plano, se instalarán calces descarriladores para evitar la ocupación accidental de la vía. Como norma general se instalarán descarriladores en las vías de estacionamiento y de talleres con acceso directo a la vía general.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEÑALES LATERALES

Todas las señales cumplirán con las características técnicas según los Requerimientos del explotador, si bien en este anejo y en los planos se refieren aspectos, tipos y medidas aproximadas.

Las señales serán estancas para instalar en túnel o intemperie, incorporando toda la electrónica de los diferentes focos y con cierre normalizado por el explotador.

En los tramos exteriores deberán tener orla y tulipa o visera para disminuir la incidencia del sol sobre el foco. La cromacidad dada seguirá los códigos establecidos por la UIC al respecto.

La señal podrá ser instalada directamente sobre el hastial o sobre un soporte o mástil normalizado.

Todas las señales luminosas, ya sean indicadoras, de circulación, alfanuméricas, serán de tecnología LED.

6.5.1 Alimentación

Las señales se alimentarán del tablero eléctrico del local técnico de señalización, el cual dispone de una acometida del SAI centralizado de estación.

6.5.2 Condiciones electromagnéticas

Se aplicará lo descrito en el apartado de Circuitos de Vía.

6.5.3 Diseño Mecánico

La clase de protección será la I según DIN 57804.

En las señales cada foco será un elemento modular que se podrá apilar con otros para conformar los distintos tipos de señal a instalar.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.5.4 Condiciones ambientales

La protección contra el polvo y el agua será de, como mínimo, IP54 según la norma DIN 40050.

El intervalo de temperatura ambiente para el correcto funcionamiento del equipo estará entre -40 º C y 70 º C y soportará una carga debida al viento de hasta 800 N/m2.

6.5.5 Fiabilidad

La fiabilidad vendrá dada por las horas de vida de los LEDs, por lo que si se detecta bajo consumo y el enclavamiento reporta aviso de lámpara fundida, el aspecto de la señal todavía estará bastante alumbrado como para ser visible para el conductor o maquinista.

6.5.6 Disponibilidad

Al igual que la fiabilidad, la disponibilidad vendrá dada por las horas de vida de los LEDS.

6.5.7 Mantenimiento

Las placas modulares de los aspectos de las señales deberán ser fácilmente sustituibles.

Cuando el consumo de la matriz de LEDs correspondiente a uno de los focos caiga por debajo de un valor establecido, se notificará fusión de lámpara al Centro de Control.

6.5.8 Seguridad

El objetivo de seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BALIZAS

Se instalarán balizas en los siguientes puntos:

- En las estaciones para garantizar la parada precisa de las unidades.
- En los tramos entre estaciones para garantizar el reposicionamiento de los trenes así como para la transmisión de información fija al tren.
- En las zonas de aparcamiento o de vuelta automática entre estaciones.
- En vías de estacionamiento de depósitos, dotados con equipamiento CBTC

Sin embargo, la disposición y número final de balizas dependerá de la arquitectura final del sistema ATC proyectado.

6.6.1 Alimentación

Las balizas serán energizadas por la propia señal emitida por la antena instalada en el tren. Por tanto, las balizas de información fija no necesitan de ningún tipo de conexión externa.

6.6.2 Condiciones electromagnéticas

Los equipos deberán estar protegidos contra perturbaciones susceptibles de influir en su funcionamiento causadas básicamente por:

- Proximidad de instalaciones a lo largo de la vía de líneas de transporte de energía y de circuitos de telecomunicaciones.
- Presencia de catenaria alimentada a 1.500 V.
- Corrientes de retorno de tracción en los raíles.
- Influencia de los circuitos de vía de audiofrecuencia o de cualquier otro elemento de señalización.
- Influencia de las subestaciones de tracción.
- Influencia del material móvil.
- Perturbaciones debidas al contacto pantógrafo - catenaria.
- Sistemas de transmisión (tren - tierra, radiocomunicaciones, etc.).
- Sobretensiones y sobre-intensidades procedentes de fenómenos atmosféricos (norma CEI 1140).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Se considerarán las normas Europeas EN 50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética y en particular la parte 4 que hace referencia a Señalización y Comunicaciones.

6.6.3 Diseño mecánico

Protección contra penetración de agua y cuerpos extraños IP 67 según DIN-0470.

6.6.4 Condiciones ambientales

Estos equipos estarán diseñados para trabajar en las siguientes condiciones:

- Margen de temperatura: entre -40 ° C y +80 ° C.
- Humedad relativa: 95%, no condensada.

Serán de aplicación las normas DIN 40040 y EN 50125-3.

6.6.5 Fiabilidad

En cuanto a la fiabilidad, el tiempo medio entre fallos que no atenten contra la seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.6.6 Disponibilidad

Para maximizar la disponibilidad del sistema, las balizas averiadas pueden ser sustituidas fácilmente. En caso de necesitar programación, ésta se puede hacer una vez instaladas y de forma local.

6.6.7 Mantenimiento

Las balizas están diseñadas de manera que el mantenimiento requerido es mínimo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.6.8 Seguridad

El objetivo de seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.7 ESPECIFICACIONES CABLES DE SEÑALIZACIÓN

6.7.1 Características técnicas

Los cables estarán formados por materiales que cumplan las especificaciones técnicas del proyecto o, en su defecto, la normativa internacional o local aplicable en cada caso.

Se ha previsto, a lo largo de toda la línea del CDG, el tendido de los cables necesarios para las instalaciones de señalización. Se utilizarán cables multiconductores y de cuadretes, de acuerdo a las características de cada elemento y de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo en cuenta el tramo a cubrir: Túnel o viaducto.

Todos los cables tendidos en túnel tendrán cubierta ignífuga, cero halógenos y baja emisión de humos, de acuerdo a las citadas especificaciones técnicas.

Todos los cables tendidos en Viaducto tendrán cubierta ignífuga, y protección antiroedores, de acuerdo a las citadas especificaciones técnicas.

Las características de los cables de los distintos elementos de instalaciones de señalización son las siguientes:

- Cables de cuadretes, con diámetro de 1,4 mm, como cables principales y secundarios para contadores de ejes y/o circuitos de vía.
- Cables de multi-conductores, de 1,5 mm2 de sección, como cables principales y secundarios para motores de aguja, señales laterales luminosas y señales alfanuméricas.

Se emplearán cables independientes para agrupar los distintos tipos de servicios, separando entre señalización (señales y motores de aguja) y detección de presencia de tren (contadores de ejes y

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

circuitos de vía). Se instalarán armarios en campo, o cajas de terminales para la distribución de los cables de señalización y detección de presencia de tren, separando además, en el caso de instalación de circuitos de vía de audiofrecuencia, los cables de emisión de los de recepción de dichos CdV.

6.7.2 Instalación de cables

En el túnel, los cables de señalización serán extendidos en el hastial, en canalizaciones, o en bandejas.

El tendido de cables a lo largo del viaducto se realizará utilizando los conductos y canalizaciones previstos por la obra civil, típicamente bandejas.

En caso de ir colocados en el hastial directamente, se instalarán perchas, de suficiente longitud, cada 100 centímetros equipadas con fichas tipo apolo para poder peinar adecuadamente todos los cables

Durante la fase de ejecución de Proyecto se definirá la solución final para el tendido de los cables.

Las cajas, tubos, bandejas, materiales plásticos, etc. serán del tipo autoextinguibles con baja producción de humos y libres de halógenos según las especificaciones técnicas que les apliquen.

Los materiales férricos estarán debidamente tratados para evitar oxidaciones. Todos los cableados, cajas, etc. estarán debidamente señalizados. En el caso de los cables, cada hilo llevará la identificación del borne donde va conectado. En los armarios, cajas, etc. Los bornes estarán debidamente señalizadas y serán del tipo "Wago" sin tornillo, o similar. Las cajas, armarios, etc. llevarán impreso un nombre que permita su identificación.

6.7.3 Requisitos de la obra civil asociada

Si bien en fase de ejecución se desarrollarán las interfaces correspondientes, los requerimientos serán básicamente:

- Ejecución de arquetas de entrada, canalizaciones y caminos de cables en general desde las salas técnicas hasta el campo (6 tubulares de 110mm de diámetro como mínimo) en cada sala técnica o equivalente).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Ejecución de canalizaciones y caminos de cables en general a lo largo de la traza hasta los elementos de señalización (tres tubulares de 110mm de diámetro o equivalente).
- Ejecución de los pasos o cruces bajo vía necesarios (dos tubulares de 110m de diámetro o equivalente).

6.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO (ENCE)

6.8.1 Hardware

El hardware de estos equipos estará diseñado con las técnicas de seguridad y redundancia necesarias para alcanzar los requisitos de seguridad, fiabilidad y disponibilidad que se indican en este documento.

En concreto los enclavamientos funcionarán en configuración dual Hot Standby. Todas las entradas y salidas de nivel inferior, de enlace con los elementos de campo, serán de seguridad. Estas estarán protegidas contra posibles influencias externas. En particular estarán aisladas galvánicamente y tendrán una rigidez dieléctrica en modo diferencial y común de 1.500 V y estarán protegidas contra sobretensiones de 2.500 V.

6.8.2 Software

El conjunto de programas que se ejecutan en un sistema electrónico de seguridad constituye un elemento básico para poder catalogar el sistema como seguro. Todo el software deberá ser realizado y desarrollado con una metodología y documentación que permitan un examen práctico a todos los niveles.

El software de seguridad del sistema estará desarrollado de manera que esté constituido por un programa fijo que se pueda validar de una sola vez y un conjunto de datos que particularizarán el programa para cada aplicación concreta.

El sistema deberá asegurar que no se produzca ninguna situación contraria a la seguridad como consecuencia de la corrupción o caducidad de los datos leídos, almacenados o generados durante la ejecución del programa. El software deberá ser modular de manera que permita introducir nuevas funciones y escoger nuevos paquetes sin necesidad de modificar su estructura general.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Los concursantes indicarán claramente en la oferta cuáles son los mecanismos adoptados para asegurar todos los requerimientos expuestos en materia de seguridad, fiabilidad y disponibilidad. La configuración software de los enclavamientos se entregará en soporte informático, debidamente documentada, de manera que pueda ser reprogramada por personal técnico del explotador.

El proceso de generación de los datos durante la aplicación se considera parte del software de seguridad y por lo tanto, deberá estar de acuerdo con lo indicado en EN 50128.

El software estará estructurado de forma que se diferencien los siguientes niveles:

- Software de sistema, incluye el sistema operativo, el control de interfaces y comunicaciones, rutinas de arranque, sincronización entre ordenadores, etc.
- Software correspondiente a la explotación ferroviaria específica.
- Software específico de la aplicación a la instalación.

6.8.3 Alimentación

Los enclavamientos electrónicos se alimentarán del tablero eléctrico del local técnico de señalización, el cual dispone de una acometida del SAI centralizado de estación. La tensión de salida será 220Vac / 60 Hz trifásica y 127Vac / 60 hz monofásica.

El SAI deberá estar dimensionado para permitir el movimiento simultáneo de todos los accionamientos de aguja dependientes del enclavamiento. Durante los 120 minutos de autonomía el sistema no deberá sufrir ningún tipo de restricción respecto al número de movimientos de aguja en comparación con la situación normal.

6.8.4 Comunicaciones

Las comunicaciones entre enclavamientos y el resto de equipos de ATC, se efectuarán a través de un protocolo seguro por la Red de Datos Multiservicios (RED). Está red deberá ser redundante tanto a nivel físico como lógico.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.8.5 Condiciones electromagnéticas

Los equipos estarán protegidos contra perturbaciones susceptibles de influir en su funcionamiento causadas básicamente por:

- Proximidad de instalaciones a lo largo de la vía de líneas de transporte de energía y de circuitos de telecomunicaciones.
- Presencia de catenaria alimentada a 1.500 V.
- Corrientes de retorno de tracción en los carriles.
- Influencia de los circuitos de vía de audiofrecuencia o de cualquier otro elemento de señalización.
- Influencia de las subestaciones de tracción.
- Influencia del material móvil.
- Perturbaciones debidas al contacto pantógrafo - catenaria.
- Sistemas de transmisión (tren - tierra, radiocomunicaciones, etc.).
- Sobretensiones y sobreintensidades procedentes de fenómenos atmosféricos (norma CEI 1140).

Se considerarán las normas Europeas EN 50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética y en particular la parte 4 que hace referencia a Señalización y Comunicaciones.

6.8.6 Diseño mecánico

Los equipos responsables de las funciones de enclavamiento alojarán en bastidores estándar de 19 "de 2,2 m de altura. El equipamiento que se haya de instalar en vía deberá soportar ensayos de vibración en las condiciones siguientes:

- Aceleración vertical de 2g.
- Frecuencia y amplitud: 5 Hz - 1 mm 40 Hz - 2mm.
- Duración 106 ciclos.

En cuanto a la resistencia ante choques se tendrá en cuenta la norma DIN 40040. Con carácter general se tomarán como referencia las siguientes normas Europeas:

- EN 22247 'Pruebas de vibraciones'.
- EN 22248 'Pruebas de impacto vertical'.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.8.7 Condiciones ambientales

Estos equipos estarán diseñados para trabajar en las siguientes condiciones:

- Margen de temperatura: entre -40 ° C y +95 oC.
- Humedad relativa: 95% no condensada.

Serán de aplicación las normas DIN 40040 y EN 50125-3.

6.8.8 Fiabilidad

El objetivo de fiabilidad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.8.9 Disponibilidad

Respecto a la disponibilidad, el equipamiento que hará las funciones de enclavamiento deberá tener una tolerancia total a la primera falla en aquellos casos en que el fallo provoque una pérdida total de las prestaciones del equipamiento. Así pues, deberá disponer de redundancia, en hot-standby. En el caso de fallo del equipo en servicio, la entrada del equipo en 'standby' no supondrá el paso por cero del sistema e implicará un aviso al sistema de Supervisión Automática de Trenes (ATS) o Mando y Control de Tráfico (TTR).

6.8.10 Mantenimiento

El equipamiento responsable de las funciones de nivel enclavamiento está diseñado de manera que el mantenimiento requerido sea mínimo. El fabricante o instalador indicará el mantenimiento a realizar.

Se valorará que sea posible retirar y reimplantar módulos del equipo mientras el sistema siga funcionando, impidiendo al software que el nuevo módulo participe en las operaciones antes de que haya adquirido del resto de módulos información suficiente para garantizar que los datos de salida sean correctos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Los equipos de enclavamiento dispondrán de un sistema de diagnóstico, mantenimiento y registro que permita al explotador obtener estadísticas, análisis de errores, etc. los acontecimientos sucedidos durante un periodo de tiempo.

Este sistema de diagnóstico permitirá, como mínimo:

- Informar del estado de todos los elementos del enclavamiento y de valores de determinadas variables internas.
- Detectar el mal funcionamiento y las averías.
- Elaborar un diagnóstico que informe sobre el elemento averiado.
- Almacenar todos los eventos producidos durante quince días y la posibilidad de reproducir en un PC (Moviola del módulo SAM del enclavamiento).
- Almacenar el valor de todas las variables internas durante un mínimo de 15 días.

El acceso a esta aplicación se podrá realizar:

- En el Centro de Control existirá un Lugar Central de Mantenimiento Integrado que permitirá hacer a distancia todas estas funciones.
- En sala técnica a través de un ordenador personal.

6.8.11 Seguridad

El sistema estará diseñado siguiendo las directrices CENELEC para sistemas electrónicos de seguridad.

El nivel de integridad de seguridad exigido a los equipos de nivel de enclavamiento será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ATP-ATO FIJO

Los equipos ATP-ATO de tierra, estarán centralizados en los locales técnicos de señalización y no se permitirá su ubicación en vía, y cumplirá las normativas internacionales de aplicación en esta materia y en particular las CENELEC mencionadas en el apartado de enclavamiento.

Los Controladores Automáticos de Tren (CAT), se conectarán entre sí por medio de la Red de Datos Multiservicios (Subsistema RED). Asimismo, con los enclavamientos electrónicos, los equipos radio y el Mando y Control de Tráfico (TTR o ATS). El tiempo de ciclo con el que trabajarán, será un parámetro determinante a la hora de actualizar las autoridades de movimiento a los trenes. El tiempo de ciclo requerido será del orden de 500ms

6.9.1 Alimentación

Los equipos ATP-ATO de tierra se alimentarán del tablero eléctrico del local técnico de señalización, el cual dispone de una acometida del SAI centralizado de estación. La tensión de salida será 127Vac / 60 Hz monofásica.

6.9.2 Comunicaciones

Las comunicaciones entre controladores automáticos de tren (CAT) se efectuarán a través de un protocolo seguro por la Red de Datos Multiservicios (RED). Está red deberá ser redundante tanto a nivel físico como lógico.

6.9.3 Condiciones Electromagnéticas

Los equipos deberán estar protegidos contra perturbaciones susceptibles de influir en su funcionamiento causadas básicamente por:

- Proximidad de instalaciones a lo largo de la vía de líneas de transporte de energía y de circuitos de telecomunicaciones.
- Presencia de catenaria alimentada a 1.500 V.
- Corrientes de retorno de tracción en los carriles.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Influencia de los circuitos de vía de audiofrecuencia o de cualquier otro elemento de señalización.
- Influencia de las subestaciones de tracción.
- Influencia del material móvil.
- Perturbaciones debidas al contacto pantógrafo - catenaria.
- Sistemas de transmisión (tren - tierra, radiocomunicaciones, etc.).
- Sobretensiones y sobreintensidades procedentes de fenómenos atmosféricos (norma CEI 1140).

Se considerarán las normas Europeas EN 50121-1, 2, 3, 4, 5 de Compatibilidad Electromagnética y en particular la parte 4 que hace referencia a Señalización y Comunicaciones.

6.9.4 Diseño mecánico

Será de aplicación lo especificado en el capítulo referente al equipamiento de Enclavamiento.

6.9.5 Condiciones Ambientales

Será de aplicación lo especificado en el capítulo referente al equipamiento de Enclavamiento.

6.9.6 Fiabilidad

Para el equipamiento de tierra el objetivo será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

Los valores de fiabilidad y seguridad del equipamiento que hará las funciones de ATP se especificarán y se deberán corroborar mediante los correspondientes estudios de seguridad y fiabilidad.

Se tendrán en cuenta las recomendaciones y disposiciones prácticas recogidas en los documentos siguientes:

- ORE A46 (Abril 1981), A118, A155 y DT 123 de la Oficina de Investigación y Ensayos de la UIC.
- CEI 812 "Técnicas de análisis de la fiabilidad del sistema".

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.9.7 Disponibilidad

Todo el equipamiento de ATP de tierra, a ubicar en cada local técnico de señalización, deberá ser totalmente redundante y en configuración "hot-standby".

Así, un fallo en cualquiera de los equipos de este nivel no provocará la parada de la unidad, ya que entrará en funcionamiento forma totalmente automática del equipo en "standby".

6.9.8 Mantenimiento

Los equipos que proporcionarán las funciones ATP están diseñados de manera que el mantenimiento requerido sea mínimo y llevarán asociados los manuales de mantenimiento necesarios, tanto preventivo como correctivo.

El sistema dispondrá de un sistema de diagnóstico, mantenimiento y registro con una funcionalidad análoga a la prevista en el apartado de Enclavamiento. Esta funcionalidad se deberá poder desarrollar desde el Puesto Central de Mantenimiento.

El acceso a esta aplicación se podrá realizar:

- En el PCC existirá un Lugar Central de Mantenimiento Integrado que permitirá hacer a distancia todas estas funciones
- En local técnico de señalización a través de un ordenador personal.

6.9.9 Seguridad

El sistema ATP-ATO está diseñado siguiendo las directrices CENELEC para sistemas electrónicos de seguridad. El nivel de integridad de seguridad exigido a los equipos (funciones) ATP y ATO será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ATP-ATO EMBARCADO

El equipamiento de tren ATP es el encargado de hacer las siguientes funciones principales:

- Recepción de los telegramas procedentes de tierra.
- Cálculo de las curvas de velocidad y freno.
- Supervisión de la velocidad y actuación sobre el tren.
- Información al IHM (Interfaz Hombra-máquina)
- Información al Centro de Control
- Medida de velocidad y distancia recorrida.
- Emisión de mensajes dirigidos a los equipos de tierra.

El equipamiento de tren ATO será el encargado, entre otras, de hacer las siguientes funciones principales:

- Parada en estaciones
- Aplicar programas de marcha entre estaciones, siguiendo las consignas del ATP y el ATS
- Aplicar funcionalidades de Costing, operando en modo deriva, sin tracción ni freno.
- No parada en estación

Para este fin constará de los siguientes equipamientos:

- Unidad central de procesamiento totalmente redundada en configuración 2oo3: Es el núcleo fundamental del sistema y en ello radica la seguridad del ATP. Su función principal es procesar los datos recibidos del equipo de tierra, y los otros equipos de tren, calcular las curvas y en caso de necesidad actuar sobre la tracción o el freno del tren. Es también el encargado de hacer un autochequeo inicial de todos los equipos de tren que intervienen en el ATP y de hacer comprobaciones periódicas de su funcionamiento correcto. Otra función es enviar los mensajes tren-tierra en el equipo de transmisión radio tren-tierra.
- Interface hombre-máquina: Es el encargado de recibir y enviar información al maquinista.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- Equipos de medida de posición y velocidad del tren, con función de recalibración automática. En caso de tener que introducir en el sistema el parámetro "Diámetro de rueda" se hará de manera sencilla.
- Elementos necesarios para la implantación de los equipos anteriores en el tren, incluyendo la actuación sobre los equipos propios del tren, cableados, etc.

El equipamiento de ATP-ATO de tren cumplirá las normativas internacionales que hacen referencia a esta materia, y en particular las siguientes:

- CEI 60.571 "Reglas para los equipamientos electrónicos utilizados sobre vehículos ferroviarios".
- CEI 801-4 "Compatibilidad electromagnética por el material de medición y mando. Prescripciones relativas a transitorios eléctricos.
- CEI 571-3 "Componentes, equipos electrónicos programables y fiabilidad de los sistemas electrónicos" (en proyecto).
- DIN 57874 y 875 "Principio por tamaños antiparásitos".

Para el equipamiento embarcado se tendrá en cuenta:

- Será fácilmente accesible para facilitar la revisión y permitirá ser montado o desmontado fácilmente para permitir sustituciones rápidas.
- El panel de conducción deberá adaptarse a las condiciones físicas del tren.

6.10.1 Comunicaciones

Para el equipamiento embarcado será de aplicación lo especificado en el punto sobre el Sistema de Transmisión Bidireccional ATC.

6.10.2 Fiabilidad

El objetivo de fiabilidad para los equipos embarcados ATP y ATO será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.10.3 Disponibilidad

Los trenes se equiparán con equipos redundados en todos sus componentes para asegurar una alta disponibilidad del sistema de conducción automática.

La disponibilidad de los equipos embarcados será el determinado por el nivel de disponibilidad global de la línea.

6.10.4 Mantenimiento

En cuanto al material móvil, el sistema de diagnosis, mantenimiento y registro, deberá enviar informaciones a la interfaz hombre-máquina embarcado del ATP que indiquen en cada instante el estado del equipo y, en caso de avería, informen sobre la misma.

El acceso a esta aplicación se podrá realizar:

- En el tren, través de un ordenador personal.
- En el centro de control a través del Telemando de Tráfico (TTR)

6.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPAMIENTO RADIO ATC

6.11.1 Equipamiento de Tierra

La transmisión tierra-tren y tren-tierra deberá ser continua. Este equipamiento incluye:

- Embarcado en cada tren:
    - 2 equipamientos de radio embarcado (ERE),
    - 2 antenas ARE (una por ERE),
    - 1 red de distribución (BDRT),
    - 1 función informática embarcada en el CAE (SE).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

- En tierra, Salas técnicas:
    - Equipamiento CCR constituido por dos cajones (UTT A y B)
    - Sistema de distribución de las fibras ópticas RDRT
- En tierra, Vía (Tierra):
    - una caja de radio (CR), conteniendo:
        - 2 BRT
        - 1ERT
        - 1Modulo Alimentación
        - 1 Repartidor Óptico, proporcionado por el Subsistema Red de Nivel Físico (FIS).
    - las antenas de tierra asociadas (ART)
    - una red de distribución de radio tierra (RDRT).
    - Cables de Alimentación

El equipo de radio cumplirá los requisitos de ETSI 300 328.

Se utilizará un canal de 6 MHz de ancho de banda, la densidad de potencia en un ancho de banda de 1 MHz nos conduce a tener una potencia total PIRE transmitida de un 15 dBm en vez de 20 dBm.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012



Figura 20 Caja de Radio Tierra (CRT)

6.11.1.1 Radio de Tierra

Los racks UTT A y B que constituyen el equipamiento CCR se localizan en los locales técnicos de señalización distribuidos a lo largo de la vía.

La línea se divide en células radio.

La célula radio es administrada por un controlador de célula, CCR. Un CCR puede administrar hasta 4 células.

En una célula, la transmisión con los trenes se realiza a través de uno o más armarios ERT, distribuidos a lo largo de la vía en las cajas específicas llamadas cajas de radio (CR).

Los ERT son conectados a su CCR por la red de fibra óptica RDRT.

La arquitectura de la radio de tierra utilizada para el proyecto del corredor diagonal de Guadalajara es una arquitectura completamente redundante.

Arquitectura redundante

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Cada uno de los equipamientos ERT, CCR y red RDRT está constituido por 2 unidades: A y B, que funcionan en redundancia.

Cada red A o B de la RDRT conecta respectivamente las UTT A y B del CCR a las BRT A y B de los armarios ERT que pertenecen a las células administradas por el CCR.

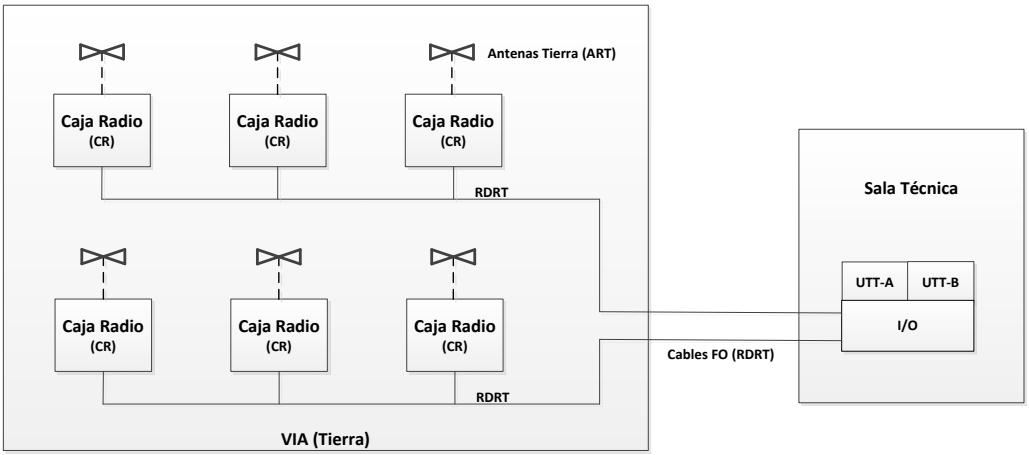


Figura 22 Arquitectura Radio Fija (Tierra)

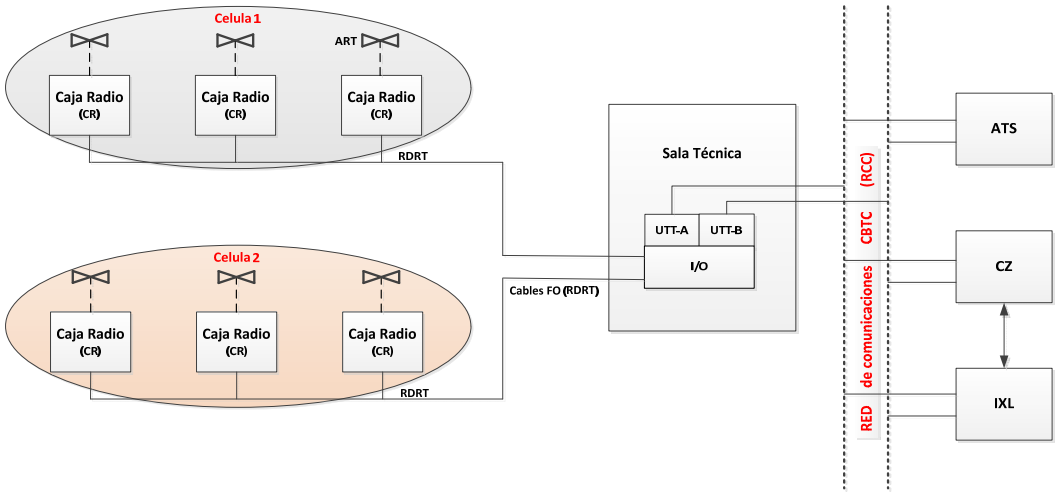


Figura 23 Conexión y despliegue de Radio Fija (Tierra) y conexión con el resto de equipos CBTC

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.11.2 Equipamiento Embarcado

Los equipos embarcados se localizan como se indica a continuación:

- Antenas ARE. Se sitúan en cada cabina extrema del tren, en una ubicación (techo de la cabecera del tren) que permite la emisión hacia el exterior de este. La ubicación debe determinarse y validarse desde el punto de vista radioeléctrico, teniendo en cuenta el tipo de los materiales que haya alrededor de la antena (no metal, ni materiales con partículas metálicas), la ubicación de las antenas del sistema de radio wireless o de otros sistemas radio que puedan existir en el tren.

  Para la antena propuesta, hay que garantizar que no hay piezas metálicas en un cilindro de 10 cm alrededor de la antena.

- Racks ERE estarán en armarios, lo más cerca posible de las antenas ARE (Cada ERE incluye una única unidad BRE).
- Red BDRT conecta los 2 CAE redundantes a cada ERE

La arquitectura de radio embarcada propuesta para el proyecto del corredor diagonal de Guadalajara es la siguiente:

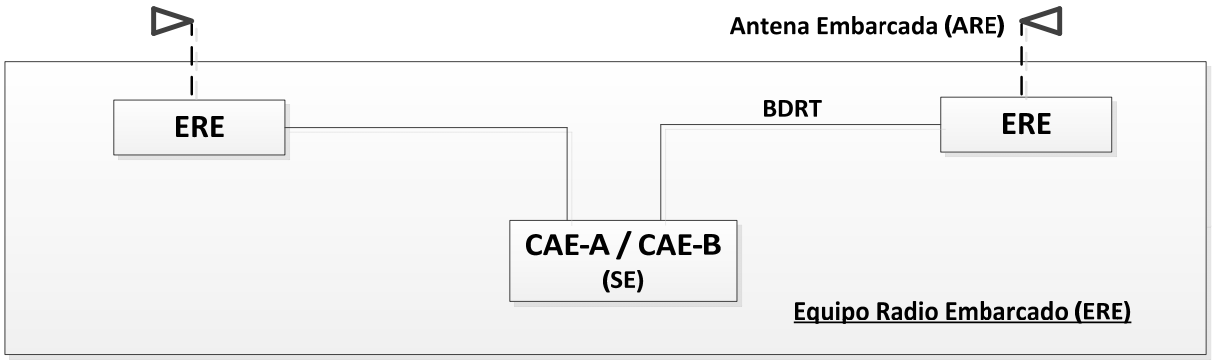


Figura 21 Arquitectura Radio Embarcada

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.11.3 Especificaciones eléctricas y comunicaciones

6.11.3.1 Tierra

Alimentación en vía (Tierra) A y B

Las cajas de radio se alimentan por 2 alimentaciones redundantes de tensión alterna 50Hz+/-1Hz, 127V (+6%,-10%) proporcionadas desde el tablero de señalización situado en el local técnico de señalización, el cual dispone de acometida eléctrica segura desde el SAI centralizado de estación.

Será responsabilidad del Subsistema ATC el tendido de las líneas de alimentación eléctrica desde el tablero de señalización hasta cada una de las cajas de radio.

Alimentación de equipos radio-tierra en local técnico

Los racks UTT son alimentados desde el tablero de señalización situado en el local técnico de señalización, el cual dispone de acometida eléctrica segura desde el SAI centralizado de estación.

Red de Comunicaciones

Conexión a la Red de Datos Multiservicios (RED) para garantizar las comunicaciones entre CCR, ZC, ATS en el misma sala técnica y entre CCR y ZC adyacentes.

Ethernet de Servicio

Conexiones a una red Ethernet de servicio (Red de Datos Multiservicio) para garantizar las comunicaciones con las herramientas de mantenimiento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.11.3.2 Tren

Alimentación Tren

Las características de la alimentación del tren, necesarias para los equipos de radio embarcados, deben ser establecidas con el fabricante del material móvil antes de la instalación de estos equipos en los trenes.

Conexión ERE-ARE

El cable de conexión hacia la antena del tren tiene una impedancia típica de 50 Ohmios en la banda ISM (2.4 GHz, 2.483 GHz) y una atenuación máxima de 2dB, conectores incluidos.

La longitud de este cable es limitada por la atenuación que aporta, típicamente 6 m. (depende del cable elegido).

Conexión ERE- Batería Tren

El equipo de transmisión radio ATC se alimenta a partir de la tensión de batería del tren. Se deben cumplir las características eléctricas contenidas en la norma EN 60571. Para evitar un fallo común, es necesario que la alimentación sea diferente en cada cabina.

Para este proyecto sólo se usará un BRE. El ERE, pues, solo tendrá una alimentación BT, protegida por un dispositivo de protección perteneciente al tren.

El ERE se conecta a la alimentación mediante un par tranzado, con blindaje exterior.

La conexión del ERE con la masa mecánica se hace con una trenza metálica, que se fija sobre el ERE.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.11.4 Esquema de Alimentación eléctrica en vía

La sección del cable de alimentación ha de ser definida, teniendo en cuenta la carga a alimentar y las distancias correspondientes. La alimentación se hará con dos mangueras diferentes que irán alimentando las CR de forma alternada, de forma que cubran cada una un ámbito de aproximadamente 800 m.

Ambas mangueras partirán del local técnico de señalización hacia cada CR y tendrán las correspondientes protecciones de salida, cada circuito eléctrico por separado. De esta forma se consigue una redundancia que confiere robustez al primer fallo tanto de alimentación, del cable, como del propio equipamiento de cada CR.

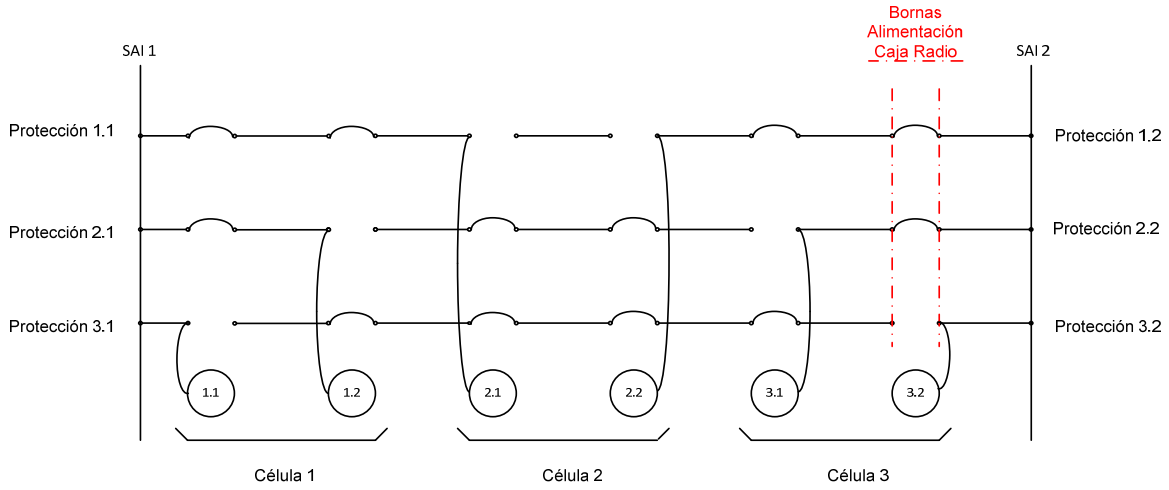


Figura 26 Ejemplo de cableado de la alimentación de varias células radio desde dos locales técnicos

6.11.5 Cableado de Comunicaciones en vía

Este apartado es una descripción del principio del cableado que se implementará en corredor diagonal de Guadalajara. El número exacto de equipos y de su ubicación será definido en el estudio de la radio del proyecto, cuando la infraestructura este físicamente acabada y se puedan realizar mediciones de cobertura reales.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

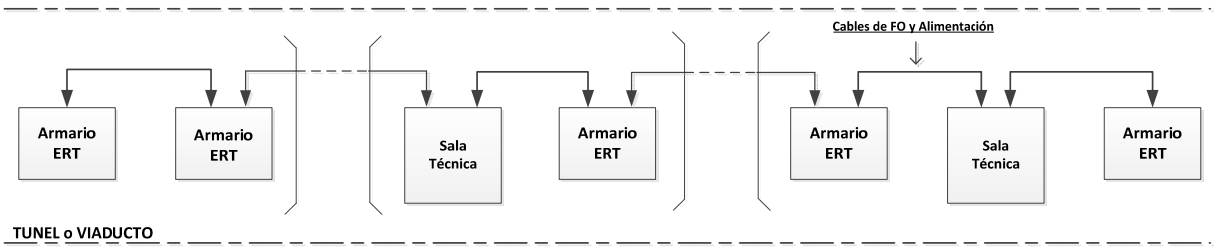


Figura 22 Esquema: Principio de cableado a lo largo de la vía

6.11.5.1 Cable de Fibra Óptica

El Subsistema de Red de Nivel Físico (FIS) proporcionará a lo largo de toda la vía un cable de 32 FO monomodo el cual tiene asignadas fibras al servicio de radio ATC.

En cada uno de los siguientes emplazamientos:

- ERT
- Locales técnicos de señalización con CCR

Se instalarán repartidores de fibra óptica (bien murales o en bastidor) donde estarán conectorizadas las fibras necesarias a fin de cumplir con la solución de conectividad adoptada. El Subsistema ATC procederá a la conexión a estas fibras ópticas de sus equipos mediante el uso de latiguillos de interconexión de Fibra Óptica Monomodo con conectores SC/APC.

6.11.5.2 Cable Coaxial

Dentro del BRT, cada cable coaxial se conecta mediante un tipo conector N.

Características del cable coaxial

El requerimiento nominal es una atenuación coaxial total entre ERT y ART menos de 2 dB.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Acorde a la longitud del cable coaxial entre BRT y ART, se pueden utilizar dos tipos de cable coaxial:

- Hasta 15 metros: Cable coaxial de 1/2"
- Mayor de 15 metros: Cable coaxial de 7/8”

Las principales características técnicas de estos dos tipos de cable son las siguientes:

Cable	Características
Coaxial 1/2"	10.7 dB/100 metros a 2 Ghz 13.4 dB/100 metros a 3 Ghz.
Coaxial 7/8”	6.11 dB/100 metros a 2 Ghz 7.76 dB/100 metros a 3 Ghz.

Tabla 7 Características cable coaxial

Las configuraciones específicas con respecto a la longitud del cable coaxial que no respeten el requerimiento arriba indicado, serán definidas explícitamente en el estudio de radio, caso de existir.

6.11.6 Configuración de la antena en vía

La configuración de cada BRT y las características de las antenas serán indicadas en el estudio real de radio pertinente, una vez casi concluidas las obras de construcción de la nueva línea.

Típicamente, se conectan varias antenas a cada BRT, como sigue:

- Normalmente asociadas por parejas (cada una apunta en una dirección específica)
- Ambas antenas en pareja pueden tener diferentes características
- Mediante un divisor o alimentadas directamente desde el BRT.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

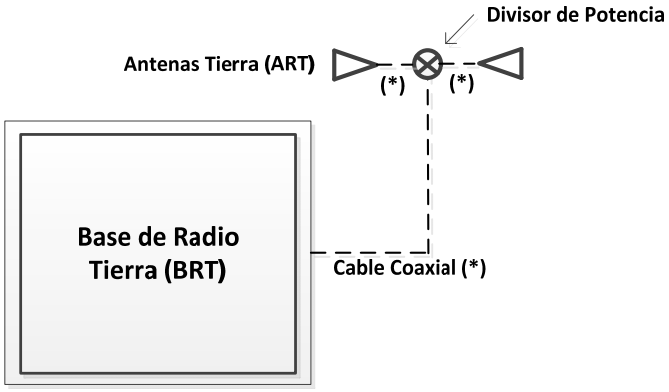


Figura 23 Configuración de antena en BRT

6.11.7 Instalación de antenas en vía (Tierra)

Ubicación

Se instalarán, en principio, cada 450-500m dependiendo del replanteo radioeléctrico y de si el trazado discurre en túnel o viaducto, a una distancia (en torno a 2m, a definir con exactitud por la tecnología empleada). Por encima del techo del tren, en un lado de las vías, o en la entrevía.

La ubicación de la antena se hace de forma que la antena del tren, en la posición de parada en la estación, se vea desde un ángulo inferior a 45°.

La antena estará a más de 3 metros dentro de la vía (desde el final de la estación).



Figura 24 Ubicación de la antena y posición del tren

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

6.11.8 Instalación típica (a definir en fase de instalación)

Las antenas y el divisor de potencia se pueden montar en mástiles, con pernos y soportes en U estándar, en un mástil de 5 cm de diámetro. El detalle de la instalación final se definirá en el momento de la instalación. Las antenas montadas han de estar aisladas del suelo.

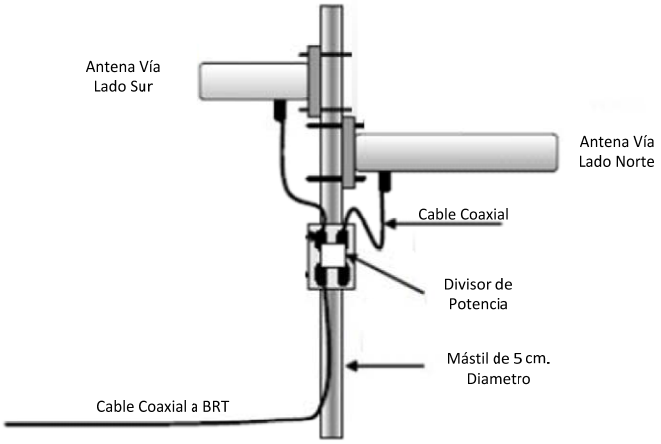


Figura 25 Instalación de antena exterior típica, en mástil

Las antenas, cables, divisores de potencia y soportes, así como su montaje, medidas y pruebas, son objeto del suministro de este proyecto.

Habrá un pararrayos instalado entre el ERT y la antena. Cada mástil, Tendrá puesta a tierra.

También se describirá la técnica empleada para permitir el duplexado de canales (TDD, FDD, etc.) Especificando el ancho de banda utilizado, así como:

- El número de canales de control y de tráfico disponibles para cada una de las estaciones base.
- Canalización, desviación de frecuencia, potencia máxima de emisión, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

La transmisión deberá ser robusta y totalmente segura, debiendo documentarse ampliamente a la oferta las características técnicas de la misma.

6.11.9 Medios de transmisión

La colocación del medio de transmisión no dificultará el mantenimiento de la vía al impedir o dificultar el trabajo en ella de operarios o maquinaria de vía (bateadora, perfiladora, etc.).

Se garantizará, a través de un estudio de interferencias, que las frecuencias que utilizará el Sistema de Transmisión continuo serán compatibles con las que utilizarán otras tecnologías radio que puedan estar presentes en la Línea como el TETRA, GSM, tecnologías WirelessLAN, etc.

Se describirán las características técnicas del medio utilizado, así como planos de implantación en toda la Línea.

6.11.10 Fiabilidad

El tiempo medio entre fallos que no atenten contra la seguridad será el resultante de la ejecución de los estudios RAMS a desarrollar por el contratista.

6.11.11 Disponibilidad

Respecto disponibilidad deberán tener en cuenta las recomendaciones y disposiciones citadas en el apartado del enclavamiento. Se incluirán los estudios de seguridad y fiabilidad que garanticen el cumplimiento de estos valores. Así, el equipamiento electrónico del sistema de transmisión estará totalmente redundado tanto en la parte fija como embarcada.

Se incluirá el valor MTBF global del sistema de transmisión así como los cálculos justificativos.

6.11.12 Mantenimiento

Las estaciones base y el medio de transmisión están diseñados de manera que el mantenimiento requerido es mínimo. Se indicará el mantenimiento necesario para estos equipamientos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

Los equipos que integran este sistema dispondrán de un sistema de diagnóstico y mantenimiento remoto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2012

ANEXO 2: DGTFM2112-ME-C00-CCTTR

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

DGTFM2112-ME-CCTTR-00100 Memoria



Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 7
2 ALCANCE DEL SISTEMA 8
3 INTERFACES CON OTROS SISTEMAS 9
3.1 INTERFAZ Nº1 TTR – ROD (I_LOG) 10
3.2 INTERFAZ Nº2 TTR – ATC (I_LOG) 10
3.3 INTERFAZ Nº3 TTR – RAD (I_LOG) 11
3.4 INTERFAZ Nº4 TTR – SON (I_LOG) 12
3.5 INTERFAZ Nº5 TTR – TLI (I_LOG) 13
3.6 INTERFAZ Nº6 TTR – RED (I_LOG) 13
3.7 INTERFAZ Nº7 TTR – FIS (I_FIS) 15
3.8 INTERFAZ Nº8 TTR – CRO (I_LOG) 15
3.9 INTERFAZ Nº9 TTR – BIT (I_LOG) 16
3.10 INTERFAZ Nº10 TTR – CTR (I_FIS) 17
3.11 INTERFAZ Nº11 TTR – TES (I_LOG) 18
3.12 INTERFAZ Nº12 TTR – TEN (I_LOG) 18
3.13 INTERFAZ Nº13 TTR – TSG (I_LOG) 19
3.14 INTERFAZ Nº14 TTR – SES (I_LOG) 20
4 MODOS DE OPERACIÓN 22
4.1 PERFILES Y ROLES 22
4.1.1 Perfiles 22
4.1.2 Roles 23
4.2 ENTORNO DE OPERACIONES 26
4.2.1 Acceso al sistema 26

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4.2.2 Continuidad de las operaciones 27
4.2.3 Tipos de entornos de operación 28
4.3 MODOS DE OPERACIÓN NOMINALES 30
4.3.1 Mando centralizado 30
4.4 MODOS DE OPERACIÓN DEGRADADO 31
4.4.1 Control local 31
4.5 PROCEDIMIENTOS DE TOMA Y CESIÓN DE MANDO 32
4.5.1 Toma de mando convencional 33
4.5.2 Toma de mando forzada 33
4.5.3 Cesión de mando forzada 34
5 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES 35
5.1 FUNCIONES DEL OPERADOR DE TRÁFICO 35
5.1.1 Funcionalidades del operador de Tráfico gestionadas por el sistema de Control de Tráfico ATS 35
6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS 73
6.1 CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES 73
6.1.1 Generalidades 73
6.1.2 Sistema abierto 75
6.1.3 Integración entre sistemas 77
6.1.4 Zonificación mínima 79
6.2 CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO 79
6.2.1 Características generales 79
6.2.2 Interfaz Hombre Máquina (IHM) 107
6.3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA 114
6.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA 116
6.4.1 Equipamiento en el centro de control 116

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.5 FIABILIDAD Y REDUNDANCIA 116
6.6 SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS 118
6.6.1 Tiempo real (RTDB) 118
6.6.2 Funciones soportadas sobre LDAP 120
7 ESTUDIO DE DIMENSIONADO DE SERVIDORES 123

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

I. GLOSÁRIO DE ACRÓNIMOS

ACC: Control de Accesos a Áreas Restringidas
AMT: Alta y Media Tensión
ATC: Control automático del tren
BIT: Bitácora y Gestor Maestro
CCO: Centro de Control Operacional
CCP: Centro de Control Principal
CCR: Centro de Control de Respaldo
CCTV: Circuito Cerrado de Televisión
CDE: Control Degradado de Emergencia
CDG: Corredor Diagonal de Guadalajara
CRO: Cronometría
CTR: Centro de Control
DRN: Drenaje
EBT: Baja Tensión
ELV: Elevadores
ESB: Enterprise Service Bus
ESC: Escaleras Mecánicas
FIS: Red de Nivel Físico
IHM: Interfaz Hombre-Máquina
LDAP: Lightweight Directory Access Protocol
MIOM: Middleware de Integración Orientado a Mensajería
NAS: Network Attached Storage
NTP: Network Time Protocol
PCE: Puesto de Control de Estaciones
PCI: Protección Contra Incendios
PJE: Sistema de peaje y boletaje
PLC: Programmable Logic Controller
PMR: Personas de Movilidad Reducida
RED: Red de Datos Multiservicio
RISC: Reduced Instruction Set Computing
RTDB: Real-Time Database

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

SAF: Subestaciones de Alumbrado y Fuerza
SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida
SAFVM: Subestaciones de Alumbrado, Fuerza y Ventilación Mayor
SAN: Storage Area Network
SC: Seccionador de Catenaria
SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition
SD: Servidor de Datos
SEAT: Subestaciones Eléctricas de Alta Tensión
SES: Securización
SGBD: Sistema de Gestión de Bases de Datos
SO: Sistema Operativo
SON: Sonorización y Voceo
SR: Subestaciones de Rectificación
SSO: Single Sign On
SUGM: Sistema Unificado de Gestión de Mando
SUGPPU: Sistema Unificado de Gestión de Perfiles y Permisos de Usuarios
TEN: Telemando de Energía
TGB: Tablero General de Baja Tensión
TLI: Teleindicadores
TLL: Talleres y Depósito
TRA: Tracción de Energía
VEN: Ventilación Mayor
VID: Sistema de Videovigilancia

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1 INTRODUCCIÓN

El Mando y Control de tráfico permitirá el control y mando de los equipos del enclavamiento electrónico y del CBTC.

El operador de Tráfico ubicado en el Centro de Control atenderá a las funcionalidades aportadas por el sistema de control automático de trenes, que engloba las funciones de protección de trenes (ATP) y Operación Automática de trenes (ATO). En el ámbito de este proyecto, ATC constituirá el acrónimo del Subsistema que comprende la señalización la protección y el control de trenes.

Desde el punto de vista tecnológico, el sistema mediante el cual se implementarán los subsistemas en el Corredor Diagonal de Guadalajara (CDG), pensado para precisamente para líneas modernas de transporte ferroviario masivo, incluirá una parte diseñada precisamente para desarrollar las funciones de un telemando de tráfico en tal caso, incorporando funciones avanzadas de regulación, operación, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2 ALCANCE DEL SISTEMA

El sistema de Mando y Control de Tráfico de la futura Línea del CDG, será un subsistema del sistema CBTC (ATC+ATS) que, concentrará las funciones de Operación Automática de los Trenes y de Supervisión Automática de estos.

Se pueden resumir las grandes funciones del ATS del siguiente modo:

- Regular los trenes conforme al PCD y permitir la explotación en modos degradados (SP, VUT, etc.).
- Ordenar los itinerarios a realizar por los trenes.
- Presentar a los operadores de tráfico y de mantenimiento los parámetros del sistema ATC que permiten su explotación y proponer los telemandos asociados.
- Dialogar con el sistema SCADA para intercambiar las informaciones necesarias para el funcionamiento de cada uno de los sistemas externos.
- Almacenar el conjunto de los parámetros del sistema ATC para permitir un análisis a posteriori de la explotación y la redacción de informes.
- Permitir la redacción de informes de explotación.
- Permitir la formación de los nuevos explotadores.
- Ofrecer el nivel de disponibilidad requerido.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3 INTERFACES CON OTROS SISTEMAS

El subsistema TTR, como responsable del mando y control a distancia de todos los dispositivos que garantizan la seguridad de la operación de la línea, presenta interfaces (tanto lógicas como físicas) con diversos subsistemas a instalar en el CDG. Se presentan y describen en esta sección la naturaleza y características de estas interfaces.

Es importante diferenciar la naturaleza de las interfaces, estableciéndose los siguientes tipos:

- Interfaz Física (I_FIS)
- Interfaz Lógica (I_LOG)
- Interfaz Proyecto (I_PROY)

En la siguiente lista se presenta el conjunto de interfaces identificadas:

- Interfaces Telemando de Tráfico con Ferroviarios:
  - Ferroviarios Material Rodante (ROD) [I_LOG]
  - Ferroviarios Control Automático del Tren (ATC) [I_LOG]
- Interfaces Telemando de Tráfico con Telecomunicaciones:
  - Telecomunicaciones Radiocomunicaciones (RAD) [I_LOG]
  - Telecomunicaciones Sonorización y Voceo (SON) [I_LOG]
  - Telecomunicaciones Teleindicadores (TLI) [I_LOG]
  - Telecomunicaciones Red de Datos Multiservicios (RED) [I_LOG]
  - Telecomunicaciones Red de Nivel Físico (FIS) [I_FIS]
  - Telecomunicaciones Cronometría (CRO) [I_LOG]
  - Telecomunicaciones Bitácora y Gestor Maestro (BIT) [I_LOG]
- Interfaces Telemando de Energía con Centro de Control:
  - Centro de Control Comunes (CTR) [I_FIS]

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Centro de Control Telemando de Tráfico (TES) [I_LOG]
- Centro de Control Telemando de Energía (TEN) [I_LOG]
- Centro de Control Telemando de Seguridad (TSG) [I_LOG]
- Centro de Control Securización (SES) [I_LOG]

A continuación se describe el alcance de cada Interfaz.

3.1 INTERFAZ Nº1 TTR – ROD (I_LOG)

Deberá existir un intercambio de información entre los vehículos de la línea y el TTR, de forma que a los operadores del último se les conceda la posibilidad de revisar el estado de las instalaciones de climatización, de iluminación, etcétera de los primeros. Por ello, ROD entregará a TTR el listado de estados, alarmas, órdenes y medidas (entradas/salidas digitales, entradas/salidas analógicas, órdenes) asociadas a cada una de las instalaciones a mandar y controlar, así como las características, arquitectura y medios para controlar y supervisar el funcionamiento de los equipos de ROD.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ROD y TTR, se designa al subsistema ROD como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.2 INTERFAZ Nº2 TTR – ATC (I_LOG)

Se tendrá comunicación bidireccional entre TTR y ATC, a través de la red datos multiservicio (RED).

- Para que la comunicación bidireccional entre TTR y ATC se realice de acuerdo a los requerimientos, técnicos y físicos de TTR, considerando su ubicación, canalizaciones y cableados de mando y control, por lo que se deberá solicitar por medio de guías mecánicas (características, ubicación: altura y distancia a muro; de las salidas eléctricas), los requerimientos del equipamiento de TTR en cada uno de los locales técnicos.
- Para que de esta forma se proyecten correctamente las instalaciones de TTR. ATC facilitara la guía mecánica de sus equipos a instalar en las estaciones e interestaciones, para que TTR proporcione la interfaz para el mando y control de los equipos de ATC.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- ATC deberá especificar a TTR los requerimientos en cuánto a ubicación de sus equipos en la línea para diseñar las canalizaciones necesarias, trayectorias, registros y áreas para los distintos locales que utilizaran.
- TTR y ATC acordarán la centralización de la información en la ubicación de los locales técnicos de señalización correspondientes.

TTR es básicamente (siendo su función principal) el Mando y Control de ATC, lo que significa que existe una interfaz lógica a nivel de programación de protocolos de comunicación para la adquisición de los datos de y el envío de las órdenes a ATC relativos al tráfico y para la gestión del propio equipamiento de ATC. Por ello, ATC entregará a TTR el listado de estados, alarmas, órdenes y medidas (entradas/salidas digitales, entradas/salidas analógicas, órdenes) asociadas a cada uno de las dispositivos y subsistemas a mandar y controlar, así como las características, arquitectura y medios para controlar y supervisar el funcionamiento de los equipos de ATC.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas ATC y TTR, se designa al subsistema ATC como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.3 INTERFAZ Nº3 TTR – RAD (I_LOG)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la interfaz con el Telemando de Material Rodante:

- TTR hará entrega a RAD de los siguientes requerimientos:
    - Puntos de conexión a la red en cada unidad de material rodante
    - Características de las interfaces de red de los dispositivos del tren
    - Número de flujos de datos y destinos de los mismos.
    - Protocolos de red a implementar
    - Otros requerimientos particulares

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- RAD, acorde a los requerimientos definidos por TTR configurará los enlaces inalámbricos de banda ancha y estaciones base embarcadas y de tierra precisas para permitir el transporte de los flujos de tráfico de TTR.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema RAD. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TTR, ROD y RAD, se designa al subsistema RAD como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.4 INTERFAZ Nº4 TTR – SON (I_LOG)

Se contara con una interfaz entre SON y TTR, de forma que pueda emplearse la sonorización de manera automática para informar de la posición de los trenes a los usuarios de la línea (cuando un tren esté llegando a o saliendo de una estación, cuando haya una parada imprevista, el destino de los siguientes trenes, etcétera).

Por ello, SON entregará a TTR el listado de estados, alarmas, órdenes y medidas (entradas/salidas digitales, entradas/salidas analógicas, órdenes) asociadas a cada una de las instalaciones a Mando y Controlar, así como las características, arquitectura y medios para controlar y supervisar el funcionamiento de los equipos de SON.

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- TTR entregará a SON un documento técnico donde se liste la información referente al tráfico de trenes que es capaz de proporcionar, incluyendo detalles de cómo se estructura esta información y qué tiempos de actualización es capaz de alcanzar entre otras cuestiones.
- SON con esta información procederá a determinar qué datos debe recibir de parte de TTR.
- SON y TTR pactaran un protocolo de intercambio de información soportado sobre el bus de mensajería del centro de control.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema SON. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas SON y TTR, se designa al subsistema TTR como responsable de la resolución de esta interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3.5 INTERFAZ Nº5 TTR – TLI (I_LOG)

Se contara con una interfaz entre TLI y TTR, de forma que pueda emplearse los teleindicadores de manera automática para informar de la posición de los trenes a los usuarios de la línea (cuando un tren esté llegando a o saliendo de una estación, cuando haya una parada imprevista, el destino de los siguientes trenes, etcétera).

Por ello, TLI entregará a TTR el listado de estados, alarmas, órdenes y medidas (entradas/salidas digitales, entradas/salidas analógicas, órdenes) asociadas a cada una de las instalaciones a Mando y Controlar, así como las características, arquitectura y medios para controlar y supervisar el funcionamiento de los equipos de TLI.

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- TTR entregará a TLI un documento técnico donde se liste la información referente al tráfico de trenes que es capaz de proporcionar, incluyendo detalles de cómo se estructura esta información y qué tiempos de actualización es capaz de alcanzar entre otras cuestiones.
- TLI con esta información procederá a determinar qué datos debe recibir de parte de TTR.
- TLI y TTR pactaran un protocolo de intercambio de información soportado sobre el bus de mensajería del centro de control.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TLI. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TLI y TTR, se designa al subsistema TTR como responsable de la resolución de esta interfaz

3.6 INTERFAZ Nº6 TTR – RED (I_LOG)

RED proporcionará el servicio de interconexión necesario para trasladar los datos del TTR a los diversos subsistemas (y viceversa) con los que tiene interfaz lógico.

Desde los servidores de TTR ubicados en el CCO se empleará la RED para enviar la información oportuna al resto de subsistemas que lo necesiten, y del mismo modo se realizará la recepción de datos desde dichos subsistemas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La transmisión de informaciones a través de RED utilizará protocolos de comunicación normalizados, estándares y de amplia difusión en el mundo ferroviario.

El responsable de RED entregará la información necesaria sobre el transporte de los protocolos de comunicación al responsable de TTR para el desarrollo del proyecto.

Por tanto, el proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- TTR hará entrega a RED de los siguientes requerimientos:
    - Puntos de conexión a la red
    - Características de las interfaces de red de los dispositivos de TTR
    - Parámetros de tráfico: Ancho de banda, retardo, jitter, etc…
    - Número de flujos de datos y destinos de los mismos.
    - Necesidad de VLANs
    - Protocolos de red a implementar
    - Otros requerimientos particulares

RED definirá el plan de direccionamiento IP global de la línea, acorde a las necesidades de todos los subsistemas de la línea. Ningún subsistema deberá condicionar este plan, por rigideces en la definición propia del mismo.

RED, acorde a los requerimientos definidos por TTR asignará los puertos de red necesarios y configurará los enlaces, switches y routers precisos para permitir el transporte de los flujos de tráfico de TTR.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema RED. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TTR y RED, se designa al subsistema RED como responsable de la resolución de dicha interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3.7 INTERFAZ Nº7 TTR – FIS (I_FIS)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- FIS instalará en los puntos informados por TTR una toma de usuario UTP Cat. 6e a fin de permitir el acceso físico a la Red de Datos Multiservicios. Las tomas de usuario estarán instaladas a una distancia máxima de 1,5 metros de los dispositivos finales y dispondrán de una etiqueta identificadora, siguiendo las instrucciones de etiquetaje definidas en el proyecto.
- FIS entregará a TTR un documento acreditativo de que el enlace de cableado horizontal está certificado y cumple con los parámetros establecidos según la ISO/IEC 11801.
- TTR deberá proporcionar el correspondiente latiguillo UTP Cat. 6e para conectar sus dispositivos a las tomas de usuario.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema FIS. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TTR y FIS, se designa al subsistema TTR como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.8 INTERFAZ Nº8 TTR – CRO (I_LOG)

TTR tendrá interfaz con CRO, de forma que todo el equipamiento del TTR (y por extensión el de señalización situado tanto en el CCO como en los locales técnicos de estaciones, túnel y talleres), esté permanentemente sincronizado horariamente.

El responsable de CRO entregará al responsable de TTR la información necesaria para subscribirse al servicio de CRO.

La hora uniforme de CRO será utilizada para que las informaciones generadas por TTR, queden anotadas con fecha y hora exacta en BIT

La información horaria común para todos los sistemas será proporcionada por Cronometría. El sistema de Telemando de Tráfico utilizará esa información para referenciar temporalmente todos sus equipos. Todos los registros del sistema, eventos o llamadas, utilizarán esa referencia.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Se utilizarán protocolos estándar para señalizar y controlar esta interface. El tráfico de datos de señalización entre ambos sistemas se cursará a través de la VLAN de Servidores ubicada en el Centro de Control.

El sistema deberá poder reportar mediante alarmas posibles problemas derivados de esta interface. Así, deberá informar de caídas o malfuncionamiento del protocolo de comunicación entre ambos sistemas.

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- CRO hará entrega a TTR de las direcciones IP de los servidores NTP que distribuyen la señal de tiempo a través de RED.
- TTR configurará sus equipos con las direcciones IP facilitadas y verificará la visibilidad de los servidores y la recepción de las tramas NTP.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas CRO y TTR, se designa al subsistema CRO como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.9 INTERFAZ Nº9 TTR – BIT (I_LOG)

El sistema de Mando y Control de Tráfico proporcionará a Bitácora y Gestor Maestro en tiempo real todas las alarmas y eventos que se definan (entre otros motivos para poder realizar un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado).

El tráfico de datos generado entre ambos sistemas se cursará a través de la VLAN de Servidores ubicada en el Centro de Control.

El sistema deberá poder reportar mediante alarmas posibles problemas derivados de esta interface. Así, deberá informar a la nativa correspondiente de caídas o malfuncionamiento del protocolo de comunicación entre ambos sistemas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- BIT hará entrega de un documento técnico acerca del alcance de señales, alarmas, estados y eventos que plantea integrar en su plataforma. Asimismo este documento establecerá los protocolos y procedimientos para la captación de señales y los formatos esperados para el tratamiento de información, tramas, codificación, criticidad, etc…
- BIT también hará entrega de las direcciones IP de los servidores responsables de la interacción con los distintos sistemas supervisados.
- TTR, acorde a las directrices entregadas por BIT entregará un listado con las señales, alarmas, estados y eventos considerados a enviar, definiendo el grado de cumplimiento de las directrices y en los casos que no se cumplan, deberá proponer una alternativa técnica viable.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema BIT. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TTR y BIT, se designa al subsistema BIT como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.10 INTERFAZ Nº10 TTR – CTR (I_FIS)

En el QCC se concentrará toda la información proveniente de los equipos en línea del subsistema de mando y control de tráfico, y esta información se derivará a los operadores pertinentes según las necesidades. Para ello CTR, instalará los equipos comunes que resulten necesarios para proporcionar el servicio de mando y control de tráfico en el CCO, tales como las pantallas de los operadores, los terminales de trabajo que las controlan, los VW correspondientes, etc.

El responsable del CTR, recibirá del responsable del subsistema de mando y control, las necesidades técnicas para suministrar el servicio en cuanto a adecuación de espacios y provisión de equipos.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el CTR y el responsable de la validación de la misma será el TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables del TTR y CTR, se designa al subsistema CTR como responsable último de la resolución de este tipo de interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3.11 INTERFAZ Nº11 TTR – TES (I_LOG)

Existe un fuerte interfaz lógico entre TES y TTR. El TTR informará al TES de las condiciones más destacadas al respecto del tráfico, tales como por ejemplo el punto en el que se encuentran los trenes (lo que servirá para poder activar el posicionamiento de los ascensores en el andén o la variación en su frecuencia de funcionamiento) o la llegada a una estación de un tren que se haya marcado como de evacuable para que TES pueda por ejemplo abrir las barreras de peaje.

De la misma forma TES trasladará a TTR múltiples situaciones relativas a las instalaciones relacionadas con el tráfico, tales como la existencia de una intrusión en las salas de ATC, las alarmas de protección y extinción de incendios que le afecten, el hecho de que todos los ascensores de una estación estén fuera de servicio, etcétera.

Las alarmas y datos generados en los equipos de TTR y entregadas a través de sus interfaces a TES, serán agrupadas en los locales técnicos de las estaciones para su envío al Centro de Control. Del mismo modo, también habrá de preverse una interfaz a nivel de Centro de Control de forma que se establezca una transferencia de información desde el TES al TTR y viceversa.

El responsable de TES entregará al responsable de TTR las informaciones requeridas para el desarrollo del proyecto y viceversa.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TES y TTR, se designa al subsistema TES como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.12 INTERFAZ Nº12 TTR – TEN (I_LOG)

Existe un fuerte interfaz lógico entre TEN y TTR. TEN informará a TTR a propósito de las situaciones excepcionales que se produzcan en la configuración de la energización de la línea, de forma que TTR sabrá por ejemplo si debe alertar al operador para que impida la entrada de un vehículo a una determinada sección de la catenaria que no está alimentada o incluso si debe hacerlo automáticamente cuando las restricciones en ese sentido están activadas. Del mismo modo, cuando una subestación

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

presenta un problema que le impide alimentar o cualquier otra circunstancia relevante, dicha información se trasladará desde el TEN al TTR.

A la inversa sucederá lo mismo, esto es, el TTR informará al TEN de las condiciones más destacadas al respecto del tráfico, tales como por ejemplo el punto en el que se encuentran los trenes (lo que servirá para poder hacer una estimación del consumo) o la frecuencia que se espera alcanzar (por si el operador del TEN hubiese de modificar algún parámetro en previsión de la misma). Del mismo modo, el operador del TTR podrá solicitar ruptura de urgencia a través de su interfaz y esta solicitud le aparecería al operador del TEN (quien ya sabría cómo gestionarla).

Las alarmas y datos generados en los equipos de TEN y entregadas a través de sus interfaces a TTR, serán agrupadas en los locales técnicos de las estaciones para su envío al Centro de Control. Del mismo modo, también habrá de preverse una interfaz a nivel de Centro de Control de forma que se establezca una transferencia de información desde el TEN al TTR y viceversa.

El responsable de TEN entregará al responsable de TTR las informaciones requeridas para el desarrollo del proyecto y viceversa.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TEN y TTR, se designa al subsistema TEN como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.13 INTERFAZ Nº13 TTR – TSG (I_LOG)

Existe un fuerte interfaz lógico entre TSG y TTR. TSG informará a TTR a propósito del estado de seguridad de la línea, de forma que TTR sabrá (por ejemplo) si debe alertar al operador para que impida la entrada de un vehículo a una determinada estación en la que se está produciendo un incendio. Igualmente, ante la detección de un acceso a vía por parte de TSG, TTR recibirá puntual información acerca de este hecho.

A la inversa sucederá lo mismo, esto es, el TTR informará al TSG de las condiciones más destacadas al respecto del tráfico, tales como por ejemplo el punto en el que se encuentran los trenes (lo que servirá a TSG para poder trazar una estrategia a la hora de resolver una crisis) o la frecuencia que se espera

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

alcanzar (lo que indicará a TSG el régimen de funcionamiento del sistema, lo que va ligado a la probabilidad de que se produzca una situación indeseable). Del mismo modo, el operador del TTR podrá solicitar asistencia ante un riesgo de seguridad que se produzca en la gestión del tráfico (por ejemplo la detección de personal en túnel), y esta solicitud le aparecería al operador del TSG (quien ya sabría cómo gestionarla) en su interfaz.

Las alarmas y datos generados en los equipos de TSG y entregadas a través de sus interfaces a TTR, serán agrupadas en los locales técnicos de las estaciones para su envío al Centro de Control. Del mismo modo, también habrá de preverse una interfaz a nivel de Centro de Control de forma que se establezca una transferencia de información desde el TSG al TTR y viceversa.

El responsable de TSG entregará al responsable de TTR las informaciones requeridas para el desarrollo del proyecto y viceversa.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema TTR. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas TSG y TTR, se designa a subsistema TSG como responsable de la resolución de dicha interfaz.

3.14 INTERFAZ Nº14 TTR – SES (I_LOG)

El proyecto considera la siguiente solución técnica para la resolución de la presente interfaz:

- TTR hará entrega a SES de los siguientes requerimientos:
    - Direccionamiento IP de todos los elementos internos del sistema.
    - Información sobre tecnologías utilizadas en el sistema y sus protocolos de red.
    - Información sobre riesgos de Tecnologías de la Información a los que se ve afectado.
    - Otros requerimientos particulares.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- SES proporcionará a TTR la siguiente configuración:

  - Configurará los firewalls de red para permitir el tráfico autorizado, acorde a los requerimientos definidos por TTR.
  - Ajustará los IPS para detectar y/o bloquear amenazas específicas.
  - Detección de código malicioso en estaciones de trabajo y en la red.
  - Manual de buenas prácticas de seguridad de la información en la implementación de tecnologías de la información y de control.
  - Resultados de las auditorías técnicas y del análisis de riesgo.

Estos requisitos serán confirmados por el contratista del sistema en la fase de obra.

El responsable de la ejecución de dicha interfaz será el subsistema SES. Si bien se prevé resolver la interfaz de común acuerdo entre los responsables de los subsistemas SES y TTR, se designa al subsistema SES como responsable de la resolución de dicha interfaz.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4 MODOS DE OPERACIÓN

Este capítulo realiza una descripción del entorno de operación del telemando de tráfico del CDG, incluyendo la descripción de los distintos perfiles y roles de operación y sus entornos y modos de operación. Se describe también el procedimiento implementado para transferir de manera dinámica y durante el transcurso de la operación del telemando la responsabilidad de los distintos sectores o zonas entre distintos operadores.

4.1 PERFILES Y ROLES

Se describen en esta sección los distintos perfiles y roles de operación que existirán para definir los puestos de operadores previstos para el mando y la gestión del sistema de telemando de tráfico del CDG.

4.1.1 Perfiles

Se definen los siguientes perfiles para el TTR:

- **Regulador de Tráfico**: responsable de supervisar la circulación de trenes en vía general así como la inyección / extracción de trenes a Talleres y Depósitos. Se responsabilizará de supervisar y coordinar las maniobras de trenes en vía general fruto de la aparición de situaciones de circulación en modo degradado.
- **Ingeniero de mantenimiento de Tráfico:** su función será la de realizar la supervisión del sistema desde el punto de vista del mantenimiento. Esto significa que este perfil de operación recibirá, por parte de los dispositivos, las alarmas y los eventos que requieran de alguna actuación de mantenimiento (inhabilitación de un dispositivo, reseteo remoto de un equipo, etc.). Además, siempre que disponga de permisos para ello, tendrá también la capacidad para realizar funciones de ingeniería sobre el sistema, tales como la modificación de las bases de datos o la edición de los sinópticos de la línea y los distintos interfaces.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4.1.2 Roles

El TTR dispone de distintos roles de operación definidos, de manera que usuarios distintos dispongan también de distintos privilegios y capacidades dentro del sistema, atendiendo a la función y responsabilidad que cada uno de dichos usuarios ocupa dentro del Centro de Control.

El acceso de los usuarios al sistema se realizará siempre mediante una Clave de Acceso (*password*) que deberá quedar registrada en la base de datos de eventos históricos indicando el nombre del usuario, la fecha y hora de acceso y de salida, así como los sistemas a los que accedió.

Los cinco roles de operación que se definen para el TTR del CDG son:

- Observador
- Analista
- Operador
- Supervisor
- Administrador

4.1.2.1 Observador

El rol de observador no tiene ninguna facultad para manipular u operar los sistemas. Únicamente tendrá acceso a la información de los distintos sistemas y será, como indica su nombre, observador de las situaciones y eventos que tienen lugar en los mismos. Será, en definitiva, un ente encargado de la monitorización en línea, sólo visualizando las situaciones que se presenten, sin tener la capacidad de emprender acciones. Se debe notar que este rol no tiene capacidad para solicitar informes, reportes o datos históricos de las distintas bases de datos del telemando.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4.1.2.2 Analista

Las facultades que tendrán los usuarios con este rol son las siguientes:

- Obtención de información de los sistemas: tendrá acceso a la información que proporcionan los sistemas y podrá imprimir o copiar esa información, incluyendo la información proveniente del almacenamiento de eventos históricos.
- Creación de estadísticas y gráficas: tendrá la capacidad de realizar estadísticas y crear gráficas a partir de la información que proporcionan los sistemas y el registro de eventos y datos históricos.
- Análisis de información para sugerir cambios y mejoras: tendrá capacidad de análisis de la información y podrá proponer mejoras en los sistemas a partir de las herramientas de análisis inteligente que proporcione el propio sistema (tendrá asimismo acceso a dichas herramientas).

4.1.2.3 Operador

Los atributos y capacidades otorgados a este rol permitirán operar el sistema bajo su cargo realizando todas aquellas acciones necesarias para el desarrollo de su función como son:

- Monitorización, ejecución y verificación de operaciones bajo su mando
- Detección de errores
- Cesión de mandos consensuada de áreas de cobertura
- Apertura y/o cierre de sistemas
- Ajuste y configuración de los sistemas que opera
- Acceso a datos de eventos históricos

4.1.2.4 Supervisor

Las facultades asignadas a este rol incluyen las mismas del operador, y adicionalmente permiten realizar las funciones siguientes:

- Delegación de mandos forzada (incluyendo tanto toma como cesión).
- Modificación y restricción de ciertos parámetros accesibles al operador tanto a nivel de la explotación de la línea como a nivel de configuración del sistema.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Generación y eliminación de secuencias predefinidas de operación.
- Edición y visualización de notas con la capacidad adicional de eliminación de notas generales.

4.1.2.5 Administrador

El rol de administrador del Sistema de Centro de Control es el que tiene el mayor conjunto de capacidades y atributos dentro de los roles especificados para este centro. Deberá tener el conocimiento necesario de todas las áreas que residen en el CCO para proporcionar el servicio y apoyo que se le requiera. A continuación se describen las funciones que desempeñará, siendo todas las siguientes acciones convenientemente guardadas en el histórico de operaciones efectuadas.

- Gestión de cuentas de usuario: se encarga de altas de cuentas nuevas, modificación y bajas de cuenta existentes, y gestión de claves de acceso (passwords) a los sistemas, efectuando altas de nuevas claves, modificando y dando de baja claves existentes.
- Modificación y configuración de parámetros de la línea.
- Asignación y modificación de los atributos de acceso que las claves tendrán a los sistemas, incluyendo entre otros los siguientes parámetros:

    - Concesión de acceso a los nuevos usuarios
    - Prohibición del acceso a los usuarios antiguos
    - Limitación del derecho de acceso de ciertos operadores a ciertas funciones, al control de ciertas zonas (asignación de áreas de cobertura) o a ciertos puestos de trabajo
    - Establecimiento del periodo de caducidad de las claves

- Creación o modificación de imágenes para la representación gráfica, ya que el sistema estará dotado de las herramientas necesarias para la edición de esquemas. Estos útiles permitirán incorporar modificaciones de forma definitiva sin necesidad de reinicializar el sistema ni los puestos de operación. Además, estas modificaciones se propagarán simultáneamente a los puestos de operación. Utilizando esta capacidad, el administrador podrá por ejemplo incluir o excluir a discreción una pantalla del subsistema de control.
- Modificación de la base de datos de configuraciones, que contiene, agrupa e identifica las señales, órdenes, y los parámetros de los elementos que controla el sistema. En esta base de datos los elementos de campo deberán ser independientes de los puntos de contacto asociados en la base de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

datos, de forma que la modificación de uno de ellos no implique cambios en los datos de configuración de las imágenes, alarmas o secuencias en las que aparece el elemento. Se dotará al sistema de herramientas tanto para la modificación de la base de datos de configuración como para la lista de parámetros de configuración de la propia base de datos. Y estas herramientas permitirán incorporar modificaciones de forma definitiva sin necesidad de reinicializar ni perder los datos y estados actuales.

4.2 ENTORNO DE OPERACIONES

Se describe en este apartado el entorno de operación puesto a disposición del operador del TTR para poder llevar a cabo todas las funcionalidades del telemando descritas en este documento. Se hace especial hincapié en la descripción de las representación de los datos que permiten realizar la supervisión y el control de los dispositivos de campo del TTR, así como en los procedimientos que permiten el inicio de las operaciones y su continuidad entre turnos de trabajo sucesivos.

4.2.1 Acceso al sistema

En el inicio de un turno, el usuario deberá ingresar en el sistema mediante su código de usuario y su *password*. Una vez validado el usuario, sus permisos y atributos permanecerán activos para todas las funcionalidades del telemando y para todo el tiempo que el usuario permanezca en el sistema.

Cada vez que se inicien las operaciones de un telemando se cargará automáticamente la configuración establecida en la base de datos de configuraciones. Esto implica que cada operador poseerá el mando y control sobre los elementos (subestaciones, seccionadores, etc.) que le hayan sido asignados de antemano por parte del administrador del telemando. Posteriormente, el sistema conocerá los elementos y zonas asignadas a cada operador, y proporcionará en cada inicio de sesión, a cada usuario, el control y mando de dichas competencias. Éste último procedimiento descrito será el más habitual, ya que el sistema mantendrá memoria de las asignaciones previamente realizadas a los distintos usuarios, y gestionará los conflictos que pudieran derivarse de las mismas al comenzar a trabajar un usuario en el sistema.

Durante el transcurso de las operaciones del telemando, la gestión y el control de los diferentes elementos y zonas será plástica en cuanto a que un operador podrá tomar o ceder el mando de alguno

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

de los sectores o elementos tal y como se detalla en la sección dedicada a los procedimientos de toma y cesión de mando. Además, la asignación de zonas y sectores por defecto, el alta y baja de usuarios, así como la asignación de roles a los diferentes usuarios también será flexible gracias a la herramienta de gestión y configuración de perfiles. La responsabilidad de llevar a cabo dichas configuraciones recae sobre el rol de administrador del telemando.

Existirá en el telemando una herramienta SUGPPU (Sistema Unificado de Gestión de Perfiles y Permisos de Usuarios) para facilitar la gestión de perfiles y usuarios del sistema. Asimismo, también se dispondrá de una herramienta SUGM (Sistema Unificado de Gestión de Mando) para la gestión de los diversos procedimientos de toma y cesión de mando. Ambas herramientas estarán apoyadas en el protocolo LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) (ver sección 6.6.2 para más información).

4.2.2 Continuidad de las operaciones

A cada cambio de turno existirá un trasvase automático de información que permitirá que todas las alarmas y eventos que no han recibido tratamiento se conserven y se transfieran al turno de operadores entrante. Este proceso es automático y se basa en la gestión de alarmas y la atribución unívoca de la responsabilidad de las mismas que efectúa el Sistema de Gestión de Alarmas; adicionalmente existirá una herramienta que permitirá dejar notas de usuario entre operadores a modo de recordatorio. Todas las eventualidades no cubiertas se notificarán al turno entrante y no desaparecerán del sistema hasta que no sean atendidas, y amortizadas.

El sistema de gestión de ingresos de usuario estará sustentado en una herramienta SSO que se encargará del mantenimiento y actualización de los atributos y capacidades de cada usuario durante todo su tiempo de estancia en el sistema. Esta herramienta estará apoyada en el protocolo LDAP (ver sección 6.6.2 para más información).

La validación de los usuarios se llevará a cabo como norma general de manera centralizada en el sistema de gestión de usuarios que abarcará todos los telemandos, pero excepcionalmente se podrá realizar de manera local únicamente para el telemando al que se desee acceder.

Para conseguir un mayor control de la seguridad, se implementará un sistema de bloqueo de las aplicaciones del telemando en caso de que un operador deba ausentarse de su puesto. Se deberá volver

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

a insertar código de usuario y *password* cuando se desee regresar a la operación normal. El mecanismo de cambio de operador ante un cambio de turno de trabajo bloqueará de manera similar las operaciones que dicho operador puede efectuar sobre el telemando.

La herramienta de definición y gestión de cuentas de usuario también permitirá a la aplicación del telemando el filtrado de datos relevantes para cada usuario. El administrador del sistema tendrá capacidad para decidir qué información, eventos, señales, alarmas, etc. de entre todas las generadas y recogidas por el telemando deberán ser recibidas por cada tipo de usuario. Esta es una funcionalidad adicional de la herramienta de profiling que permite definir las capacidades de cada usuario (SUGPPU).

4.2.3 Tipos de entornos de operación

4.2.3.1 Entorno en tiempo real

El entorno en tiempo real aglutina todas las funcionalidades y características propias del telemando de tráfico. Se define el entorno en tiempo real como todas aquellas operaciones que es posible llevar a cabo con un tiempo de respuesta lo suficientemente bajo como para considerarlo despreciable o instantáneo, incluyéndose por ello en esta clasificación todas las operaciones críticas del telemando.

Las capacidades y funcionalidades de tiempo real ofrecidas por el TTR son las siguientes:

- Supervisión y visualización instantánea de los valores (tanto analógicos como digitales) relativos a los distintos dispositivos de campo relacionados.
- Reseteo bajo demanda de los dispositivos.
- Generación de informes y estadísticas relativas a los equipos de campo mediante el procesado de los datos procedentes de los equipos supervisados
- Envío de órdenes a los dispositivos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4.2.3.2 Entorno en cuasi tiempo real

El entorno en cuasi tiempo real permitirá la realización de las funciones que se detallan a continuación:

- **Reproducción/moviola**: las herramientas de moviola permitirán reproducir no únicamente los incidentes que se hayan producido durante la operación, sino también el transcurso de cualquier intervalo de operación. Para tal fin se almacenan en la base de datos de históricos todos los datos del TTR necesarios para mostrar al usuario una interfaz idéntica a la que se observaba en los puestos de operación durante el periodo reproducido.
- **Simulación**: a través del puesto de operación de simulación y reproducción será posible la representación del telemando de tráfico con las mismas capacidades de interacción que el telemando real, con finalidades de capacitación. La simulación podrá apoyarse en la reproducción de operaciones almacenadas en la base de datos de históricos.

4.2.3.3 Entorno offline

El entorno offline incluye todas aquellas herramientas, funcionalidades y capacidades accesorias (y comunes a todos los sistemas de mando y resto de subsistemas) que proporcionan apoyo a las características del entorno de tiempo real del telemando, pero que (por no tener un nivel de criticidad tan alto como aquéllas) no requieren de un tiempo de respuesta estrictamente acotado.

Entre estas funcionalidades se incluyen todas las herramientas que hacen uso del protocolo LDAP y que ayudan a la gestión global de los usuarios y las operaciones del sistema de mando y control. Estas herramientas son las siguientes (véase una descripción más detallada de cada una de ellas en la sección 6.6.2):

- **SSO:** Single Sign On
- **SUGPPU:** Sistema Unificado de Gestión de Perfiles y Permisos de Usuario
- **SUGM:** Sistema Unificado de Gestión de Mando

En la figura siguiente se puede observar que estos tres entornos pueden ser concebidos mediante una estructura por capas, en la cual la capa más interna (y por lo tanto crítica) corresponde a la de las

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

funcionalidades propias del sistema de mando y control; mientras que la más externa corresponde al entorno offline.



Figura 1: Representación de los entornos de trabajo

4.3 MODOS DE OPERACIÓN NOMINALES

Se describe a continuación la naturaleza del mando centralizado, que será el modo de operación más habitual en el transcurso de las operaciones del TTR.

4.3.1 Mando centralizado

En el modo centralizado, el operador de tráfico situado en el CCO tiene el control de los dispositivos de campo. El control centralizado es el modo habitual de operación sobre dichos dispositivos.

En caso de que un dispositivo se encuentre bajo el modo de operación local, los operadores del telemando no tendrán control sobre él y deberán realizar una solicitud de toma de mando, esperando a que el personal de mantenimiento devuelva el dispositivo en cuestión al modo de operación centralizado mediante el cuadro local del dispositivo. Tampoco se estará en modo de mando centralizado en caso de que el dispositivo se encuentre bajo el mando de su puesto de control local (PLO).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

En el modo de control centralizado, el conjunto de operaciones que es posible realizar sobre los dispositivos de campo incluyen las siguientes:

- Supervisión y visualización instantánea de los valores (tanto analógicos como digitales) recogidos y proporcionados por los dispositivos durante la operación del sistema de mando y control.
- Reseteo bajo demanda de los dispositivos.
- Funcionalidades descritas bajo la supervisión del sistema ATS descritas más adelante en este documento.
- Inhabilitación o reactivación de cualquier dispositivo.
- Envío de órdenes a los dispositivos.

4.4 MODOS DE OPERACIÓN DEGRADADO

Se describen en este apartado dos modos de operación degradados que se contemplan para el mando y control del sistema de control de tráfico del CDG:

- Control local

4.4.1 Control local

En el modo de control local únicamente es posible la interacción con un elemento de campo mediante el cuadro local del dispositivo en cuestión. Para el caso del sistema de señalización y regulación de tráfico de la línea, estos puestos se han denominado como Puestos Locales de Operaciones (PLO).

Este modo impide cualquier actuación remota del telemando. La finalidad principal del modo de control local es la de permitir una forma segura de llevar a cabo el mantenimiento de los dispositivos, cuando no exista comunicación con el CCO.

Este modo de control únicamente puede ser activado por parte del personal de mantenimiento mediante el cuadro de maniobra del dispositivo. Los telemandos no tendrán capacidad para la activación de este modo de operación y sólo podrán ver el estado de los dispositivos en cuestión.

El puesto de operador local tendrá un alcance que será definido en la ingeniería de detalle de la Línea.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El conjunto de todos los mandos locales que permiten la operación de un sistema de mando y control de tráfico del CDG, repartidos a lo largo de la línea a pie de dispositivo, constituyen el Control Degradado de Emergencia (CDE) de la línea. Este modo de control permite la operación degradada de la línea en caso de interrupción total de la operación del CCP (es decir, de los servidores que brindan el control y supervisión de los dispositivos), no pudiéndose llevar a cabo en este caso el control de estación/subestación.

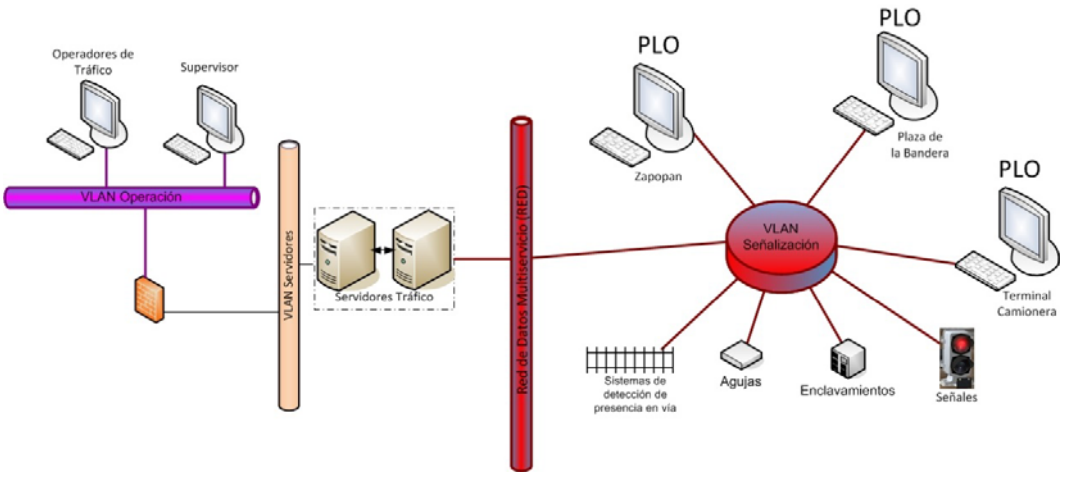


Figura 2: Puesto Local de Operaciones

4.5 PROCEDIMIENTOS DE TOMA Y CESIÓN DE MANDO

Se describen a continuación los procedimientos empleados para conmutar entre los distintos modos de operación anteriormente descritos y para reasignar de manera dinámica y en tiempo de operación la responsabilidad sobre los distintos sectores y zonas supervisadas por el telemando entre los operadores del mismo. La toma y cesión de mandos únicamente podrá ser llevada a cabo por operadores que tengan asignados unos roles de operación que los capaciten para realizar tal operación, según los roles operativos que se definen en la siguiente sección.

La toma de mando de un área geográfica conlleva la asunción de todas las responsabilidades de control que se tenían previamente sobre esa área: gestión, reconocimiento y tratamiento de las alarmas, realización de operaciones sobre los dispositivos, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La operación de toma y cesión de mando estará soportado sobre una herramienta específica que hará uso del protocolo LDAP.

4.5.1 Toma de mando convencional

Se describe a continuación el escenario más habitual a la hora de realizar la solicitud de toma de mando, detallando los pasos que se deberán llevar a cabo a través de la IHM del telemando. En la situación más habitual, el operador 1 solicita al operador 2 los sectores que desea tomar bajo su mando. Para el caso del TTR, la unidad mínima de sectorización no se contempla y cada uno podrá tener control sobre toda la Línea. El procedimiento a llevar a cabo para la toma de mando será el siguiente:

1. El operador seleccionará en la IHM que desea tomar su mando.
2. Tras la pulsación de un botón en la IHM, se inicia el proceso de petición de mando.
3. Los distintos sectores solicitados serán visualizados en color distinto en la IHM.
4. La operación aparecerá en los monitores de todo el personal involucrado, así como el proceso de solicitud. Dichas operaciones quedarán registradas asimismo en el registro de eventos históricos del telemando.

Todo el procedimiento debe ir auxiliado por gráficos intuitivos y de fácil manejo en la IHM del operario.

4.5.2 Toma de mando forzada

Esta capacidad será asignada por el administrador del sistema al personal que se designe para tener este alcance. La función de toma de mando forzada se integra dentro de la propuesta software para el TTR. Se detalla a continuación el procedimiento a seguir mediante la IHM del telemando.

1. El operador con capacidad para realizar una toma forzada de mandos deberá seleccionar los sectores cuyo mando desea obtener y a continuación realizar la solicitud de toma forzada de mando.
2. Los sectores cuyo mando se desea obtener deberán ser convenientemente resaltados visualmente como paso previo a la solicitud de toma de mando forzado al sistema.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3. Una vez confirmada la solicitud mediante el accionamiento de un botón, los sectores cuyo control se ha tomado cambiarán sustancialmente su aspecto gráfico para indicar tal circunstancia. La transferencia de los mandos se realiza en este caso de manera automática sin necesidad de autorización por parte de los operadores.
4. Los resultados de la operación se muestran en los monitores del operador que ha tomado el mando y del resto de operadores involucrados en el proceso o afectados de alguna manera por él. Toda la operación quedará registrada asimismo en el registro de eventos históricos del telemando.

Todo el procedimiento debe ir auxiliado por gráficos intuitivos y de fácil manejo en la IHM del operario.

4.5.3 Cesión de mando forzada

Esta capacidad será asignada por el administrador del sistema al personal que se designe para tener este alcance. La función de cesión de mando forzada se integra dentro de la propuesta software para el TTR. Se detalla a continuación el procedimiento a seguir mediante la IHM del telemando.

1. El operador con capacidad para transferir de manera forzada los mandos deberá seleccionar los sectores cuyo mando desea ceder y a continuación realizar la solicitud de cesión forzada de mando.
2. Una vez confirmada la solicitud mediante el accionamiento de un botón, los sectores cuyo control se ha cedido cambiarán sustancialmente su aspecto gráfico para indicar tal circunstancia. La transferencia de los mandos se realiza en este caso de manera automática sin necesidad de autorización por parte de los operadores.
3. Los resultados de la operación se muestran en los monitores del operador que ha cedido el mando y del resto de operadores involucrados en el proceso o afectados de alguna manera por él. Toda la operación quedará registrada asimismo en el registro de eventos históricos del telemando.

Todo el procedimiento debe ir auxiliado por gráficos intuitivos y de fácil manejo en la IHM del operario.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

La funcionalidad principal del sistema de mando y control a distancia, permitirá conocer la posición de los trenes con respecto al resto de trenes y con respeto a los obstáculos fijos. El Operador de Tráfico situado en el Centro de Control deberá ser capaz, entre otras funciones, de gestionar todas las funcionalidades facilitadas por el sistema ATS, capaz de organizar el seguimiento de una flota mixta de trenes (trenes equipados y trenes no equipados) sobre el ámbito ATC.

El ámbito ATC se constituye:

- De la línea con todas las comunicaciones entre las dos vías.
- De los cocheras administrados en modo automático.

El seguimiento del ATS permitirá:

- Conocer la posición de cada tren para las otras funciones del ATS (realizar itinerarios, regular la línea, etc.) y para las del SCADA.
- Indicar la posición de los trenes al operador de tráfico.

5.1 FUNCIONES DEL OPERADOR DE TRÁFICO

5.1.1 Funcionalidades del operador de Tráfico gestionadas por el sistema de Control de Tráfico ATS

Serán responsabilidad del operador de Tráfico todas aquellas funcionalidades descritas en el documento de señalización de la Línea, mediante la utilización del sistema ATS.

A continuación, se detallan estas funcionalidades:

5.1.1.1 Seguimiento de trenes

El objetivo de esta función consiste en determinar la posición de los trenes con respecto al resto de trenes y con respeto a los obstáculos fijos. El ATS es capaz de organizar el seguimiento de una flota

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

mixta de trenes (trenes equipados y trenes no equipados) sobre el ámbito ATC. El ámbito ATC se constituye:

- De la línea con todas las comunicaciones entre las dos vías.
- De los cocheras administrados en modo automático.

Se distingue:

- TEC para Trenes Equipados Comunicantes: Trenes que pueden transmitir su localización al ATS.
- TNC para Trenes No Comunicantes: Trenes no equipados o trenes equipados que no proporcionan su localización al ATS (como consecuencia de una avería).

El ATS establece la "cartografía" de la vía desde dos fuentes de información:

- Localización de la parte delantera del tren, transmitida por el equipo ATC embarcado (EE) de los TEC.
- Estado de los circuitos de vía y posición de las agujas reportado por el Enclavamiento.

La cartografía de la vía está representada en forma de Bloques de Seguimiento (BS):

- los BS constituyen un reparto lógico de la vía más fino que el reparto en CdV.
- el tamaño de los BS garantiza que hay una sola cabeza de TEC por BS.
- los límites de CdV son límites de BS.

El seguimiento del ATS permite:

- conocer la posición de cada tren para las otras funciones del ATS (realizar itinerarios, regular la línea, etc.) y para las del SCADA.
- indicar la posición de los trenes al operador de tráfico.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.1.1 Lista de Seguimiento de los Trenes

El seguimiento del ATS es efectivo en el conjunto del ámbito ATC (en toda la línea y sobre una parte de las cocheras) para todos los trenes equipados y no equipados que estén en la lista de seguimiento. Esta lista de seguimiento se modifica:

- Cuando un tren entra o sale del ámbito ATC
- Cuando el operador de tráfico añade o suprime un tren en el seguimiento
- Cuando se detecta un tren en un CdV no ocupado
- Entrada / Salida de la zona de cochera automatizado

La zona de entrada/salida del cochera automatizado se llama zona de transferencia.
En cuanto se shunta un CdV de la zona de transferencia se introduce automáticamente un nuevo tren en la lista de seguimiento.

5.1.1.1.2 Adición/Supresión de un Tren en la lista de seguimiento por el Operador de Tráfico

El operador de tráfico tiene la posibilidad de añadir un identificador de tren a un CdV shuntado que no tenga asociado un BS. (por ejemplo, como consecuencia de una división en línea de dos trenes).

El operador de tráfico puede también suprimir el identificador asociado a un BS (por ejemplo, como consecuencia del acoplamiento en línea de dos trenes).

5.1.1.1.3 Seguimiento de los Trenes No Comunicantes (TNC)

El seguimiento de los TNC se basa en el estado de ocupación de los CdVs y en el estado de las agujas. La cartografía se actualiza por: Shuntado de un CdV o liberación de este.

Cuando un CdV es shuntado o liberado, el ATS modifica la cartografía en función del estado de sus CdVs vecinos, teniendo en cuenta la posición de posibles agujas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.1.4 Seguimiento de los Trenes Equipados y Comunicantes (TEC)

El CdV sigue tanto a los TEC como a los TNC. El seguimiento es refinado teniendo en cuenta la localización de su parte delantera. Cuando la localización recientemente recibida de un tren está situada sobre un BS diferente del destinado a este y si el CdV de este BS está shuntado, el identificador del TEC es transferido del antiguo al nuevo BS. El ATS ignora la localización situada sobre un CdV liberado cuando se actualiza el seguimiento.

5.1.1.1.5 Sentido de Marcha de los Trenes Seguidos

Se asocia un sentido de marcha a los trenes:

- TEC: sentido transmitido por cada equipo embarcado (EE);
- TNC: sentido deducido del desplazamiento realizado entre el BS ocupado anteriormente y el BS ocupado actualmente. Cuando el TNC entra en un lugar de transferencia, toma como sentido de marcha el sentido de entrada en el ámbito ATC.

Este sentido de marcha permite aclarar ambigüedades en la liberación de CdVs.

5.1.1.2 Descripción de una misión y de una LS

Una misión define, para cada tren, origen, destino, un trayecto y acciones que el tren debe realizar (paradas en las estaciones y retorno). El operador de tráfico a través del ATS elabora las misiones.

Una misión es enviada al equipo ATC embarcado en forma de una o de varias "Líneas de Servicio" (LS).

Cada LS:

- Orienta al tren: Define la dirección del tren
  Una LS indica la trayectoria de un tren que no da la vuelta. Por ello, una misión de retorno implica dos LS: una para cada sentido de circulación.
- Consta de una lista de andenes donde debe pararse, o de zonas de transferencia donde una pasarela permite al conductor subir o bajar del tren.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- A cada parada en un andén se asocian dos atributos:

  - Parada en la estación.
  - Fin de misión.

- Eventualmente consta de una lista de puntos de fin de misión diferentes del andén donde debe parase, que pueden ser zonas de retorno o zonas de garaje.

Cuando el tren en modo automático llega a uno de estos puntos, el tren se para esperando recibir del ATS una nueva LS, mientras tanto, está sin misión.

5.1.1.2.1 Parámetros de una Misión

Una misión tiene los siguientes parámetros:

- El origen: estación, lugar de retorno o lugar de cochera.
- El destino (estación, lugar de retorno o lugar de cochera).
- Los eventuales puntos de paso obligados.
- Los andenes por donde tiene que pasar.
- Los eventuales puntos de retorno internos a la misión.

5.1.1.2.2 Renovación Automática de Misión

La renovación automática de misión se realiza cuando un PCD está activo. En cada asignación por el ATS de una LS a un tren, este recibe la misión asociada al LS.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.2.3 Renovación Manual de una Misión

El operador de tráfico puede:

- Cancelar la misión actual de un tren o modificar sus parámetros.
- Asignar manualmente una misión a un tren sin misión. Esta asignación es posible:
    - Cualquiera que sea la posición del tren
    - Cualquier tipo de tren

Si el operador de tráfico quiere cambiar la misión actual de un tren, le asigna una nueva misión a este.

En las cocheras administradas automáticamente por el ATS, el operador de tráfico puede asignar una misión de inyección a cualquier tren de la cochera. El ATS debe especificar el origen y el destino de la misión para el tren elegido.

Del mismo modo, puede asignar una misión de retirada hasta el destino de su elección.

El ATS no realiza ningún control sobre las misiones asignadas manualmente a un tren por el operador de tráfico.

Para anticipar los movimientos posteriores de un tren, el operador de tráfico puede asignar varias misiones a un mismo tren; en este caso, el origen de cada misión debe corresponder al destino de la misión anterior.

La asignación manual de una misión a un tren es especialmente útil para el equilibrio de las cocheras antes del comienzo de la explotación, el envío no programado de un tren al taller para mantenimiento y para la inyección y la retirada de trenes como consecuencia de retrasos en la vía.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.2.4 Administración de las Misiones

Cualquier tren, equipado o no, recibe una misión para desplazarse en el ámbito ATC. La misión describe las características de un desplazamiento entre un origen y un destino. Cada misión es definida por:

- El origen: este origen puede ser un andén, una estación, un lugar de retorno, un lugar de cochera administrado automáticamente por el ATS
- El destino: este destino puede ser del mismo tipo que el origen.
- Los eventuales puntos de paso obligados
- Los andenes donde el tren tiene que pararse
- Los eventuales puntos de retorno.

Para un TNC, el ATS transmite al EE todos los parámetros de la misión excepto el origen y los puntos de paso obligados que sirven al mando de los itinerarios.

Para un TEC, son el origen, el destino y los puntos de paso obligados pertinentes, para permitir el mando automático de los itinerarios.

El operador de tráfico, o ATS, puede automáticamente asignar una misión a un tren que no la tiene o que la ha perdido:

- Una misión del "operador" puede asignarse al tren en cualquier punto entre el origen y el destino.
- El ATS asigna una misión automáticamente a los trenes introducidos en el PCD activo, por medio de una LS. (el PCD define todos los movimientos de los trenes para el día en curso). Las terminales de fin de línea están asociadas a las LS de explotación con pasajeros, también las LS de retorno, de inyección desde cochera y de retirada hacia esta.

Si el operador de tráfico la introduce manualmente o, se hace de manera automática desde el PCD, ésta misión queda asociada al tren hasta:

- La detección del tren en el destino de la misión (caso normal)
- Su supresión por el ATS (automáticamente, en modo degradado) o por el operador de tráfico, manualmente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El operador de tráfico puede:

- Cancelar o modificar la misión actual de un tren
- Asignar manualmente una misión a un tren sin misión.

5.1.1.2.5 Organización de las Misiones

Un tren no puede circular en modo automático (MTO o ATO) si no dispone de una misión (especialmente en el caso de la parada progresiva de la explotación). El ATS le transmite esta misión cuando llega al final de su misión precedente (caso normal), o cuando una nueva misión debe sustituir a la anterior (situación excepcional, por ejemplo en el establecimiento de un Servicio Provisional).

Cuando el tren llega al final de su misión precedente, si el ATS no le ha asignado una nueva, permanecerá detenido en espera de misión. Es generalmente el caso de los trenes detenidos en cochera o en una zona de transferencia.

5.1.1.2.5.1 Mando de cancelación de una LS en curso.

El ATS tiene la posibilidad de cancelar una misión en curso.

Cuando el equipo ATC embarcado recibe un mando de anulación de misión:

- Cancela inmediatamente todo la LS en curso o la memorizada.
- Encarga la parada inmediata del tren (en frenado de servicio).

5.1.1.2.5.2 Parada en estación

- Un tren en modo MTO, ATO o ATPM sólo es autorizado a entrar en estación si el andén está completamente libre o si el tren que todavía está en el andén ya arrancó en modo MTO, ATO o ATPM.
- Un tren en el andén en modo MTO, ATO o ATPM es autorizado a irse del andén sólo si está seguro de poder liberar completamente el andén para el próximo tren.
  Esta obligación puede cancelarse por el TC con el modo de Obligación de Salida del operador tráfico.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.2.5.3 Parada o bloqueo de un tren en estación

La parada o el bloqueo de un tren en estación puede obtenerse por varios tipos de mecanismos:

- Petición de paro a la próxima estación.
- Mando de bloqueo en estación

5.1.1.2.5.4 Solicitud de parada en próxima estación

El ATS dirige la solicitud de parada en la próxima estación al equipo ATC embarcado. Este mando produce los siguientes efectos:

- En modo MTO o ATO, el equipo ATC embarcado para automáticamente el tren en la próxima estación si dispone de una distancia de frenado de servicio adecuada entre el punto de paro en el andén y su posición actual.
- En ATPM, la indicación de la parada a la próxima estación se indica a la atención del conductor en su pantalla EE, pero el conductor está libre de respetarlo o no: el sistema no efectúa ningún control sobre la marcha del tren.
- En MTO, en ATO o en ATPM, la parada a una estación como consecuencia de una solicitud de parada a la próxima estación se considera como una parada normal y se autoriza la apertura de las puertas.

5.1.1.2.5.5 Bloqueo en estación (Train Hold)

El bloqueo de un tren en estación resulta de un mando nominativo dirigido por el ATS al equipo ATC embarcado.

Este mando tiene por origen:

- Una orden (TC) de bloqueo del andén del operador tráfico.
  La orden (TC) de cancelación del bloqueo del andén anula dicho bloqueo.
- La detección por el ATS de una situación "de acumulación" después de la estación que requiere una retención de los trenes en estación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La cancelación del bloqueo está entonces asegurada, bien automáticamente por desaparición de la situación "de acumulación", o bien por el operador de tráfico forzando la salida del tren.

Este mando produce los siguientes efectos:

- Impide la salida en MTO y en ATO de los trenes parados en el andén.
- Se mantiene la autorización de apertura de las puertas aunque se rebase el tiempo de estacionamiento mientras subsista el bloqueo en estación.
- En ATPM, la indicación de "tren bloqueado en estación" se presenta en la pantalla del EE, pero el conductor es libre de respetarla o no: Puede irse en ATPM, pero no en ATO, mientras subsista el bloqueo en estación.
- En ATPR, no se proporciona ninguna indicación al conductor.

5.1.1.2.5.6 Parada en estación

La apertura de las puertas en modo MTO o ATPM sólo es posible cuando el tren está parado en la proximidad de su punto normal de parada.

En caso de parada fuera de esta zona, no se autoriza la apertura de las puertas. Se pueden presentar varios casos:

- Si el tren se para fuera de la zona de apertura de las puertas mientras que la parada en esta está prevista en la misión, el equipo ATC embarcado envía una alarma "Falta Estación" hacia el ATS.
  El equipo ATC embarcado no autoriza la apertura de las puertas.
- Si el tren está en MTO, permanece bloqueado con las puertas cerradas hasta que un operador de tráfico envíe una orden (TC) de obligación de Salida.
- Si el tren está en ATPM, permanece bloqueado con las puertas cerradas hasta que el conductor aprieta el pulsador "Salida en ATO", lo que causa la salida del tren en modo ATO, o hasta que el conductor arranque en modo ATPM.
- Si el tren se para más allá de esta zona, el tren en modo MTO vuelve a arrancar automáticamente para intentar una parada en la zona.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

En modo ATO, el tren vuelve a arrancar para intentar una parada en la zona cuando el conductor aprieta el pulsador "Salida en ATO". En modo ATPM el conductor puede también realizar este movimiento.

- Si el tren en modo ATPM cruzó una estación sin parar y esta estaba prevista en su misión, se transmite una alarma "falta estación" al ATS.

La zona definida cómo zona “normal” de parada del tren en estación significa que la apertura de las puertas es posible.

5.1.1.2.5.7 Paradas en otros puntos de parada de la misión

Aparte de las estaciones donde el tren debe pararse, los otros puntos de parada definidos en la misión de un tren son los puntos de "Fin de Misión".

Los puntos de "Fin de Misión" se constituyen de:

- puntos de retorno
- emplazamientos de garaje
- zonas de transferencia
- términos de llegada o de salida.

Estos puntos se definen en la LS a disposición del equipo ATC embarcado.

5.1.1.2.5.8 Parada del tren en punto de Fin de misión.

El tren en modo MTO o ATO se detiene automáticamente en el primer punto de fin de misión encontrado en su trayecto. Observemos que esta definición permite la utilización de varias zonas de retorno dispuestas en diferentes vías sin que sea necesario transmitir una nueva LS al tren.

Cuando el tren se para correctamente en tal punto, termina su misión en curso y permanece inmovilizado en espera de una nueva LS. Informa al ATS por el envío de una indicación (TM).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El tren se considera parado en su punto de fin de misión cuando está parado a una distancia inferior a la tolerancia de apertura de las puertas para las estaciones o a otro valor predefinido para los garajes y las otras paradas (a definir).

El equipo ATC embarcado considera que su misión está acabada si se para:

- antes del punto de fin de misión, a una distancia inferior o igual a esta tolerancia.
- o después del punto de fin de misión.

En caso de parada corta por debajo de la tolerancia de parada:

- en modo MTO, el tren vuelve a arrancar automáticamente para intentar pararse correctamente.
- en modo ATPM, el conductor es informado por la pantalla del EE de que no ha alcanzado su destino: Apretando el pulsador "Salida en ATO", el tren vuelve a arrancar para intentar pararse correctamente. El conductor puede también reajustar el tren en ATPM.

En caso de parada larga después de llegar al punto de parada de fin de misión a una distancia superior a la de tolerancia, se envía una alarma al ATS.

5.1.1.2.5.9 Autorización de apertura de las puertas.

- Si el punto de parada de fin de misión no se sitúa en una zona donde la apertura de puertas puede autorizarse (información de seguridad solamente disponible en estaciones y zonas de transferencia), el equipo ATC embarcado no suministra la autorización de apertura de las puertas.
- Si el punto de parada de fin de misión se sitúa en una zona donde está autorizada la apertura de puertas, pero este punto de parada no está asociado a una LS, el equipo ATC embarcado autoriza la apertura de las puertas cuando el tren está parado.
  Por el contrario, cuando el conductor o un operador de tráfico solicitan la reapertura de puertas, el equipo ATC embarcado autorizará la apertura de estas.
  Si por el contrario, el punto de parada de fin de misión es asociado a una parada en estación, la apertura de las puertas se autoriza durante el tiempo de estacionamiento predefinido (parámetro fijo), y se manda el cierre de las puertas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Es posible obtener la autorización de apertura de las puertas a petición del conductor o mediante una orden del ATS (TC) de reapertura.

5.1.1.2.5.10 Recepción de un nuevo "Conjunto de acciones".

Cuando el tren recibe una nueva misión, puede ocurrir:

- Si el lugar donde se encuentra el tren no se designa en la nueva LS como una estación que debe servirse y si las puertas están abiertas, el equipo ATC embarcado inicializa la secuencia de cierre de las puertas.
- Si el lugar donde se encuentra el tren se designa en la nueva LS como una estación que debe servirse, el equipo ATC embarcado inicializa el tiempo de estacionamiento y autoriza la apertura de las puertas durante la duración del estacionamiento como para una llegada a una estación que debe servirse.
- Si la orientación de la nueva misión se opone a la orientación del tren, cuando este último está en MTO, el equipo ATC embarcado encarga el retorno del tren.

5.1.1.3 Programa de circulación diario PCD

Un PCD contiene una lista de los movimientos programados de los trenes en la línea, incluidos los movimientos de retorno a la terminal, de inyección a línea desde la cochera y de retirada hacia esta. Una Línea de Servicio (LS) define cada movimiento y describe el punto de salida así como la hora de salida, la lista de los andenes que deben servirse, así como la hora de llegada y de salida de estos andenes y la terminal de llegada.

Un mismo PCD permite administrar las diferentes terminales que pueden ser de final de línea o intermedias. Así es posible administrar las distintas misiones de un tren en la línea. En el PCD se describe cada misión de un tren con las LS específicas, de esta forma es posible definir las diferentes características para cada misión de un tren, como el intervalo entre trenes.

El papel del operador de planificación es el de crear nuevos PCD a partir de PCD existentes. Todas estas operaciones se realizan "off-line", sin ningún impacto en la explotación de los trenes del día en curso.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El papel del operador de tráfico es administrar la explotación de los trenes para el día en curso. Para esto, al principio del día, el operador elige, entre el conjunto de los PCD disponibles para ATS, un PCD de referencia para el día de explotación. Esta elección depende del tipo de día (día de semana, fin de semana, festivo, etc.) pero puede también depender de acontecimientos particulares que requieran el aumento o la disminución del número de las misiones de un tren. Cuando el operador de tráfico valida el PCD de referencia elegido, este PCD se convierte en el PCD activo y el día de explotación comienza con:

- Inyección de los trenes para las primeras misiones, al comienzo del servicio.
- Idas y vueltas de trenes entre las distintas terminales con retorno en los extremos.
- Retirada e inyección de trenes para asegurar las distintas reducciones y/o aumentos de carga de viajeros.
- Retirada de todos los trenes después de las últimas misiones, al final del servicio.

Cuando acaba la explotación diaria, el PCD en curso se cierra.

El operador de tráfico puede en cualquier momento modificar el PCD en curso. En particular, como consecuencia de un retraso significativo de los trenes, puede cancelar las LS no realizadas bien eliminándolas manualmente o cancelando el PCD.

5.1.1.3.1 Parámetros del PCD

Un grupo de LS constituye un PCD. Cada LS tiene los siguientes parámetros:

- Terminal de salida.
- Terminal de llegada que es necesariamente la terminal de salida para otros LS de ese tren.
- La misión que debe aplicarse:
    - Tiene por origen la terminal de salida de la LS
    - Tiene por destino la terminal de llegada de la LS
    - Contiene la lista de las estaciones en las que debe parar el tren, así como la lista de los eventuales puntos de retorno.
- La hora de llegada y la hora de salida en cada uno de los andenes en los que debe pararse el tren así como para los terminales de salida y de llegada.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Para una LS de inyección desde una cochera administrada automáticamente por el ATS, la terminal de salida tiene las siguientes particularidades:

- Se especifica la cochera pero sin mencionar el lugar específico;
- La hora de salida especificada es la que permite llegar al terminal de llegada a la hora de llegada saliendo del lugar más alejado de la cochera.

Del mismo modo, para una LS de retirada hacia una cochera administrada automáticamente por el ATS, la terminal de llegada tiene las siguientes particularidades:

- Se especifica la cochera pero sin mencionar el lugar específico;
- La hora de llegada especificada es la que permite llegar del lugar más alejado de la cochera saliendo del terminal salida a la hora de salida especificada.

El ATS determina automáticamente el lugar de cochera específico y lo asocia a la hora de salida de este lugar.

5.1.1.3.2 Elaboración y Modificación de un PCD

El operador de planificación puede generar un nuevo PCD desde una consola ATS del simulador de formación definiendo cada LS.

Para cada LS, se determina:

- Las terminales de salida y de llegada
- La hora de salida de la terminal de salida
- Para cada interestación, la duración del trayecto eligiendo entre los 4 tipos de marcha predefinidos
- Para cada andén intermedio en el que el tren debe detenerse, el tiempo de estacionamiento.

Una vez generado, este nuevo PCD se almacena en el ATS. Puede comprobarse utilizando el simulador de formación y podrá ser elegido como PCD de referencia para un próximo día de explotación. El operador de planificación puede también en cualquier momento suprimir un PCD almacenado en el ATS.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Además puede modificar un PCD (adición de LS y/o modificación de los parámetros de las LS). Tras la modificación, este PCD modificado se almacena en el ATS en el lugar y emplazamiento del precedente y el operador de planificación podrá de nuevo comprobarlo en el simulador.

- Cancelar una LS: el ATS acepta esta cancelación, sólo si la LS ya no está asignada a un tren.
- Modificar los parámetros de una LS:

    - Para una LS todavía no destinada a un tren, se puede modificar cada uno de sus parámetros.
    - Para una LS ya asignada a un tren pero aún no terminada, ninguna modificación es posible en el PCD en curso.

Las modificaciones introducidas al PCD en curso no afectan al PCD de referencia y por lo tanto no pueden ser comprobadas por el simulador.

5.1.1.3.3 Aplicación de un PCD

Al validar un PCD de referencia para el día en curso, el ATS lo activa. Éste es idéntico al PCD de referencia pero podrá modificarse posteriormente como consecuencia de las modificaciones puntuales realizadas por el operador de tráfico.

5.1.1.4 Control de los itinerarios

Todos los itinerarios del ámbito ATC pueden controlarse de dos maneras diferentes desde el ATS:

- Mando automático: el ATS controla los itinerarios de manera automática cuando el tren se acerca al itinerario de su misión en curso.
- Mando manual: el operador de tráfico controla los itinerarios.

El mando manual es siempre posible; el operador de tráfico puede inhibir el mando automático para todos los itinerarios de un Enclavamiento (IL).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.4.1 Inyección/Retirada de trenes y Organización de las Cocheras

5.1.1.4.1.1 Inyección/retirada

El PCD del día describe todas las inyecciones y retiradas de trenes que deben ser realizadas durante el día para asegurar en cada cochera las fases de aumento y reducción de carga.

Aparte de las inyecciones y de las retiradas programadas en el PCD, el operador de de tráfico se encarga de realizar manualmente todas las inyecciones y retiradas suplementarias:

- En caso de mantenimiento de un tren.
- En caso de retirada manual de un tren para un envío a mantenimiento.
- En caso de retraso de los trenes en una vía, el operador de tráfico podrá inyectar uno o varios trenes para evitar los retrasos en la otra vía.
- En caso de supresión de la LS de inyección/retirada, para compensar un retraso mayor en el momento de un cambio de intervalo (reajuste del horario), el operador de tráfico deberá inyectar o retirar manualmente un número de trenes igual al número de las LS suprimidas.
- A la salida del modo degradado, el operador de tráfico deberá inyectar o retirar trenes en cada terminal (incluso en las terminales intermedias) para restablecer un carrusel conforme al PCD.

La retirada automática de un tren es descrita en el PCD por una LS de retirada.

5.1.1.4.1.2 Restricciones geográficas

Esta función permite prohibir cualquier movimiento de los trenes en una zona predefinida. Para aquellos que circulan en modo ATPM, ATO o MTO (suspensión total), o prohibir el acceso a los trenes sin conductor (suspensión del modo MTO).

Esta función permite también al operador de tráfico imponer a los trenes una restricción temporal de velocidad en una zona de la que puede definir los límites.

La cancelación de estas obligaciones por el operador tráfico es realizada por una orden de seguridad desde el ATS.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Una suspensión geográfica no afecta a un tren que circule en modo ATPR o manual BYPASS.

Definición de las zonas de autorización de marcha.

Se aplica una suspensión total o una suspensión del modo MTO en una o varias zonas predefinidas y descritas en los datos básicos del sistema: Las zonas de autorización de marcha (ZAM).

Estas zonas cubren el conjunto del ámbito CBTC. Cada una de estas zonas respeta la siguiente definición:

- Una zona de autorización de marcha cubre cada una de las vías de la estación.
- Este recorte permite prohibir la entrada en estación de un tren controlado por el CBTC cuando se abre el cerrojo de una puerta del andén mientras que ningún tren está presente en el andén.
- Permite también prohibir el acceso a un andén en caso de establecimiento de una VUT en una estación (prohibición de un andén).
- Una zona de autorización de marcha por interestación, por subsección eléctrica (si existe comunicación entre vías en esta subsección) y por vía.
- Esta delimitación permite al operador consignar una interestación completa, o permitir el establecimiento de un servicio provisional, de una única vía temporal o de una lanzadera.
- Una zona de autorización de marcha por zona de garaje.

Esta delimitación permite al operador consignar el conjunto de un garaje.

5.1.1.4.1.3 Suspensión total

La suspensión total tiene como fin prohibir la marcha de un tren en modo ATPM, ATO o MTO en una o varias zonas de autorización de marcha.

Una suspensión total puede mandarse:

- En una interestación dada (o sobre una zona de garaje) por mando del operador tráfico.
- La suspensión es aplicada hasta que el operador pida su cancelación.
- El operador puede aplicar esta suspensión:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- En las dos vías de una interestación,
- solamente sobre una de las vías de esta interestación si tiene la intención de instalar una única Vía Temporal en la vía no suspendida,
- solamente en una parte de la interestación para permitir el establecimiento de un servicio provisional y suspender el resto de la interestación.

La ZAM que permanece establecida es delimitada por la subsección de alimentación que engloba la comunicación entre las vías y el lugar de retorno correspondiente.

- La orden desde ATS del operador tráfico cancela la suspensión, cuando el defecto de control de bloqueo de las puertas del andén desaparece o cuando este control se inhibe en caso de reanudación a nivel local del control de estas Fachadas de Andén. Este modo es de seguridad.

Cuando se suspende completamente un ZAM, se prohíbe la entrada a los trenes que circulan en modo ATPM, ATO o MTO: la entrada a la zona es designada como punto que el ATP debe proteger prohibiendo su paso en seguridad.

Se envía un frenado de emergencia a todos los trenes que se inscriben parcial o completamente dentro de esta ZAM y en uno de estos modos de conducción. El frenado de emergencia sólo puede cancelarse si la suspensión de la zona en la cual el tren se localiza es cancelada, o si el conductor selecciona el modo ATPR o el modo manual BYPASS.

El ATS para automáticamente los trenes que circulan en modo MTO en la estación situada antes de la zona suspendida y cualquier salida en modo automático de esta estación está prohibida mientras la suspensión no se cancele.

5.1.1.4.1.4 Regulación de la línea

El ATS se encarga de la regulación centralizada de la línea, actúa sobre los trenes que deben regularse mediante dos tipos de consigna: el tiempo de estacionamiento en el andén y la velocidad del tren en interestación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.4.1.5 Acontecimientos de regulación

- El EE elabora los acontecimientos de regulación en cualquiera de los modos de conducción. El ATS sólo tiene en cuenta estos acontecimientos para los trenes sometidos a la regulación ATS.
- El EE detecta todas las llegadas en estación e informa al ATS acerca de un "acontecimiento de llegada". Este acontecimiento se fecha en el referencial horario del ATS en el momento en que el EE autoriza la apertura de las puertas de tren.
- El EE detecta todas las salidas de estación e informa al ATS acerca de un "acontecimiento de salida". Este acontecimiento se fecha en el referencial horario del ATS en el momento en que el tren está en movimiento (el ATC debe filtrar las eventuales salidas en falso del tren, que no corresponden a una salida efectiva de este).

5.1.1.4.1.6 Tiempo de estacionamiento

- El EE recibe la hora de salida teórica por TC del ATS (para cada andén servido).Deduce el tiempo de estacionamiento (cualquier modo de conducción que sea)
- En modo MTO, este tiempo condiciona la secuencia de arranque automático
- En modo ATO/ATPM, es una indicación para el conductor
- En modo ATPR: no hay ninguna indicación para el conductor
- En ausencia de orden (TC) del ATS:
- En modo MTO: El EE aplica un tiempo de estacionamiento predefinido (común a los todos andenes).
- En los modos ATO/ATPM/ATPR: Ninguna indicación se proporciona al conductor que tiene la iniciativa de la salida.

5.1.1.4.1.7 Consigna de marcha en interestación

La función de regulación centralizada ATS define el tiempo de trayecto de los trenes entre las estaciones. Este tiempo se elige entre un número limitado y predefinido de tiempos de trayecto para cada interestación.

La marcha tensa, en una interestación, es la marcha del tren obtenida minimizando el tiempo de trayecto (en vía libre, a la velocidad máxima permitida por la infraestructura).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

A partir de la marcha máxima, la explotación define otros tipos de marcha: normal/baja etc. Estos otros tipos de marcha se definen a partir de la marcha máxima con ayuda de las normas del tipo: "el tiempo de trayecto en marcha normal es igual al tiempo de trayecto en marcha alta más de 5 segundos por kilómetro recorrido".

Los tipos de marcha elegidos en la Línea objeto de este proyecto, son:

- alta
- rápida
- normal
- baja

El EE no utiliza ninguna consigna de tiempo de trayecto. Para una aplicación simple, se ajusta a una consigna de marcha definida por una velocidad máxima en la interestación (o velocidad de crucero).
Para un tipo de marcha y una interestación dada corresponde una consigna de marcha. Esta consigna se determina en una simulación *off-line.*

El EE utiliza la velocidad de crucero para información del conductor en modo ATPM, y para consignar la velocidad del tren en modo MTO/ATO.

En ausencia de una consigna del ATS, el EE toma la marcha más alta siguiente a la velocidad de crucero previamente fijada con respecto a la velocidad máxima del tren.

Una LS es definida, por defecto, con los parámetros "normales" es decir, con un tiempo de estacionamiento nominal y una marcha rápida, baja o normal.

La elaboración de las consignas de regulación para un tren se basa en las horas teóricas de llegada y de salida en cada andén especificadas en la LS. En caso de retraso, el ATS contribuye a la recuperación del retraso reduciendo, en primer lugar, el tiempo de estacionamiento y luego acelerando el paso en interestación.

En caso de mayores retrasos (de algunos minutos), ya no es suficiente con utilizar estos parámetros. La intervención del operador de tráfico se hace entonces indispensable para cancelar las LS del PCD que ya

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

no pueden ser realizadas: se trata entonces de un reajuste del horario. Para permitir este reajuste horario, el ATS genera una alarma de retraso dirigida al operador de tráfico.

5.1.1.4.1.8 Evaluación de las horas de salida del andén y de la velocidad en interestación

5.1.1.4.1.8.1 Tren "regulado" o "no regulado" en un andén

Un tren afectado por una LS es "regulado" en un andén si:

- La LS describe la parada en este andén
- El operador de tráfico no pidió explícitamente que este tren fuera "no regulado".

Un tren que no tiene una LS es "no regulado" en todos los andenes.

5.1.1.4.1.8.2 Cálculo de la hora de salida

La hora de salida de un andén es evaluada, para un tren determinado, en función de su LS:

- Si el tren es " regulado" en este andén, el ATS alinea la hora de salida del tren a la hora teórica de salida de su LS; esta hora de salida es ajustada considerando las obligaciones siguientes:
    - El tiempo de estacionamiento en el andén no puede ser reducido más de un margen de reducción de estacionamiento definido para este andén con relación al tiempo de estacionamiento definido en la LS.
    - El tiempo de estacionamiento en el andén debe estar incluido entre los tiempos de estacionamiento mínimo y máximo definidos para este andén.

- Si el tren es "no regulado" en este andén, el ATS deduce la hora de salida del tren añadiendo el tiempo de estacionamiento nominal para este andén a la hora real de llegada del tren.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

En todos los casos, un mando de salida inmediata del operador de tráfico para el andén, fuerza la hora de salida del tren a la hora actual. Si el operador de tráfico manda la salida inmediata demasiado pronto y no garantiza un tiempo de estacionamiento mínimo en el andén, entonces la hora de salida del tren es deducida por el ATS añadiendo el tiempo de estacionamiento mínimo para este andén a la hora real de llegada del tren.

5.1.1.4.1.8.3 Cálculo de la velocidad en la interestación

Cuando un tren sale de un andén, la velocidad en la interestación se evalúa, para un tren dado, en función de la hora real de salida del tren del andén:

- Si el tren es "regulado" en este andén, el ATS calcula la diferencia entre la hora real de salida y la hora teórica de salida de la LS del tren:
- Si el operador ATS mandó la “marcha de baja adherencia” en la interestación, el ATS elige la marcha baja.
- Si no:
    - Si esta diferencia es inferior al umbral de retraso definido para este andén, entonces el tren llega a la hora y en consecuencia la velocidad que debe adoptarse es la velocidad descrita en la LS.
    - En caso contrario, el tren es considerado retrasado y el ATS elige, entre los 4 tipos de marcha, la que le permite recuperar el retraso del tren constatado. Si ninguna velocidad es bastante rápida, entonces el ATS elige la marcha máxima.

- Si el tren es " no regulado" en este andén, el ATS aplica:
    - Si el operador ATS mandó la marcha de baja adherencia en la interestación, el ATS elige la marcha baja.
    - Si no:
        - La velocidad es la que definió el operador de tráfico en el caso de haber definido una previamente.
        - En caso contrario, la velocidad normal (valor por defecto).

El operador de tráfico puede modificar el umbral de retraso para cada andén.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.4.1.9 Reajuste del horario

El ATS genera una alarma para un tren dado cuando se considera que tiene retraso según los criterios siguientes:

- El tren está incluido en una LS.
- El tren aún no llegó a un andén de la línea cuando ya debía haber llegado.

Cuando la alarma se activa, el operador de tráfico debe intervenir en el PCD suprimiendo la/s LS correspondiente/s, puesto que la regulación por reducción del tiempo de estacionamiento y la aceleración en interestación no permitirá recuperar este retraso.

El operador de tráfico tiene la posibilidad de aplicar un "Reajuste" del PCD en curso, cuyos efectos son los siguientes:

- Todas las LS que no están asignadas a un tren y cuya hora de salida de la terminal es previa a la hora actual, son suprimidas. Esto es aplicable a las LS de servicio comercial, pero también a las LS de retorno, de inyección y de retirada.
- Para cada terminal, al final de la línea y en línea, el ATS indicará al operador de tráfico el número de trenes que deben ser inyectados o retirados, haciendo la diferencia entre el número de las LS de inyección y/o de retirada suprimidas.

5.1.1.4.1.10 Administración del bloqueo en andén

Cualquier tren puede ser bloqueado en el andén, con las puertas abiertas, bien automáticamente por el ATS para prevenir la acumulación de trenes, o bien por el operador de tráfico:

- El operador de tráfico puede activar el bloqueo manual de un tren en un andén. Se desactiva con el correspondiente “desbloqueo” del operador de tráfico.

Cuando un tren es bloqueado en un andén debido a una “no acumulación”, ó por mando del operador de tráfico, este puede cancelar el bloqueo del tren por el mando de salida inmediata, aunque las condiciones de bloqueo estén presentes.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.4.1.11 Transmisión de las consignas de las regulaciones al ATC

El ATS transmite las consignas de regulación al EE del tren en cuestión:

- La hora de salida del andén es transmitida al EE después de la parada del tren en andén. La hora puede también ser transmitida de nuevo en caso de nuevo valor como consecuencia de una evaluación por el ATS.
- La velocidad del tren en la interestación es transmitida como una velocidad límite máxima, en cuanto el tren salga del andén.

5.1.1.4.2 Administración de los Modos Degradados

El operador de tráfico establece los modos degradados. Así mismo, es él el que decide volver a un funcionamiento normal.

Se presentan tres tipos de modos degradados:

- Servicio Provisional (SP) que permite la explotación en las dos vías en una parte de la línea. Esta operación es realizada por la aplicación de un PCD específico.
- Vía Única Temporal (VUT) permite la explotación en una sola vía en un tramo de la línea. Esta operación puede ser realizada por la aplicación de un PCD específico.
- Lanzadera que permite a un tren de hacer idas y vueltas en una vía entre dos puntos. Esta operación se administra de la misma manera que un SP.

Estas explotaciones en modos degradados pueden ser combinadas como sigue:

- Dos SP en dos partes distintas de la línea.
- Un SP y una lanzadera.
- Un SP con una VUT en una parte del SP.

Cuando se produce una situación particular que requiere la aplicación de un modo degradado, el ATS, con el fin de ayudarlo en su decisión de aplicación del modo degradado más conveniente, proporciona al operador de tráfico las informaciones predefinidas siguientes:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Intervalo mínimo realizable a partir de un terminal "nominal" de extremo de línea.
- Para un SP, una lista indicando el intervalo que será realizado en función del número de trenes.

5.1.1.4.2.1 Organización y cancelación de un Servicio Parcial (SP) o de una Lanzadera

5.1.1.4.2.1.1 Organización de un SP o de una lanzadera

El operador de tráfico define los andenes o las estaciones que son terminales de llegada del SP que él establece. Antes de activar el SP o la lanzadera, el operador de tráfico se encarga de:

- Bloquear los trenes alrededor y en el ámbito del SP/lanzadera.
- Para un SP: Inyectar o retirar los trenes, para disponer del número deseado.
- Para una lanzadera: Asegurar que un único tren ocupa la zona de lanzadera.
- Destruir todos los itinerarios, ya trazados, que son incompatibles con el SP o la lanzadera a establecer.

El operador de tráfico puede, en cualquier momento, modificar la lista de las LS del PCD, así como el intervalo de regulación asociado.

5.1.1.4.2.1.2 Cancelación de SP y de Lanzadera (regreso a la explotación normal en el conjunto de la línea)

Para restablecer la explotación normal en el conjunto de la línea conforme al PCD, el operador de tráfico aplica de nuevo el PCD de referencia para el día en curso.

Los efectos inducidos son los siguientes:

- Todos las terminales SP activadas previamente, son desactivadas.
- En el PCD en curso, todas las LS de SP o las lanzaderas son sustituidas por las del PCD de referencia, a partir de la hora actual.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- El ATS cambio de destino a los trenes que tienen una LS.
- Todos los trenes son de nuevo regulados en cada andén, regulándose el horario, según el PCD activo.

Para obtener una explotación normal, el operador de tráfico es el encargado de:

- Reajustar eventualmente el PCD en curso.
- Inyectar o retirar los trenes para disponer de un número de trenes coherente con el PCD.
- Destruir todos los itinerarios de SP o de lanzadera que son incompatibles con la explotación en el conjunto de la línea.

5.1.1.4.2.1.3 Aplicación y cancelación de una VUT

Un PCD soporta una explotación en VUT. Este PCD puede ser el PCD en curso o un PCD específico. El PCD utilizado debe especificar un intervalo compatible con el de la VUT solicitada.

Antes de activar la VUT, el operador de tráfico debe:

- Asegurarse que el PCD en curso es compatible con el intervalo mínimo de la VUT.
- Asegurarse que el PCD en curso no prevé retorno de los trenes en la vía declarada en VUT.
- Destruir todos los itinerarios que son incompatibles con la VUT que debe ser aplicada.

Para activar la VUT, el operador de tráfico:

- Especifica la vía que debe utilizarse en VUT. Esta vía debe incluirse entre dos zonas de agujas adyacentes.
-

5.1.1.4.3 Almacenamiento de los Datos

El ATS almacena los principales datos de explotación y de mantenimiento de los equipos del ATC (incluso los internos del ATS) y del Enclavamiento (IL) en cada cambio de estado. Todos los telemandos enviados (TC) hacia estos equipos son también memorizados.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Además, los equipos ATC transmiten al ATS las informaciones suplementarias de ayuda al análisis de incidentes y al mantenimiento correctivo. El ATS almacena también datos de Ayuda al Diagnóstico (AD).

Cada equipo ATC asocia a estos acontecimientos la hora del sistema en el referencial GMT en el momento de su elaboración y el ATS añade la hora del sistema en el mismo referencial, en el momento de su recepción. El ATS sólo fecha los datos relativos al IL con la hora del sistema según el referencial GMT en el momento de su recepción.

El archivo de los datos es un proceso realizado instantáneamente y permanente.

El ATS puede conservar internamente estos datos durante 48 horas. Después, es necesario cargarlos en otro soporte que pueda ser leído más tarde. Así se podrán almacenar los datos durante el tiempo que se desee.

El operador de mantenimiento puede consultar estos datos. Puede también clasificar los datos de distintas maneras durante esta visualización. En particular, estos datos podrán ser clasificados por orden cronológico. Estos datos no se pueden borrar, ni modificar.

5.1.1.4.4 Simulador de Formación

El objetivo del simulador de formación es de:

- Formar el personal en la utilización del ATS.
- Probar los PCD recientemente creados o modificados.

Los equipos aplicados para el simulador de formación son distintos de los utilizados por el ATS para la explotación. En particular, el alumno y el formador disponen cada uno de una consola específica en el simulador de formación:

- El alumno tiene acceso en su consola a las mismas informaciones de explotación que un operador tráfico.
- El instructor controla lo que ocurre desde de su consola.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El simulador aplica:

- Todas las funcionalidades del ATS.
- El entorno del ATS (trenes, vía, puertas de andén, equipos ATC, etc.) simulado lo más exactamente posible: tiempo de trayecto en interestación, tiempo de parada en el andén, configuración de la vía, un modelo simplificado del tren, etc.

El simulador permite simular una situación:

- Desde una situación inicial seleccionada del archivo.
- Desde una situación creada por el instructor.

A petición del instructor, el simulador reproduce la situación en función de:

- La situación inicial (en particular, el PCD de referencia validado).
- Las funciones automáticas del ATS (como el mando automático de los itinerarios).
- Los TC (ordenes enviadas) hacia los equipos y los mandos internos del ATS por el alumno.
- Las interacciones del instructor que puede en cualquier momento:
    - Modificar la velocidad de desarrollo de la simulación (velocidad normal, velocidad acelerada, pausa, paso a paso, etc.).
    - Inyectar acontecimientos (avería de equipo, incidente de un pasajero, etc.).

Una vez acabada, la simulación puede reproducirse de nuevo en play-back para permitir el análisis de los eventuales errores del alumno.

5.1.1.4.5 Realización de Informes de Explotación

El ATS ofrece la posibilidad de establecer, cuando el operador de tráfico lo solicite, los informes de administración del sistema que evalúan las estadísticas relativas a la explotación y al mantenimiento. Por ejemplo:

- Incidentes de explotación (permitiendo, por ejemplo, evaluar la avería de una baliza de la línea).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Averías de los equipos.

Estos informes se realizan a partir de los datos de explotación almacenados en el ATS.

5.1.1.4.6 Disponibilidad

El ATS es una aplicación Informática basada en dos servidores de aplicación redundantes para permitir alcanzar una disponibilidad suficiente.

Cada servidor puede estar en modo activo o en modo pasivo. Un único servidor puede estar en modo activo en un momento dado. La administración de la redundancia está basada en la vigilancia mutua del estado de la unidad redundante. La unidad pasiva se vuelve activa cuando detecta una pérdida de comunicación con la otra unidad o cuando el operador de mantenimiento se lo encarga.

En modo activo, un servidor ATS:

- Recibe y trata las entradas del resto de equipos del sistema o de los diferentes operadores del ATS.
- Transmite las salidas hacia el resto de equipos del sistema o de los diferentes operadores del ATS.
- Transmite los datos internos hacia la unidad ATS redundante.
- Administra la interfaz con el SCADA.
- Recibe y trata la solicitud de conmutación del operador de mantenimiento.

En modo pasivo, un servidor ATS se limita a las tareas siguientes:

- Recibe los datos internos de la unidad ATS redundante y activo.
- Supervisa el estado de la unidad ATS redundante y activa.

La unidad pasiva actualiza permanentemente los datos de manera que pueda pasar a activa después de una conmutación.

Por efecto de una conmutación, la unidad recientemente activa se vuelve completamente operativa en algunos segundos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Si los dos servidores del ATS vuelven a arrancar, uno de los dos servidores se vuelve activo. Este recupera:

- Todos los parámetros introducidos por el operador (tiempo de estacionamiento por andén, etc.) que son memorizados.
- Todos los parámetros internos a los equipos del ATC (incluso el IL) mediante una solicitud del conjunto de las órdenes e indicaciones de estos equipos.

Las consolas del operador comunican siempre con el servidor activo: la conmutación del servidor ATS es pues transparente para ellas. En caso de avería de una consola, la explotación es siempre posible desde otra consola.

5.1.1.5 Administración de eventos que afectan a la operación

El subsistema ATS proporcionará funcionalidades de respuesta automática ante averías e incidentes operacionales. Existen dos formas de tomar conocimiento o identificación de averías o incidentes que afecten a la operación:

Manual, en este caso la avería o incidente es ingresada en forma manual por el operador del Centro de Control Operacional, para lo cual el subsistema ATS deberá contar con la interfaz adecuada.

Automática, cuando la avería o incidente es detectado por el propio sistema.

El subsistema ATS dispondrá de estrategias de gestión de averías e incidentes que faciliten la labor del operador del Centro de Control Operacional, después de la ocurrencia de un evento que afecte a la operación, aun cuando permita la operación restringida en modo degradado. Las opciones de estrategias de gestión estarán disponibles, como mínimo, para:

- Tren inmovilizado
- Avería de enclavamiento
- Avería de circuito de vía
- Otras condiciones que afecten a la operación

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Las estrategias de gestión serán proporcionadas al Centro de Control Operacional después de la toma de conocimiento por parte del sistema CBTC de que ha ocurrido una avería o un evento que afecte a la operación. Las estrategias de gestión proporcionarán una selección de respuestas iniciales de ayuda en el tratamiento de una avería o incidente que afecte a la operación.

5.1.1.6 Registro de datos y generación de reportes

El subsistema ATS proporcionará un sistema de registro de datos completo y de generación de reportes según lo indicado en los párrafos siguientes.

5.1.1.6.1 Registro de datos

El sistema CBTC registrará y conservará la información de alarmas, indicaciones, estados, entradas y salidas de todos los datos del Centro de Control Operacional y de los datos de terreno.

Los datos de todas estas fuentes serán registrados a lo menos cada 0,1 segundos de tiempo real, y almacenados en el servidor del sistema CBTC en el Centro de Control Operacional.

En todo equipamiento que sea posible, el equipo local del sistema CBTC asociará a cada dato la fecha y hora de cada cambio de estado.

Donde no sea posible asociar una fecha y hora, la fecha y hora será fijada por el subsistema ATS.

Los datos registrados en el servidor del subsistema ATS, estarán disponibles en todos los lugares a través de la red de comunicaciones del sistema CBTC:

- Los datos originales no podrán ser alterados o eliminados hasta el término del período de registro.
- Una copia de los datos será conservada para consulta en línea, por hasta 6 meses.
- El explotador podrá seleccionar cualquier porción del registro de datos en línea para ser visualizado, efectuar búsquedas y/o para ser impreso.
- Adicionalmente, los datos serán conservados en un sistema de archivo para la transferencia masiva a un subsistema computarizado de generación de reportes.
- Los datos estarán en un formato fácilmente legible.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Todos los datos registrados serán selectivamente transferibles por medios disponibles en el mercado, en un formato estándar de base de datos para su archivo; será posible importar fácilmente tales datos transferidos al software de base de datos.

Periódicamente se archivarán los datos más antiguos, en un medio de almacenamiento probado en aplicaciones similares, el cual será proporcionado por el Contratista de tal modo que no se sobrescriba o se pierda ningún dato debido a limitaciones de capacidad de almacenamiento.

Los datos que se archivarán serán almacenados en un sistema circular que sobrescriba los datos más viejos una vez copada la capacidad de almacenamiento. Una alarma será proporcionada cuando la cantidad de datos almacenados en línea se acerca a un umbral predefinido de capacidad de almacenamiento.

El sistema deberá permitir la realización de búsquedas de datos por período de tiempo, parte de un equipo (tal como número de serie de la máquina o de la señal de un aparato de cambio), la localización, el número del coche, y/o el identificador del conductor.

Los datos que se registrarán y se conservarán incluirán, como mínimo, lo siguiente:

- Registro de ingreso / salida al sistema de un operador del Centro de Control Operacional
- Todas las alarmas, incluyendo la información para cada alarma
- Modo de regulación horaria / intervalo y nivel de prestaciones
- Modo del Centro de Control Operacional, identificación de control local y usuario, transferencias de control, etc.
- Averías de equipo CBTC

Todos los datos de posición y de indicación del equipo de tierra del sistema CBTC (es decir, ocupación de la vía, posición de agujas, aspecto de la señal, bloqueo de itinerarios, dirección de tráfico, etc.)

Para cada tren, se registrará, a modo indicativo, lo indicado a continuación, no obstante que la definición final de los datos que se deberán registrar, será establecida en la etapa de ingeniería del proyecto mediante un grupo de trabajo:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Número de tren
- Número de explotación
- Identificación del conductor
- Distancia recorrida en el día
- Distancia recorrida acumulada total, a partir de un valor inicial de cada tren
- Distancia recorrida desde su última entrada a talleres (mantenimiento)
- Localización del tren
- Velocidad del tren
- Todas las señales enviadas a y recibidas de otros sistemas en el equipo embarcado
- Todas las señales enviadas a y recibidas del equipo fijo
- Entradas y salidas del territorio cubierto por el sistema CBTC
- La hora en la cual se terminó el retorno en estación terminal
- Modo de operación del tren y de las puertas de pasajeros, además de otras acciones relacionadas con la operación del sistema CBTC
- Cambios de modo de conducción del tren
- Aplicaciones del freno máximo de servicio
- Aplicaciones del freno de urgencia
- Averías del equipo embarcado CBTC
- Retrasos del tren en cada estación
- Retrasos totales del tren
- Tiempos de detención en cada estación
- Tiempos de recorrido en interestación para cada tren
- Estaciones saltadas
- Comandos y entradas del Centro de Control Operacional
- Respuestas a todos los comandos y entradas del Centro de Control Operacional
- Retenciones
- Vía fuera de servicio y establecimientos de zona de trabajo
- Establecimiento de restricción de velocidad
- Programa de regulación en uso
- Intervalo
- Nivel de frenado

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5.1.1.6.2 Reportes

Bajo el requerimiento de un operador del Centro de Control Operacional (ATS), se generarán automáticamente reportes de los datos registrados.

Todo reporte deberá ser programado para su emisión en forma periódica (es decir diario, cada semana, cada mes) o bajo demanda por solicitud del usuario. Los reportes serán formateados para su revisión en la pantalla del operador del ATS y en un formato de impresión amigable. El encabezado del reporte incluirá la fecha en que fue generado. Si una fecha o un rango específico de fechas fue establecido, el encabezado del reporte también incluirá la fecha / rango de fechas. Los reportes estarán disponibles en todas las estaciones trabajo del Centro de Control Operacional, e incluirán, a modo indicativo, lo indicado a continuación. No obstante, la definición final de los reportes que se deberán generar, será establecida en la etapa de ingeniería del proyecto, mediante un grupo de trabajo:

Información detallada y resumida de la operación y rendimiento del CDG, incluyendo, pero no limitándose a:

- Número de trenes, frecuencia y en operación, en el sistema en períodos puntas y valles, diario y semanal, además de los intervalos promedios alcanzados en estos períodos.
- Horas totales de operación comercial, kilómetros recorridos totales en la operación comercial, kilómetros recorridos por cada tren en la operación comercial, horas de operación comercial del tren, horas de operación del tren, etc.
- Tiempos de recorrido de terminal a terminal y entre cada interestación durante hora punta y hora valle.
- Resumen de horas por conductor.
- Averías del material rodante y del equipamiento embarcado CBTC.
- Rebases de la velocidad máxima permitida.
- Programa de circulación Real v/s Programado (para todas las variables: horas de llegada a las estaciones, de salida, tiempos de estacionamiento, intervalo, para una o todas las estaciones, etc. en hora punta, hora valle, por línea de servicio, diario, semanal, mensual, el etc.).
- Alarmas críticas y no críticas.
- Informe histórico de estadística de averías, que permitan a Metro S.A. verificar qué elementos del sistema CBTC están fallando con mayor frecuencia, y proporcionar medios de calcular el valor de MTBF durante la vida del sistema CBTC.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Hojas de datos de los trenes (datos asociados al número de tren), reportes de equipo y estadísticas del kilometraje recorrido por cada tren.
- Disponibilidades de sistema incluyendo incidentes y tiempo de operación del servicio comercial.

5.1.1.7 Moviola

El sistema dispondrá de la funcionalidad que permita reproducir visualizando en forma dinámica el movimiento de trenes y operaciones ferroviarias ocurridas en el pasado y almacenadas por el subsistema ATS. La velocidad de reproducción de operaciones pasadas será ajustable de 0,1 a 1000 veces la velocidad normal.

5.1.1.8 Alarmas

Las fallas y las condiciones fuera de tolerancia detectadas por el sistema CBTC, así como cualquier condición que requiera una atención del operador del ATS, serán indicadas automáticamente a través de alarmas en el mencionado subsistema y en las pantallas de diagnóstico.

5.1.1.8.1 Visualización de alarmas en el ATS

Las indicaciones de alarma serán proporcionadas por el subsistema ATS para su visualización en el Centro de Control Operacional.

Las alarmas serán clasificadas y priorizadas en alarmas críticas y no críticas, además de ser registradas.

Las prioridades de alarmas y nivel de criticidad, serán configurables por un operador autorizado del Centro de Control Operacional del CDG, usando parámetros de software.

Las alarmas críticas emitirán un sonido además de ser visualizadas. La duración, el nivel de sonido y el tono de alarma serán ajustables a un nivel mínimo según apruebe el explotador. Un operador autorizado del Centro de Control Operacional tendrá la capacidad de inhabilitar temporalmente las alarmas audibles.

Todas las alarmas críticas requerirán el reconocimiento de un operador del Centro de Control Operacional.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Las alarmas no críticas necesitan solamente ser visualizadas.

Las alarmas críticas incluirán, como mínimo, lo siguiente:

- Comando de freno de urgencia por parte del sistema CBTC
- Comando de freno de urgencia por parte del tren
- Tren inhabilitado para la operación en CBTC a punto de ingresar en el territorio de CBTC
- Rebase de señal
- Rebase de estación
- Falta de equipos de detección de presencia de trenes en vía
- Cualquier falla del equipamiento CBTC
- Tren que entra o que viaja a través de territorio cubierto por el sistema CBTC en modo de conducción CML
- Retroceso no autorizado del tren en CMC, PA o UTO
- Retroceso mayor que el permitido
- Cualquier avería del sistema de puertas de pasajeros del tren
- Pérdida no comandada del enclavamiento de puertas de pasajeros del tren
- Sobrevelocidad
- Detección de movimiento no comandado del tren cuando éste se encuentra estacionado
- Tren no sale de un andén de estación cuando se le ordena que lo haga
- Detección de falla de un subsistema del tren o de equipamiento fijo (no del sistema CBTC) supervisado por el sistema CBTC que podría comprometer la operación del tren
- Detección de falta de las pruebas y/o verificaciones de inicialización o de las pruebas de autodiagnóstico del equipo CBTC
- Advertencia que un tren está siendo demorado cuando éste tiene autorización de movimiento, pero no puede avanzar
- Tren (o trenes) notoriamente fuera de programa (umbral ajustable el explotador)

Todas las alarmas de terreno generadas por equipos CBTC o equipos ajenos al sistema CBTC bajo supervisión del sistema, incluyendo pero no limitado a fallas de alimentación eléctrica, alarma de incendio, fallas de microprocesadores, pérdidas de comunicación de radio, pérdida de energía de la radio, alarmas de la intrusión, temperatura, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Falla de la lámpara de una señal
- Sección de la vía con catenaria desenergizada
- Tren con disminución de capacidad de frenado (frenado largo)
- Una lista de todas las alarmas clasificadas, críticas y no críticas, será desarrollada y sometida a la aprobación del explotador, durante el desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto..
- El sistema tendrá un medio para mantener un archivo con las alarmas críticas registradas por un periodo de tiempo grande (6 meses o más) sin ser sobrescrito, debido a la acumulación de alarmas.

Las alarmas serán visualizadas tan pronto como sean recibidas. Todas las alarmas críticas activas serán visualizadas hasta que sean reconocidas y resueltas. Las alarmas no críticas activas serán visualizadas hasta que sean resueltas. Todas las descripciones de alarma serán bastante detalladas para permitir que el operador del Centro de Control Operacional desarrolle el procedimiento apropiado, además de cualquier estrategia de administración automática de la avería proporcionada por el sistema CBTC.

5.1.1.8.2 Indicación de alarmas al conductor

La pantalla de operación del tren visualizará la información de averías del equipo CBTC embarcado para el conductor, que incluye averías del equipo CBTC y las averías de equipos ajenos al sistema CBTC, pero que sean supervisados por este, y que sean consideradas importantes para la operación.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

El presente capítulo describe los medios técnicos, tanto hardware como software, con los cuales contará el TTR para poder llevar a cabo correctamente sus cometidos principales. Dichos elementos deben estar encaminados a ofrecer al telemando el soporte para:

- Transportar la información recogida por el telemando a través de un medio físico.
- Extraer y procesar datos de los elementos de campo, así como enviar órdenes a tales entidades
- Tratar, procesar, almacenar y suministrar tanto los datos recogidos como las órdenes generadas por otros equipos del sistema (clientes).
- Permitir interactuar con los operadores a través de una Interfaz Hombre - Máquina (IHM) comprensible e intuitiva para las personas.

6.1 CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES

Se exponen en esta sección los diversos criterios que se han tomado en cuenta a la hora de realizar el diseño del telemando de tráfico del CDG.

6.1.1 Generalidades

Uno de los criterios básicos a la hora de concebir el Corredor Diagonal de Guadalajara es el de crear un diseño de todos los sistemas que lleven a tener una línea moderna, fiable, segura, y que satisfaga las crecientes demandas de transporte de las ciudades de Guadalajara, Zapopan y Tlaquepaque. Se pretende disponer de una línea que haga uso de las tecnologías y metodologías de uso más extendido en el mundo ferroviario moderno actual, para de este modo situar al estado de México entre los más avanzados en cuanto a transporte terrestre masivo, eficiente y seguro.

Ninguno de los subsistemas del CDG debe ser diseñado sin tener esta máxima como primer objetivo. Los telemandos de una línea ferroviaria son especialmente críticos en este sentido, puesto que son los subsistemas que ayudan a la explotación eficiente de la línea, a la respuesta rápida ante incidencias imprevisibles y, en general, a la optimización de las operaciones y de la calidad del servicio ofrecido a los usuarios finales. El telemando de tráfico debe hacerse cargo de la supervisión y regulación de la

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

señalización y tráfico de la futura Línea del CDG, con las implicaciones que ello tiene en términos de calidad del servicio.

En cuanto a los distintos parámetros de calidad que caracterizarán el CDG, el diseño de todos los telemandos debe encararse a garantizar la optimización de los siguientes índices:

- **Seguridad**: toda línea ferroviaria debe garantizar la operación segura para sus usuarios, el personal encargado de su operación y mantenimiento, y en lo posible para las propias instalaciones. La supervisión y control remoto de las distintas instalaciones y equipamientos resulta de vital importancia en este sentido. Deben supervisarse y resolverse las incidencias que puedan aparecer en subsistemas potencialmente peligrosos para las personas. Se debe asimismo controlar el acceso de personas a instalaciones críticas para la operación segura de la línea.
- **Regulación y eficiencia**: el diseño de los distintos telemandos es muy importante a la hora de cumplir el objetivo de ofrecer un servicio moderno, regular y que satisfaga con calidad la demanda de transporte ferroviario colectivo. El tráfico debe ser regular, es decir, el número de trenes debe estar equilibrado a lo largo de la línea y el intervalo de tiempo entre ellos debe ser constante; a la vez que eficiente, es decir, cumplir con la demanda estimada en cada momento.

  En este sentido, el TTR deberá contar con el respaldo de TEN para mantener altos los índices de calidad del servicio ante incidencias.

- **Disponibilidad**: el servicio ofrecido por una línea de ferrocarril moderna debe disponer de unos altos índices de disponibilidad. Las interrupciones en el servicio deben minimizarse y, en el caso de producirse, deben ser resueltas en el menor tiempo posible.
- **Flexibilidad**: la operativa de una línea de ferrocarril moderna debe ser flexible en tanto que debe ser capaz de adaptarse de manera elástica a la variación de la demanda y hacer frente a las incidencias ocurridas durante la operación dando continuidad al servicio con unos parámetros de calidad aceptables.
- **Escalabilidad**: todos los telemandos de una línea ferroviaria moderna deben ser escalables y contemplar la posibilidad de futuras ampliaciones. El diseño no debe ser cerrado, sino que debe permitir la modificación de su alcance (del conjunto de puntos y dispositivos telemandados) a lo largo de la vida del sistema.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Al igual que todos los telemandos diseñados para el CDG, el TTR contempla la adición y eliminación en tiempo de operación de puntos de supervisión, permitiendo la escalabilidad del sistema y, en general, haciendo su evolución y crecimiento muy flexible y altamente configurable.

- **Facilidad de mantenimiento**: para que una línea ferroviaria de transporte masivo pueda ofrecer unos altos índices de calidad resulta especialmente importante que su mantenimiento pueda llevarse a cabo de manera rápida y sin afectación al servicio. Las labores de mantenimiento deben ir especialmente enfocadas a evitar futuras incidencias que puedan degradar los índices de calidad del servicio.
- **Portabilidad:** se deberá proveer software que sea fácilmente instalable en distintas plataformas para evitar que las actualizaciones tecnológicas de hardware dejen desfasados los desarrollos.
- **Interoperabilidad:** el sistema se deberá diseñar con la posibilidad de intercambiar información de manera *open-standard* entre sus diversos subsistemas e incluso con el resto de subsistemas heterogéneos que residiesen en otros Centros de Control.
- **Eficiencia energética:** tanto por cuestiones medioambientales como por cuestiones económicas, los componentes que se utilicen en la implementación del nuevo CDG, habrán de contar con la certificación energética más alta.

  El TTR deberá estar implementado mediante herramientas y técnicas para la optimización de los consumos eléctricos.

- **Obligatoriedad de Documentación:** el conjunto de todos los desarrollos que se ejecuten en el CDG estarán obligados a seguir un estricto procedimiento documental built-in, lo que redundará en una mayor facilidad de mantenimiento en el futuro.

6.1.2 Sistema abierto

El telemando de tráfico del CDG se diseña y define como un sistema abierto. Un sistema abierto implica mantener una visión y una concepción del software como un producto fabricado que debe ser capaz de disponer de un ciclo de vida durante el cual desarrollarse y evolucionar. A continuación se detallan las características principales que definen a un sistema de estas características.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Ofrece capacidad para aceptar nuevas aportaciones y cambios a su estructura y anatomía durante todo su ciclo de vida.
- No es inescrutable: un desarrollador que no ha participado en su diseño debe ser capaz de comprender el sistema, realizar una valoración crítica y, si procede, proponer cambios en su arquitectura.
- Tiene capacidad para interconectarse a otros sistemas que le puedan resultar de interés ya que ofrece facilidades para la integración. Un sistema se considera más abierto cuanto mayor sea el rango de sistemas con los que puede interconectarse y colaborar.
- Se define como un sistema no propietario, en el sentido de que sus componentes pueden ser fácilmente intercambiables por otros existentes en el mercado y de propósito general.
- Es altamente modular. El sistema está concebido en partes, de modo que todas ellas son comprensibles por sí mismas, se relacionan a través de interfaces bien definidos (y lo más estándar posible) y recogen cada una de ellas la funcionalidad o propósito lógico que se les asigna.
- Sus componentes están estandarizados. Un sistema es más abierto en tanto en cuanto el mayor número posible de sus partes estén construidas a partir de componentes estándar.
- La clara definición de sus interfaces externas permite la comunicación inter-sistema de manera que se pueden ofrecer capacidades avanzadas que van más allá de las propiamente individuales. El sistema está de este modo preparado para hacer frente a necesidades imprevistas en el momento de su desarrollo.
- Es escalable y extensible. El sistema tiene capacidad para crecer (y también disminuir) en función de las necesidades de sus usuarios durante su ciclo de vida. Asimismo, ofrece capacidad para afrontar su redefinición, de manera que es posible cambiar de manera sencilla su estructura, la relación entre sus partes, la forma en que se muestra al exterior y sus funciones.
- El sistema está generosamente documentado. Un sistema puede ser considerado más abierto cuanto mejor y más detalladamente documentadas estén sus partes y componentes. En el proceso de documentación deben seguirse estándares documentales claros y de reconocido prestigio. La metodología y el procedimiento en el que se basa el desarrollo del sistema está del mismo modo debidamente estructurado y documentado y es completo (en el sentido de que abarca todo el ciclo de vida del sistema y no descuida ninguna fase del proceso).
- El empleo de guidelines y estándares reconocidos internacionalmente resulta básico para la definición de sistema abierto, de modo que cuando un sistema se subscribe a ellos, estos lo compatibilizan con el mundo exterior, haciéndolo por tanto inmensamente más abierto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- El enfoque moderno de creación del sistema está orientado hacia herramientas de análisis, diseño y construcción que permiten dotar de consistencia al proyecto, dado que en dichas herramientas ya se hallan imbuidas la inmensa mayoría de buenas prácticas a la hora de producir dicho sistema como un sistema abierto. Apostar por plataformas de desarrollo que se definen a sí mismas como abiertas y que cumplen todo lo anteriormente especificado lleva al sistema a un grado de apertura mayor.

6.1.3 Integración entre sistemas

El telemando de tráfico del CDG se concibe y diseña como un sistema fácilmente integrable tanto con el resto de telemandos presentes en la línea, como con el resto de subsistemas y plataformas externas existentes y que puedan concebirse en el futuro. La tendencia actual en el diseño de sistemas complejos es la de apostar fuertemente por un modelo en el cual los distintos subsistemas se caracterizan como partes de una entidad superior que adquiere significado por ella misma.

Las principales definiciones y características de un sistema con capacidades de integración son las siguientes:

- Permite que el sistema sea gestionado desde un único punto o ubicación, mediante una única aplicación o herramienta.
- Consigue que partes a priori muy distintas entre sí puedan ser consideradas desde el exterior como pertenecientes a un todo, fusionando de esta manera conceptos muy diversos en uno solo.
- Posibilita una amplia libertad a la hora de elegir el modelo y el grado de integración a aplicar:
    - Interdependencia y acoplamiento: es posible modelar el grado de libertad de que dispondrá el subsistema integrado respecto al resultado de la integración global.
    - Alcance efectivo: el grado de integración es superior si el subsistema es más dialogante, es decir, intercambia más información y comunicaciones con el resto de subsistemas con los que se integra.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Las ventajas que se consiguen mediante la aplicación de un robusto sistema de integración pueden ser:

- Una mejor experiencia para el usuario final del sistema global, ya que las facilidades y prestaciones que ofrece cada subsistema tienen un aspecto similar y uniforme entre sí, siendo suave la transición entre los mismos.
- Se obtiene un valioso valor añadido para el sistema global. Una integración de un subsistema es superior a otra si puede beneficiarse de un conjunto de funcionalidades comunes; de la misma forma, el conocimiento adicional que puede extraerse de cruzar datos de distintos subsistemas es una retribución que cuanto más útil resulte al usuario más sentido dará al hecho de la integración.

El concepto de integración ha sufrido una significativa evolución desde el momento en que se empezó a aplicar en el diseño de sistemas. Actualmente, la mayoría de sistemas que velan por la integración apuestan por un modelo de integración horizontal o tipo bus. Las características principales de este modelo son las siguientes:

- Cada sistema implementa unas interfaces que siguen estrictamente unas determinadas interfaces para poder comunicarse con el resto.
- Cada subsistema es el responsable de velar por su propia integración en el sistema global, y de facilitar al resto de subsistemas el proceso de integración y comunicación con él.

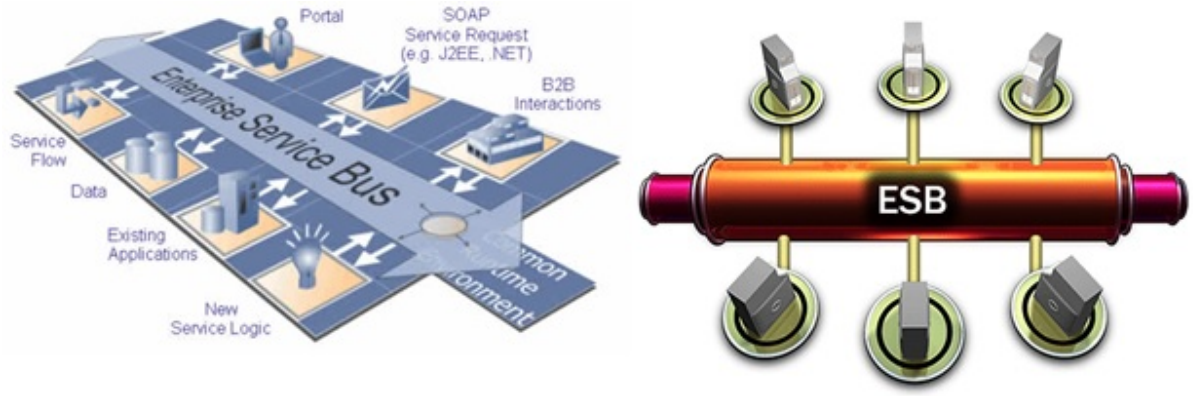


Figura 3: Modelo de integración ESB

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.1.4 Zonificación mínima

Este criterio de diseño determinará la unidad mínima a supervisar y controlar dentro del sistema, así como la sectorización mínima que es posible asignar a cada operador. Esta unidad también determina las atribuciones mínimas que es posible traspasar entre operadores mediante los procedimientos de toma y cesión de mando.

No se ha definido una unidad de sectorización mínima para el telemando de tráfico, puesto que será existirá la posibilidad de la regulación total de la Línea por parte de cada uno de los operadores existentes en el Centro de Control Principal.

6.2 CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO

6.2.1 Características generales

El buen funcionamiento del sistema de mando y control de tráfico, así como el correcto desempeño de todas las funcionalidades que dependen de él, vendrá marcado en gran medida por el diseño software realizado. Los distintos paquetes de software deberán cubrir de manera eficiente los requisitos funcionales que se pretende alcanzar, haciendo a la vez un uso óptimo del hardware implementado y facilitando al máximo la interacción con el equipamiento del sistema de mando a través de una IHM intuitiva y de manejo sencillo.

El sistema de mando y control de la señalización y tráfico de la Línea contará con el diseño de una arquitectura software que permita la supervisión y operación remota de los dispositivos de la línea del CDG relacionados con las funcionalidades del sistema ATS, realizando el tratamiento adecuado de los datos, presentándolos a los operadores de tráfico en los formatos apropiados y recogiendo las órdenes sobre estos dispositivos emitidas desde el CCO.

A continuación se muestra un esquema general de la configuración funcional del sistema de control de tráfico previsto para la futura Línea del CDG:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

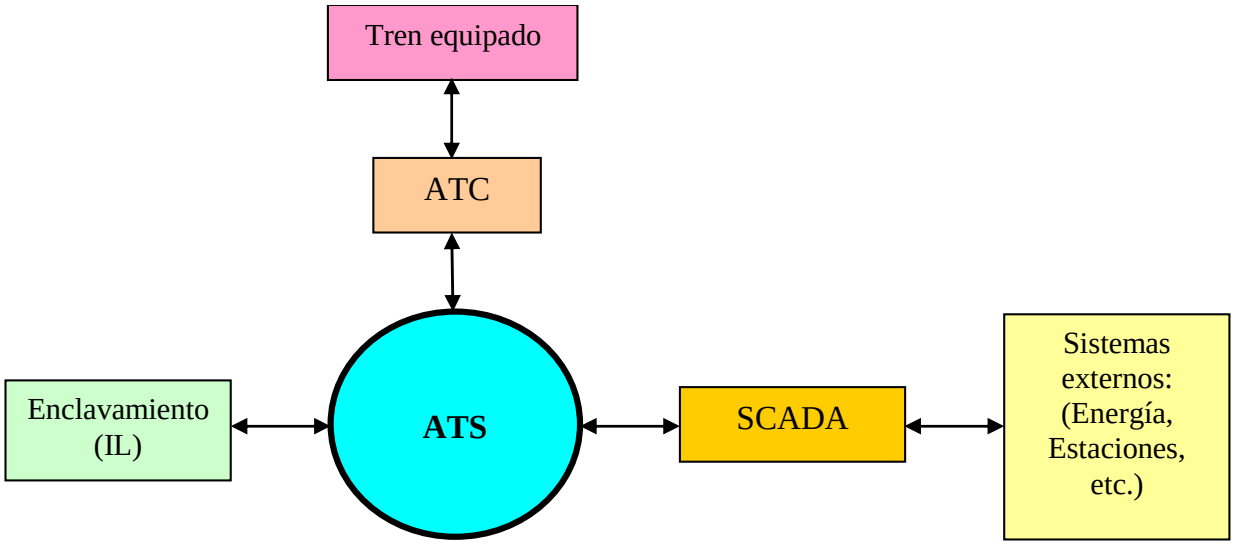


Figura 4: Configuración funcional sistema ATS

6.2.1.1 Arquitectura software

Los distintos paquetes software a emplear en el telemando tendrán como objetivo principal permitir la comunicación e intercambio de datos y órdenes entre los dispositivos instalados en campo y las aplicaciones nativas del telemando. También realizarán la correcta gestión y administración de las distintas bases de datos implicadas en la operación del telemando, así como su mantenimiento y correcta configuración.

Existirán paquetes de software cuyo objetivo será la recogida de los datos procedentes de los dispositivos de campo, así como otros dedicados específicamente a la integración entre los distintos telemandos y subsistemas. También se dispondrá de todos los paquetes de software de propósito general que se requieran para la correcta operación de los distintos equipos (sistemas operativos y herramientas auxiliares).

Adicionalmente, paquetes de software para reproducción y simulación permitirán llevar a cabo estas funcionalidades de soporte haciendo uso de los datos recogidos durante la operación del sistema.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Todos los paquetes de software a utilizar en el ámbito del sistema de mando y control pueden ser divididos en siete categorías básicas:

- Software base
- Software de control
- Software de supervisión / presentación
- Software de mantenimiento y administración
- Software de integración
- Software de simulación y moviola

La figura siguiente representa esquemáticamente la interrelación entre cada uno de estos paquetes de software, el equipamiento del CCO sobre el cual se ejecuta cada uno de ellos, así como aquéllos que se encuentran dentro del entorno en tiempo real:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

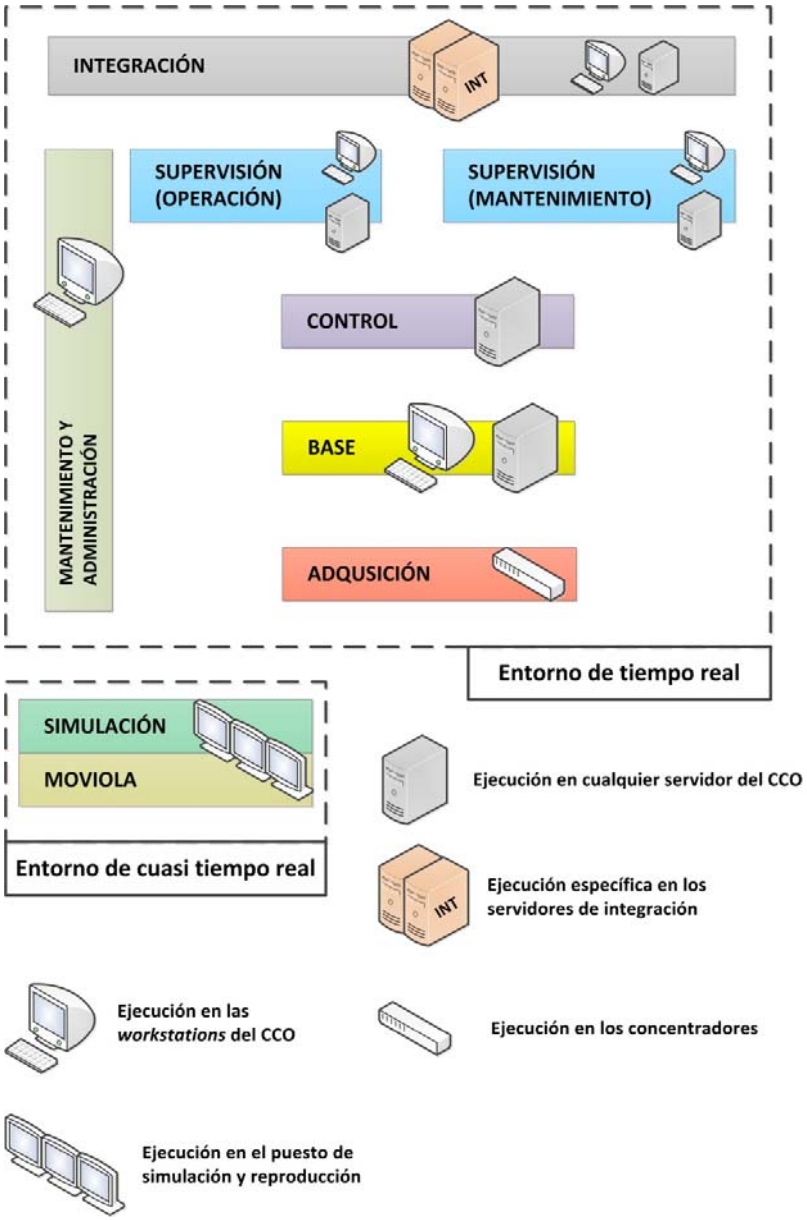


Figura 5: Desglose de paquetes software

A continuación se realiza un listado de los requerimientos software generales comunes a todos los paquetes anteriormente mencionados, para seguidamente realizar una descripción detallada de los

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

componentes, las funciones, las responsabilidades y las atribuciones asumidas por cada uno de los tipos de software a instalar.

6.2.1.2 Requerimientos software

Se detallan a continuación los requisitos generales que se exigen al software a utilizar en el sistema de mando y control:

- Los sistemas operativos utilizados deberán disponer de un entorno multiproceso y multitarea, con gran capacidad de proceso y con un elevado rendimiento en tareas de comunicaciones con objeto de estar especialmente indicados para el trabajo en entornos en tiempo real.
- El lenguaje de programación utilizado para el software del sistema de mando y control será orientado a objetos y en el desarrollo de las distintas aplicaciones se seguirán las recomendaciones y estándares canónicos presentes en estos entornos de trabajo para garantizar la estabilidad de las aplicaciones finales. Todas las herramientas de desarrollo y los módulos de software de terceros deberán ser abiertos y seguir los estándares establecidos en la industria para garantizar su interoperabilidad y compatibilidad.
- El software utilizado debe ser modular y escalable de manera que una futura modificación o ampliación del mismo no afecte a todas las aplicaciones, sino únicamente a las partes directamente implicadas.
- El software tendrá un enfoque principalmente gráfico y de fácil utilización para el usuario final. La IHM se basará en un entorno de ventanas altamente configurable (tanto a nivel visual como sonoro) por cada usuario del sistema, pudiendo almacenarse la configuración tanto a nivel de máquina como de usuario.
- Se podrán integrar objetos gráficos que representen los elementos a supervisar y controlar e integrarlos en los sinópticos de la línea de la manera más sencilla posible y requiriendo la menor generación de código fuente como sea posible.
- Se seguirá un esquema cliente-servidor, de manera que por la parte del cliente la aplicación sea lo más independiente posible de la plataforma sobre la que se ejecutará.
- La lógica de procesado de los datos recogidos por el sistema estará descompuesta en las siguientes tres capas:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- **Adquisición**: capa de comunicación con los dispositivos de campo, gestiona los protocolos de comunicación con cualquier elemento conectado al sistema, de manera que dicha comunicación se lleve a cabo de la manera más transparente posible al resto del sistema y a sus clientes.
- **Control**: soporta todo el sistema de procesado de datos, realizando el grueso de las operaciones complejas a realizar sobre los datos recogidos por la capa anteriormente expuesta. Esta capa dispondrá de una gran capacidad de procesado e incluirá la gestión de la base de datos del sistema.
- **Presentación**: nivel de interfaz hombre-máquina. Este nivel se concentrará en los puestos de operador del CCO (aunque también habrá una parte sobre los servidores), que dispondrán de *terminales de trabajo* con gran capacidad gráfica para mostrar al usuario los datos proporcionados por la capa anterior y al mismo tiempo recoger las órdenes provenientes del mismo para direccionarlas a la capa de control (y ésta a su vez a los dispositivos de campo finales).



Figura 6: Arquitectura tricapa de procesado de datos

6.2.1.3 Software base

El software base incluye todos aquellos paquetes básicos y de uso común para varios de los equipamientos de los distintos telemandos, que ayudarán a la correcta operación de dichos equipos. Concretamente, el software base incluirá los siguientes conceptos:

- Sistemas operativos de los distintos servidores y estaciones de trabajo
- Software de control, gestión y configuración de los clúster
- Adaptador para el Middleware de mensajería
- Herramientas auxiliares

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Se realiza a continuación una descripción de las características más destacables de estos módulos de software:

6.2.1.3.1 Sistemas operativos

Los servidores del sistema de mando y control estarán equipados con un sistema operativo que deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Sistema operativo en tiempo real con soporte para tareas críticas
- Soporte para el trabajo con multitud de procesadores de manera paralela
- Alta disponibilidad y alta seguridad
- Robusto y fácilmente escalable
- Capacidad para implementar servicios de sincronización horaria (NTP)
- Bajo coste de instalación y mantenimiento

Para el caso de los terminales de trabajo de operación y las estaciones de mantenimiento y de administración del telemando, se equipará un sistema operativo cuyas características más destacables estarán en línea con las siguientes:

- Permitir de manera sencilla la gestión de perfiles de usuario
- Permitir el trabajo con escritorios compartidos
- Ofrecer seguridad de usuarios mediante un controlador de dominio
- Fácil manejo, interfaz gráfica con el usuario amigable
- Disponer de capacidades multimedia avanzadas
- Ofrecer facilidades para realizar copias de los datos
- Dar soporte a aplicaciones de ámbito general, así como de programación de PLC's y configuración de dispositivos

Se utilizarán las versiones más recientes de alguno de los sistemas operativos multiusuario y de propósito general de más amplia difusión en el entorno comercial, garantizando el cumplimiento de los requisitos anteriormente expuestos así como un amplio soporte de la industria y las herramientas desarrolladas por terceros.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.2.1.3.2 Software de clúster

Los servidores de cada uno de los telemandos estarán formados por dos máquinas redundantes configuradas en clúster trabajando con balanceo de carga. El software de clúster es el encargado de la configuración y gestión de este balanceo de carga con la finalidad de que el conjunto sea visto por los clientes como un único servidor.

Este software de gestión del clúster es capaz de implementar un sistema de redundancia para dar servicio continuado a los operadores y al resto de sistemas conectados al mando y control del sistema. Si uno de los equipos pertenecientes al clúster falla, el software de clúster hará que la carga del nodo que ha fallado sea automáticamente asumida por el otro, permitiendo la continuidad de las operaciones sin ninguna interrupción.

Gracias a la correcta configuración del clúster, los clientes verán el conjunto de servidores como una unidad de forma que existirá un continuo balanceo de carga para proporcionar siempre el máximo rendimiento y eficiencia del equipamiento. Esta gestión de balance de carga será transparente al usuario permitiendo el mismo nivel de operación tanto con un servidor como con el otro.

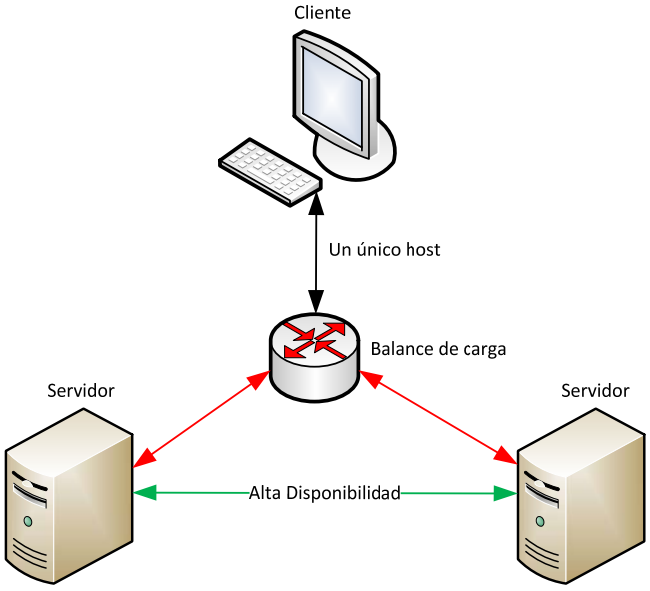


Figura 7: Clúster de servidores

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.2.1.3.3 Adaptador para el Middleware de mensajería

Para posibilitar la integración entre los distintos equipos que forman parte del CCO, un paquete de software de Middleware de Integración Orientado a la Mensajería será ejecutado en los servidores de integración. Adicionalmente, cada uno de los equipos que deban hacer uso de este Middleware deberá ejecutar un módulo de software adaptador que permitirá la comunicación con dichos servidores y la utilización de los distintos servicios de mensajería (publicación, suscripción, etc.).

Mediante esta aproximación, se traspasa a cada una de las entidades que desean formar parte de la integración su propia responsabilidad en ella, haciendo el sistema mucho más escalable y la integración menos costosa y más rápida. Esta filosofía implementa el modelo de integración ESB explicada en el apartado 6.1.3.

6.2.1.3.4 Herramientas auxiliares

Se dispondrá de distintos paquetes de software que pueden ser catalogados como herramientas auxiliares. Cada terminal de trabajo de los puestos de operación destinada a la ejecución de aplicaciones corporativas contendrá aplicaciones de escritorio útiles para el desempeño de las operaciones que se llevan a cabo sobre el telemando (herramientas ofimáticas, servicios de impresión, etc.).

6.2.1.4 Software de control

El software de control constituirá el núcleo principal de la gestión y el control de las operaciones llevadas a cabo en el sistema de mando y control. Estará compuesto por dos partes claramente diferenciadas:

- Software de manejo de los drivers que permiten comunicación con los equipos de campo
- Software de gestión del sistema SCADA (gestión de las distintas bases de datos)

En lo que respecta a la comunicación con los elementos de campo, el software de control es el encargado de la recogida de los datos procedentes de los distintos concentradores y PLC's maestros repartidos a lo largo de la línea. Gestionará la consulta de los datos contenidos en dichos concentradores y PLC's y las peticiones de lectura y escritura solicitadas por los puestos de operador. Asimismo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

efectuará la gestión del almacenamiento de los datos en la BBDD del SCADA y gestionará las indicaciones que el SCADA le proporcione al respecto del examen de dichos datos. Además, realizará un control sobre los usuarios conectados para permitir o denegar sus peticiones a los dispositivos de campo en función del perfil que tengan asignado y sus privilegios.

Para la recogida y actualización de los datos, el proceso llevado a cabo por el software de control es el siguiente:

- Realiza la lectura de los concentradores de las tablas en tiempo real de estados lógicos (mediante un proceso de *polling*). Este proceso actualizará de forma automática las Tablas en Tiempo Real con estados booleanos que provienen de los concentradores y PLC's maestros.
- Realiza la lectura de los concentradores de las tablas en tiempo real de los valores analógicos, incluidos los valores de escritura, como parámetros, horarios, etc. (mediante un proceso de *polling*).
- Empaqueta estos datos de manera estructurada para que puedan ser tratados por la BD del SCADA (y de este modo posteriormente visualizados en las aplicaciones existentes en los lugares de operación).
- Escritura de las Tablas de Órdenes a los concentradores o PLCs maestros.
- Escritura de las Tablas de valores analógicos a los concentradores o PLCs maestros.
- Recepción, para todas las escrituras que sean enviadas aguas abajo (concentradores o PLCs maestros) los eventos ascendentes fechados en origen como asentimiento de escritura satisfactoria.
- El intercambio de datos con los concentradores se hará mediante tareas de comunicaciones del sistema SCADA ("scan task").
- El protocolo utilizado para realizar esta función será uno de amplio uso en la industria actual, (como Modbus / TCP), y estará configurado en modo *Polling* y en modo *Polling Report by Exception*.

Por otra parte, el sistema de control asegurará, a su vez, que la recepción y entrega de los datos se realice en tiempo real (donde el tiempo de respuesta sea lo más bajo posible) mediante la RTDB (Real Time Data Base). Esta base de datos está orientada a objetos y permitirá tener el número necesario de puntos con un número suficiente de parámetros cada uno pudiendo contener señales de entrada y/o salida (éstas pueden ser lógicas o físicas).

Permitirá asimismo la modificación online de la base de datos en tiempo real dando de alta o borrando puntos existentes. El software de control aporta un API de alto nivel para el acceso a las diferentes

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

funciones de control. Esta API será utilizada por las aplicaciones que deban tener acceso tanto a la base de datos en tiempo real como el histórico para realizar funcionalidades a medida. Esta funcionalidad permite también enlazar con aplicaciones de terceros programando el interfaz correspondiente.

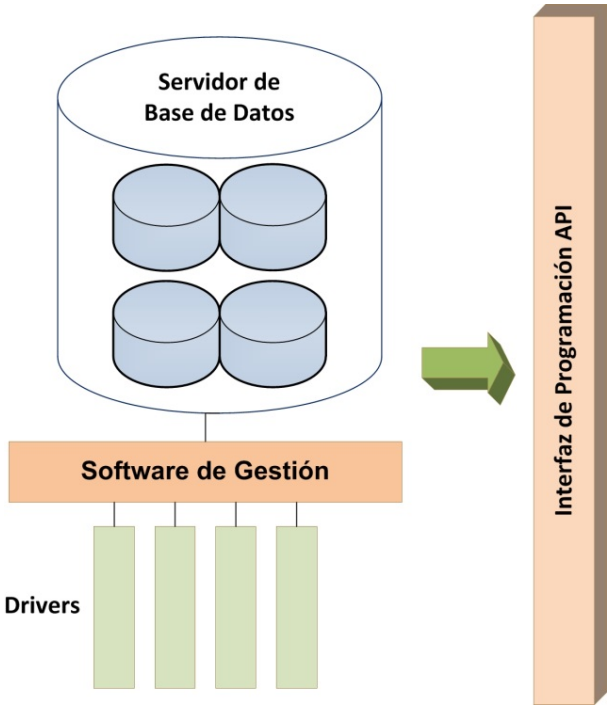


Figura 8: Arquitectura del software de control

También permitirá almacenar los datos obtenidos de los concentradores situados en las estaciones así como todos los eventos y alarmas que se produzcan, dentro de una base de datos de históricos para poder consultar el estado de los dispositivos en un determinado momento, poder realizar moviolas y analizar las causas de sucesos ocurridos en el pasado.

Se ofrece también una base de datos históricos a modo de almacenamiento directo (durante un plazo de 30 días) de todos los sucesos y alarmas ocurridos durante la actividad del sistema de mando y control, para poder disponer de acceso rápido a la generación de informes y realización de moviolas acerca de los eventos más recientes. La información de esta base de datos histórica se vuelca en el sistema de almacenamiento de respaldo (SAN) de manera periódica.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La comunicación con los elementos de campo se realizará a través de la Red de datos Multiservicio de la Línea (RED), empleando para ello un protocolo estándar de amplio uso en la industria como pueden ser IEC 870-5 o Modbus.

6.2.1.5 Software de supervisión / presentación

El cometido más importantes del software de supervisión es el de actuar como IHM entre el software de control y los operadores de los distintos sistemas de mando y control. La parte principal de este módulo de software correrá en el servidor del telemando, y se encargará de la generación de las interfaces que se desplegarán en los distintos puestos de operación (y del consiguiente envío de estas interfaces a dichos puestos de operación).

La otra parte de este software será ejecutado en los terminales de trabajo tanto de los puestos de operación como de los de administración y mantenimiento. Este módulo de software recibe los datos y las interfaces enviadas desde el servidor y las presenta adecuadamente al operador, recogiendo a su vez las órdenes y mandos emitidos por éste. Desde el punto de vista de las estaciones de operación, se puede dividir el software de supervisión en dos grandes bloques atendiendo a sus funcionalidades:

- **Software de supervisión de la operación:** se ejecuta en los puestos de operación de cada sistema de mando y control, permitiendo supervisar la operación de sus dispositivos y subsistemas asociados (visualización del valor de las variables, envío de órdenes, etc.).
- **Software de supervisión de mantenimiento:** se ejecuta en los puestos de mantenimiento de cada sistema de mando y control, permitiendo supervisar el sistema a nivel de fallas, averías y otras contingencias relacionadas con el mantenimiento y no con la operación normal del sistema.

En la siguiente figura se presenta la arquitectura de la aplicación de supervisión en los distintos puestos de operador. Una vez instalado y configurado, permitirá a cada operador leer y escribir todos los datos necesarios sobre los dispositivos de campo para lograr el correcto funcionamiento de las instalaciones.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

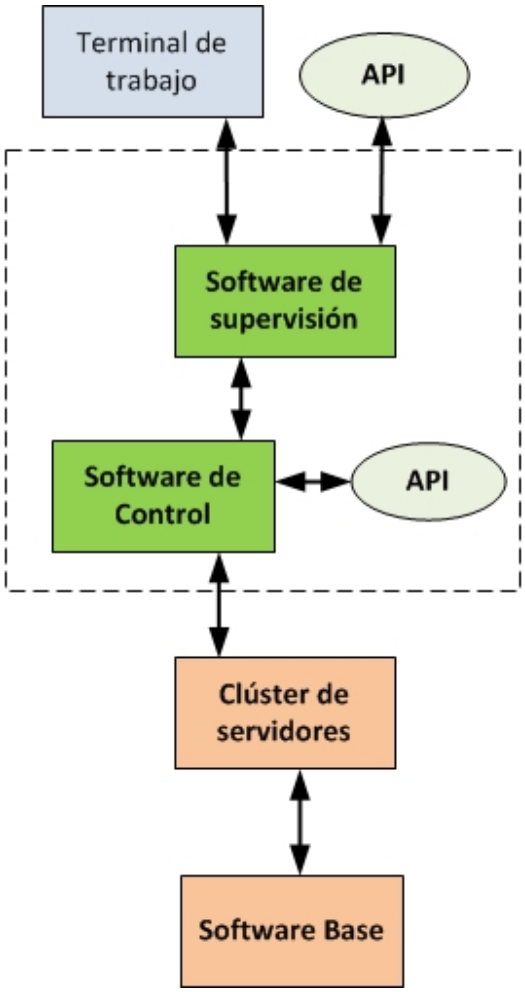


Figura 9: Arquitectura del software de supervisión

La aplicación de supervisión aportará una API de programación que permitirá el acceso de la misma aplicación o de otras a las funciones de consulta, escritura de variables, consulta del usuario actual, *login* del sistema y control del estado de las comunicaciones desde un lenguaje estándar de alto nivel. Además de las herramientas anteriores, existirá la posibilidad de poder programar controles a medida para incluir en cualquier aplicación externa.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Dispondrá de una biblioteca de objetos gráficos para incluir en la pantalla y así conseguir la representación más adecuada. También será posible ampliar con objetos hechos a medida para cubrir todas las necesidades que puedan surgir.

6.2.1.6 Software de mantenimiento y administración

Para las estaciones de mantenimiento y administración de cada uno de los sistemas de mando y control se deberán tener varios paquetes de software de ingeniería y programación que permitan realizar todas las modificaciones necesarias sobre el sistema. Se sugiere disponer de los paquetes de mantenimiento y administración siguientes:

- Software de administración de bases de datos
- Software de control y programación de los PLC y concentradores (proporcionados por los suministradores)
- Software de copias de seguridad de datos del sistema
- Software de administración de cuentas y perfiles de usuario
- Otras herramientas de configuración, diagnosis y verificación de dispositivos (proporcionados por los proveedores).

Estas aplicaciones permiten realizar operaciones de ingeniería sobre los servidores de operación del sistema (modificación de las RTDB, creación de pantallas gráficas o sinópticos, etc.). Estas operaciones se pueden realizar mediante entorno gráfico y su incidencia sobre el sistema será mayor o menor atendiendo al perfil y las atribuciones del usuario que realiza las modificaciones.

Se dispondrá también de aplicaciones relacionadas con el mantenimiento de los dispositivos de campo (software de configuración y mantenimiento de los PLC's y los concentradores), así como de herramientas de diagnosis remota y verificación de los dispositivos.

La aplicación de copias de seguridad o back-up tendrá la misión de realizar salvaguardas periódicas de los datos en unidades de memoria virtual para aumentar la capacidad de almacenamiento del sistema y no perder datos de explotación y configuración por caídas del hardware de los servidores. Esta tarea se realizará en un sistema de almacenamiento de respaldo en el cual permanecerán de manera indefinida

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

para su consulta por parte de las distintas herramientas que requieran de ellas. Se podrán programar tareas periódicas de salvaguarda con los parámetros de configuración adecuados.

Los servidores del telemando contarán asimismo con una herramienta de monitorización y supervisión del rendimiento. Esta utilidad tendrá como finalidad la recogida de información acerca de la utilización de los recursos de los servidores, tanto a nivel hardware como software (CPU, memoria, disco, procesos, etc.). Se lanzarán avisos ante la detección de cualquier comportamiento anómalo, pudiendo configurarse la generación de dichos avisos en base a ciertas reglas y parámetros de funcionamiento.

Por último, existirán aplicaciones relacionadas con la modificación de la configuración y parametrización de los distintos usuarios del sistema. Un usuario con los permisos adecuados será capaz de administrar las cuentas de usuario, pudiendo dar de alta y baja cuentas o modificando los juegos de permisos, roles, responsabilidades y atribuciones asociadas a cada una de ellas.

6.2.1.7 Software de integración

El software de integración se ejecutará en su mayor parte en los servidores de integración ubicados en el CCO. Adicionalmente, cada uno de los equipos del CCO (tanto servidores como *terminales de trabajo* de operación) deberá implementar un adaptador o módulo software que permita comunicar correctamente a los servidores de integración las informaciones que sea necesario compartir para disponer de una correcta integración entre todos los sistemas. Esta filosofía de integración responde al modelo ESB que se detalló en los criterios de diseño del sistema (sección 6.1.3).

Una de las principales funcionalidades ofrecidas por el software de integración presente en los servidores son las relacionadas con los servicios y aplicaciones soportados sobre el protocolo LDAP. Estas aplicaciones son las que se listan a continuación, cuyas funcionalidades se describen en la sección 6.6.2, dedicada a las funcionalidades soportadas sobre LDAP:

- Single Sing On (SSO)
- Sistema Unificado de Gestión de Perfiles y Permisos de Usuario (SUGPPU)
- Sistema de Gestión de Mando (SUGM)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Desde los servidores de integración (ya que disponen de acceso a los datos proporcionados por todos los sistemas de mando y control) se dispondrá de la posibilidad de generar informes de explotación de las instalaciones del sistema. Estos informes permitirán la definición de diferentes filtros (por tiempo, por estación, por tipo de dispositivo, etc.) de forma que se puedan consultar eventos del sistema en periodos definidos.

Se dispondrá de informes para consultar los archivos históricos del telecontrol. Estos informes permitirán la consulta de datos de los elementos seleccionados (mediante los filtros) y dentro de un rango de tiempo determinado. Además de los informes de históricos, se dispondrá de informes para conocer el estado actual de las instalaciones en un momento determinado. Estos informes podrán ser consultados sobre pantalla o enviados a la impresora para su consulta sobre papel.

Ciertas cuestiones relativas al tratamiento de las alarmas del sistema, a las órdenes que afectan a un conjunto de áreas diversas, al manejo de las situaciones predefinidas, y otras funcionalidades comunes también ocuparán espacio de procesamiento en los servidores de integración. Serán por tanto aplicaciones transversales que ofrecerán capacidades a todos los subsistemas.

6.2.1.7.1 Middleware de mensajería

Para permitir la integración, existirá una comunicación de datos entre el mando y control del sistema y el resto de subsistemas que forman el CTR. Esta comunicación se realizará utilizando un sistema de mensajería que actuará como Middleware. La aplicación principal de este módulo software correrá en los servidores de integración, y cada uno de los equipos de cada subsistema deberá contar con un módulo adaptador a este sistema de mensajería (implementando así la filosofía de integración ESB explicada en el apartado 6.1.3).

De esta manera, el software de mensajería tiene como objetivo proporcionar el transporte necesario para comunicar entre sí sistemas heterogéneos. Permite asimismo definir claramente las interfaces entre los distintos telemandos existentes. Ofrece múltiples opciones de configuración, pudiendo elegir si los mensajes son generados de manera síncrona o asíncrona, siguiendo el paradigma publicación-subscripción.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Para garantizar la seguridad de la información, dispondrá de un sistema de tolerancia a fallos y prioridades de ejecución, y será posible configurar redundancia tanto a nivel de red como de los servidores y equipos que forman parte de ella.

Las informaciones (alarmas, eventos, etc.) necesarias a conocer por un operador del centro de control, (distinto al que tenga este sistema dentro de su aplicación nativa), serán recibidas y mostradas en los monitores de cada aplicación nativa, de cada Puesto de Operador. Este operador, como consecuencia del reporte de estas informaciones, podrá actuar de forma consecuente con los sistemas que deba controlar para adaptarse a la situación que esté sucediendo en ese momento.

6.2.1.8 Software de simulación y moviola

Los paquetes de software de simulación y moviola están fuera del entorno en tiempo real del sistema de mando y control y serán ejecutados en el puesto de simulación del CCO (en ningún caso la simulación será ejecutada sobre los servidores nativos del sistema de mando y control).

Se dispondrá de una herramienta para realizar funcionalidades de simulación para todos los sistemas de mando y control. La simulación tiene como principales objetivos:

- Ofrecer la posibilidad de realizar acciones de aprendizaje y formación sobre los operadores del CCO
- Ofrecer la capacidad de realizar pruebas de nuevos desarrollos y funcionalidades que se puedan implementar durante el transcurso de la vida del sistema, sin afectar a la operación del mismo

Para poder ofrecer las capacidades y funcionalidades anteriormente citadas, el software de simulación debe ofrecer la misma IHM que se utiliza en el entorno normal de la aplicación del sistema. Se deben incluir instrucciones claramente identificables en los distintos monitores de operación que establezcan unívocamente que los datos mostrados provienen de una simulación y no del entorno real.

Para posibilitar la simulación se dispondrá de un concentrador o PLC maestro específicamente dedicado a dichas labores. Este concentrador será capaz de ejecutar cualquier aplicación de supervisión de los dispositivos que son responsabilidad de ese sistema de mando y control. Este concentrador simulará la conexión y operación de los distintos dispositivos y permitirá forzar en ellos las señales, de manera que

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

para el servidor nativo del sistema será transparente el hecho de que estas señales estén siendo simuladas.

El concentrador simulado permitirá definir los dispositivos ficticios que sean necesarios y, como es lógico, no aparecerá en los monitores de trabajo de los operadores que estén haciendo uso del sistema *online* en esos momentos. Sin embargo, las señales forzadas por el entorno de simulación sí serán leídas por los servidores y tratadas como cualquier otra señal, generando las alarmas y eventos que se generarían en un dispositivo real, con la finalidad de comprobar los cambios y afectaciones que estas señales introducen en el ciclo de operación del sistema de mando y hacer un seguimiento de los mismos.

El sistema de mando y control también dispondrá de una herramienta software, llamada moviola, de reconstrucción y reproducción de acontecimientos y eventos pasados. Esta herramienta se ejecutará en el mismo puesto de operación que el software de simulación. Esta aplicación permitirá visualizar los eventos sucedidos en un intervalo de tiempo en el pasado, y mostrarlos al operador a través de la misma IHM que se usa en el entorno normal de operación.

La fuente de información para la reproducción de los acontecimientos y eventos pasados es la base de datos de históricos que el sistema genera durante su ciclo de vida. Los registros históricos a reproducir pueden encontrarse almacenados en diferentes lugares:

- Las unidades de almacenamiento NAS del sistema de mando y control (almacenamiento directo)
- El lugar de almacenamiento de respaldo de la información (SAN)

La reproducción de los acontecimientos será transparente al lugar del cual provenga la información en el momento de la reconstrucción.

La moviola permitirá definir como datos de entrada el momento inicial y final de la reproducción de los eventos. La reproducción se basa en la inserción continuada en la plataforma de moviola de los eventos obtenidos a partir de los registros de históricos. Para poder realizar esta función la plataforma debe partir de una situación inicial o fotografía (*snapshot*) que defina el estado del sistema en un momento determinado, a partir del cual se irán inyectando los eventos. Los *snapshots* son generados y guardados por los telemandos a intervalos regulares. De esta manera, el comienzo de las operaciones de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

reproducción de eventos por parte de la moviola vendrá marcado por el *snapshot* más cercano en el tiempo al momento de inicio de la reproducción elegido por el usuario.
Las funcionalidades ofrecidas por el software de moviola durante una reproducción de eventos son las siguientes:

- Control sobre la velocidad de sucesión de los eventos a reproducir. Será posible acelerar o frenar la reproducción mediante botones de fácil acceso situados en la pantalla de operación.
- Posibilidad de congelar la reproducción para realizar análisis detallados del estado de las distintas variables de los dispositivos en un momento dado.
- Reproducción de los acontecimientos condicionada a un parámetro o condición: ocurrencia de un determinado evento, llegada a un punto temporal concreto, etc.

En todo momento será claramente visible en los distintos monitores de operación una indicación que aclare unívocamente que los datos visualizados provienen de una reproducción y no del entorno real de ejecución.

6.2.1.9 Herramientas de soporte

Existen en el sistema de mando y control una serie de herramientas software que tienen como finalidad facilitar la operación del sistema a los operarios. Se definen a continuación las características y funcionalidades ofrecidas por las siguientes tres herramientas de soporte:

- Secuencias de comandos
- Planificador de tareas
- Situaciones predefinidas

6.2.1.9.1 Secuencias de comandos

El software de control del sistema de mando y control contará con una herramienta de ayuda a la creación de secuencias de comandos. Estas secuencias permitirán la ejecución de operaciones complejas (previamente registradas) a través de comandos simples, facilitando enormemente el control de las instalaciones. La herramienta de generación de secuencias será utilizada por los operadores para

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

facilitar el desempeño de sus operaciones, por lo que será responsabilidad de éstos la generación de las secuencias necesarias en cada caso.

La herramienta almacenará las nuevas secuencias generadas por los operadores en una base de datos, en la que además se guardarán las credenciales del usuario generador de cada secuencia así como una pequeña descripción textual de las funciones que desempeña esa secuencia. El proceso a seguir para la creación de una secuencia es el siguiente:

1) Asignación de un nombre y una breve descripción para la nueva secuencia.
2) Selección del dispositivo sobre el cual se desea definir un comando. Puede ser necesario navegar por las distintas estaciones o sectores del telemando para poder seleccionar el dispositivo deseado.
3) Selección, en la pantalla de detalle del dispositivo seleccionado, de la orden que se desea agregar a la secuencia de comandos.
4) Repetición de los pasos 2 y 3 tantas veces como sea necesario hasta haber agregado a la secuencia todos los comandos deseados.

La herramienta de creación de secuencias de comandos deberá interactuar con el SUGPPU, de manera que se conozcan los permisos y atribuciones asignados a cada usuario, evitando de esta manera que un usuario pueda definir secuencias que incluyan órdenes que no le está permitido ejecutar.

Las secuencias de comandos generadas podrán ser ejecutadas a posterior de manera manual por parte del operador, de manera planificada mediante el planificador de tareas (ver sección siguiente) o de manera condicionada en respuesta a ciertos eventos del sistema (tales como alarmas o cambios de estado). Individualmente, cada uno de los comandos que forma parte de una secuencia también puede disponer de una condición de ejecución (el comando no será ejecutado de incumplirse dicha condición).

Una secuencia de comandos puede ser definida no únicamente en base a órdenes primitivas a ejecutar, sino haciendo uso y llamada de otras secuencias de comandos previamente definidas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.2.1.9.2 Planificación de tareas

Con el objetivo de ayudar a los operadores del telemando a la gestión del control de las instalaciones, se dispondrá de una herramienta de planificación de tareas, que permitirá ajustar éstas a un calendario y horario. Las funcionalidades y capacidades ofrecidas por esta herramienta se listan a continuación:

- Definición y ejecución de tareas que deben ser desempeñadas mecánicamente en momentos determinados sin necesidad de intervención de un operador. Esta funcionalidad ofrece seguridad ya que elimina el riesgo de sufrir errores humanos en la realización de tareas largas y repetitivas.
- Definición de distintos modos de ejecución de las tareas programadas. De esta manera será posible la ejecución de tareas en momentos puntuales de un día, o programarlas de un modo repetitivo y cíclico, siendo la periodicidad de ejecución altamente configurable (diariamente, semanalmente, mensualmente, etc.).
- Capacidad de planificar la ejecución de secuencias de comandos predefinidas por los operadores, tal y como se ha detallado en la sección anterior.

6.2.1.9.3 Situaciones predefinidas

El sistema de mando y control también ofrecerá una herramienta de activación de situaciones y escenarios predefinidos para todos sus elementos. Estos escenarios actuarán como estados deseables o esperados para los dispositivos ante una situación determinada. De esta manera, cuando en el transcurso de las operaciones se produzca una situación concreta, será posible activar la situación predefinida o esperable, y ésta actuará a modo de plantilla que comparará los valores reales y actuales de los elementos del telemando con aquellos definidos en la plantilla. En caso de discordancia entre el estado real de un dispositivo y lo especificado en la plantilla, este hecho será visualmente destacado en la IHM del sistema de mando.

La herramienta de activación de estados predefinidos interactuará con el SUGPPU de manera que dicha activación irá ligada a los permisos de usuario (únicamente podrán activar estos estados los usuarios habilitados para ello).

Otras funcionalidades ofrecidas por la herramienta de activación de situaciones predefinidas se listan a continuación:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Se dispondrá de una funcionalidad para ayudar al operario a realizar la definición de una situación predefinida de los elementos.
- Será posible la asociación de una alarma que será lanzada en caso de discordancia entre el estado real de un elemento y su estado esperable en el momento de la activación de una situación predefinida.
- Se definirá una "situación de reposo estable" o snapshot. Esta situación será configurable por el operador en cualquier momento durante la operación normal del sistema: se dispondrá de una opción de grabación del estado actual que tomará los valores actuales de los dispositivos del sistema de control como aquéllos pertenecientes al estado de reposo estable. Esta función de snapshot permitirá dejar constancia rápida de los cambios producidos en el estado del telemando en un periodo de tiempo concreto.

6.2.1.10 Procesos de las aplicaciones para cada uno de los sistemas

6.2.1.10.1 Objeto

El objeto de esta sección es describir los procesos y funciones a incluir para el mando y control del sistema de control de tráfico de la futura Línea del CDG. Estas funciones y procesos aportarán las funcionalidades necesarias para cumplir con los requerimientos del sistema.

6.2.1.10.2 Introducción

Las funciones y procesos descritos en esta sección realizarán el control y la gestión de todos los elementos de campo que comprenden el mando y control del sistema de Seguridad, así como el procesado de los datos recogidos y su presentación en los equipos correspondientes del CCP.

El control y supervisión de dispositivos dará las funcionalidades para monitorizar e interactuar con el equipamiento de Línea que conforman el mando y control del sistema de Tráfico. Estos equipos serán los siguientes:

- Enclavamientos
- Detectores de presencia en vía

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Señales
- Sistema ATS
- ZC's
- Convertidores y baterías
- Climatización embarcada
- Iluminación embarcada
- Interfonía embarcada
- Freno neumático
- Voceo Embarcado
- Tracción
- Etc.

6.2.1.10.3 Control y supervisión de dispositivos

Tal como se describe en los capítulos dedicados a las arquitecturas hardware y software, el sistema de mando y control de los dispositivos del sistema de Tráfico estará formado, principalmente, por los siguientes elementos:

6.2.1.10.4 Clúster de servidores

Se dispondrá de dos servidores redundantes configurados en clúster con balanceo de carga. Estos servidores tendrán las siguientes funciones principales:

- Recibir los datos del sistema ATS instalado.
- Empaquetar estos datos de manera estructurada para que pueda ser visualizada en las aplicaciones existentes en los puestos de operación.
- Concentrar las órdenes generadas por los operadores y enviarlas al equipamiento ATS.
- Gestionar las bases de datos de tiempo real, históricos y configuración.
- Gestión del balanceo de carga entre servidores.
- Sincronización horaria con servidor NTP vía Ethernet. Este proceso actualiza el reloj de tiempo real del nodo tomando como patrón el servidor NTP del sistema.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Algunas de estas funciones se consiguen a través del sistema SCADA instalado en estos equipos. El intercambio de datos entre los servidores del clúster y los dispositivos de campo se hará mediante una tarea de comunicación del SCADA ("scan task"). Esta tarea estará asociada al servidor que concentra los datos de Tráfico de la línea.

- Lectura, en los dispositivos de campo, de las tablas en tiempo real de estados lógicos. Este proceso actualizará de forma automática las Tablas en Tiempo Real con estados lógicos que provienen de los elementos de campo que se representarán en los gráficos del CCO.
- Lectura, en los dispositivos de campo, de las tablas en tiempo real de los valores analógicos, incluidos los valores de escritura, como parámetros, horarios, etc.
- Empaquetado de estos datos de manera estructurada para que pueda ser cómodo y eficiente el acceso desde el servidor de datos.
- Escritura de las Tablas de Órdenes de los dispositivos de campo. Este proceso actualiza las tablas de los nodos de alto nivel con las órdenes booleanas que provienen del CCO.
- Escritura de las Tablas de valores analógicos de los dispositivos de campo. Este proceso actualiza las tablas de los elementos de campo con los valores analógicos modificados desde el CCO.

Nota: Todas las escrituras que sean enviadas a los controladores de equipos (dispositivos de campo) generan eventos ascendentes fechados en origen como 'feedback' de escritura satisfactoria (ACKs).

- Tratamiento de todos los eventos recibidos desde los dispositivos de campo y mantenimiento del buffer hasta la correspondiente lectura desde el servidor de datos.
- Sincronización horaria con servidor NTP vía Ethernet. Este proceso actualiza el reloj de tiempo real del sistema de clúster tomando como patrón el servidor NTP del sistema.
- El proceso de recogida de datos funcionará en modo *Polling* leyendo los datos de las estaciones que se comunican por cada puerto de forma cíclica.

6.2.1.10.5 Gestión de los datos

El clúster de servidores realizará la función de gestionar la información, realizando el tratamiento oportuno de la misma según la lógica que sea necesario programar en el TTR, almacenándola y enviándola a los clientes que la soliciten. También gestionará el envío de información al resto de Telecontroles que necesiten de estos datos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.2.1.10.5.1 Gestión de redundancia

El diseño del sistema implementa un sistema redundante para dar servicio continuado a los operadores y al resto de sistemas conectados al mando y control del sistema de Tráfico.

Los clientes verán el clúster de servidores como una unidad de forma que existirá un continuo balanceo de carga para proporcionar siempre el máximo rendimiento y eficiencia del equipamiento.

Esta gestión de balance de carga será transparente al usuario asignando el mismo nivel de operación tanto a servidor como al otro.

6.2.1.10.5.2 Transferencia de información

Un servicio de mensajería actuará como Middleware para permitir la comunicación y transferencia de información entre los distintos telemandos y demás subsistemas.

La comunicación de los datos al servidor mediante la mensajería se realizará sobre una arquitectura cliente-servidor según el paradigma publicación-suscripción. Para llevar a cabo esta suscripción deberá implementar una tarea de comunicación entre el mando y control del sistema y el sistema de mensajería. Una vez el sistema de mensajería tenga los datos a publicar, aquellos subsistemas que se hayan suscrito al tópico en cuestión recibirán dichos datos.

Este envío de datos con el sistema de mensajería será lo suficientemente flexible para permitir cambios en su configuración donde sea posible modificar parámetros de rendimiento, seguridad del envío o prioridades de los datos.

6.2.1.10.5.3 Traspaso de información entre sistemas

Existirá una comunicación de datos entre el mando y control del sistema de Tráfico y el resto de subsistemas que forman el CCO. Esta comunicación se hará igualmente utilizando un sistema de mensajería que actuará como Middleware. Las informaciones que sea necesario conocer por un operador del centro de control, distinto al que tenga el TTR dentro de su aplicación nativa (Puesto de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Operador de Tráfico), serán recibidas y mostradas en los monitores de las aplicaciones específicas de cada Puesto de Operador.

Este operador, como consecuencia del reporte de estas alarmas, podrá actuar de forma consecuente con los sistemas que deba controlar para adaptarse a la situación que esté sucediendo en ese momento.

6.2.1.10.6 Bases de datos

El clúster de servidores gestionará diferentes tipos de bases de datos del sistema: la base de datos en tiempo real, la base de datos de configuración y la base de datos histórica.

6.2.1.10.6.1 Base de datos en tiempo real

El clúster de servidores mantendrá en todo momento el estado actual de los dispositivos de campo. Además de permitir enviar esta información a los clientes la empleará para el registro de datos históricos y la realización de informes.

Esta base de datos será actualizada de forma automática por el sistema cuando se produzcan cambios en los datos de los dispositivos de campo y será gestionada por el sistema SCADA de gestión del Telecontrol.

La base de datos en tiempo real residirá en las unidades de almacenamiento NAS, de manera que la interrupción de las operaciones de uno de los servidores del clúster (e incluso de ambos) no comprometerá en ningún momento su disponibilidad e integridad.

6.2.1.10.6.2 Base de datos de configuración

Además de la base de datos en tiempo real, el clúster de servidores mantendrá almacenados datos de configuración tanto de los dispositivos de campo como de los elementos que se comunican con el Telecontrol de Tráfico (información de los clientes, información necesaria para comunicar con otros mandos, etc.).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Del mismo modo que para la base de datos en tiempo real, la de configuración residirá en las unidades de almacenamiento NAS, de manera que la interrupción de las operaciones de uno de los servidores del clúster (e incluso de ambos) no comprometerá en ningún momento su disponibilidad e integridad.

La base de datos de configuración contendrá principalmente:

- La asignación inicial de zonas de mando. Ésta es la configuración que se cargará por defecto al inicio de las operaciones, o cada vez que el sistema inicie su operación sin memoria acerca de la asignación anterior.
- La lista de usuarios del sistema, incluyendo sus datos, su identificación de acceso al sistema, su *password* y su rol de operación.
- Los juegos de permisos asignados por el administrador a cada uno de los usuarios. El administrador tendrá potestad para prohibir, de manera individual para cada usuario, las acciones y funcionalidades que no deban serle accesibles.
- Los parámetros de la línea.
- La agrupación e identificación de las señales, órdenes, y los parámetros de los elementos que controla el sistema. En esta base de datos los elementos de campo deberán ser independientes de los puntos de contacto asociados en la base de datos, de forma que la modificación de uno de ellos no implique cambios en los datos de configuración de las imágenes, alarmas o secuencias en las que aparece el elemento. Se dotará al sistema de herramientas tanto para la modificación de la base de datos de configuración como para la lista de parámetros de configuración de la propia base de datos. Y estas herramientas permitirán incorporar modificaciones de forma definitiva sin necesidad de reinicializar ni perder los datos y estados actuales.

6.2.1.10.6.3 Base de datos de históricos

A medida que se vayan recibiendo datos de campo estas serán enviadas a los clientes (tanto operadores como otros Telecontroles) y de la misma manera serán grabadas como datos históricos. Esta base de datos representará el sistema de almacenamiento directo (a corto plazo y de rápida consulta). Los datos recogidos en ella permanecerán disponibles para consulta dentro de los propios servidores de un telemando y dentro de las unidades NAS de almacenamiento directo por un periodo de 30 días.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Estos datos históricos nos permitirán posteriormente consultar eventos pasados ya sea mediante informes o visualizando gráficos de evolución de parámetros. Además, estos datos de históricos serán utilizados para llevar a cabo el proceso de Moviola que nos permitirá visualizar la evolución de datos antiguos mediante la misma interfaz empleada para mostrar los datos al operador.

Los datos históricos recogidos durante la operación del telemando serán trasvasados periódicamente (cuando su antigüedad supere los 30 días) a un sistema de almacenamiento de respaldo en el cual permanecerán de manera indefinida para su consulta por parte de las distintas herramientas que requieran de ellas (moviola, generación de informes, etc.). Para tal fin se utilizará una *Storage Area Network* (SAN). El tiempo de almacenaje de los datos históricos dentro de la SAN vendrá únicamente marcado por su capacidad total de almacenamiento. Una SAN ofrece espacios de almacenamiento altamente escalables y una baja latencia en el acceso a los datos.

Los históricos serán también gestionados por la redundancia, de forma que ambos servidores tengan los mismos datos históricos en caso de fallo de alguno de los nodos integrantes del clúster.

6.2.1.10.7 Presentación de informes

Se dispondrá de la posibilidad de generar informes de explotación de las instalaciones del sistema de mando y control. Estos informes permitirán la definición de diferentes filtros (por tiempo, por estación, por tipo de dispositivo, etc.) de forma que se puedan consultar eventos del sistema en periodos definidos.

Se dispondrá de una herramienta de informes que entre otras funcionalidades, también servirá para consultar los archivos históricos del Telecontrol. Estos informes permitirán la consulta de datos de los elementos seleccionados (mediante los filtros) y dentro de un rango de tiempo determinado.

Además de los informes de histórico se dispondrá de informes para conocer el estado actual de las instalaciones en un momento determinado.

Estos informes podrán ser consultados sobre pantalla o enviados a la impresora para su consulta sobre papel.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.2.1.10.8 Back-up general de los datos

Además del back-up de los datos de históricos de las que ya se ha hablado en un punto anterior, se realizarán back-ups del resto de datos necesarios para dar las funcionalidades del sistema de mando y control en el área de almacenamiento de respaldo (SAN) y opcionalmente en soporte óptico (Blu-Ray). Estos datos incluyen la base de datos en tiempo real (*snapshots*); los datos de configuración del mando y control, estructura de los datos, definición de alarmas, funciones, eventos, es decir la estructura del sistema de mando y control, las pantallas y las aplicaciones de operador, las aplicaciones de apoyo, como aplicaciones de traspaso y gestión de datos, tareas de escanear, gestiones de históricos, etc.

Estos back-ups se generarán de forma automática o manual en función de los diferentes datos guardados (por ejemplo, las aplicaciones modificadas se guardarán cada vez que se hagan modificaciones sobre ellas, la base de datos en tiempo real se guardará de forma regular definiendo un intervalo de grabación de los *snapshots*). Se realizarán copias de todos los datos de operación necesarios para garantizar la continuidad de las funcionalidades de un telemando en caso de interrupción total de sus operaciones. Estos datos incluyen los siguientes paquetes:

- Snapshots de la base de datos en tiempo real
- Estructura del telemando: definición de alarmas, funciones y eventos
- Estructura y configuración de las pantallas y las aplicaciones de operador
- Las aplicaciones de soporte del telemando: las de traspaso y gestión de datos, el gestor de históricos, etc.

Los datos guardados en los back-ups permitirán la recuperación completa de un sistema en caso de quiebra del mismo.

6.2.2 Interfaz Hombre Máquina (IHM)

Se describe en este apartado la apariencia y capacidades que ofrece la IHM específica del TTR, haciendo hincapié en las apariencias y distribuciones de las distintas aplicaciones y áreas interactivas que permiten la ejecución de las funciones del telemando.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.2.2.1 Distribución de los menús

Como características generales, el *layout* de la IHM del TTR seguirá las pautas siguientes:

- Mantendrá homogeneidad estructural con el resto de IHM's del sistema y con la del resto de telemandos.
- Aplicará unos convenios de representación que favorezcan la ergonomía (lectura de la información de izquierda a derecha y de arriba a abajo).
- Utilizará imágenes e iconos autodescriptivos y representativos de la función que implementan.
- Ofrecerá navegación funcional entre los diferentes sinópticos.
- Limitará el nivel de profundidad de las informaciones mostradas en una arborescencia de imágenes para facilitar su comprensión.
- Limitará el uso de las multi-ventanas para hacer al conjunto de la interfaz más intuitivo y dotarlo de una sencillez de manejo mayor.
- Utilizará el lenguaje técnico propio de las operaciones a realizar, agrupando la información en subconjuntos significativos y fácilmente identificables por el operador.
- Hará uso de un tipo y medida de letra homogéneos para todos los textos que representen información. Utilizará además coloraciones homogéneas y adecuadas para clasificar los elementos visuales (tanto textuales como simbólicos) dependiendo de su estado, tipología e importancia.
- Hará uso de mensajes de ayuda para asistir al operador en la comprensión de los eventos que tienen lugar durante el ciclo de operación del telemando.

El diseño de la pantalla principal de la IHM del TTR debe tener en consideración que la interfaz estará repartida entre los dos monitores de operación de los que consta el puesto de operación de tráfico. La distribución general de esta pantalla principal constará de los siguientes elementos:

- Sinóptico completo de la línea
- Botones de acceso a funciones específicas
- Botones de acceso directo a pantallas
- Alarmas activas
- Alarmas no amortizadas
- Resumen de alarmas generadas por estación
- Mensajes al operador

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Pantalla de detalle seleccionada

El color de fondo de las distintas pantallas será por defecto negro (aunque debe poder cambiarse el esquema colorimétrico completo en función de si es necesaria una configuración de alto contraste), sobre el cual se distribuirán los elementos, menús y ventanas a visualizar.

Sinóptico completo de la línea

Esta zona de la pantalla contendrá una representación esquemática del sinóptico de la línea sobre la cual se superpondrán todos los elementos a supervisar y controlar, convenientemente representados mediante un código de colores predefinidos. Mediante este código de colores será posible la identificación rápida del estado en el cual se encuentra el dispositivo en cuestión:

- Enclavamientos
- Detectores de presencia en vía
- Señales
- Sistema ATS
- ZC's
- Etc.

Además de permitir conocer de manera rápida y visual el estado de los elementos monitorizados, el sinóptico servirá para realizar la navegación a lo largo de la línea. Los parámetros específicos asociados a cada uno de los tramos de la Línea se mostrarán en la pantalla de detalle que se describe con posterioridad.

Botones de acceso a funciones específicas

En esta zona de la pantalla se ubicarán los botones de acceso a determinadas funcionalidades de carácter general. Algunas de las funciones a incluir en esta área son las siguientes:

- Fecha y hora actual
- Opción de impresión del contenido de las pantallas

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Funciones de navegación específicas por las pantallas (por ejemplo, realización de login y logout)

Cada uno de los botones ubicados en esta interfaz estará activo o no dependiendo de si la funcionalidad que le ha sido asignada está disponible en ese instante. También adaptarán su coloración dependiendo de situaciones especiales y de carácter extraordinario como puede ser la pérdida total de comunicaciones con los elementos de campo.

Botones de acceso directo a pantallas

Esta zona está formada por botones de acceso a determinadas pantallas clave del sistema así como de lanzamiento de aplicaciones externas a la nativa del TTR que deban ser ejecutadas y empleadas en el mismo puesto de operador de tráfico. Cada botón irá asociado a un ámbito en particular y tendrá asociado un texto representativo de su funcionalidad.

Alarmas activas

Esta zona de la pantalla mostrará una lista que contenga todas las alarmas activas en el telemando, reconocidas o no. El listado de alarmas puede haber sufrido un filtrado de manera que el contenido final dependa de las asignaciones y permisos que se le hayan concedido al usuario.

La información que se mostrará asociada a cada una de las alarmas incluirá los siguientes conceptos:

- Fecha y hora en que se activó la alarma
- Reconocimiento de la alarma
- Texto descriptivo de la naturaleza de la alarma

Se utilizará un código de colores para identificar rápidamente y de manera visual la criticidad de la alarma. Una posible asignación de colores puede ser la siguiente:

- Urgente: rojo
- Alta: amarillo
- Baja: azul

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El estado de reconocimiento de la alarma también será transmitido mediante ayudas visuales:

- Parpadeante: alarma sin reconocer
- Fija: alarma ya reconocida

El orden de presentación de las alarmas en el listado vendrá dado, en primera instancia, por la fecha de activación y su criticidad. Sin embargo, los criterios de visualización serán altamente configurables y esta ordenación puede variar en caso de aplicarse filtros u otros parámetros de visualización. Una barra de *scrolling* vertical permitirá navegar por el listado de alarmas.

Realizando una doble pulsación sobre una de las entradas de la lista de alarmas será posible visualizar una pantalla de detalle asociada al punto generador de la alarma, mostrando toda la información, en tiempo real, de los parámetros relativos al mismo.

Alarmas no amortizadas

Esta zona de la interfaz presentará un listado que contenga todas aquellas alarmas que todavía no han sido amortizadas por ningún operador, independientemente de su estado. Este listado no admite filtrado, y mostrará incondicionalmente todas las alarmas pendientes de amortización.

La información que se mostrará asociada a cada una de las alarmas incluirá los siguientes conceptos:

- Fecha y hora en que se activó la alarma
- Estado de la alarma
- Valor de activación de la alarma
- Texto descriptivo de la naturaleza de la alarma

Se utilizará un código de colores para identificar rápidamente y de manera visual la criticidad de la alarma. Una posible asignación de colores puede ser la siguiente:

- Urgente: rojo
- Alta: amarillo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Baja: azul

El orden de presentación de las alarmas en el listado vendrá dado estrictamente atendiendo a su fecha de activación y su criticidad. Una barra de scrolling vertical permitirá navegar por el listado de alarmas. Realizando una doble pulsación sobre una de las entradas de la lista de alarmas será posible visualizar una pantalla de detalle asociada al punto generador de la alarma, mostrando toda la información, en tiempo real, de los parámetros relativos al mismo.

Mensajes al operador

La línea de mensajes al operador se situará en la parte baja de la interfaz y permitirá suministrar al operador toda la información relativa a las operaciones que está llevando a cabo, tales como mensajes de error y descripciones orientativas y de ayuda a la operación.

Para mayor comodidad visual, el texto se mostrará en color blanco sobre fondo negro y existirá un histórico de hasta 5 mensajes de la sesión en curso. Esta lista se vaciará cuando un usuario realice un logout de la aplicación y vuelva a ingresar en el sistema.

6.2.2.2 Representación de los objetos

Se describe en este apartado la apariencia de los distintos objetos relacionados con el TTR a representar en la IHM del telemando. Estos objetos pertenecen al grupo de objetos dinámicos descritos en la sección anterior ya que pueden presentar diversos estados atendiendo al valor de sus variables, mostrándose una representación distinta para cada uno de dichos estados.

Existen unos convenios generales de representación aplicables a todos los objetos dinámicos mostrados por la interfaz del TTR. En lo que respecta a la coloración de los objetos dependiendo de su estado, estas pautas son las siguientes (en orden de prioridad decreciente):

- Objeto con error de comunicación: gris
- Objeto en mantenimiento: blanco
- Objeto inhibido: azul
- Objeto con alarma: rojo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Objeto desactivado: amarillo
- Objeto activo: verde

En lo que respecta a la información textual asociada a los objetos que requiere de una lectura rápida por parte de los operadores, es conveniente la utilización de texto de tamaño suficientemente grande y de un color que facilite su rápida identificación.

6.2.2.1 Zonas y herramientas de diálogo

Se describen a continuación los objetos que serán usados por la interfaz del TTR para la construcción de diálogos que permitan el intercambio de información con el operador. Los objetos disponibles para la construcción de los diálogos por el operador son los siguientes:

Check Box: se usará en caso de representar una opción con tan solo dos estados. Normalmente estará asociado a variables de tipo digital.

Option Button: se usará en caso de existir opciones excluyentes. Puede estar asignada a variables de tipo digital o no. Depende de si el nombre de casos representados es mayor que dos.

List Box: se usará en el caso en que se deba representar un conjunto de textos. Esto incluye, el caso en que se deba seleccionar uno de ellos y el caso en que se quiera mostrar un histórico de sucesos. Para una selección se puede asociar a una señal de cualquier tipo dependiendo del número de componentes existentes dentro de la lista

Command Button: Se usará para realizar unas determinadas acciones en el momento de su pulsación (enviar una orden a un elemento, acceder a una pantalla, validarse en el sistema, validar una modificación,…)

Text Box: se usará para la introducción de datos por parte del operador. Esto incluye tanto el formato de texto como el numérico. Este campo puede contener una o más líneas visibles, el número de los caracteres se puede limitar en función de un cierto parámetro. En el caso de una contraseña, los caracteres pueden ser substituidos por uno sólo que impida ver el texto introducido.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Slider/Scroll Bar: se usará en caso de representar variables de tipo analógico con un determinado rango de funcionamiento. La configuración de este elemento permite que los desplazamientos sean tanto horizontales como verticales. Además, se puede alterar la configuración de botones y la apariencia de los mismos.

Frame: se usará para agrupar datos de acuerdo a un mismo criterio. Ayudará a organizar la interfaz de usuario más entendible.

6.2.2.2 Caja de Validación

Esta ventana aparecerá cada vez que se inicia la aplicación, se pide hacer una nueva validación en el sistema o se bloquea el ordenador de forma automática (por tiempo de inactividad) o manual (mediante el teclado). Para que el operador pueda volver a trabajar con el sistema deberá identificarse mediante un nombre y un *password* válidos, dados de alta previamente en el sistema.

6.3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El TTR, así como los demás telemandos de este proyecto, hará uso de la Red de Datos Multiservicio (RED) para el intercambio de información entre el centro de control y los elementos de campo del telemando repartidos a lo largo de la línea. La arquitectura implementada para permitir la comunicación del CCO con el resto de elementos a través de la RED se muestra en la figura siguiente:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

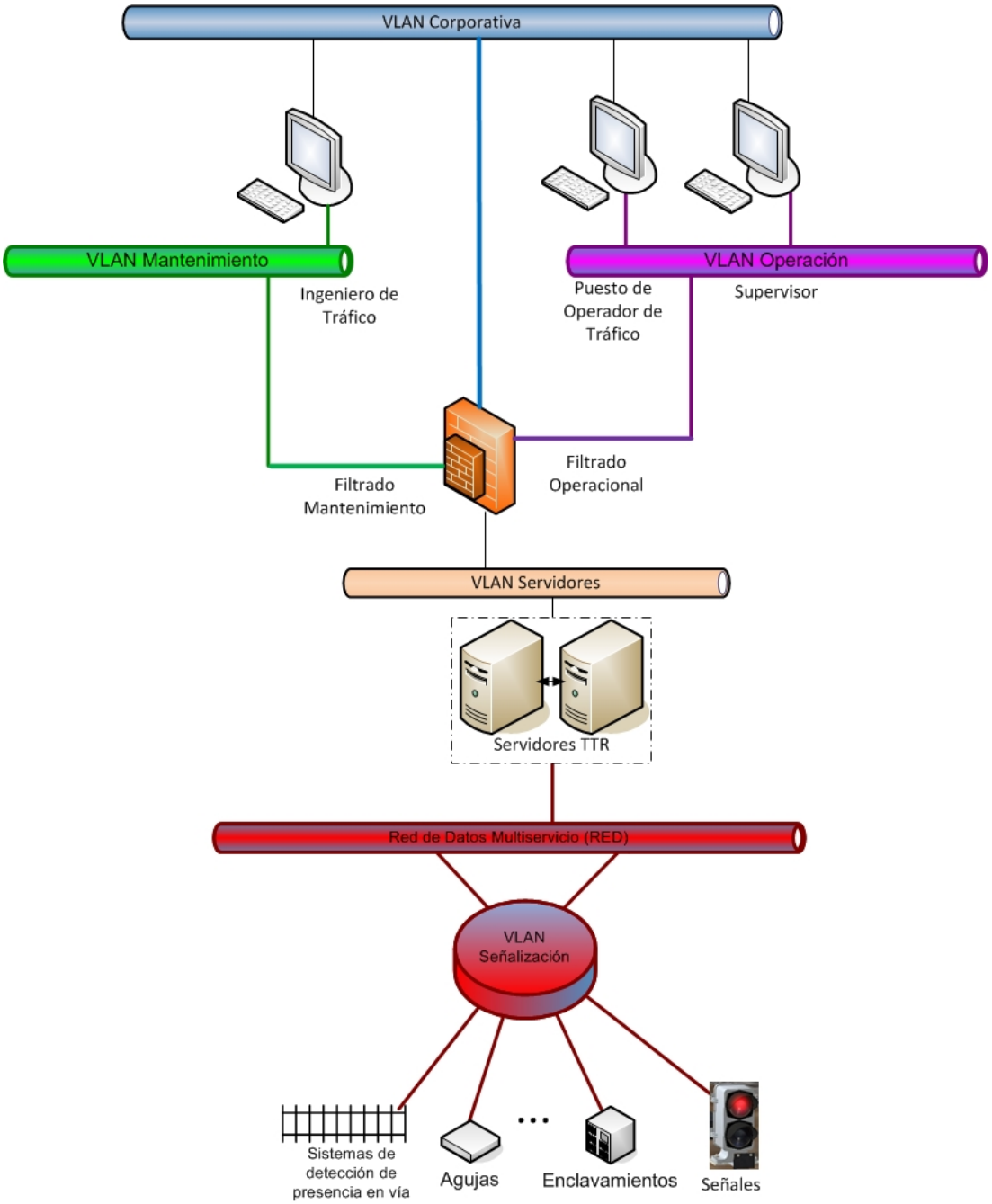


Figura 10: Arquitectura del Sistema TTR

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA

Se realiza a continuación una descripción de la distribución física de los elementos anteriormente descritos, realizando la división entre aquellos elementos ubicados en el centro de control, a lo largo de la línea.

6.4.1 Equipamiento en el centro de control

Los siguientes elementos hardware se ubican en el centro del control y son de uso exclusivo del Telemando de Tráfico:

- **Servidores de datos**: su función principal es la ejecución de la aplicación nativa del Telemando de Tráfico, la recogida y procesado de los datos provenientes de los dispositivos de campo y su presentación al operador del telemando. También es el responsable de procesar las órdenes ejecutadas por éste hacia los dispositivos de campo, así como de la gestión de todas las bases de datos existentes en el telemando.
- **Estaciones de administración y mantenimiento**: el pool de *terminales de trabajo* de mantenimiento se encargan de la ejecución de todas las aplicaciones responsables de la administración y el mantenimiento del sistema.
- **Estación de supervisión**: son los terminales de trabajo de supervisión y operación se encargan de la ejecución de la parte cliente de la aplicación nativa del TTR, mostrando a los operadores las interfaces generadas en los servidores en base a los datos recogidos en campo; y procesando a su vez los inputs y órdenes introducidas por los operadores a través de dichas interfaces.

6.5 FIABILIDAD Y REDUNDANCIA

El diseño del telemando de tráfico contempla un sistema de redundancia que dará continuidad del servicio tanto a los operadores como al resto de sistemas dependientes del TTR en caso de producirse una interrupción de sus operaciones normales.

Los Puestos de Control Locales (PLO) que forman parte del Centro de Control de Respaldo (CCR) serán capaces de dar continuidad a los servicios del telemando en caso de interrupción de las operaciones del

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Centro de Control Principal. Cada uno de estos PLO tendrá potestad para regular la señalización y tráfico del tramo de línea que le sea asignado en la ingeniería de detalle.

El servidor del TTR estará formado por la agrupación en clúster de dos servidores independientes. El clúster realizará un balanceo de la carga de trabajo entre ambos servidores, de manera que durante la mayor parte del tiempo se intentará que cada uno de los servidores asuma el 50% de la carga de trabajo. En caso de fallo de uno de los servidores, el otro asumirá el 100% de la carga hasta el restablecimiento de la operación normal del primero. Dado que desde el exterior el clúster de servidores es visto como un único servidor, el resto de telemandos y sistemas dependientes del TTR podrán continuar interactuando con él normalmente.

Las distintas bases de datos que componen el sistema también se encontrarán redundadas. La RTDB se alojará en la unidad de almacenamiento de red redundado NAS, de acceso compartido para los dos nodos del clúster, de manera que seguirá siendo accesible sea cual sea el servidor del clúster que haya fallado. El mismo esquema aplica para las bases de datos de configuración del sistema y la de datos históricos.

Además, con el mismo fin de mejorar la redundancia del sistema en caso de fallo, y al mismo tiempo aumentar su fiabilidad, se realizarán distintos tipos de *backup* de los datos del telemando en el área de almacenamiento de respaldo (SAN) y opcionalmente en soporte óptico (Blu-Ray). Además del *backup* de los datos históricos ya expuestos en una sección anterior, se realizarán copias de todos los datos de operación necesarios para garantizar la continuidad de las funcionalidades del TTR en caso de interrupción total de sus operaciones. Estos datos incluyen los siguientes paquetes:

- Snapshots de la base de datos en tiempo real
- Estructura del telemando: definición de alarmas, funciones y eventos
- Estructura y configuración de las pantallas y las aplicaciones de operador
- Las aplicaciones de soporte del telemando: las de traspaso y gestión de datos, el gestor de históricos, etc.

La frecuencia de copia de los datos anteriores será altamente configurable, pudiéndose realizar de manera automática a intervalos regulares o de manera manual. Para el caso de las bases de datos, será útil definir la generación de una copia automática cada cierto tiempo, mientras que para el software será

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

más conveniente la realización de copias manualmente cuando las aplicaciones implicadas sean modificadas.

Los datos guardados como *backup* permitirán la recuperación completa del sistema en caso de fallo total del mismo, aportando de esta manera una alta fiabilidad al telemando.

6.6 SISTEMAS DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS

Se describen en esta sección los distintos SGBD que existen en el telemando de tráfico.

6.6.1 Tiempo real (RTDB)

Los discos NAS anexos a los servidores en los que se ejecuta la aplicación nativa del TTR alojarán una base de datos en tiempo real (RTDB) en la cual se volcarán los datos de operación del telemando de inmediato uso y consulta. Se usa una RTDB debido a las altas exigencias en cuanto a variabilidad del entorno y los datos manejados, así como en lo referente al bajo tiempo de respuesta que debe presentar el sistema.

Las RTDB se adaptan al entorno anteriormente descrito puesto que están especialmente diseñadas para manejar cargas de trabajo grandes cuyo estado está permanentemente en cambio y evolución. Se denominan “de tiempo real” debido a que presentan un tiempo de respuesta suficientemente bajo como para ser considerado despreciable.

La base de datos en tiempo real utilizada en el TTR mantendrá en todo momento el estado actual de los dispositivos de campo. Además de enviar esta información a los clientes del telemando, se utilizará para el llenado del registro de datos históricos y para la generación de informes. La RTDB se actualizará de manera automática cuando se produzcan cambios en los datos de los dispositivos de campo.

La RTDB utilizada en el TTR estará orientada a objetos y permitirá tener el número necesario de puntos con un número suficiente de parámetros cada uno que pueden contener señales de entrada y / o salida (estas pueden ser lógicas o físicas). Permitirá asimismo la modificación en caliente de la base de datos, dando de alta o eliminando puntos existentes, sin afectación alguna al rendimiento de las operaciones.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Los datos grabados en la RTDB serán automáticamente volcados también en la base de datos de históricos, pese a que este hecho será altamente configurable (será posible, por ejemplo, programar varios volcados diarios de datos desde la RTDB a la base de datos de históricos).

6.6.1.1 Históricos

Los servidores en los que se ejecuta la aplicación nativa del TTR alojarán también una base de datos que almacenará el histórico de eventos, alarmas y demás circunstancias acontecidas durante el transcurso de las operaciones del telemando. Esta base de datos representará el sistema de almacenamiento directo (a corto plazo y de rápida consulta). Los datos recogidos en ella permanecerán disponibles para consulta dentro de los propios servidores del TTR y dentro de las unidades NAS de almacenamiento directo por un periodo de 30 días. Transcurrido ese tiempo, los datos serán trasladados al sistema de almacenamiento de respaldo (SAN)

6.6.1.2 Almacenamiento de respaldo (SAN)

Los datos históricos recogidos durante la operación del telemando serán trasvasados periódicamente a un sistema de almacenamiento de respaldo en el cual permanecerán de manera indefinida para su consulta por parte de las distintas herramientas que requieran de ellas (moviola, generación de informes, etc.). Para tal fin se utilizará una Storage Area Network (SAN). El tiempo de almacenaje de los datos históricos dentro de la SAN vendrá únicamente marcado por su capacidad total de almacenamiento.

Una SAN es una red de elementos hardware, software y servicios integralmente dedicada al almacenamiento de datos que agrupa los siguientes elementos:

- Una red de alta velocidad (generalmente basada en canal de fibra óptica)
- Equipos de interconexión dedicados (switchs y gateways)
- Elementos de almacenamiento de alta capacidad (discos duros)

Una SAN ofrece espacios de almacenamiento altamente escalables y una baja latencia en el acceso a los datos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.6.1.3 Configuración

Los servidores del TTR, apoyándose en el almacenamiento de alta capacidad (y como respaldo en las unidades de almacenamiento comunes NAS), también alojarán una base de datos de configuración del sistema. El contenido de esta base de datos únicamente podrá ser modificado por los usuarios con rol de administrador del telemando. La base de datos de configuración contendrá principalmente:

- La asignación inicial de zonas de mando. Ésta es la configuración que se cargará por defecto al inicio de las operaciones, o cada vez que el sistema inicie su operación sin memoria acerca de la asignación anterior. Estas asignaciones son plásticas en cuanto a que durante las operaciones del telemando el administrador puede realizar cambios sobre ellas o éstos pueden venir provocados por la ejecución de los procedimientos de toma y cesión de mando.
- La lista de usuarios del sistema, incluyendo sus datos, su identificación de acceso al sistema, su password y su rol de operación.
- Los juegos de permisos asignados por el administrador a cada uno de los usuarios. El administrador tendrá potestad para prohibir, de manera individual para cada usuario, las acciones y funcionalidades que no deban serle accesibles.
- Los parámetros de la línea.
- La agrupación e identificación de las señales, órdenes, y los parámetros de los elementos que controla el sistema. En esta base de datos los elementos de campo deberán ser independientes de los puntos de contacto asociados en la base de datos, de forma que la modificación de uno de ellos no implique cambios en los datos de configuración de las imágenes, alarmas o secuencias en las que aparece el elemento. Se dotará al sistema de herramientas tanto para la modificación de la base de datos de configuración como para la lista de parámetros de configuración de la propia base de datos. Y estas herramientas permitirán incorporar modificaciones de forma definitiva sin necesidad de reinicializar ni perder los datos y estados actuales

6.6.2 Funciones soportadas sobre LDAP

LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) es un protocolo de nivel de aplicación que permite el acceso a un servicio de directorio ordenado y distribuido, de manera que se permita la consulta y modificación indexada de información muy diversa en un entorno de red. Un servicio de directorio representa una colección de objetos que contienen una colección de atributos, ordenados de manera

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

lógica y jerárquica. LDAP se define, por consiguiente, como un protocolo de acceso unificado a un conjunto de informaciones sobre una red.

Los servicios de acceso a directorios surgen a través de la necesidad de facilitar el acceso a conjuntos de datos ordenados jerárquicamente (como por ejemplo los listines telefónicos). Durante los años 80 surgen los primeros servicios de acceso (únicamente acceso, y no modificación) a directorios, apoyados sobre los estándares X.500. En 1993 se crea el protocolo LDAP con la finalidad de permitir el despliegue de servicios de acceso a directorios sobre redes TCP/IP. Usualmente, LDAP es utilizado para el almacenaje de datos de autenticación (usuarios y *passwords*), pese a que es posible manejar todo tipo de información mediante él (datos de contacto de usuario, ubicación de recursos de red, permisos, certificados, etc.).

En el marco del sistema de telemandos del CDG, en el cual es de vital importancia mantener actualizados y en coherencia los datos relativos a todos los usuarios del sistema, el protocolo LDAP se utilizará para dar apoyo a las funciones que se describen a continuación.

Cabe destacar una vez más que las bases de datos, ficheros y elementos software comunes a todos los telemandos y sistemas presentes en el centro de control persistirán en el almacenamiento de respaldo (SAN), pero para su rápido acceso y modificación se ubicarán en el NAS, una unidad de almacenamiento fiable y redundante común para todos los telemandos y sistemas del CCO.

6.6.2.1 SSO

Existirá en el CTR una herramienta de *login*/*logout* unificado, que permitirá validar el acceso de cualquier tipo de usuario al sistema. La técnica de ingreso unificado en los distintos sistemas se denomina Single Sign On (SSO). Esta herramienta atribuirá a cada usuario un sello único que contendrá la información sobre el conjunto de atributos que le permitirán realizar unas operaciones y le prohibirán otras. Esta colección de permisos será válida durante todo el tiempo de vida del usuario en el sistema, para todos los entornos y para todas las aplicaciones, sin necesidad de que el usuario deba volver a realizar un nuevo *login* en ningún momento. La colección de atributos que definen los permisos asociados a cada usuario estará contenida en la base de datos de configuración descrita en la sección dedicada a los distintos SGBD existentes, y constituirá una de las principales colecciones de informaciones manejadas por el protocolo LDAP y accesibles a través de él.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6.6.2.2 SUGPPU

Dado que en todo momento durante la vida del usuario dentro del sistema debe existir coherencia entre el contenido de la base de datos de configuración y la colección de permisos atribuida por la herramienta de SSO; se requiere que, tal y como se expone más adelante, el sello asignado por el protocolo LDAP a cada usuario sea susceptible de sufrir actualizaciones durante el ciclo de vida del usuario en el sistema.
Existirá para conseguir tal finalidad un Sistema Unificado de Gestión de Perfiles y Permisos de Usuario (SUGPPU). Esta herramienta se apoyará en el protocolo de indexación LDAP para la gestión y mantenimiento del repositorio en el que se almacena la información acerca de los perfiles y los permisos asignados a cada usuario (la base de datos de configuraciones en este caso). El SUGPPU permitirá administrar todos los usuarios, sus roles, perfiles y áreas temáticas, dotándoles de permisos y atribuciones, en tiempo real y sin afectación a las operaciones del usuario dentro del sistema.

6.6.2.3 SUGM

Los cambios en los atributos de permisos, perfiles y áreas de actuación de los usuarios no necesariamente han de venir siempre impuestas por el usuario con rol de administrador dentro del sistema. Durante el ciclo de operación del telemando, pueden llevarse a cabo operaciones de toma y cesión de mando entre usuarios que repercutan en cambios en las zonas de cobertura asignadas a cada usuario. Estos cambios deben reflejarse en tiempo real en los sellos LDAP asignados a cada usuario.

Existirá un Sistema Unificado de Gestión de Mando (SUGM) que llevará a cabo las mencionadas actualizaciones. Tras una operación de toma o cesión de mando, el SUGM se apoyará en LDAP para mantener actualizados y coherentes los distintos sellos de los usuarios y habilitar/inhabilitar en tiempo real las capacidades de dichos usuarios en el sistema en cuanto a su posibilidad de actuación sobre las distintas zonas y sectores. La base de datos de configuración de perfiles y permisos de usuarios también será refrescada en consecuencia.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

7 ESTUDIO DE DIMENSIONADO DE SERVIDORES

Atendiendo a las tareas y aplicaciones que deberán ser soportadas por los servidores encargados de la gestión y supervisión del Telemando de Tráfico, previsto a instalar en la futura Línea del CDG, se ha realizado un estudio del dimensionado de los servidores necesarios a instalar que permitan garantizar la correcta ejecución de este sistema de Mando y Control.

Por este motivo, las características mínimas con las que deberán contar los servidores del TTR para el CDG son las siguientes:

Procesador
• Procesador de ocho núcleos 3.0 GHz. • Cuatro procesadores por sistema, máximo de 256 hilos. • Ocho unidades de punto flotante.
Caché por procesador
• Compartida L3, caché de 4MB y ocho núcleos con una caché L2 privada de 128K.
Memoria principal
• Memoria máxima de sistema de 2 TB con 32 GB DIMMs. • Capacidad de configuración para 4 GB, 8 GB, 16 GB y 32 GB DIMMs.
Arquitectura del sistema
• Arquitectura ECC protegida.
Interfaces Estándar y de Integración
• Red: dos puertos QSFP (10G XAUI red), para puertos de conexión de 1G. • Bus de expansión: Dieciséis x8 PCIe Gen 2 ranuras para módulos express. • Puertos: Cuatro puertos USB 2.0, un puerto serie de gestión RJ45, puerto serie de consola (duplicado frontal), la consola de puertos de red 10/100, puerto VGA.
Almacenamiento masivo y medios
• Disco interno: hasta 300 GB o 600GB de 2.5 pulgadas, 10.000 RPM unidades SAS o 100GB o 300GB SSDs. • Almacenamiento externo: capacidad de conexión de unidades externas de almacenamiento.
Alimentación

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

• 4 fuentes redundantes e intercambiables AC 2.060 W (2+2) • Corriente máxima de operación a 200 VAC: 14.6A • Potencia máxima de operación a 200VAC: 2770W	
Principales características RAS	
• Unidades de disco interconectables. • Fuentes de alimentación y ventiladores redundantes intercambiables. • Monitorización ambiental. • Extensión ECC, corrección de errores y comprobación de paridad de memoria. • Fácil sustitución de componentes. • Controlador de disco integrado con RAID 0 y 1. • Pronósticos electrónicos.	
Software	
• Incluye software de gestión de datos y operación.	
Control remoto	
Funciones de administración remota e instalaciones	• Capacidad de mantenimiento desde dispositivos externos (ILOM) • Un puerto de control dedicado Ethernet 10/100Base-T • Acceso a la red de control dentro de la banda, fuera de la banda y de banda lateral, para la gestión a través de uno cualquiera de los cuatro puertos Ethernet principales del servidor. • Un puerto serie de gestión RJ-45 • Interfaz de línea de comandos de estilo DTMF • Apoyo al acceso a través de SSH 2.0, HTTPS, RADIUS, LDAP y Microsoft Active Directory. • Interfaz gráfica de usuario (IGU) basada en navegador para el control del sistema a través de una interfaz gráfica. • IPMI 2.0, SNMP v1, v2c y v3. • Gestión remota con teclado completo, video, ratón, redirección de almacenamiento (KVMS) y capacidad de ejecución de aplicaciones multimedia a distancia (disquete, DVD, CD, etc.).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

	• Capacidad para monitorear y reportar el estado del sistema y de componentes en todas las FRUs.
Virtualización	
• Flexibilidad y potencia para la creación y gestión de hasta 128 sistemas virtuales desde un único servidor.	
Entorno	
Temperatura de operación	• De 5ºC a 35ºC (De 41ºF a 95ºF). • Decremento máximo de temperatura: alrededor de 900m 1ºC/300m 81,6ºF/1000 ft.).
Temperatura de no operación	• De -40ºC a 65ºC (-40ºF a 149 ºF), a una altitud máxima de 40.000 ft.).
Humedad relativa de operación	• De 10% a 90%, no condensación, 27ºC.
Humedad relativa de no operación	• 93%, no condensación, 38ºC (100,4 ºF).
Altura de operación	• De 0m a 3.000m (De 0 ft. a 10.000 ft).
Altura de no operación	• De 0m a 12.000m (De 0 ft. a 40.000 ft.).
Ruido acústico	• 8,2 B (LwAd: 1 B = 10 dB). • 68,2 dBA como máximo (LpAm: posiciones de espectador).
Refrigeración	• 9554 Btu/hr / 408 cfm max.
Regulaciones (cumple o supera los requisitos siguientes)	
• Seguridad: UL / CSA 60950-1, EN 60950-1, IEC 60950-1 Esquema CB con todas las desviaciones nacionales, IEC 825-1, 2 CFR 21 parte 1040, CNS 14336. • EMI / EMC: EN 55022 Clase A, 47 CFR 15B Class A, ICES-003 Clase A, VCCI Class A, AS / NZ 3548 Class A, CNS 13438 Class A, KSC 5858 Clase A, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3. • Inmunidad: EN 55024, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000 - 4-11. • Etiquetas normativas: CE, FCC, ICES-003, C-Tick, VCCI, GOST-R, BSMI, MIC, UL / cUL, UL / S-Mark. • Directivas de la Unión Europea: la Directiva 2006/95/CE (Directiva 73/23/CEE) de bajo voltaje, 2004/108/CE (Directiva 89/336/CEE) La Directiva EMC, 2002/96/EC de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), Restricción 2002/95/CE de sustancias peligrosas (RoHS).	
Dimensiones y peso	

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Alto: 219 mm; 5RU.
- Ancho: 445 mm.
- Profundidad: 700 mm.
- Peso: aprox. 79 Kg máximo, sin kit de montaje en rack.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

PLANOS CONSTRUCTIVOS

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ANEXO 1: DGTFM2112-PL-XXX-FSATC

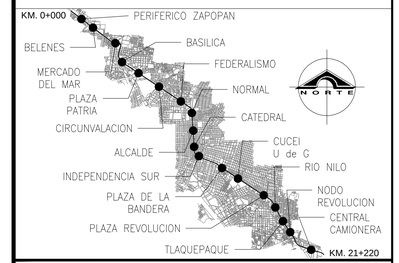
© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

INDICE DE PLANOS SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN

CLAVE DE PLANO	TÍTULO PLANO
	FSATC
DGTFM2112-PL-B00-FSATC-00000	Indice de Planos
DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00101	Estructuración de los sistemas ATC y TTR en Niveles Funcionales
DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00201	Sistema ATC Tipo Señalización + CBTC para el CDG
DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00301	Esquema de Bloques Arquitectura General del Sistema CBTC
DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00401	Arquitectura del Sistema ATC y TTR en el CDG
DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00501	Diagrama de Bloques transmisión Radio
DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00601	Ejemplo de superposición de 2 Células Rádio
DGTFM2112-PL-B00-FSATC-00101	Aspectos y tipos de señales laterales
DGTFM2112-PL-B00-FSATC-00201	Dimensiones y características de las señales laterales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00101	Esquemas de Señalización
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00201	Esquemas de cableado de Señalización
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00202	Esquemas de cableado de Señalización
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00203	Esquemas de cableado de Señalización
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00204	Esquemas de cableado de Señalización
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00205	Esquemas de cableado de Señalización
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00206	Esquemas de cableado de Señalización
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301	Maniobras de Vueltas en Estaciones Terminales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00302	Maniobras de Vueltas en Estaciones Terminales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00401	Esquema de Vía Única Temporal
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00402	Esquema de Vía Única Temporal
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00501	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00502	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00503	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00504	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00505	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00506	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00507	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00508	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00509	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00510	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00511	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00512	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00513	Esquema de Servicios Parciales
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00601	Esquema de distribución de cajas de radio ATC en la línea
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00602	Esquema de distribución de cajas de radio ATC en la línea
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00603	Esquema de distribución de cajas de radio ATC en la línea
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00604	Esquema de distribución de cajas de radio ATC en la línea
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00605	Esquema de distribución de cajas de radio ATC en la línea
DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00606	Esquema de distribución de cajas de radio ATC en la línea
DGTFM2112-PL-D01-FSATC-00101	Implantación Equipos ATC en Estación Periférico Zapopan
DGTFM2112-PL-D05-FSATC-00101	Implantación Equipos ATC en Estación Plaza Patria
DGTFM2112-PL-E01-FSATC-00101	Implantación Equipos ATC en Estación Normal
DGTFM2112-PL-E05-FSATC-00101	Implantación Equipos ATC en Estación Plaza de la Bandera
DGTFM2112-PL-D10-FSATC-00101	Implantación Equipos ATC en Estación Río Nilo
DGTFM2112-PL-D13-FSATC-00101	Implantación Equipos ATC en Estación Central Camionera

CLAVE DE PLANO	TÍTULO PLANO
	CCTTR
DGTFM2112-PL-L00-CCTTR-00101	Arquitectura del Telemando
DGTFM2112-PL-L00-CCTTR-00201	Arquitectura del Telemando

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

REVISIONES			
MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

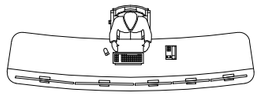
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoria en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
ÍNDICE DE PLANOS
SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-B00-FSATC-00001	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A

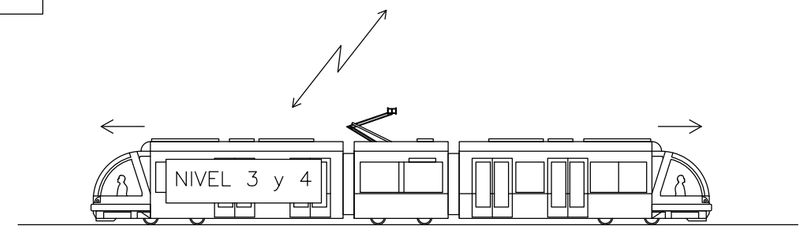


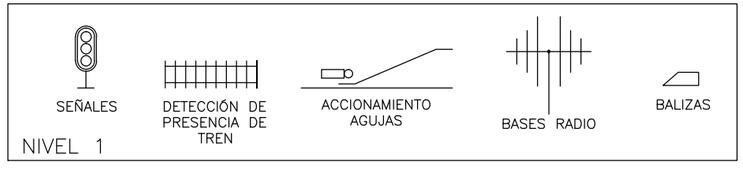
NIVEL 5 — MANDO Y SUPERVISIÓN DEL TRÁFICO

NIVEL 4 — OPERACIÓN AUTOMÁTICA DEL TREN

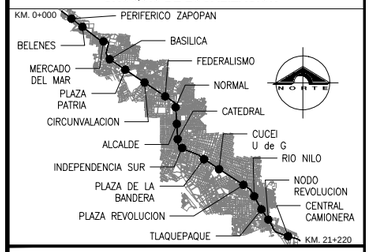
NIVEL 3 — PROTECCIÓN SEGURA Y CONTINUA DEL TREN

NIVEL 2 — SEÑALIZACIÓN Y ENCLAVAMIENTO





CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

R E V I S I O N E S

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

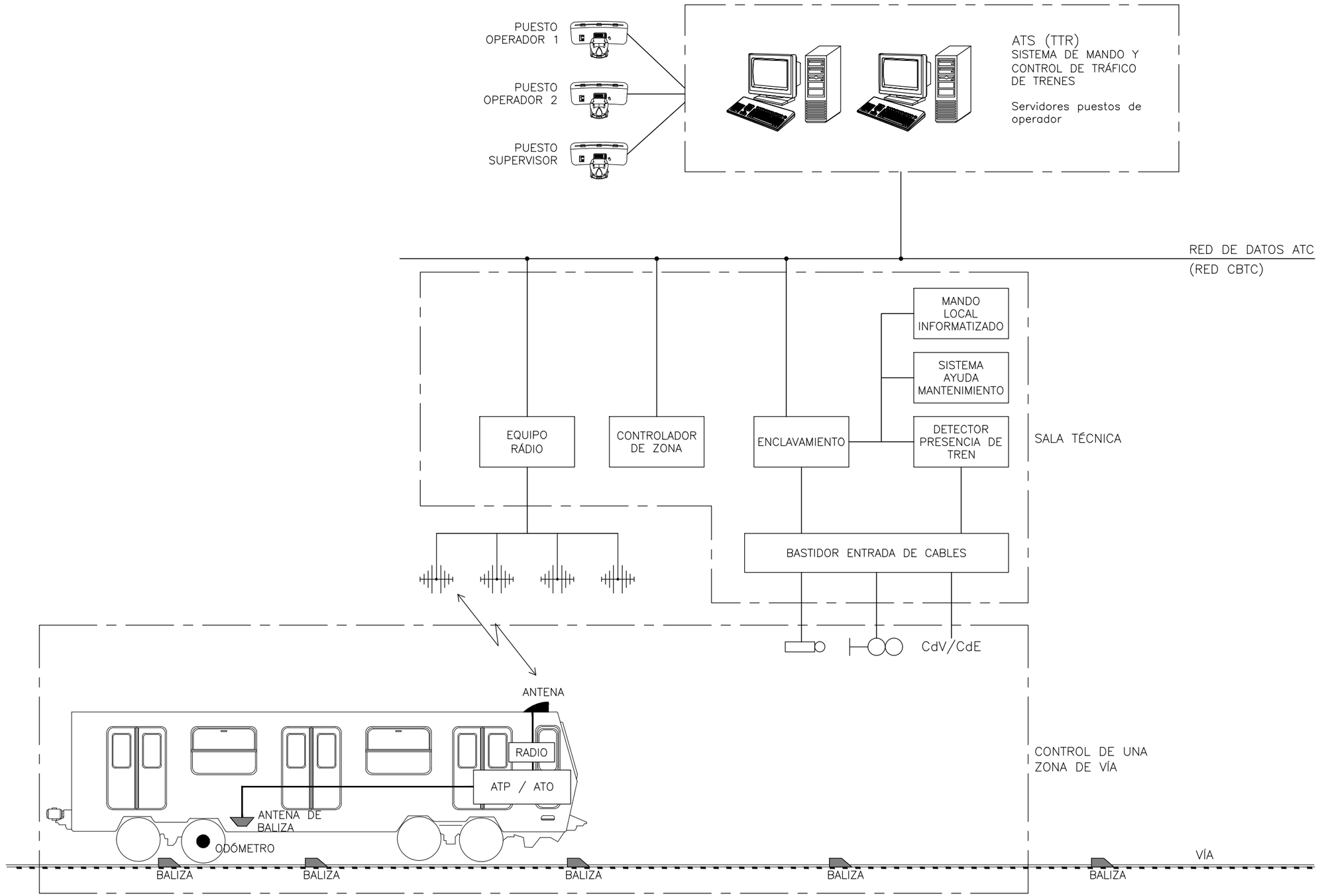
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

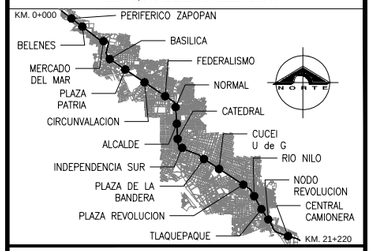
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESTRUCTURACIÓN DE LOS SISTEMAS ATC Y TTR EN NIVELES FUNCIONALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00101	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A



CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

NUM	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

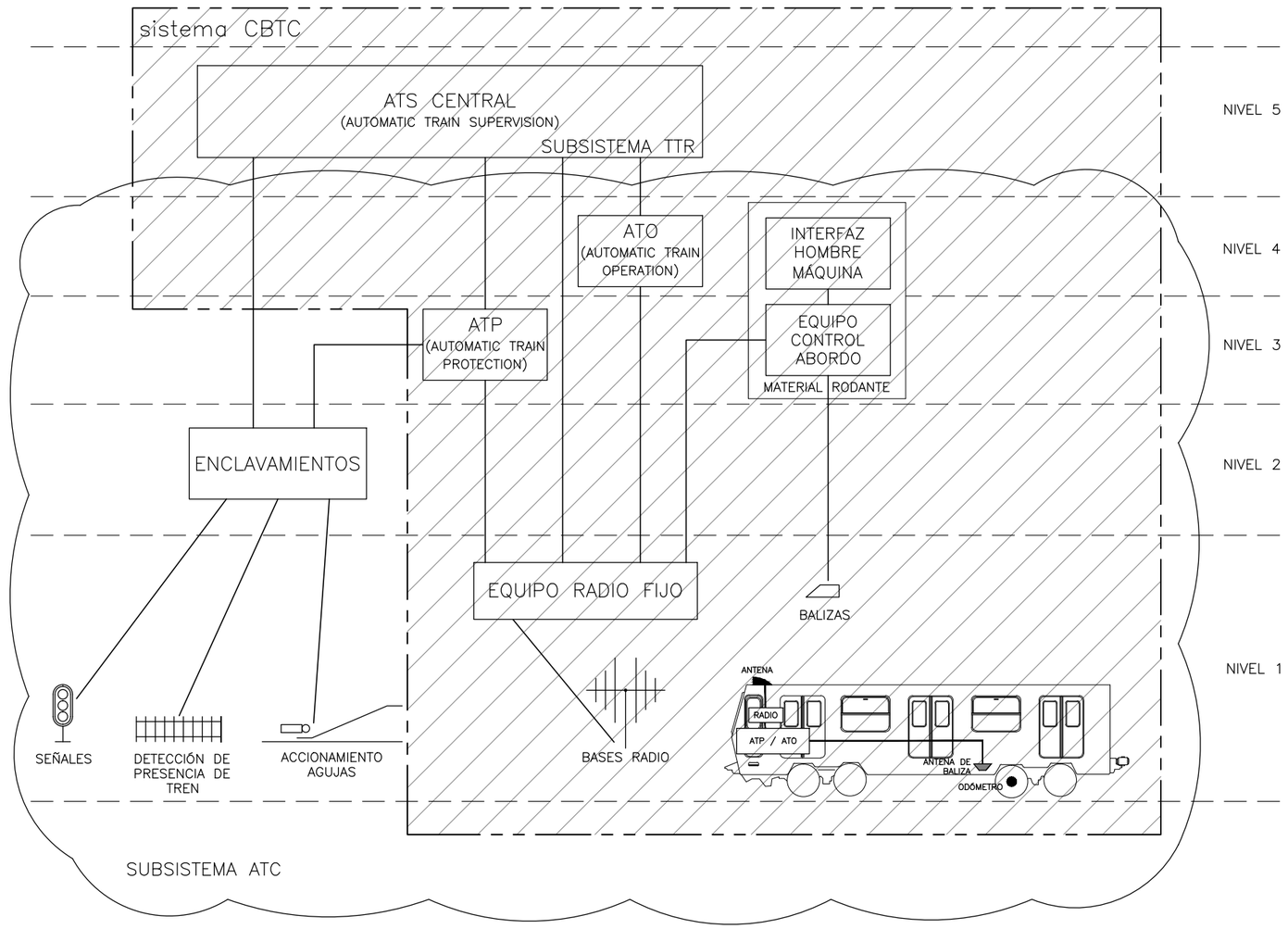
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

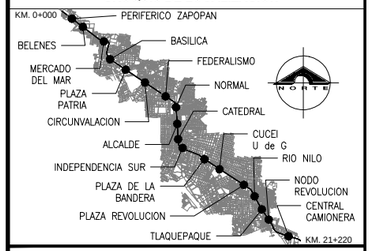
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
SISTEMA ATC TIPO SEÑALIZACIÓN + CBTC PARA EL CDG
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00201	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	.A



CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

R E V I S I O N E S

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

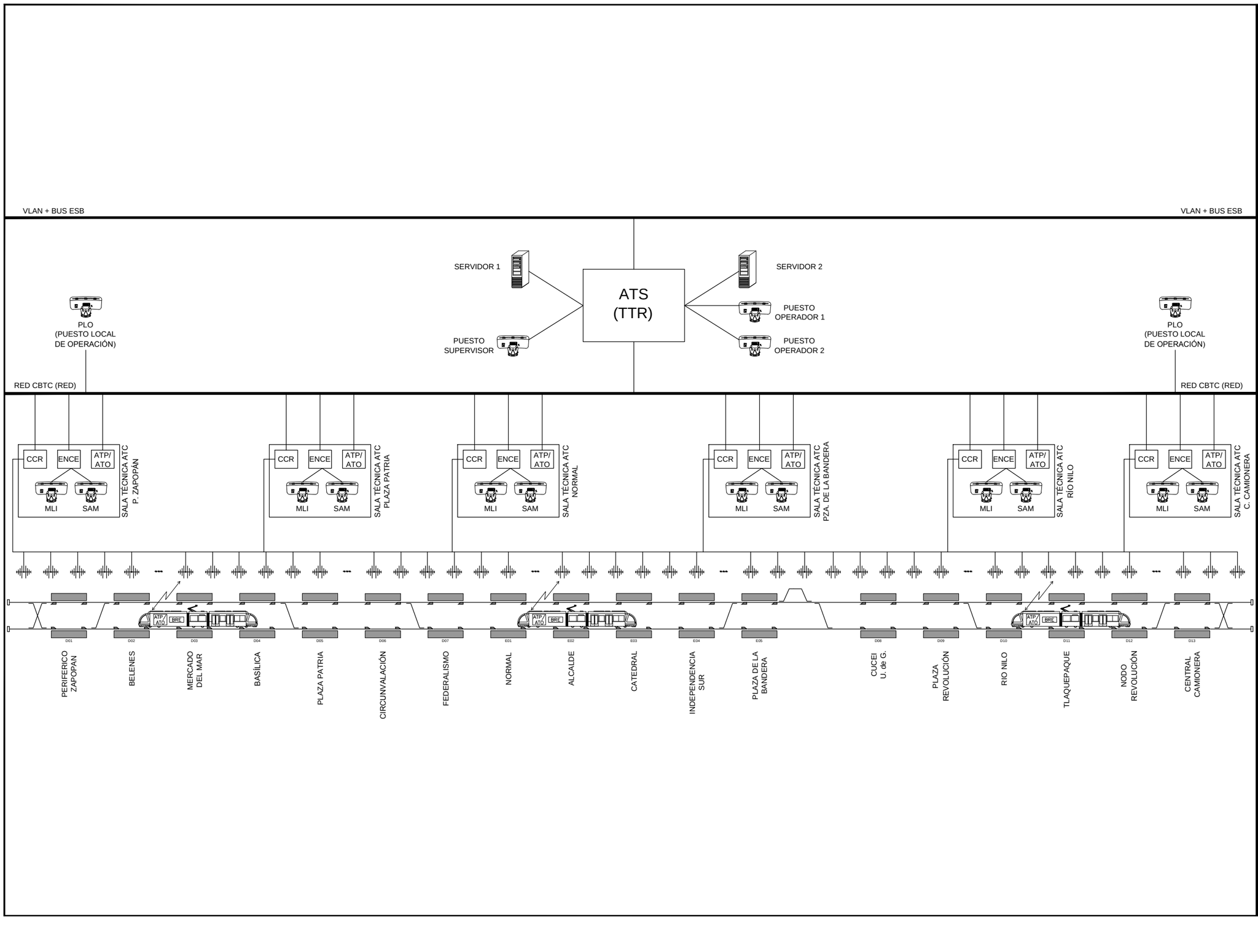
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUACH
REVISÓ	CARLOS PERÉZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.:	"

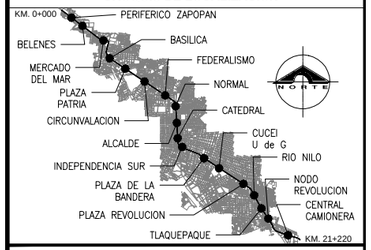
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQ. DE BLOQUES ARQUITECTURA GRAL. DEL SISTEMA CBTC
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00301	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

R E V I S I O N E S

NO.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO.
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

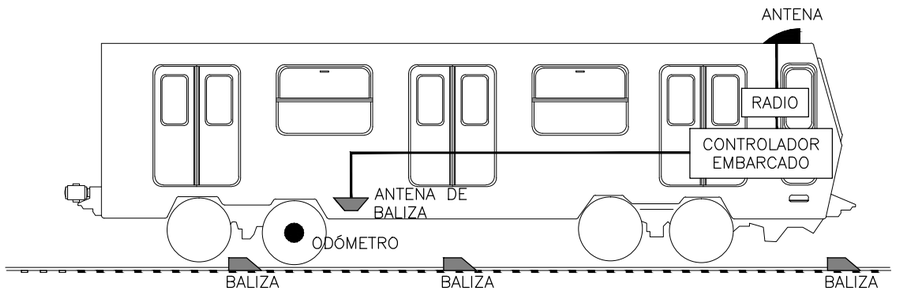
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLES
REALIZÓ	JOAN GUACH
REVISO	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

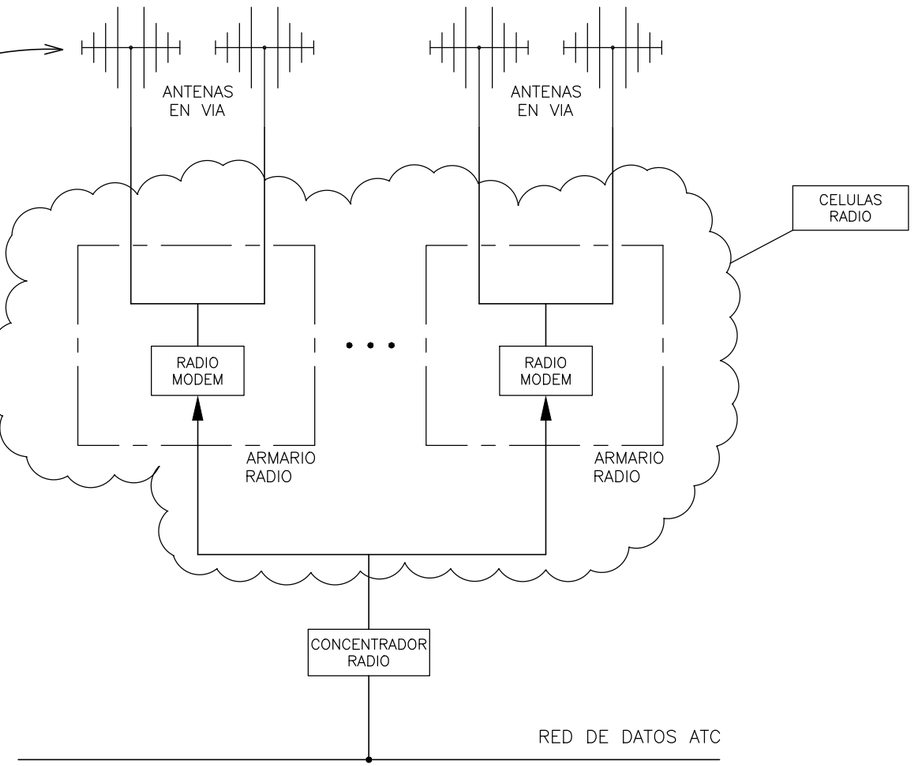
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ARQUITECTURA DEL SISTEMA ATC Y TTR EN EL CDG CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00401	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A





CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

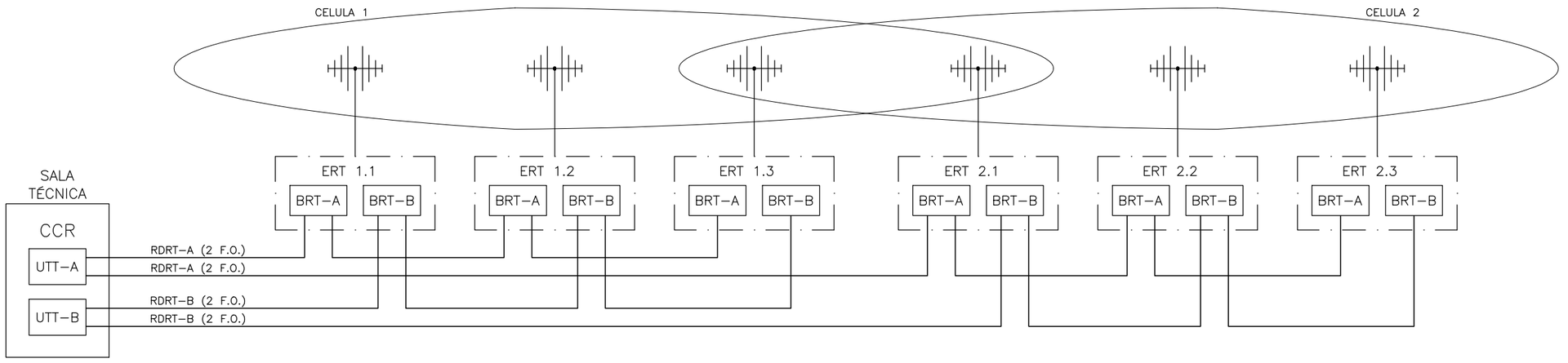
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
DIAGRAMA DE BLOQUES TRANSMISIÓN RADIO
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

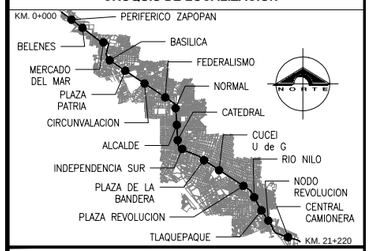
LUGAR: GUADALAJARA JALISCO MÉXICO
CONTRATO: DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO: DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00501
FECHA: AGOSTO-2013
REV: A



LEYENDA

CCR	CONTROLADOR CÉLULAS RÁDIO
RDRT	RED DISTRIBUCIÓN RADIO TIERRA
UTT	UNIDAD TRANSMISIÓN TIERRA
BRT	BASE RÁDIO TIERRA
ERT	EQUIPO RÁDIO TIERRA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

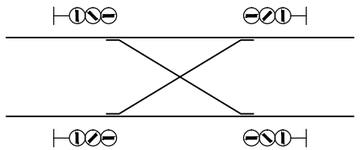
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

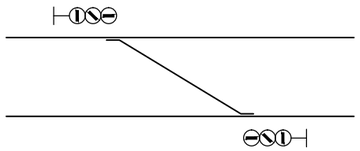
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

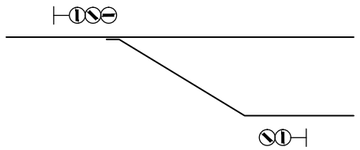
TITULO DEL PLANO:

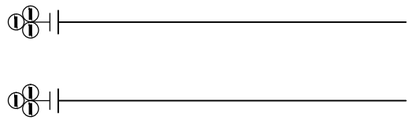
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
EJEMPLO DE SUPERPOSICIÓN DE 2 CÉLULAS RÁDIO
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

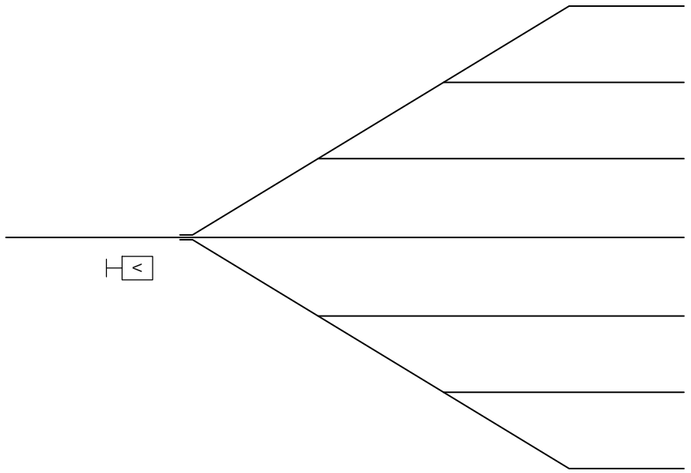
LUGAR: GUADALAJARA JALISCO MÉXICO		CONTRATO: DGTFM - 21 - 12	
CLAVE PLANO: DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00601		FECHA: AGOSTO-2013	REV: A











LEYENDA

ASPECTOS DE LAS SEÑALES INDICADORES

- AGUJA ENCLAVADA EN POSICION RECTA
- AGUJA ENCLAVADA EN POSICION DESVIADA
- AGUJA NO ENCLAVADA / NO EN POSICION

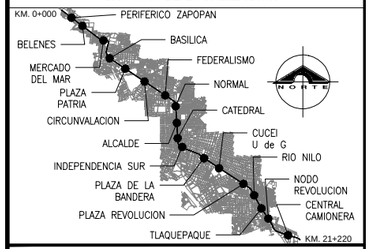
TIPOS DE SEÑALES INDICADORAS DE AGUJA

- SEÑAL DE POSICIÓN DE AGUJA EN PUNTA (LINEA PRINCIPAL)
  TRES FOCOS: RECTA–DESVIADA–NO ENCLAVADA / NO EN POSICION
- SEÑAL DE TALÓN (SOLO PREVISTA EN INCORPORACIÓN A VÍA GENERAL)
  DOS FOCOS: DESVIADA–NO ENCLAVADA / NO EN POSICION

OTROS TIPOS DE SEÑALES

- SEÑAL DE TOPERA O FIN DE LÍNEA
- SEÑAL INDICADORA DE VÍA DE DESTINO (LUMINOSA)
- SEÑAL DE LÍMITE DE MANIOBRA (MECÁNICA, CARTEL)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

R E V I S I O N E S

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

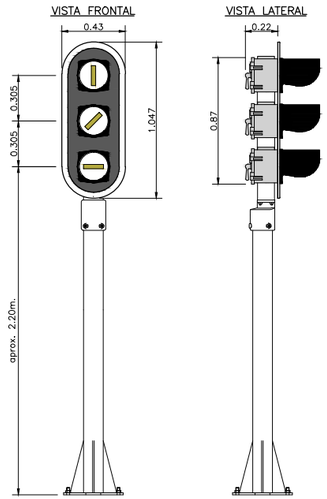
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

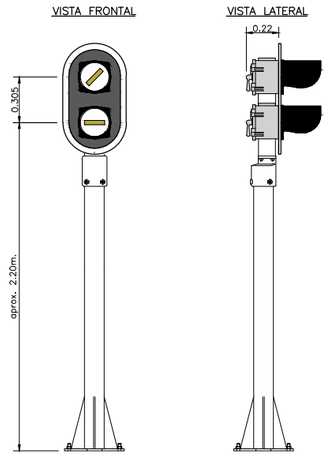
TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ASPECTOS Y TIPOS DE SEÑALES LATERALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

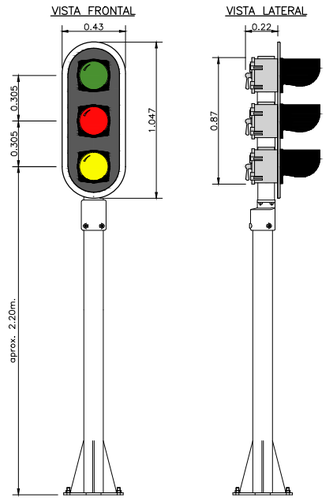
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-B00-FSATC-00101	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A



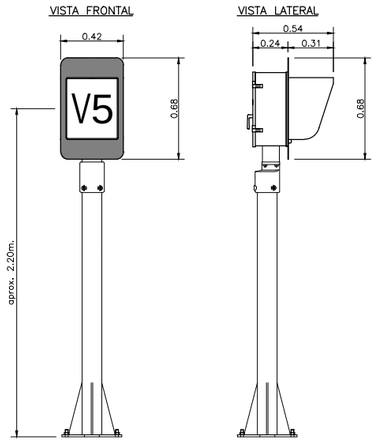
SEÑAL INDICADORA DE AGUJA
DE 3 FOCOS EN VIADUCTO,
COCHERAS Y TALLER



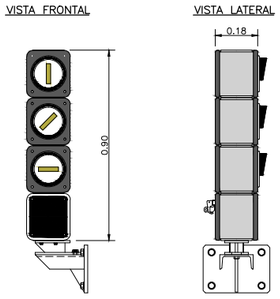
SEÑAL INDICADORA DE AGUJA
DE 2 FOCOS EN VIADUCTO,
COCHERAS Y TALLER



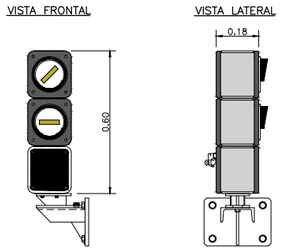
SEÑAL DE CIRCULACIÓN
EN TALLERES



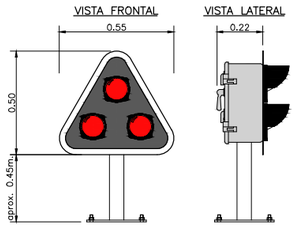
SEÑAL INDICADORA DE VÍA DE DESTINO
EN COCHERAS Y TALLER



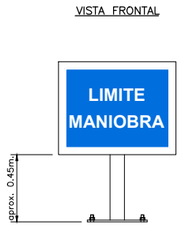
SEÑAL INDICADORA DE AGUJA
DE 3 FOCOS EN TÚNEL



SEÑAL INDICADORA DE AGUJA
DE 2 FOCOS EN TÚNEL



SEÑAL DE TOPERA
O FIN DE LÍNEA



SEÑAL INDICADORA
DE TIPO MECÁNICA
(EJ.: LIMITE DE MANIOBRA)

NOTA

LAS MEDIDAS ESTÁN EXPRESADAS EN METROS Y SON APROXIMADAS

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

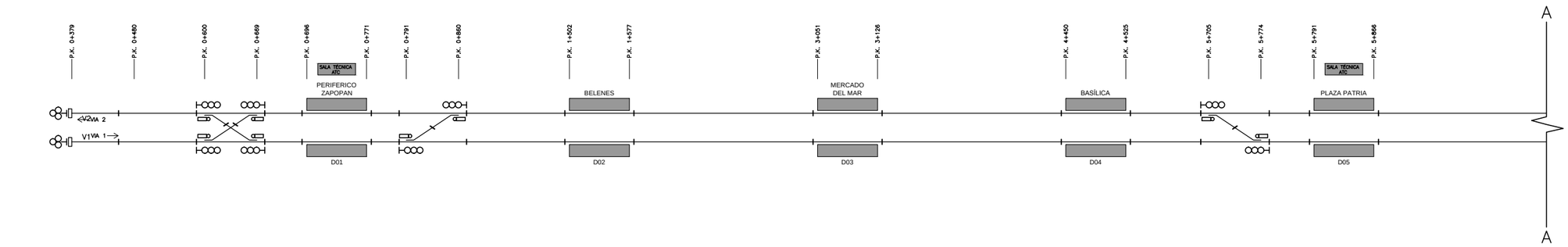
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

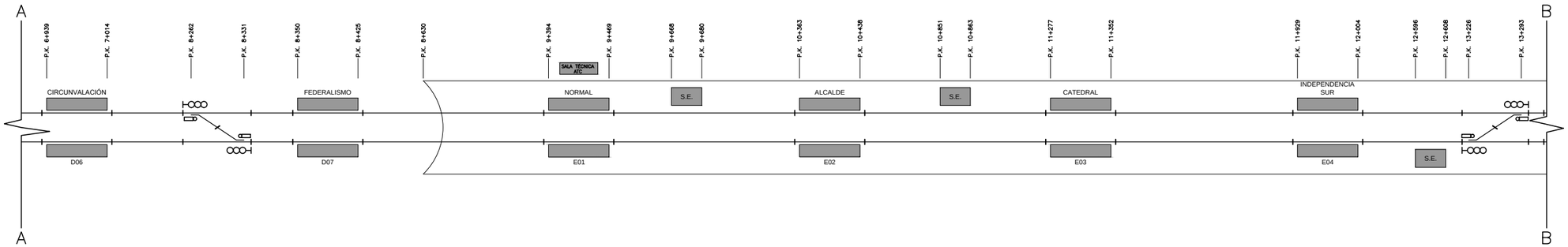
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

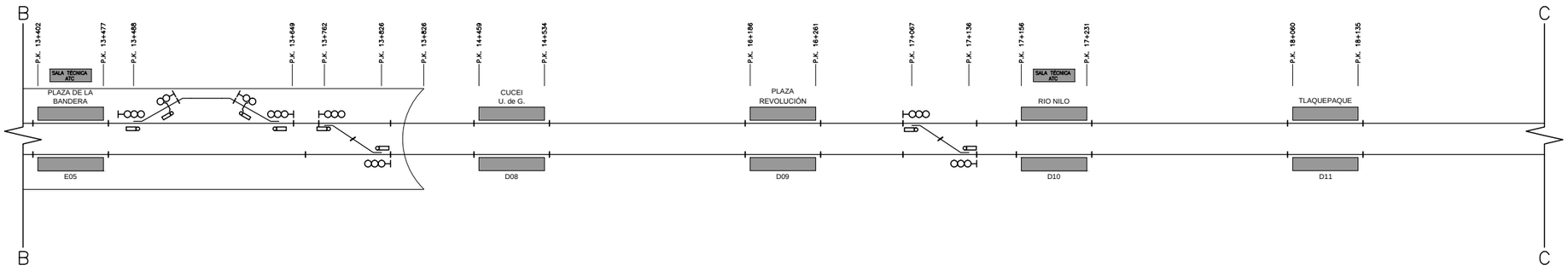
TITULO DEL PLANO:

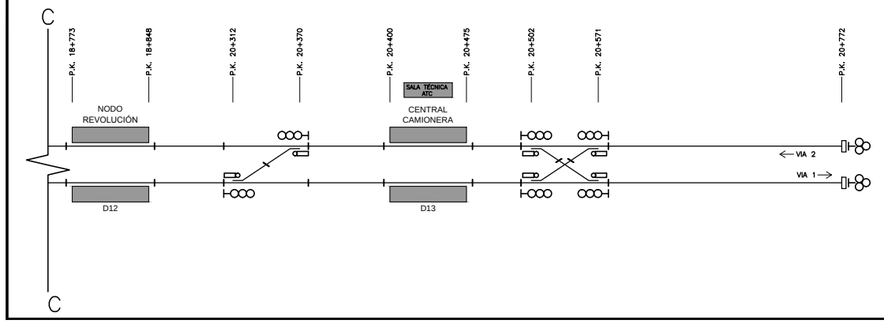
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES LATERALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-B00-FSATC-00201	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A

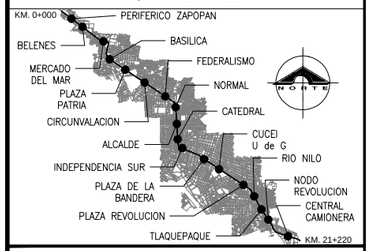








CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES			
MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

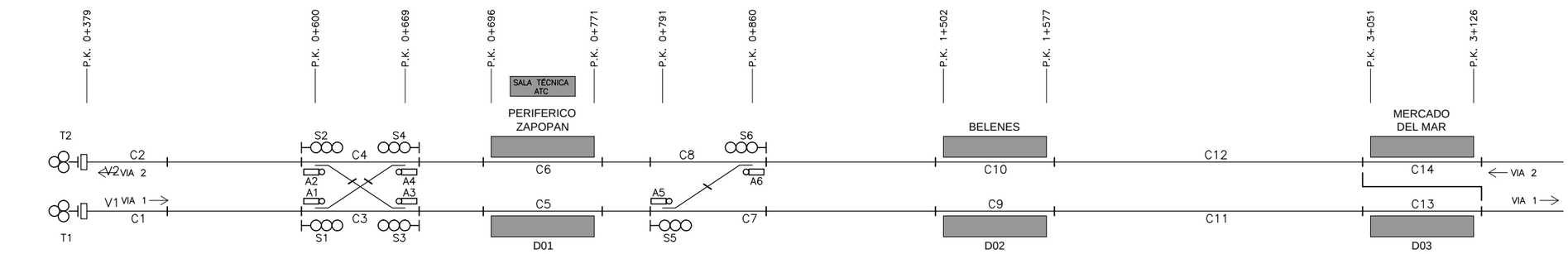
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

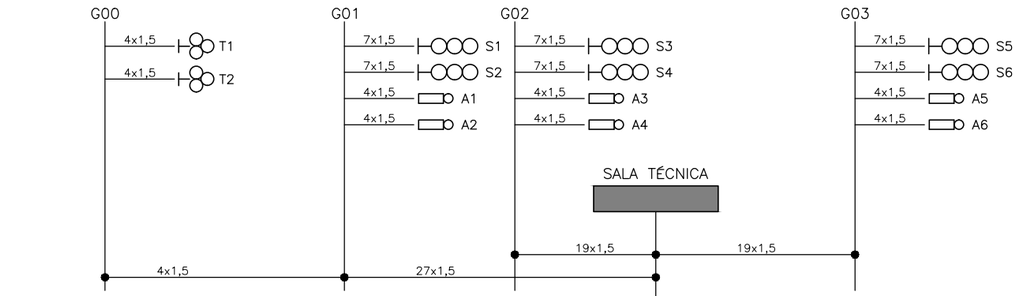
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E ACOT. "

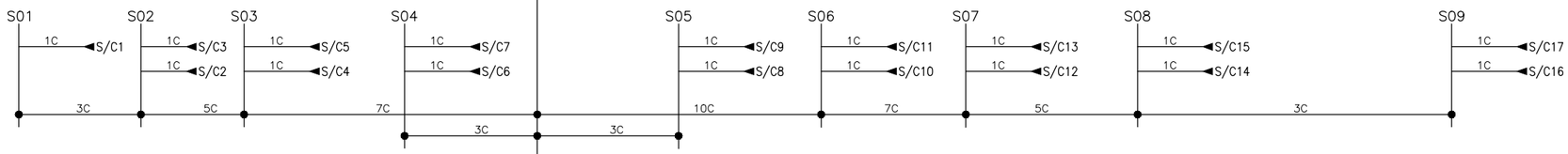
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

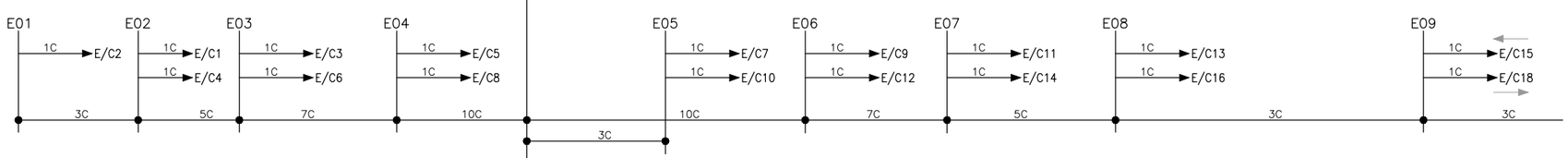
TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SEÑALIZACIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

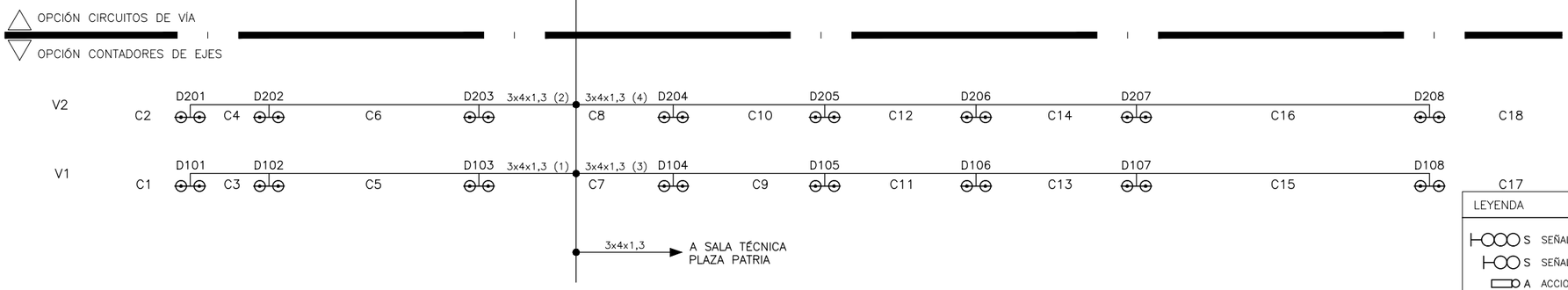
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00101	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A







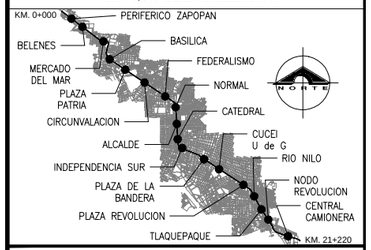




LEYENDA

- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 3 FOCOS
- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 2 FOCOS
- A ACCIONAMIENTO DE AGUJA
- D CONTADOR DE EJES
- C CALCE DESCARRILADOR MOTORIZADO
- CANTÓN VÍA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

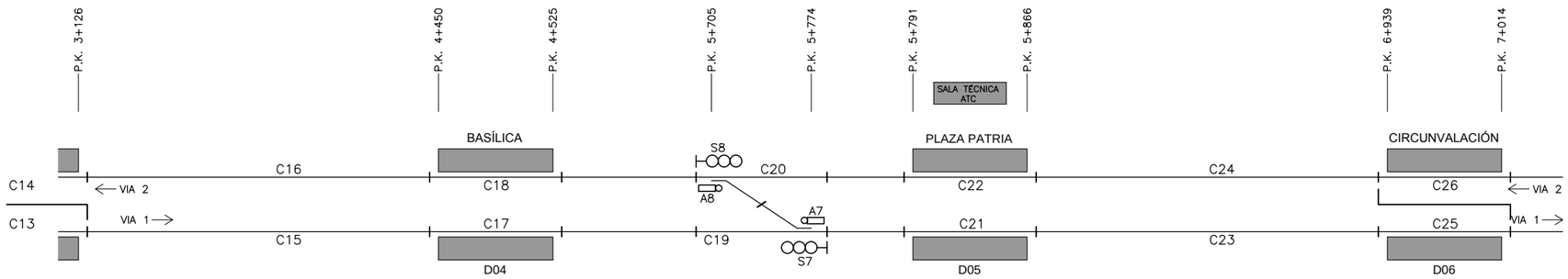
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

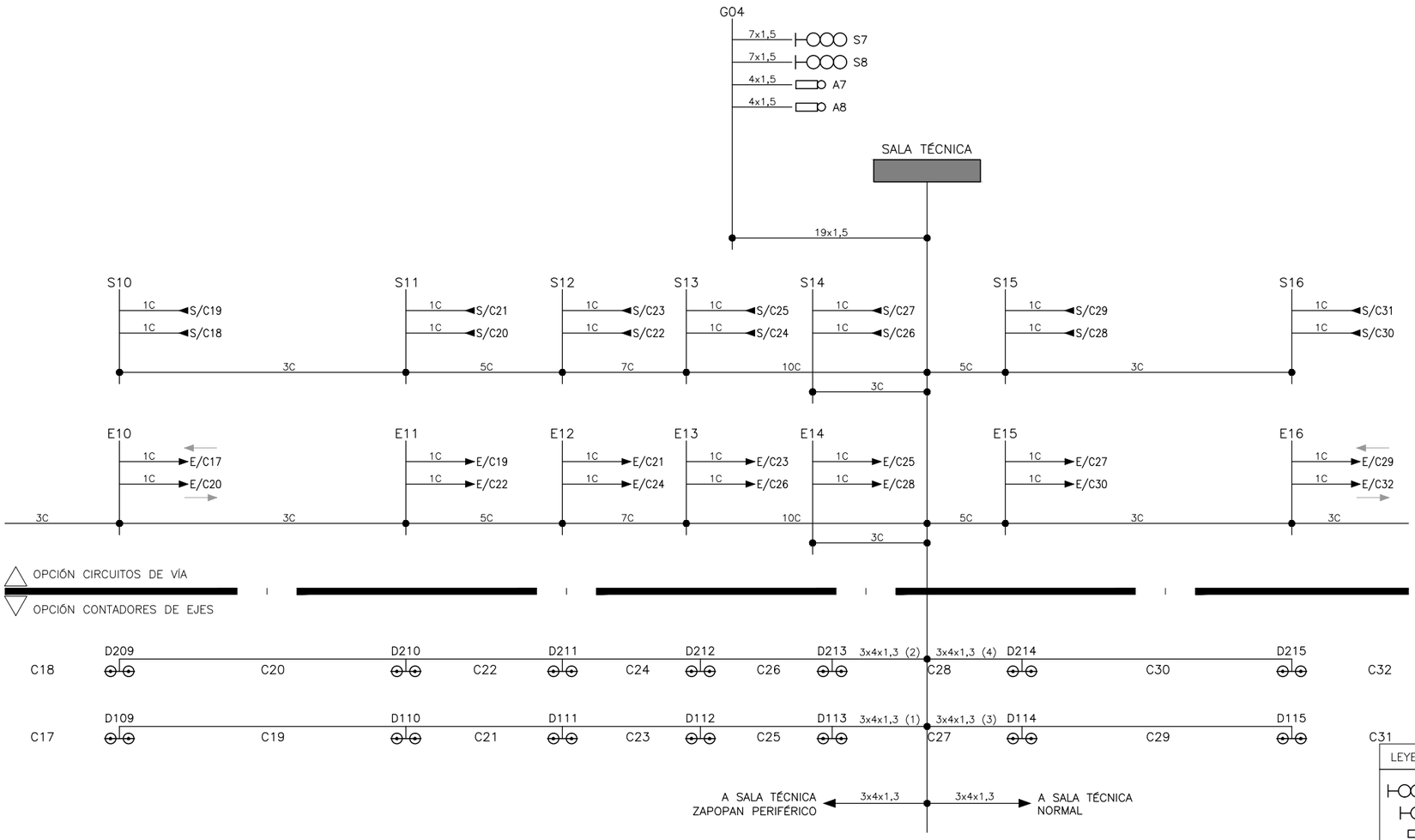
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E ACOT. -

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE CABLEADO DE SEÑALIZACIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00201	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A

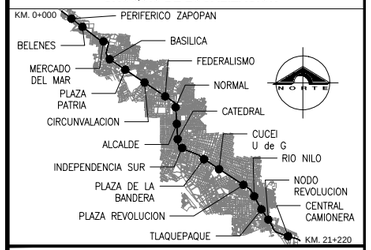




LEYENDA

- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 3 FOCOS
- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 2 FOCOS
- A ACCIONAMIENTO DE AGUJA
- D CONTADOR DE EJES
- C CALCE DESCARRILADOR MOTORIZADO
- CANTÓN VÍA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

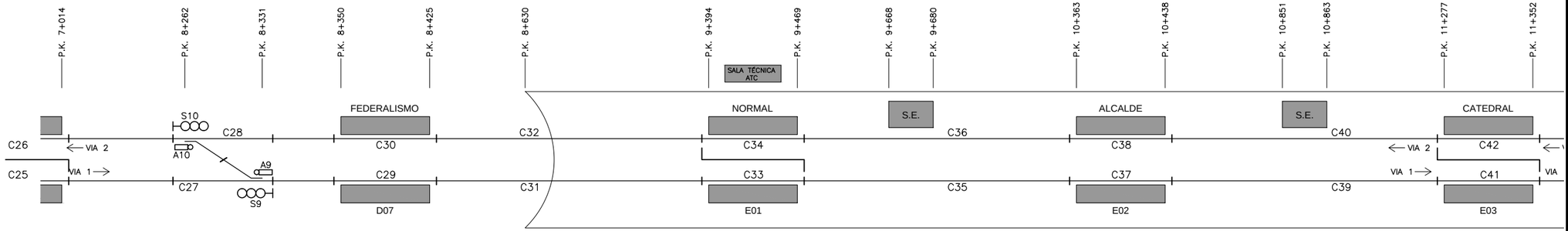
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

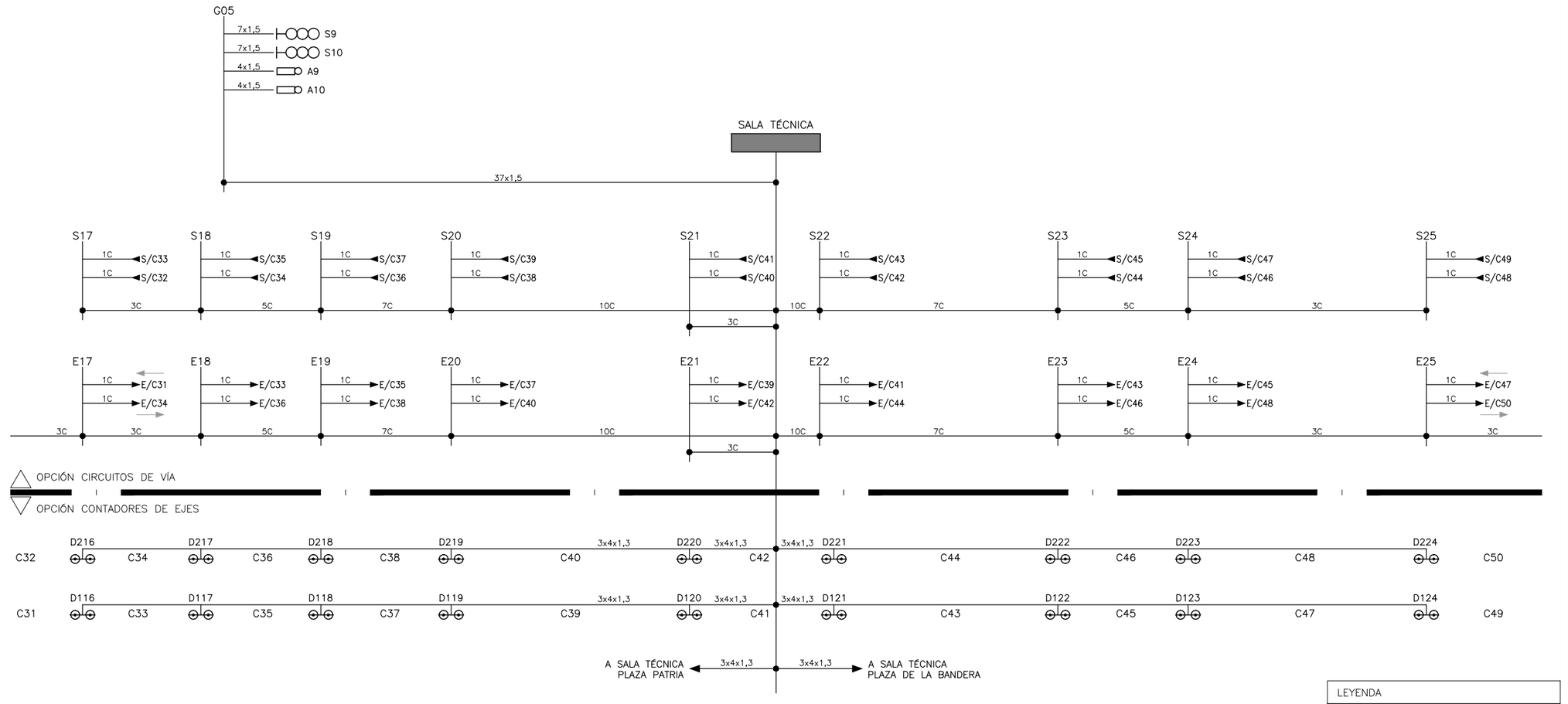
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E ACOT. -

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE CABLEADO DE SEÑALIZACIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00202	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A





LEYENDA

- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 3 FOCOS
- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 2 FOCOS
- A ACCIONAMIENTO DE AGUJA
- D CONTADOR DE EJES
- C CALCE DESCARRILADOR MOTORIZADO
- CANTÓN VÍA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO
DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN
REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

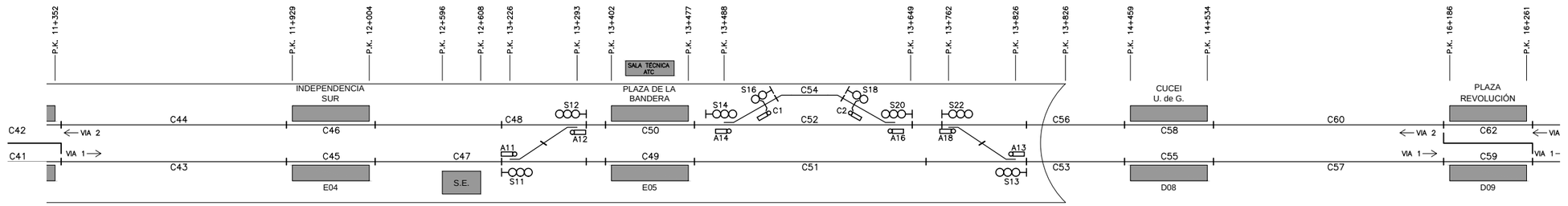
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

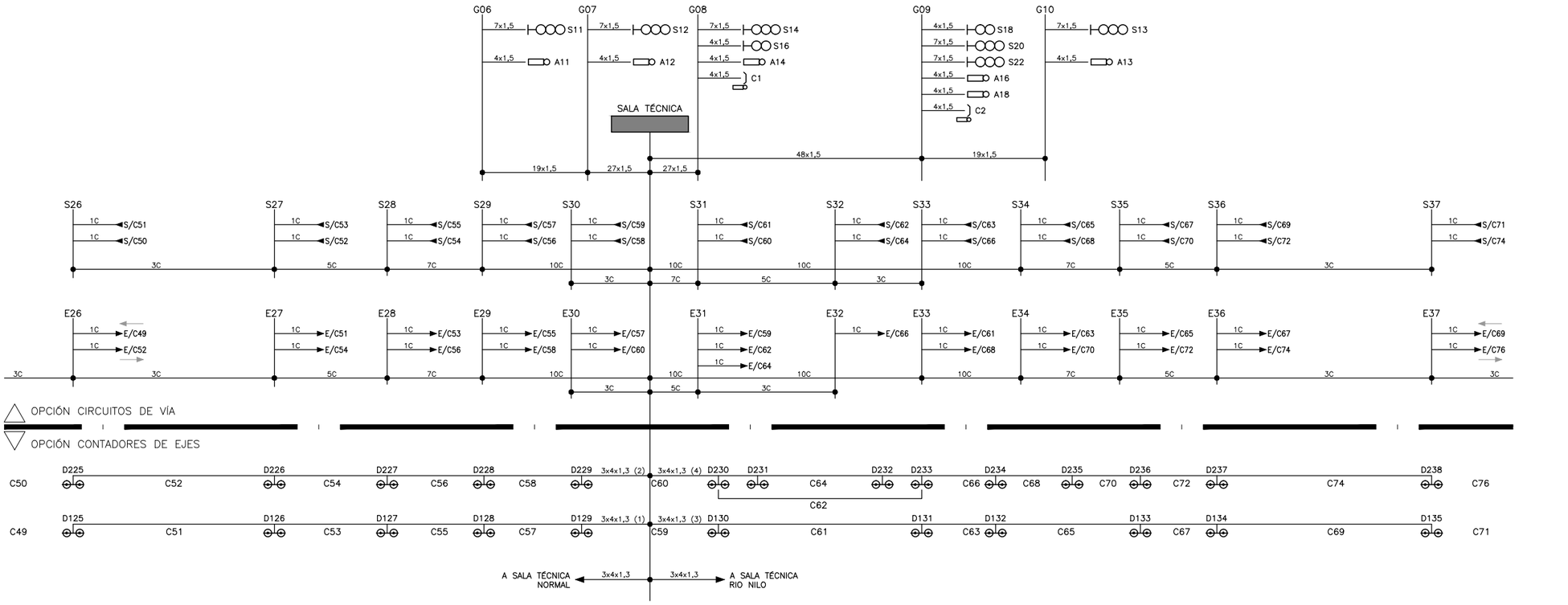
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.: S:E	ACOT. -

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE CABLEADO DE SEÑALIZACIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00203	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A





LEYENDA

- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 3 FOCOS
- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 2 FOCOS
- A ACCIONAMIENTO DE AGUJA
- D CONTADOR DE EJES
- C CALCE DESCARRILADOR MOTORIZADO
- CANTÓN VÍA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

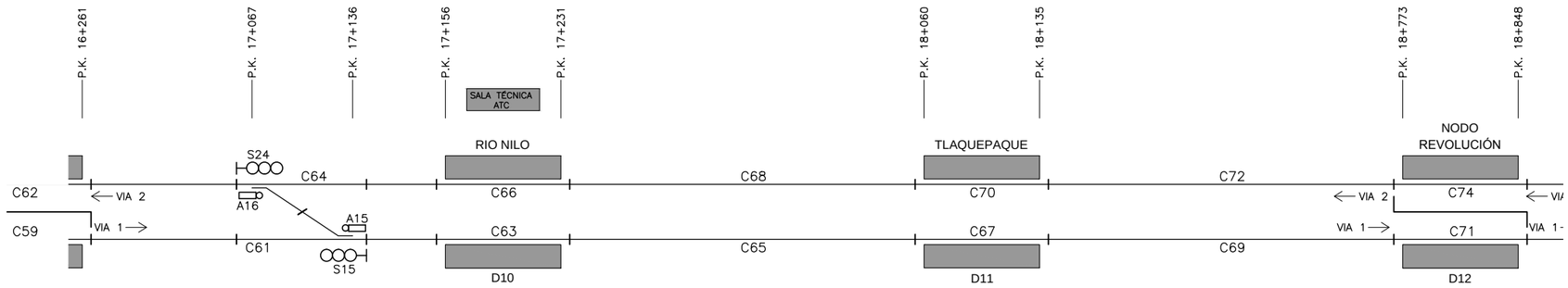
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

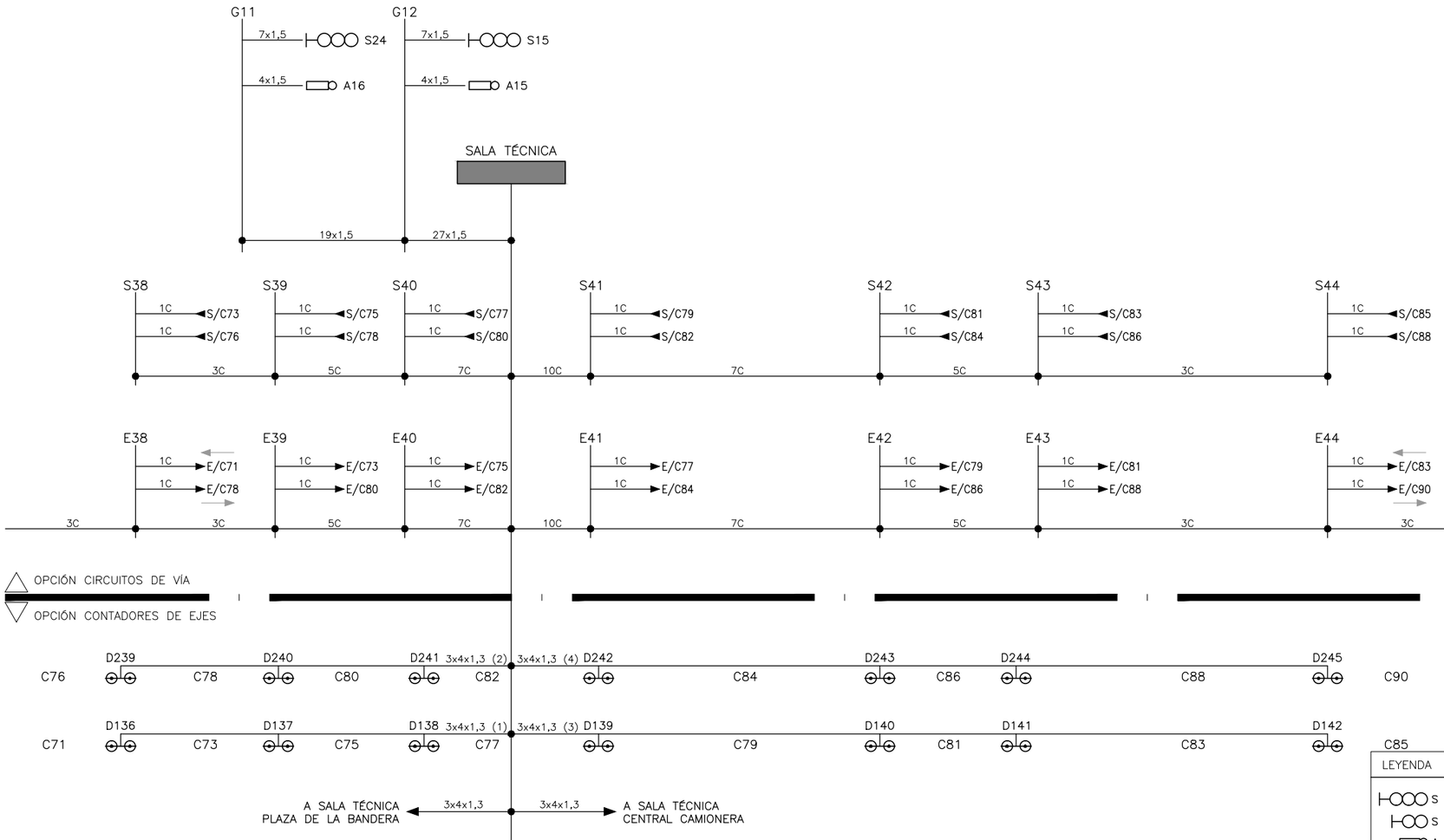
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE CABLEADO DE SEÑALIZACIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00204	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A

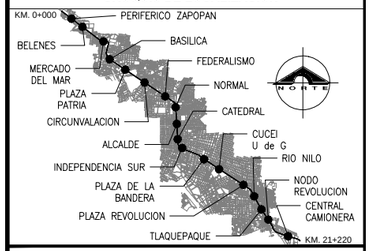




LEYENDA

- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 3 FOCOS
- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 2 FOCOS
- A ACCIONAMIENTO DE AGUJA
- D CONTADOR DE EJES
- C CALCE DESCARRILADOR MOTORIZADO
- CANTÓN VÍA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

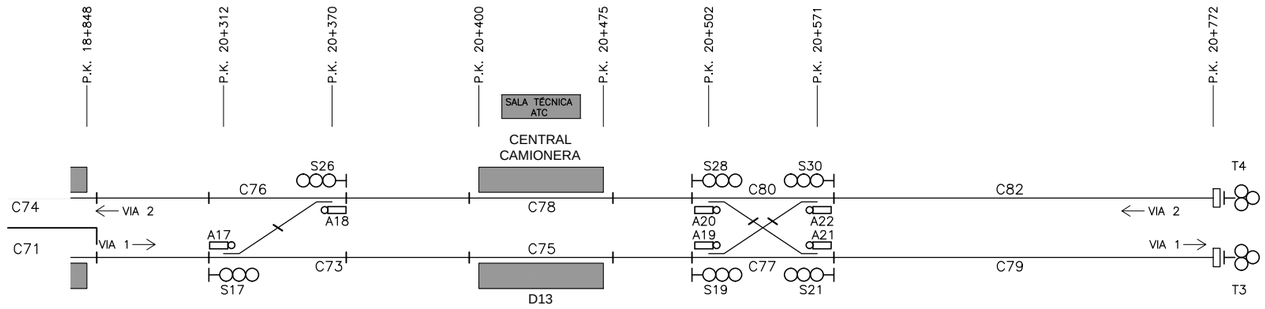
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

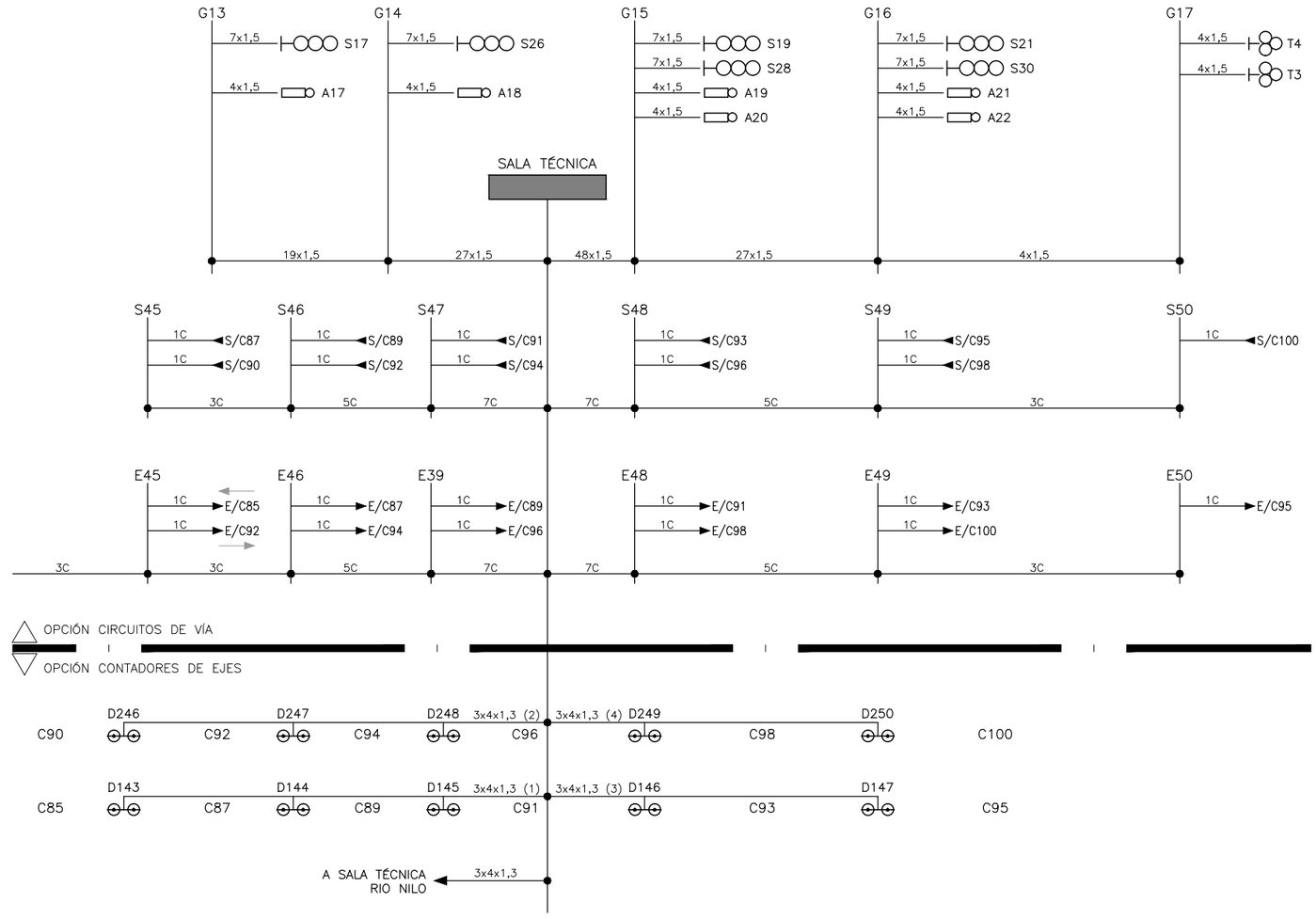
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE CABLEADO DE SEÑALIZACIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00205	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A

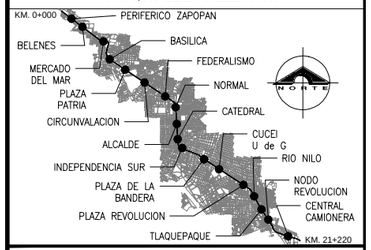




LEYENDA

- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 3 FOCOS
- S SEÑAL DIRECCIONAL DE 2 FOCOS
- A ACCIONAMIENTO DE AGUJA
- D CONTADOR DE EJES
- C CALCE DESCARRILADOR MOTORIZADO
- CANTÓN VÍA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

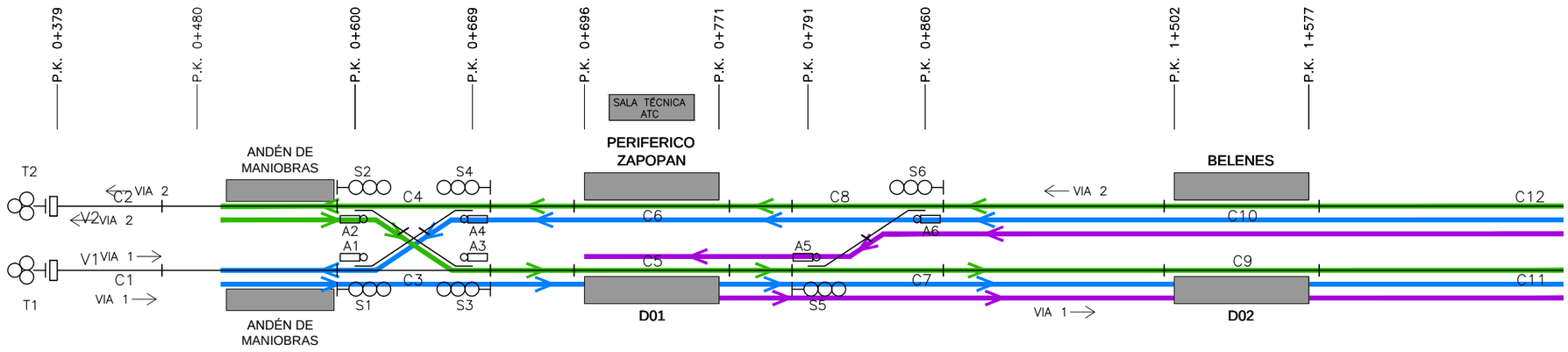
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE CABLEADO DE SEÑALIZACIÓN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00206	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



LEYENDA

- MANIOBRA TRASERA (VTA)
- MANIOBRA TRASERA (VTB)
- MANIOBRA DELANTERA (VD)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

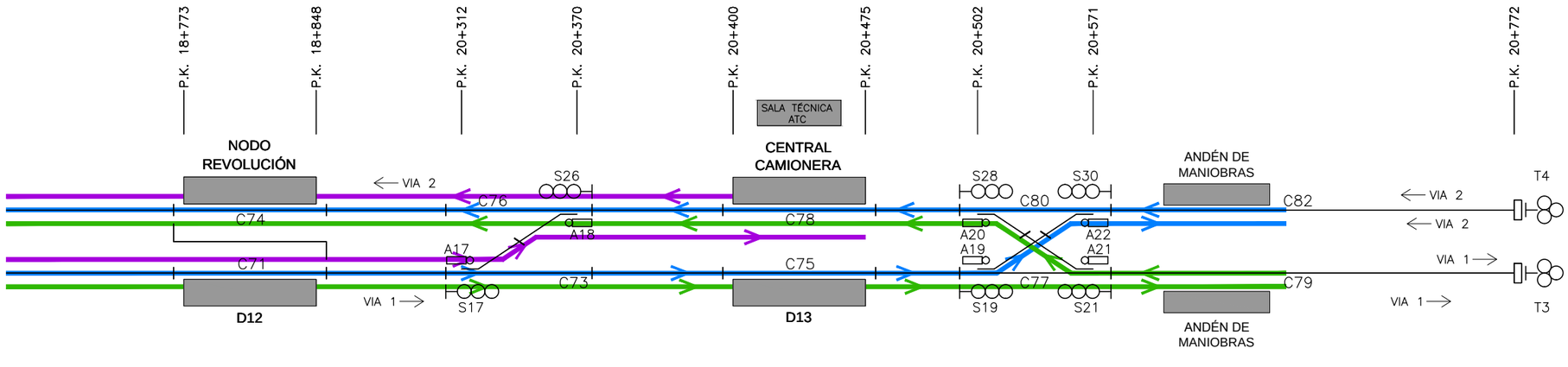
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

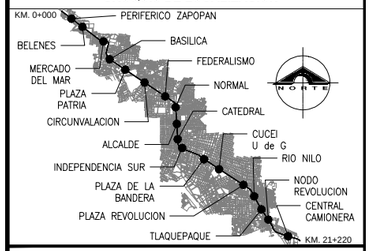
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



LEYENDA

- MANIOBRA TRASERA (VTA)
- MANIOBRA TRASERA (VTB)
- MANIOBRA DELANTERA (VD)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

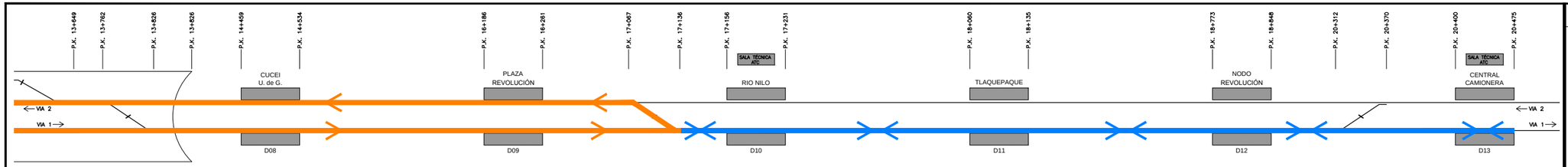
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISO	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S/E
ACOT.	"

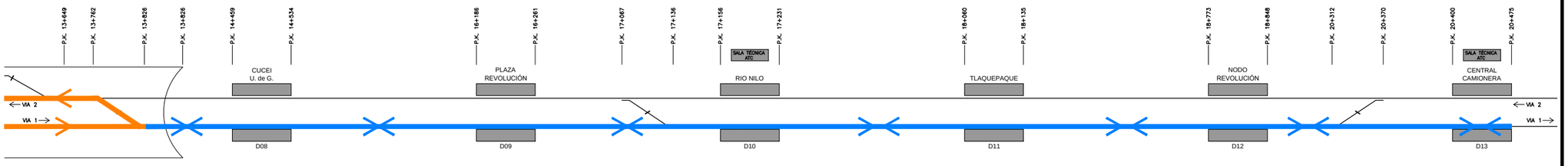
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

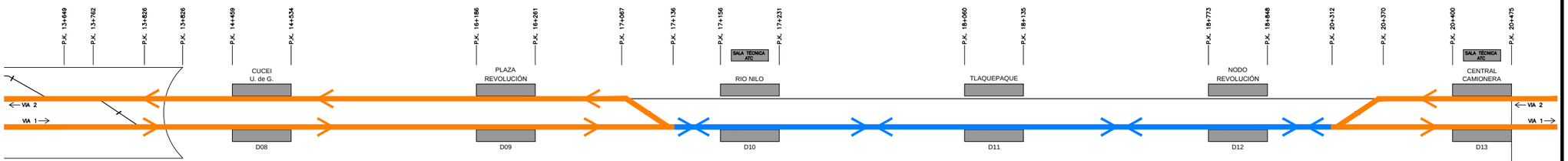
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00302	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



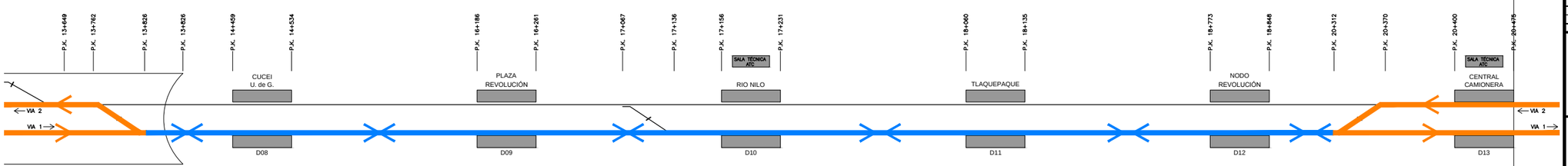
VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y RÍO NILO (VÍA 1)



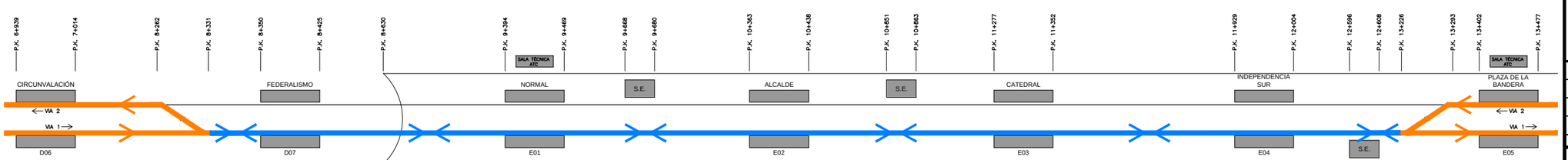
VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y CUCEI U. de G. (VÍA 1)



VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE NODO REVOLUCIÓN Y RIO NILO (VÍA 1)



VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE NODO REVOLUCIÓN Y CUCEI U. de G. (VÍA 1)



VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE INDEPENDENCIA SUR Y FEDERALISMO (VÍA 1)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES			
NO.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

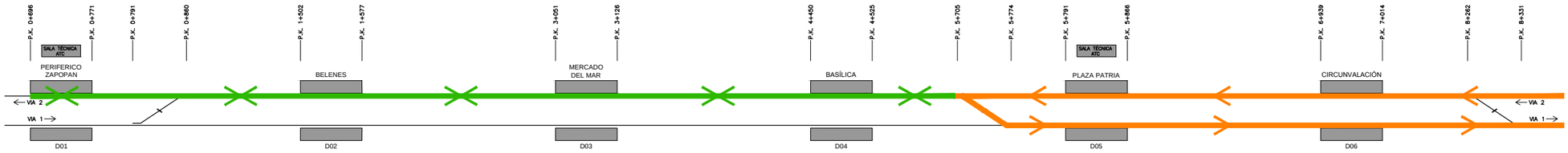
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISO	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	"

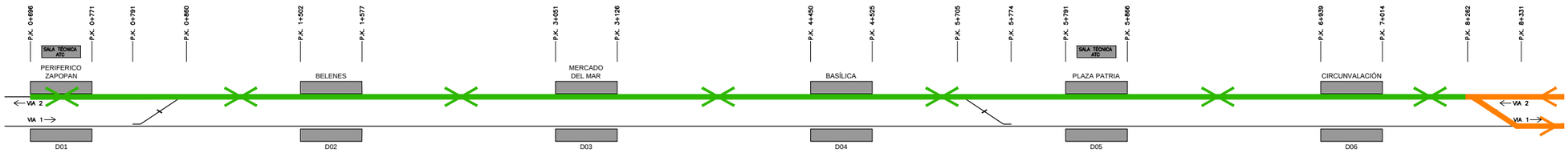
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE VIA UNICA TEMPORAL
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

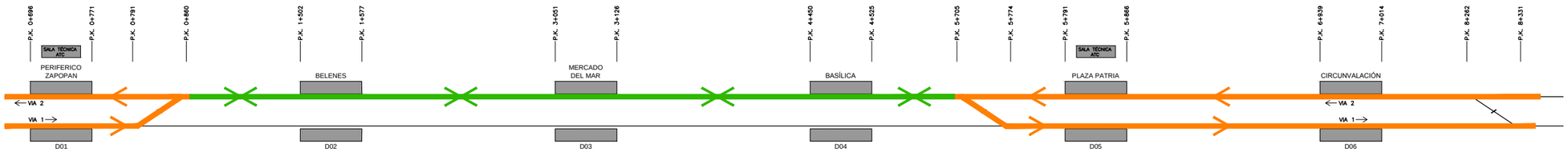
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00401	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



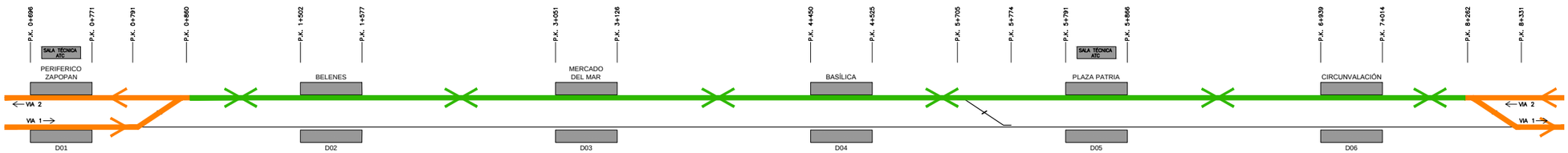
VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE PERIFÉRICO ZAPOPAN Y BASÍLICA (VÍA 2)



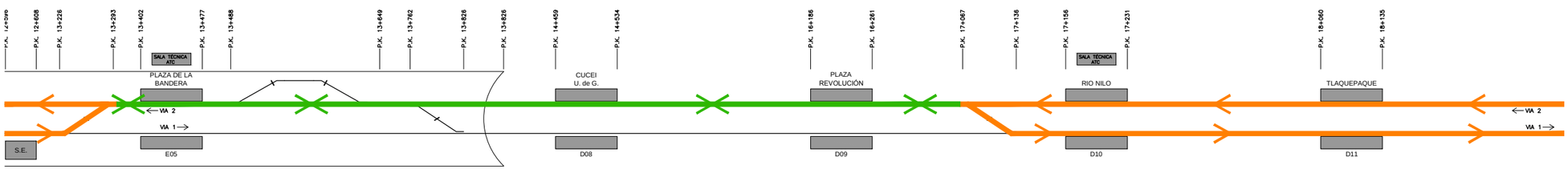
VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE PERIFÉRICO ZAPOPAN Y CIRCUNVALACIÓN (VÍA 2)



VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE BELENES Y BASÍLICA (VÍA 2)

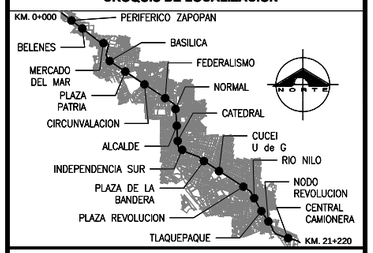


VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE BELENES Y CIRCUNVALACIÓN (VÍA 2)



VÍA ÚNICA TEMPORAL ENTRE PLAZA DE LA BANDERA Y PLAZA REVOLUCIÓN (VÍA 2)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES			
MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

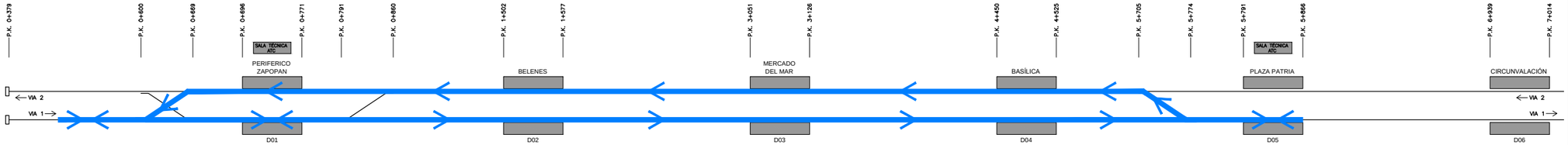
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

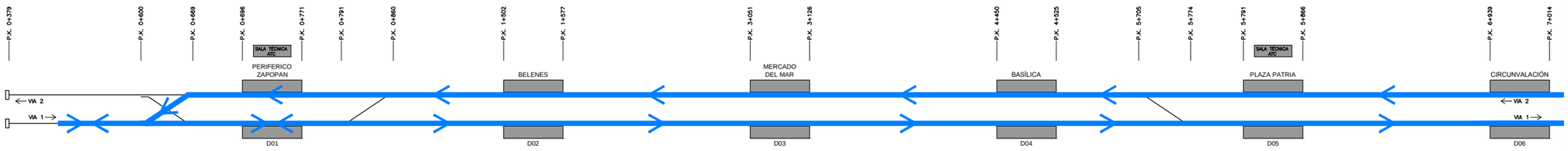
TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE VIA UNICA TEMPORAL
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

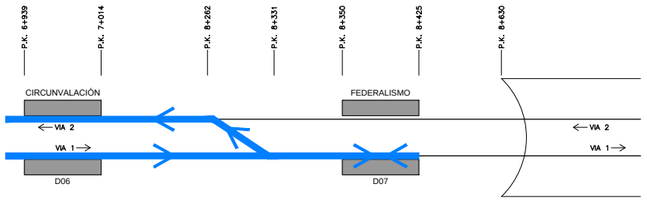
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00402	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



SERVICIO PARCIAL ENTRE PERIFÉRICO ZAPOPAN Y PLAZA PATRIA

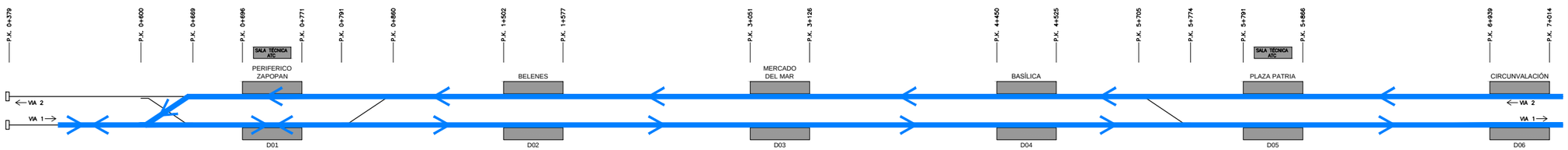
LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301)

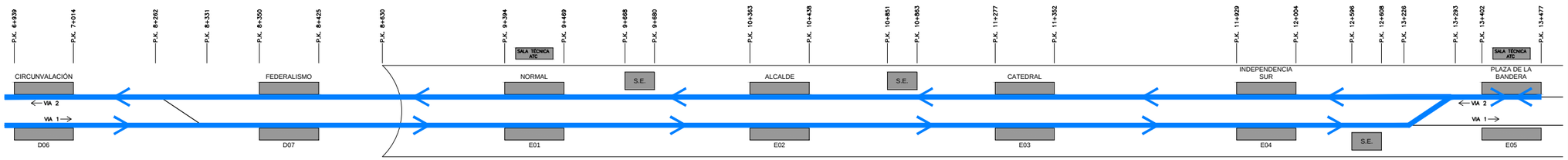




SERVICIO PARCIAL ENTRE PERIFÉRICO ZAPOPAN Y FEDERALISMO

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301)





SERVICIO PARCIAL ENTRE PERIFÉRICO ZAPOPAN Y PLAZA DE LA BANDERA

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES			
MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

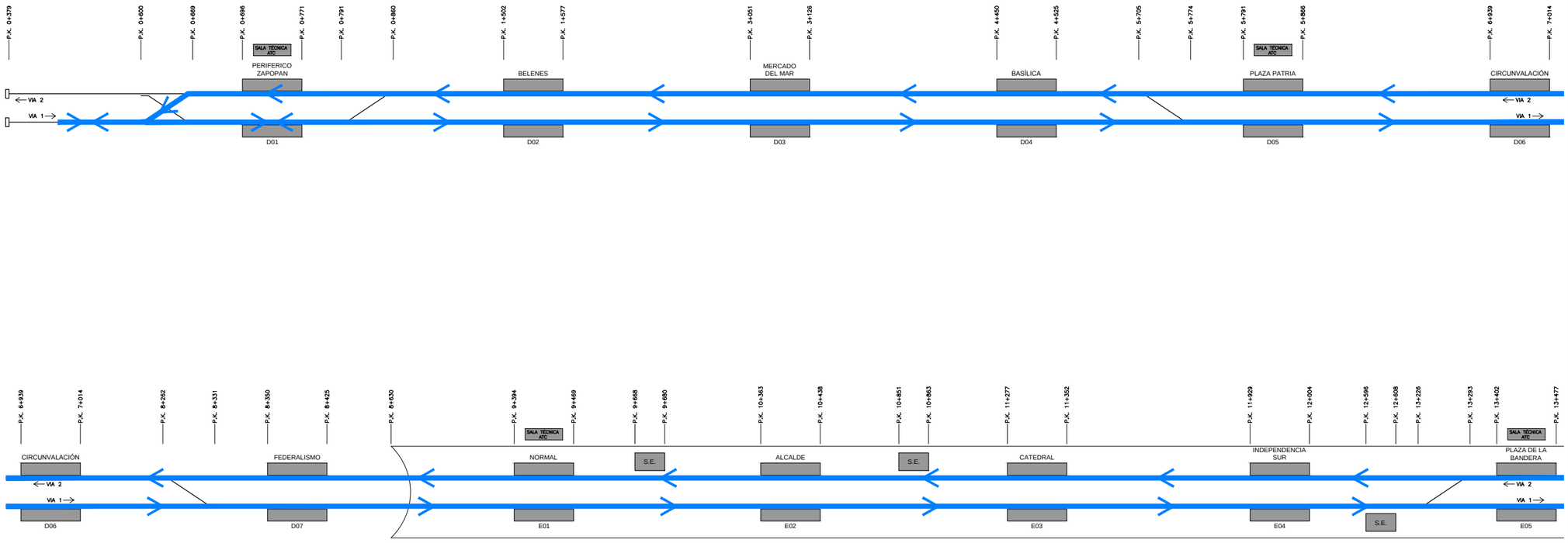
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00501	FECHA	AGOSTO-2013
REV:	A		



SERVICIO PARCIAL ENTRE PERIFÉRICO ZAPOPAN Y CUCEI U. de G.

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

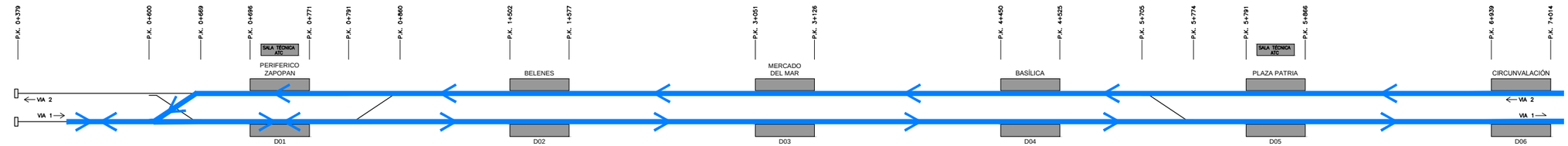
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

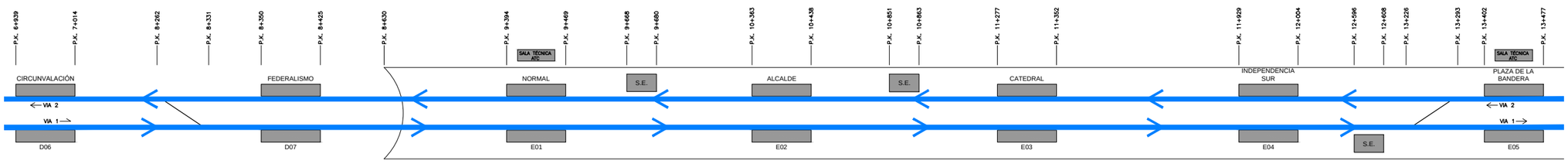
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

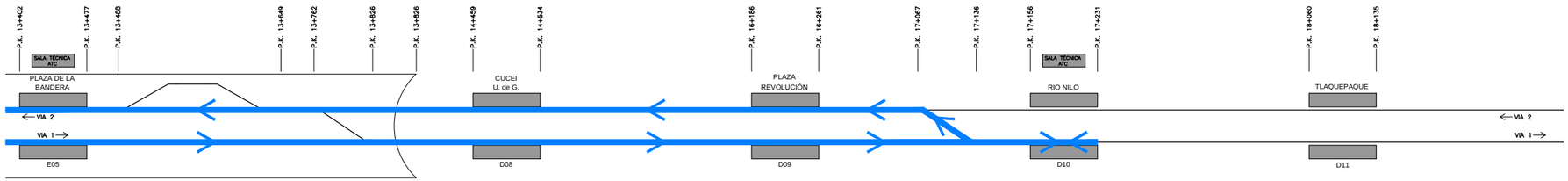
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-L00-FSATC-00502	FECHA:	AGOSTO-2013
REV:	A		



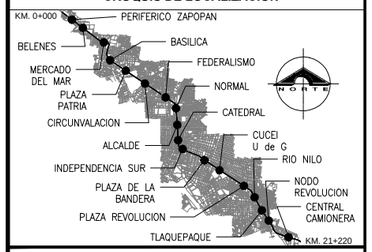




SERVICIO PARCIAL ENTRE PERIFÉRICO ZAPOPAN Y RIO NILO

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

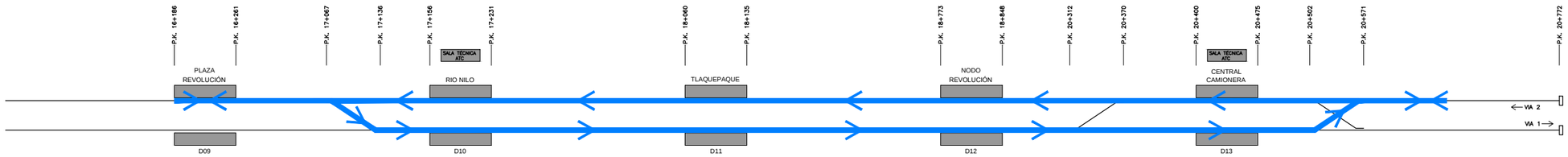
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	"

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

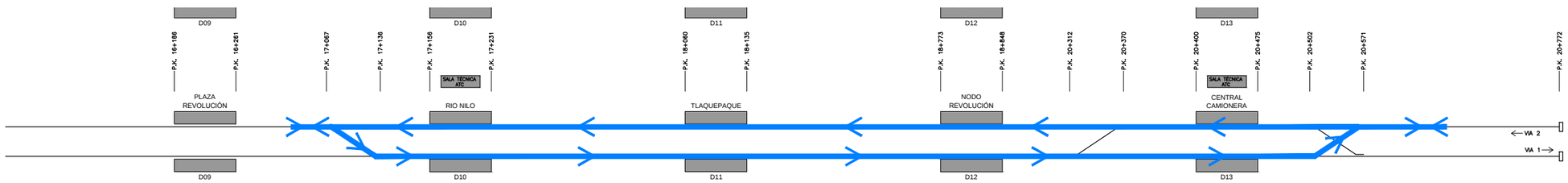
TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00503	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A



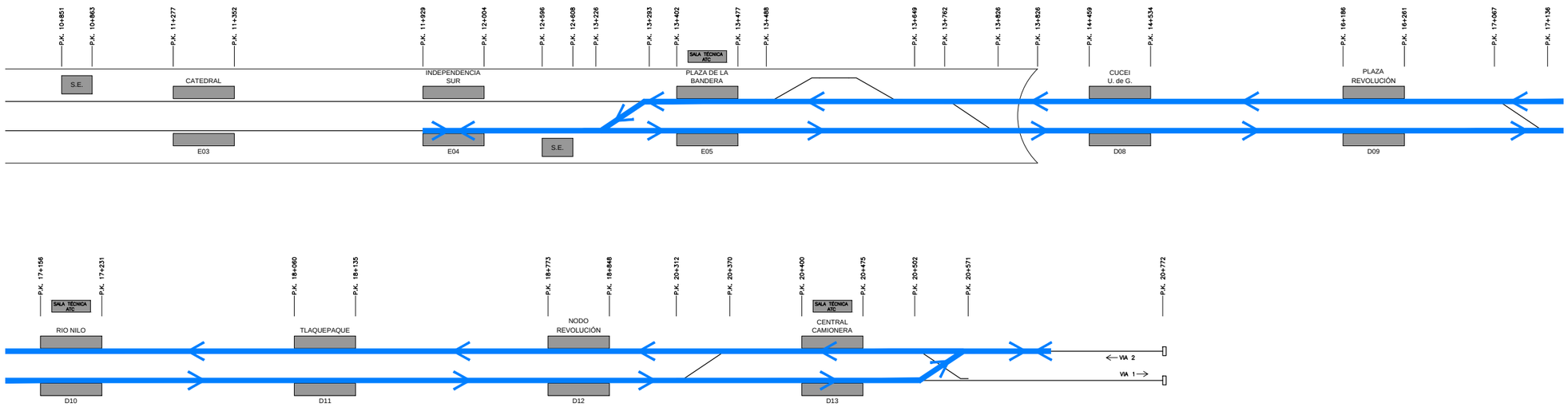
SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y PLAZA REVOLUCIÓN

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112–PL–C00–FSATC–00302)



SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y RÍO NILO

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112–PL–C00–FSATC–00302)



SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA E INDEPENDENCIA SUR

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112–PL–C00–FSATC–00302)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

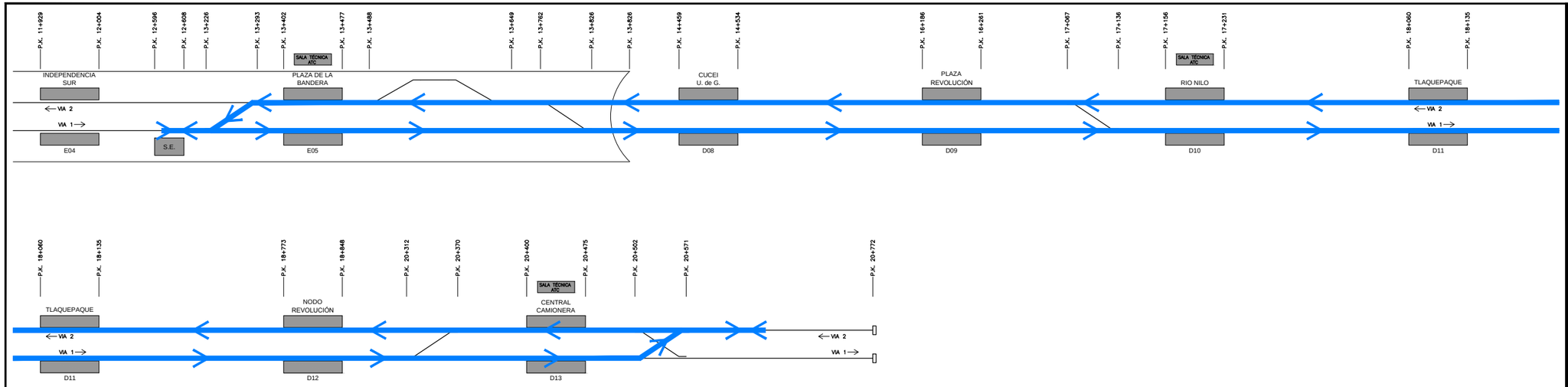
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S.E. ACOT. -

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

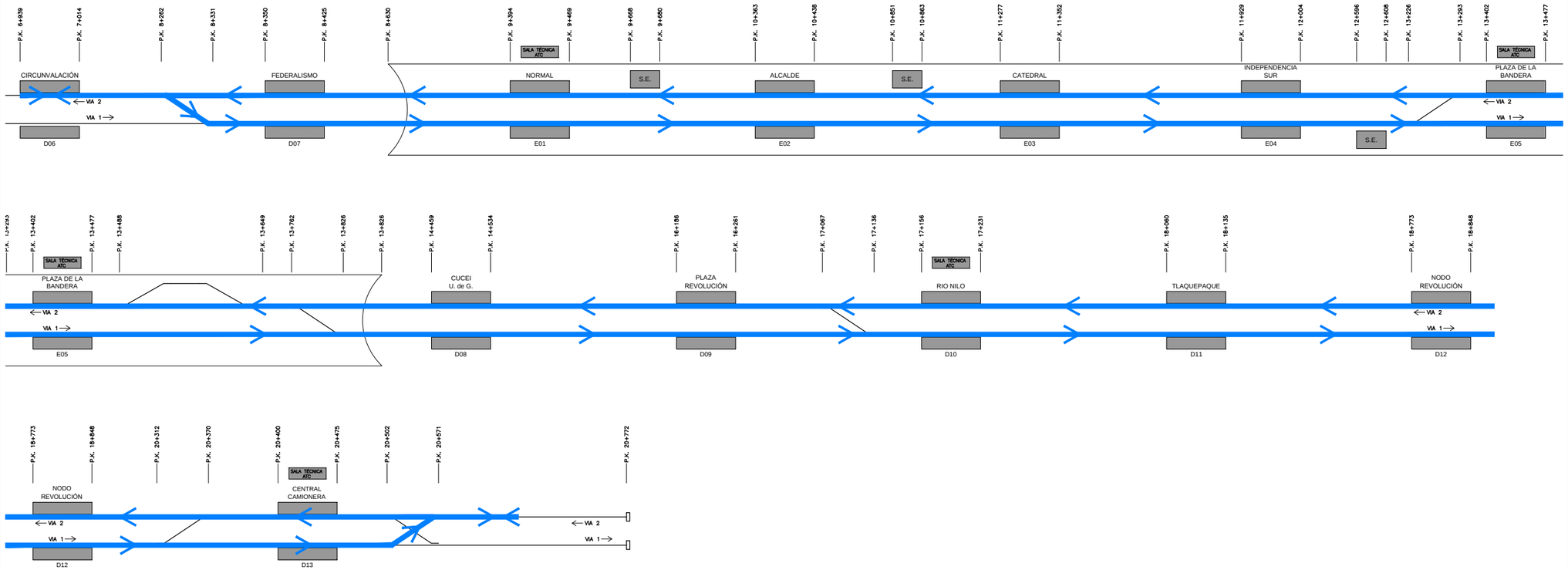
TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00504	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y PLAZA DE LA BANDERA

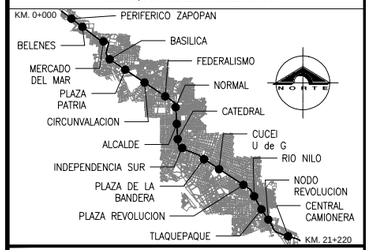
LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112–PL–C00–FSATC–00302)



SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y CIRCUNVALACIÓN

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112–PL–C00–FSATC–00302)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

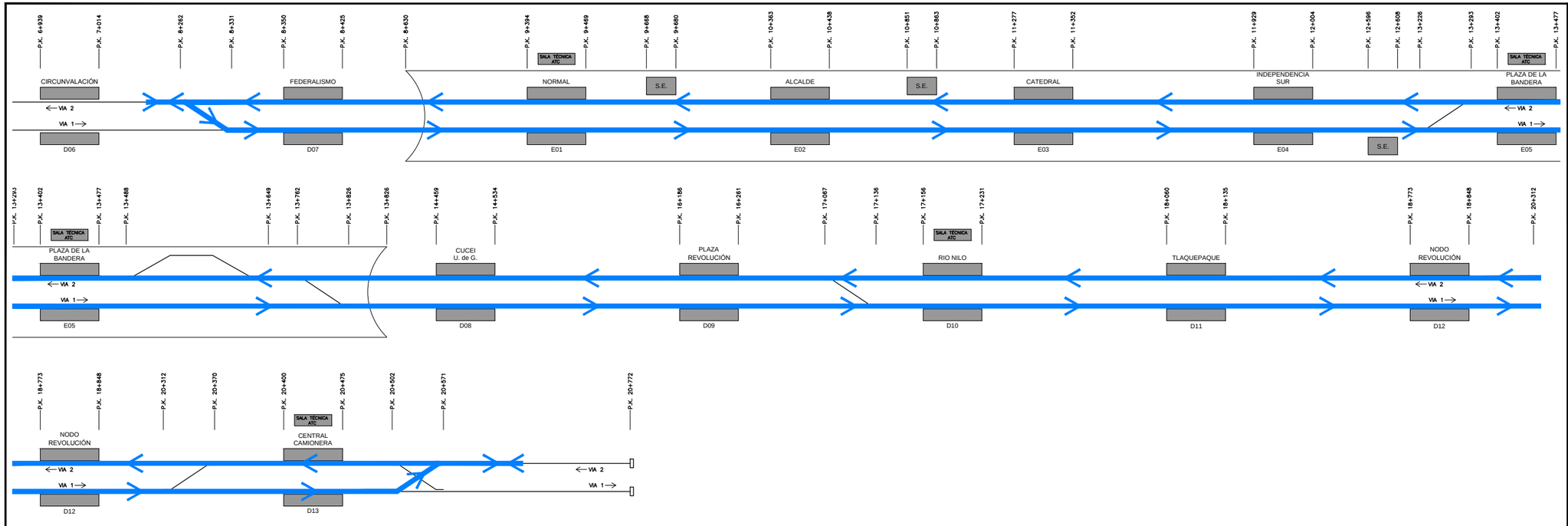
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:

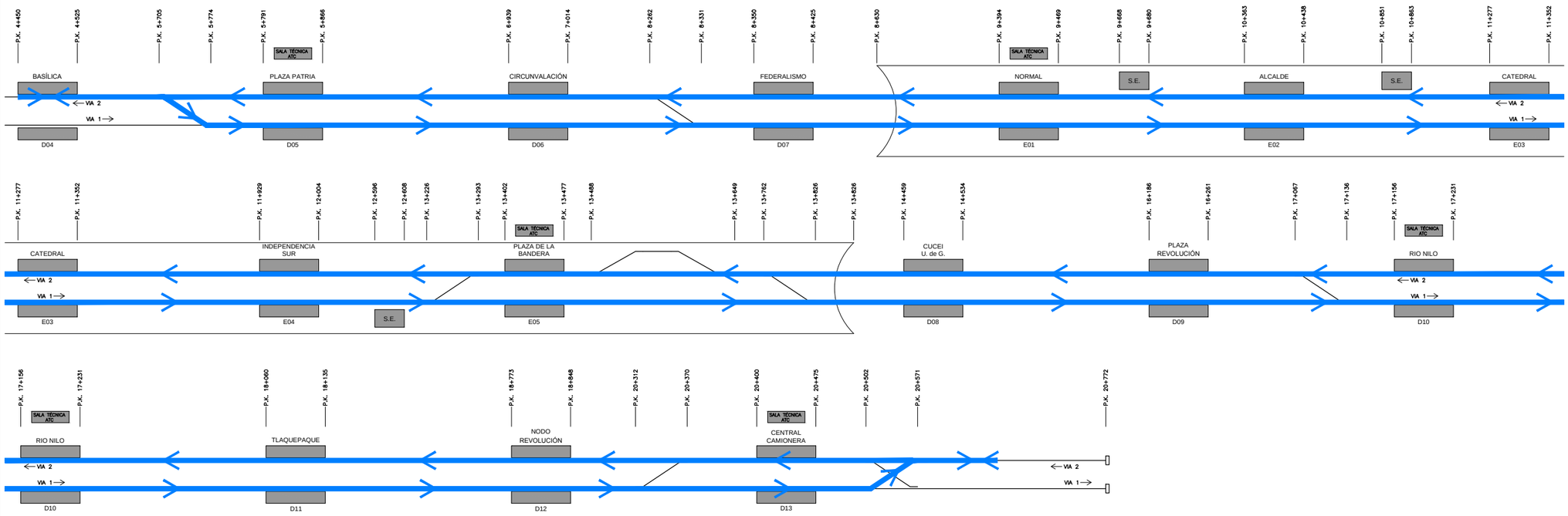
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00505	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y FEDERALISMO

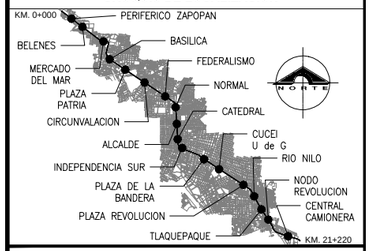
LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112–PL–C00–FSATC–00301)



SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y BASÍLICA

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112–PL–C00–FSATC–00301)

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

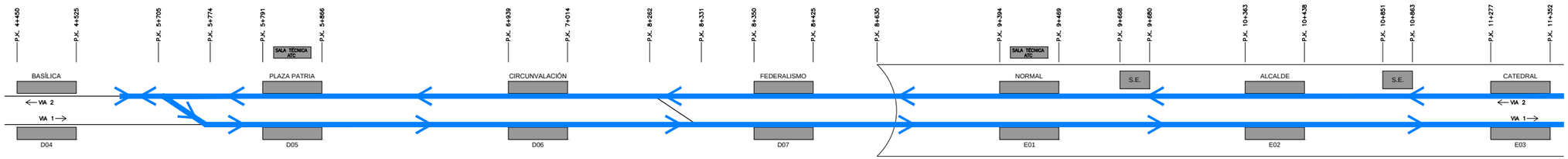
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

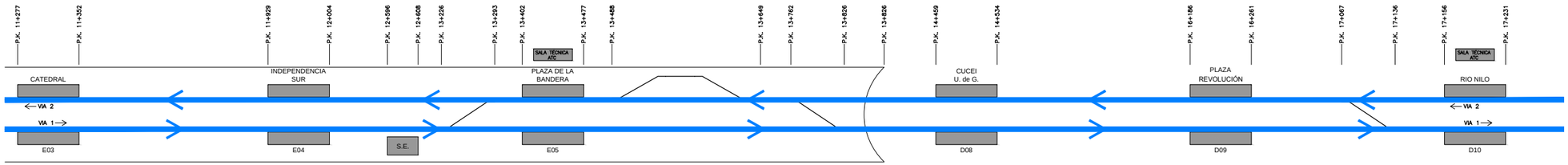
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E ACOT. -

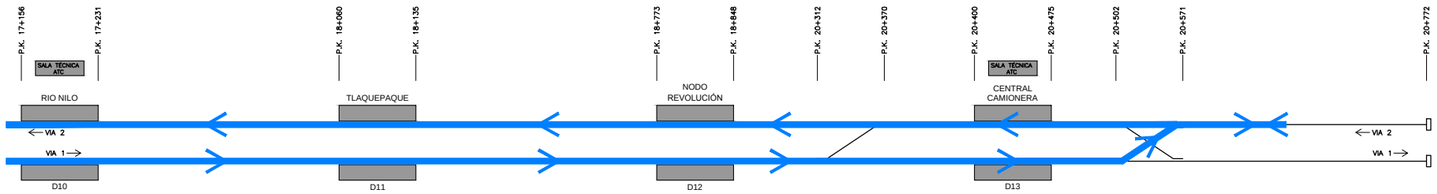
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00506	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A

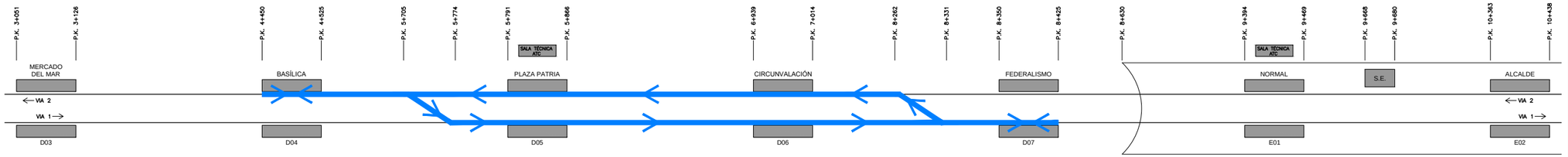






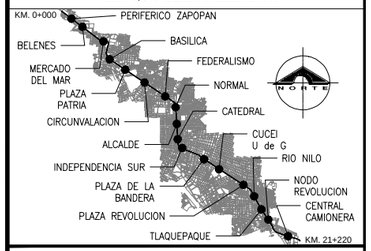
SERVICIO PARCIAL ENTRE CENTRAL CAMIONERA Y PLAZA PATRIA

LA MANIOBRA DE VUELTA SE PODRÁ REALIZAR POR VTA, VTB Ó VD (VER PLANO DE MANIOBRAS DE VUELTAS EN ESTACIONES TERMINALES DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00301)



SERVICIO PARCIAL ENTRE BASÍLICA Y FEDERALISMO

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

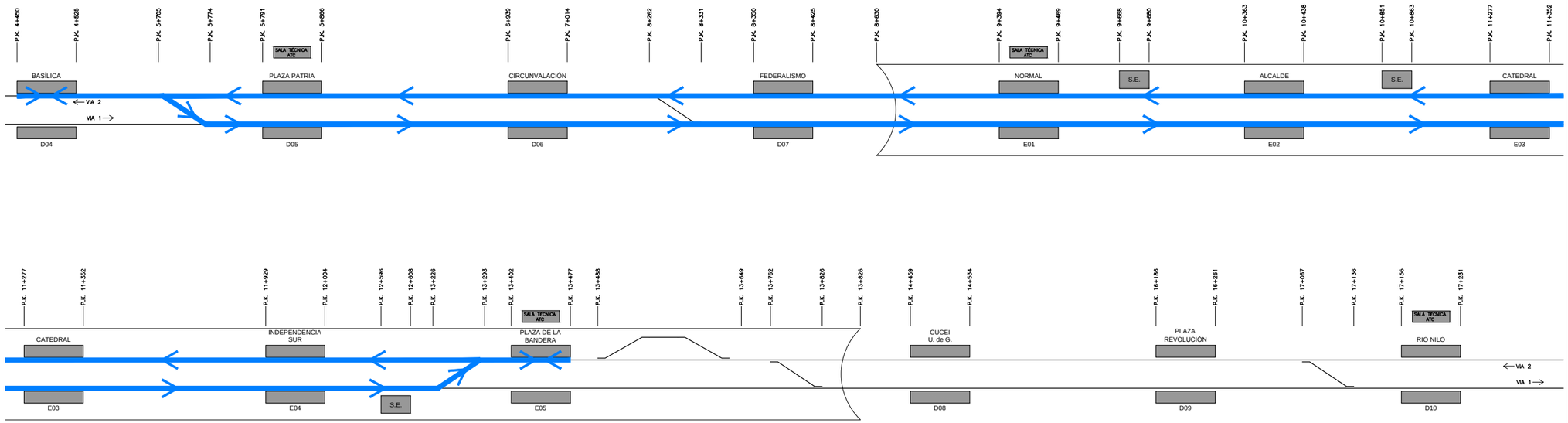
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

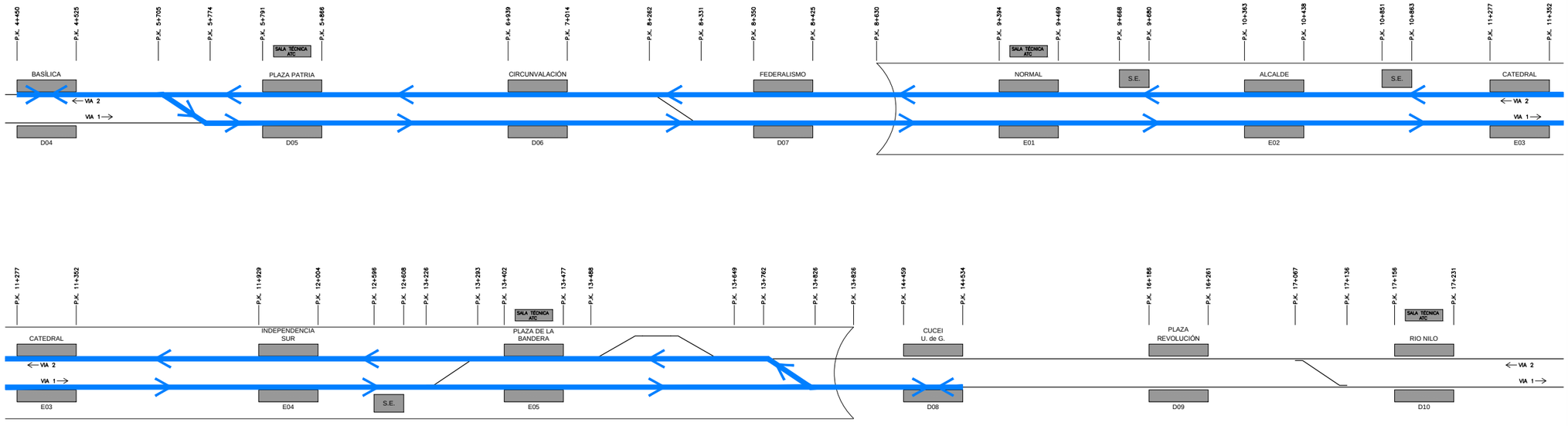
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00507	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A

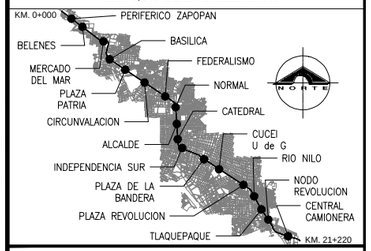


SERVICIO PARCIAL ENTRE BASÍLICA Y PLAZA DE LA BANDERA



SERVICIO PARCIAL ENTRE BASÍLICA Y CUCEI U. de G.

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

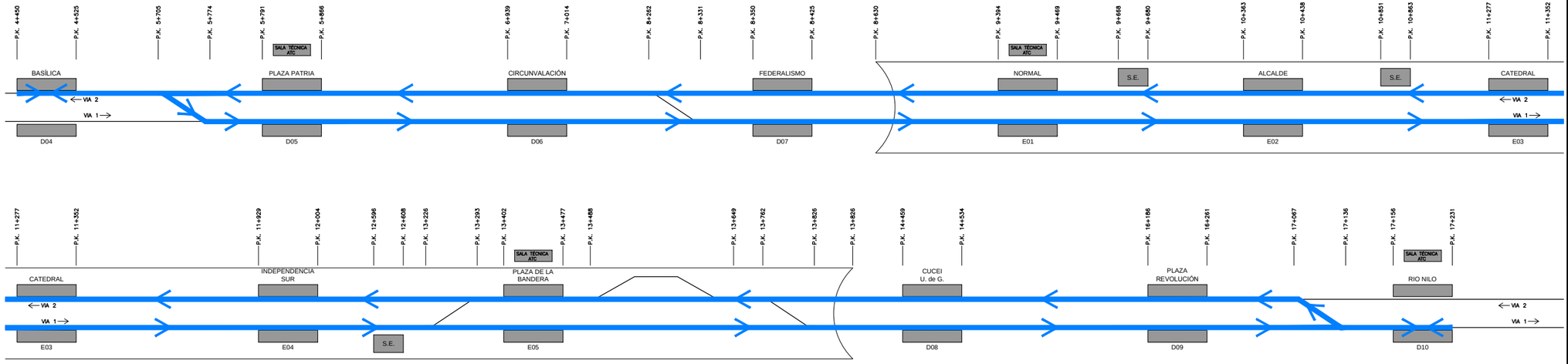
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S/E ACOT. -

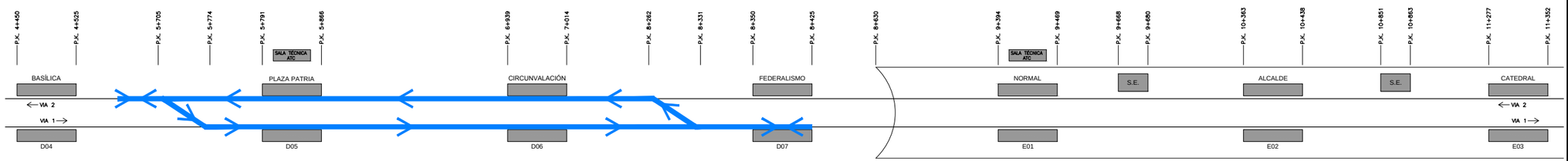
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

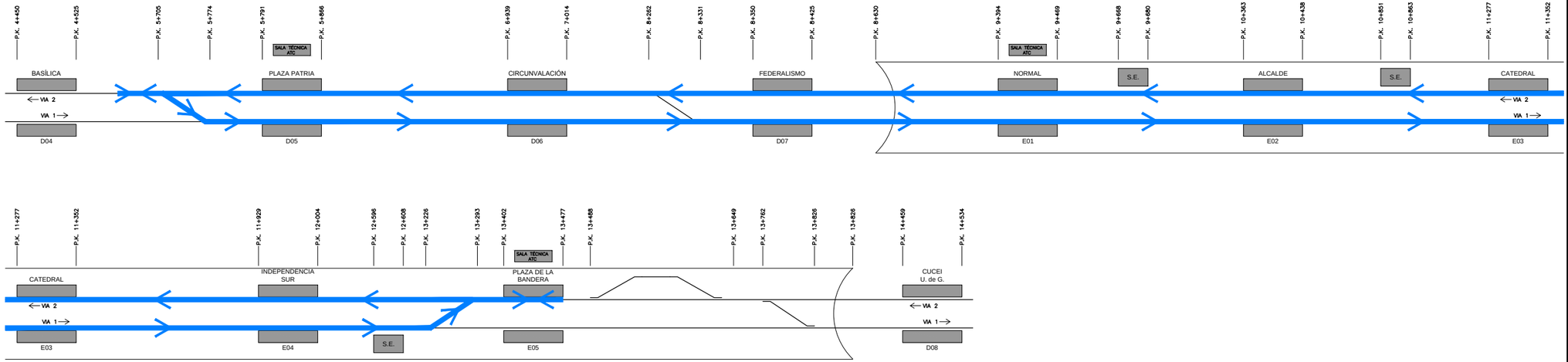
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00508	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



SERVICIO PARCIAL ENTRE BASÍLICA Y RIO NILO



SERVICIO PARCIAL ENTRE PLAZA PATRIA Y FEDERALISMO



SERVICIO PARCIAL ENTRE PLAZA PATRIA Y PLAZA DE LA BANDERA

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICIÓN INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

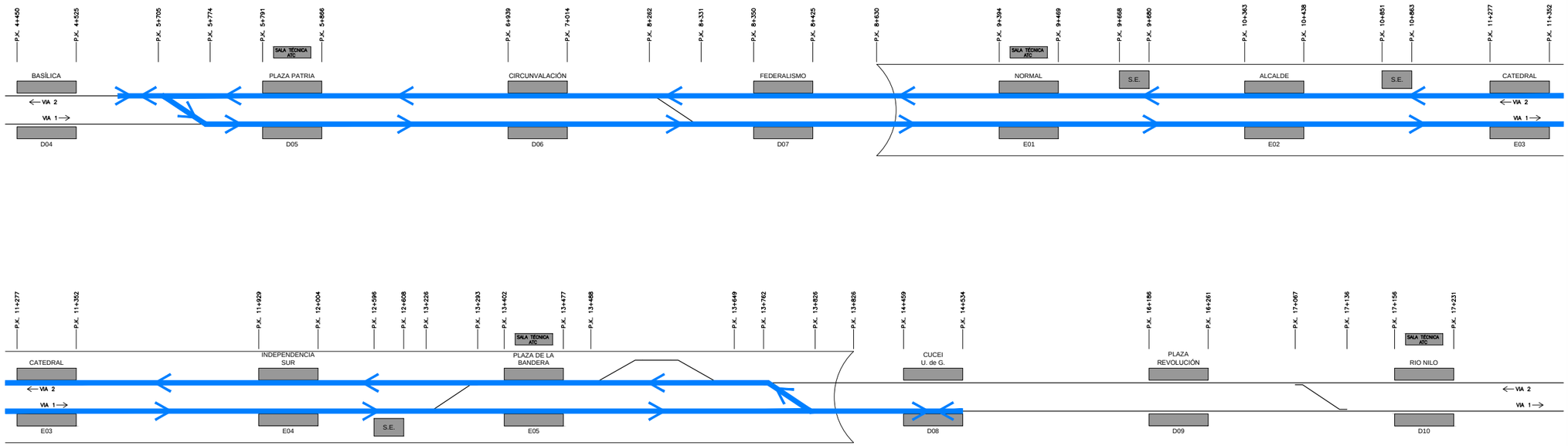
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

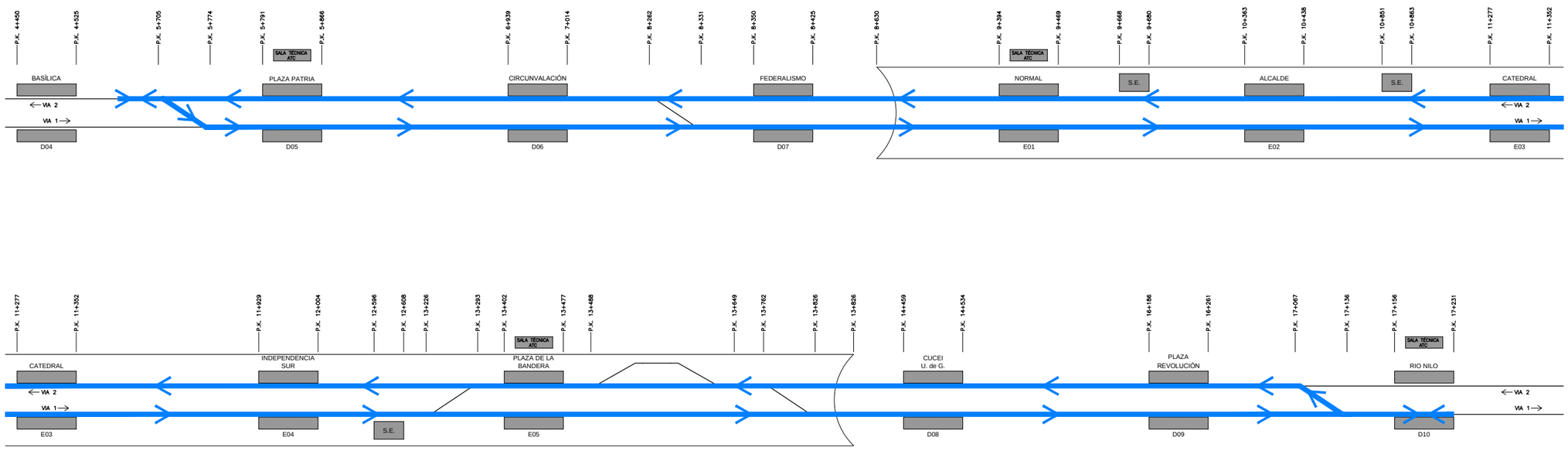
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00509	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A

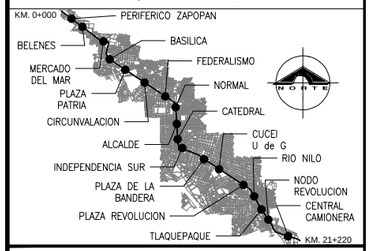


SERVICIO PARCIAL ENTRE PLAZA PATRIA Y CUCEI U. de G.



SERVICIO PARCIAL ENTRE PLAZA PATRIA Y RIO NILO

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES			
MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

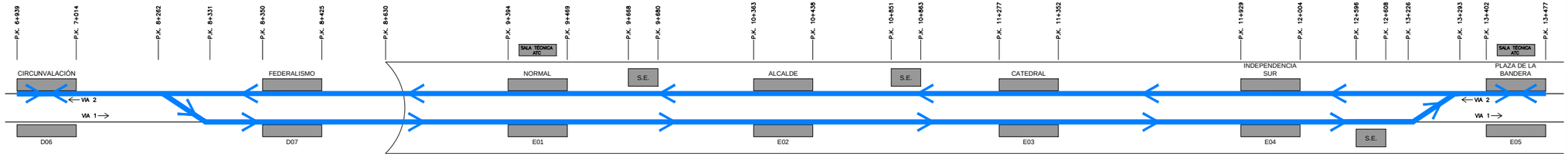
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S/E ACOT. "

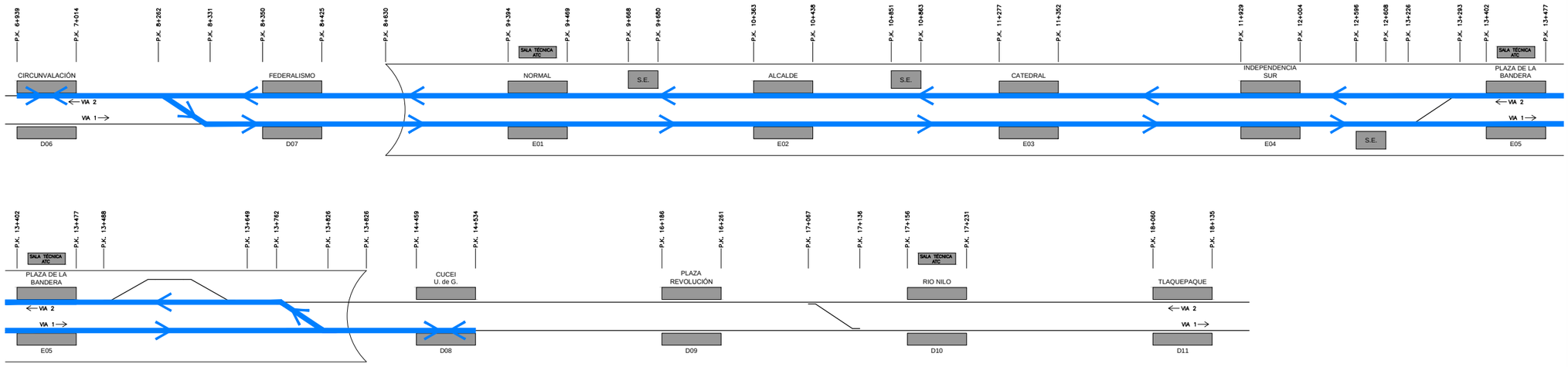
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

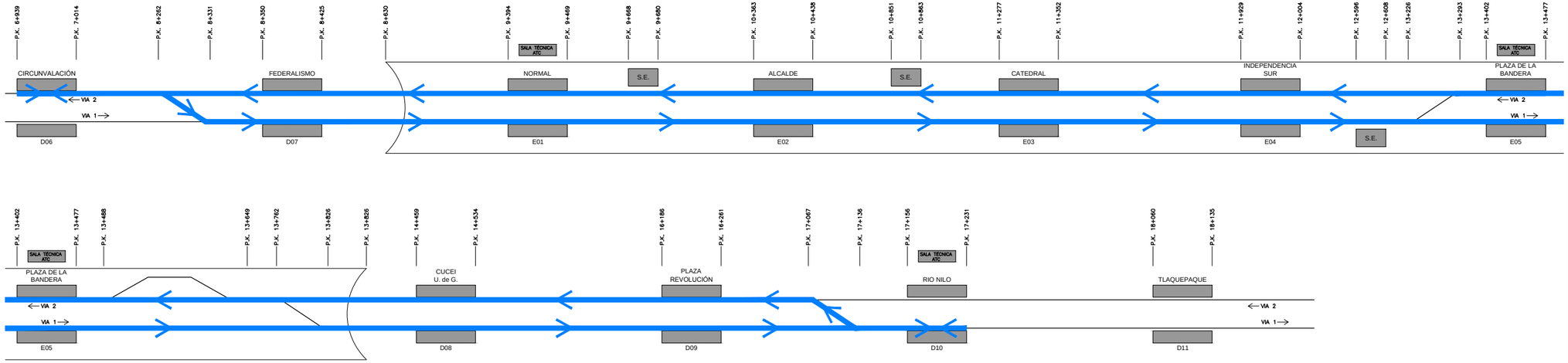
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00510	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



SERVICIO PARCIAL ENTRE CIRCUNVALACIÓN Y PLAZA DE LA BANDERA



SERVICIO PARCIAL ENTRE CIRCUNVALACIÓN Y CUCEI U. de G.



SERVICIO PARCIAL ENTRE CIRCUNVALACIÓN Y RIO NILO

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICIÓN INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

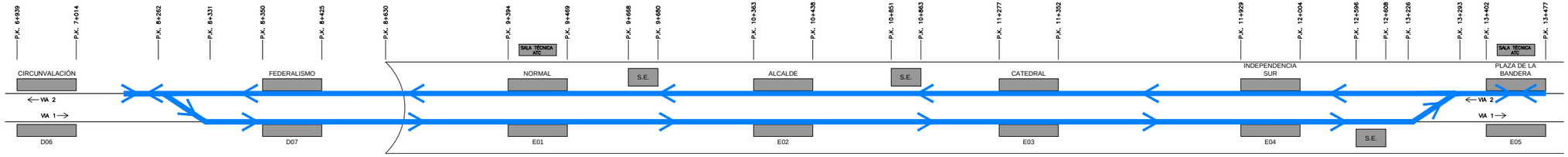
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

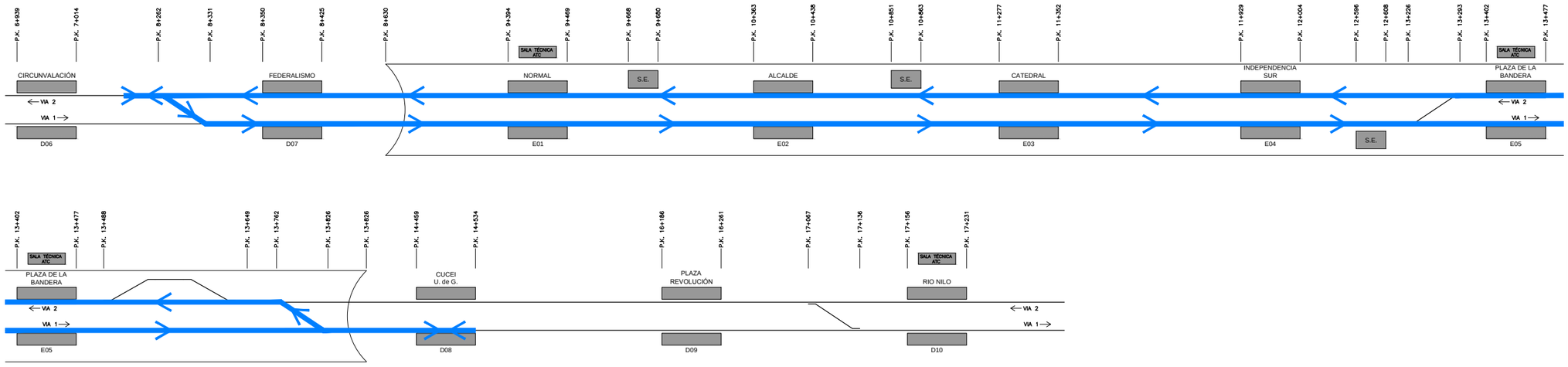
TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

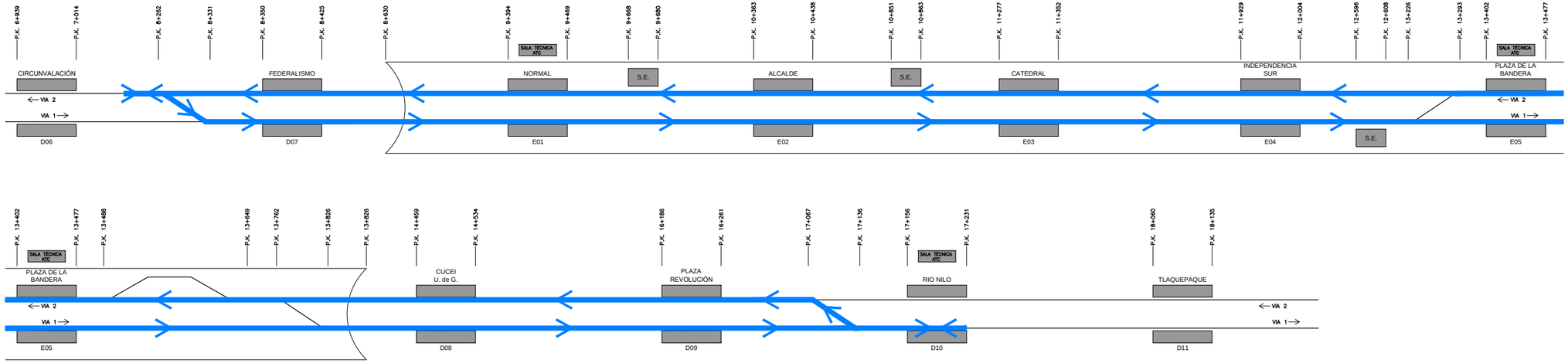
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00511	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A



SERVICIO PARCIAL ENTRE FEDERALISMO Y PLAZA DE LA BANDERA



SERVICIO PARCIAL ENTRE FEDERALISMO Y CUCEI U. de G.



SERVICIO PARCIAL ENTRE FEDERALISMO Y RIO NILO

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICIÓN INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

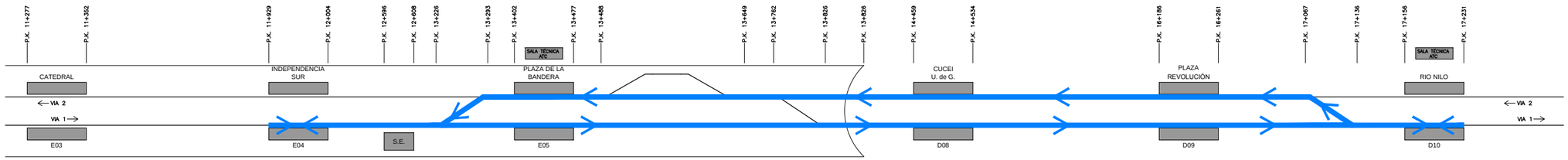
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

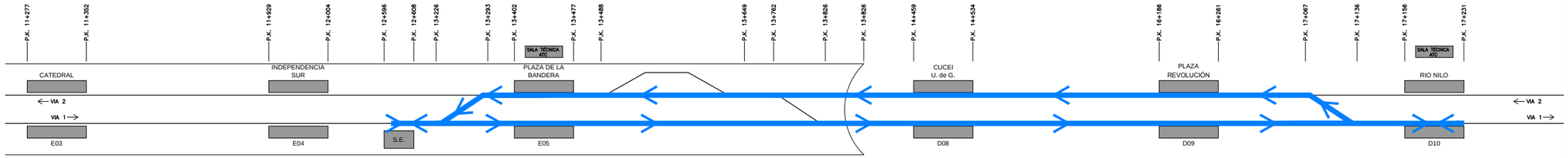
TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00512	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A

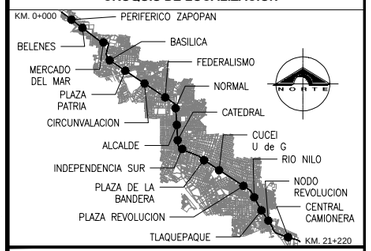


SERVICIO PARCIAL ENTRE INDEPENDENCIA SUR Y RIO NILO



SERVICIO PARCIAL ENTRE PLAZA DE LA BANDERA Y RIO NILO

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

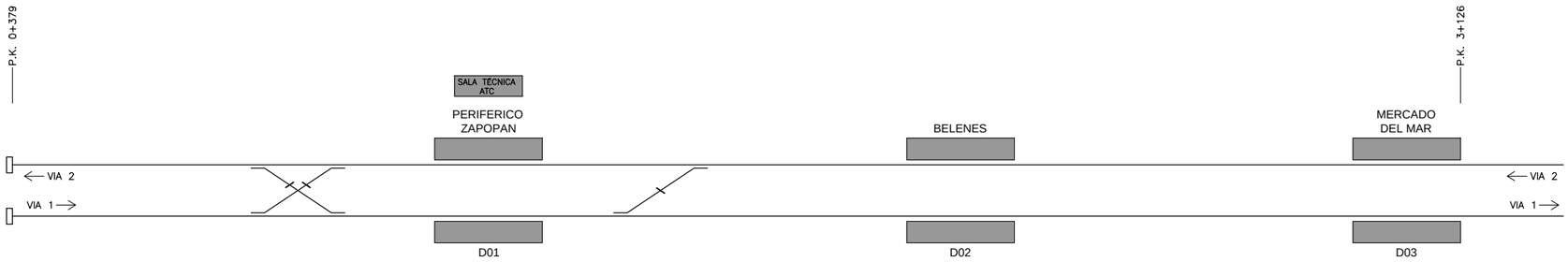
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	S:E
ACOT.	-

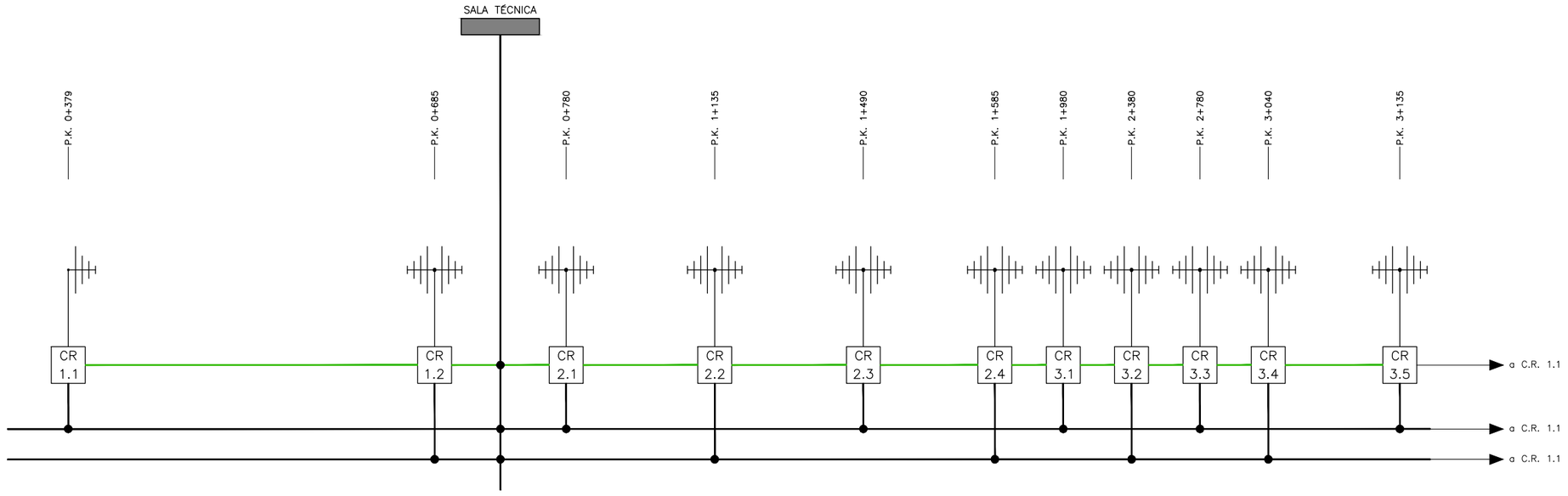
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE SERVICIOS PARCIALES
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00513	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A





LEYENDA

- CABLE ALIMENTACIÓN
- CABLE 12 F.O. MULTIMODO
- CR 3.2 — CAJA RADIO
- ANTENAS

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

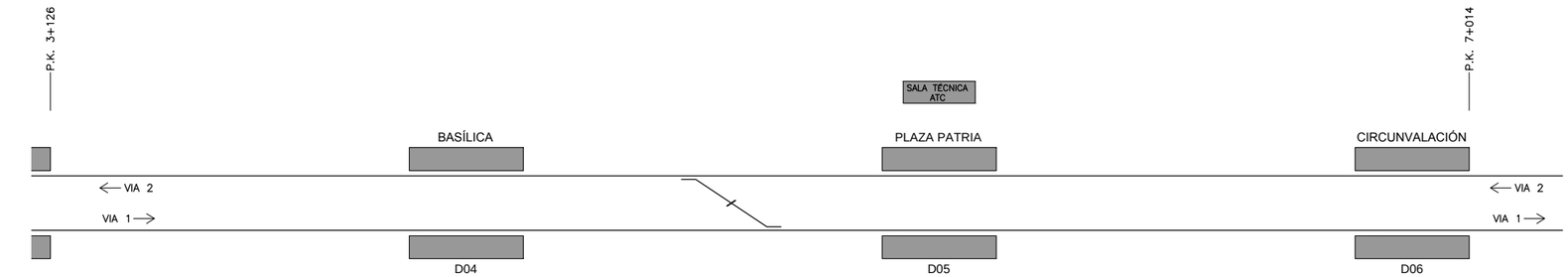
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

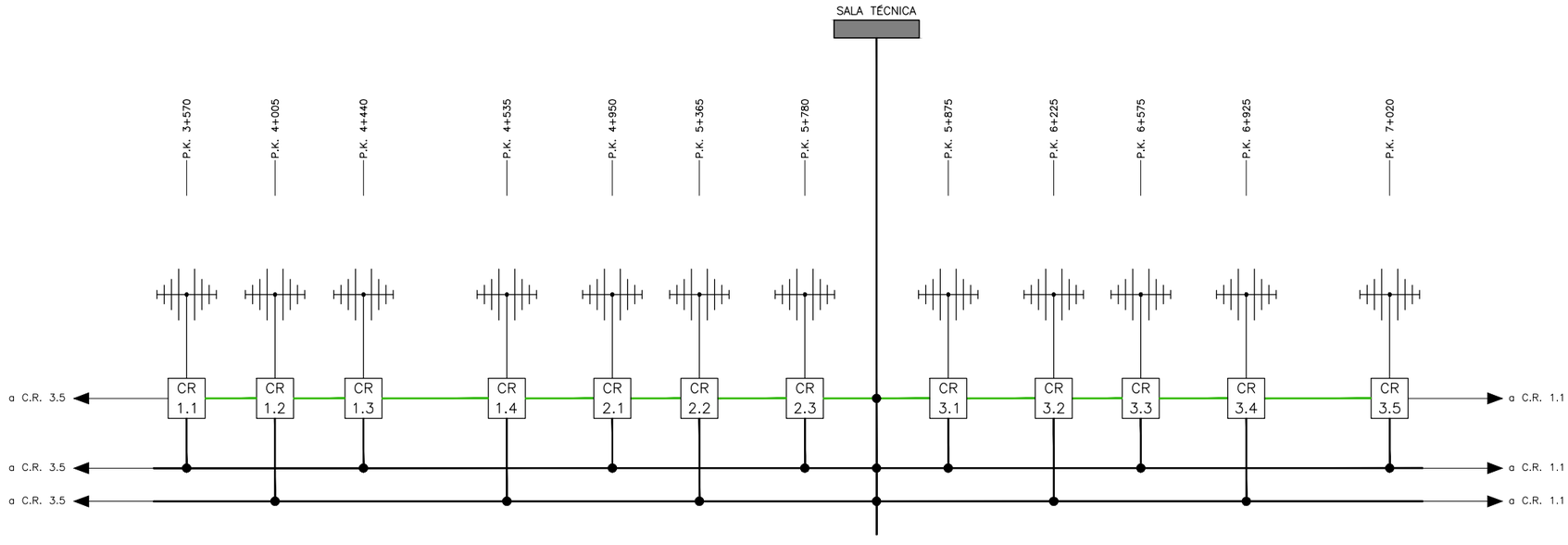
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DE RADIO ATC EN LA LÍNEA CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00601	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A





LEYENDA

- CABLE ALIMENTACIÓN
- CABLE 12 F.O. MULTIMODO
- CR 3.2 — CAJA RADIO
- ANTENAS

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

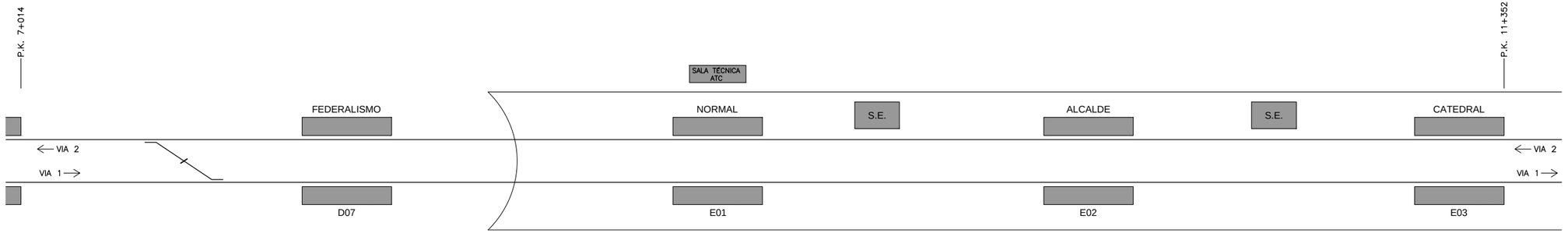
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

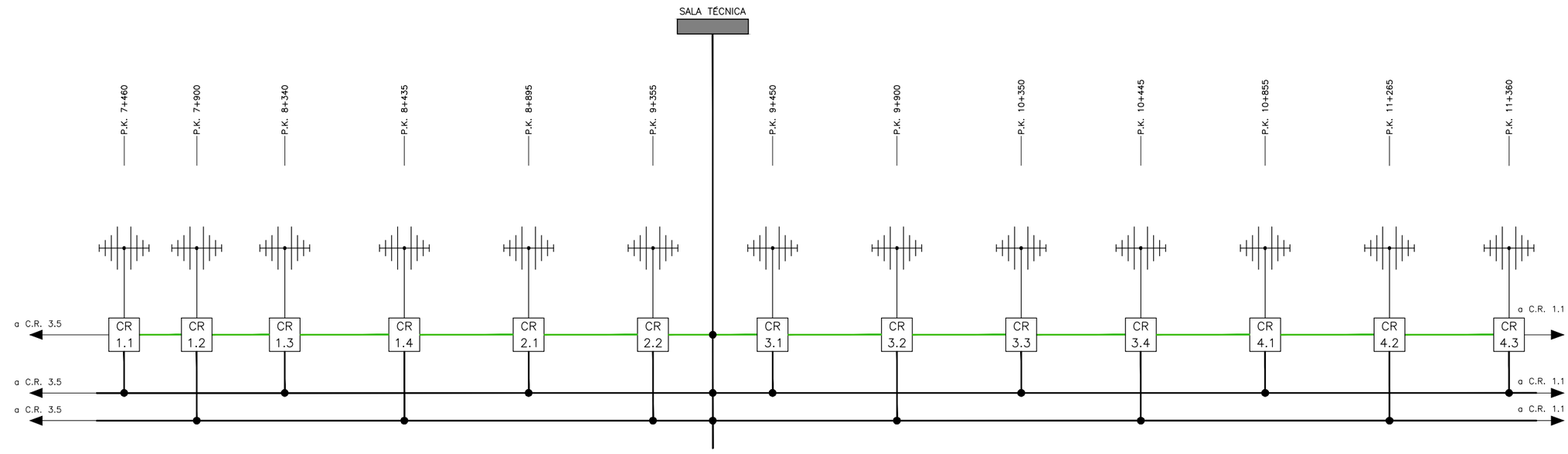
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

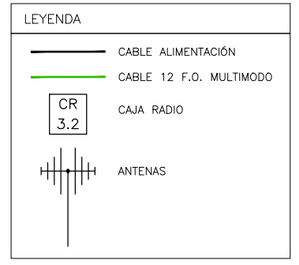
TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DE RADIO ATC EN LA LÍNEA CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

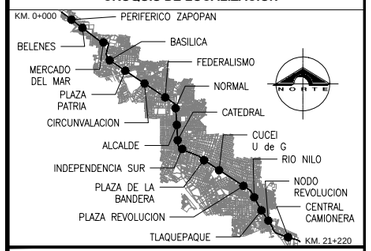
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00602	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A







CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

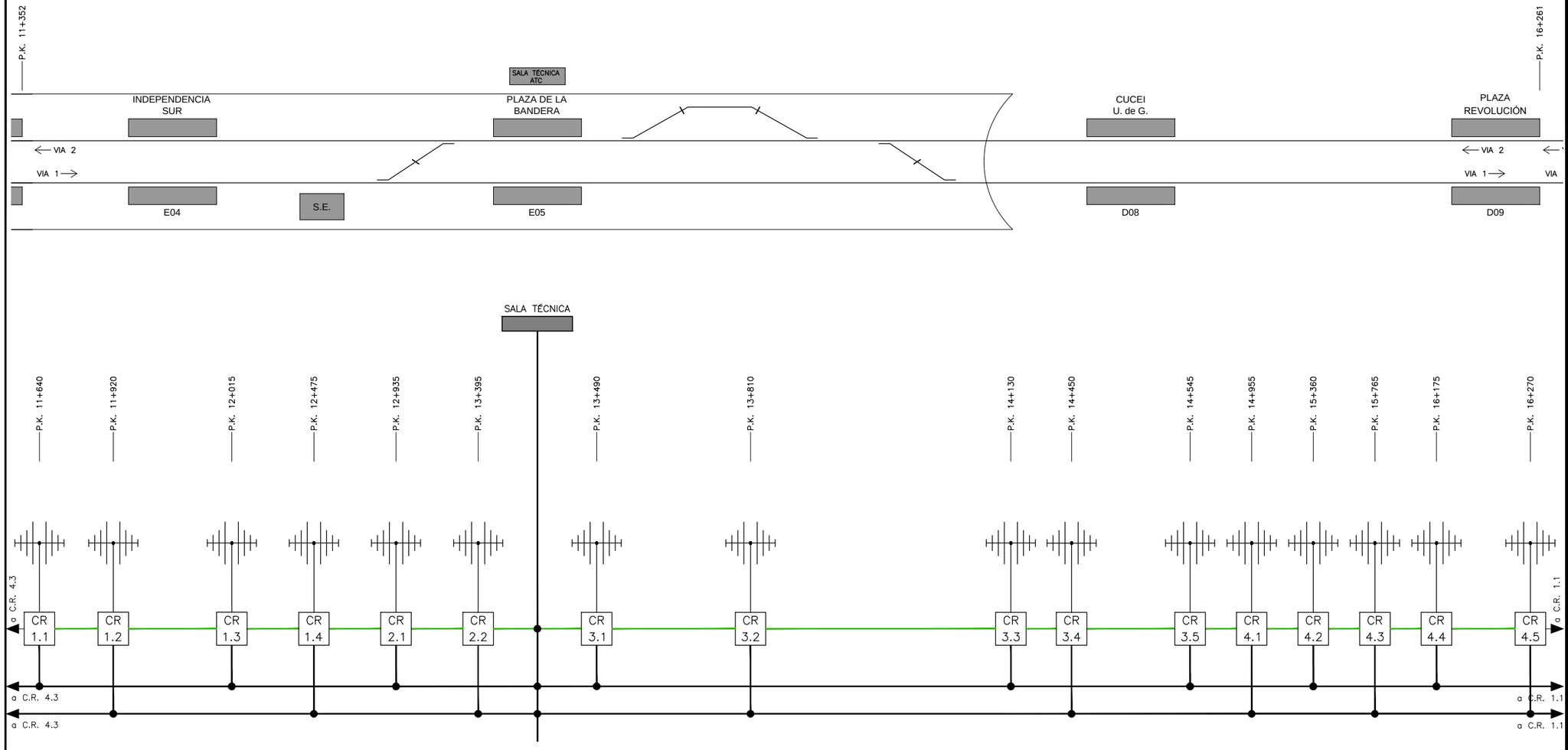
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DE RADIO ATC EN LA LÍNEA CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00603	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



LEYENDA

- CABLE ALIMENTACIÓN
- CABLE 12 F.O. MULTIMODO
- CR 3.2 — CAJA RADIO
- ANTENAS

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

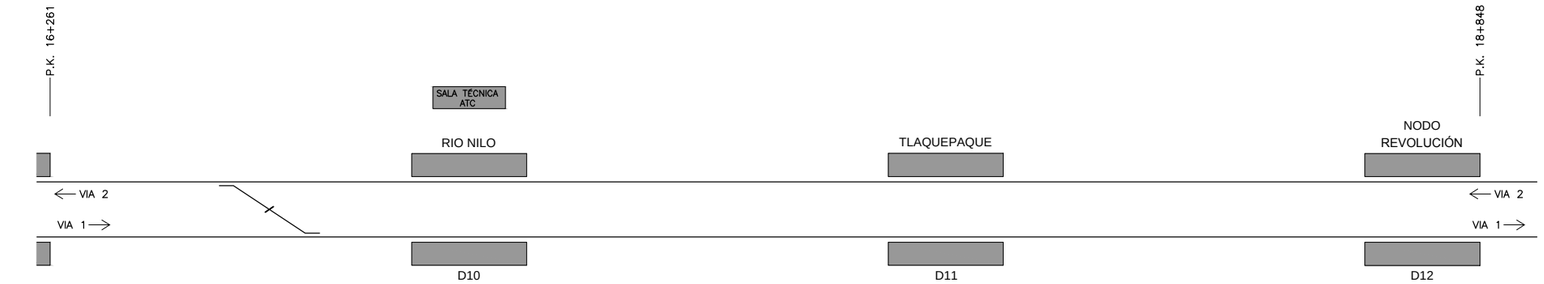
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

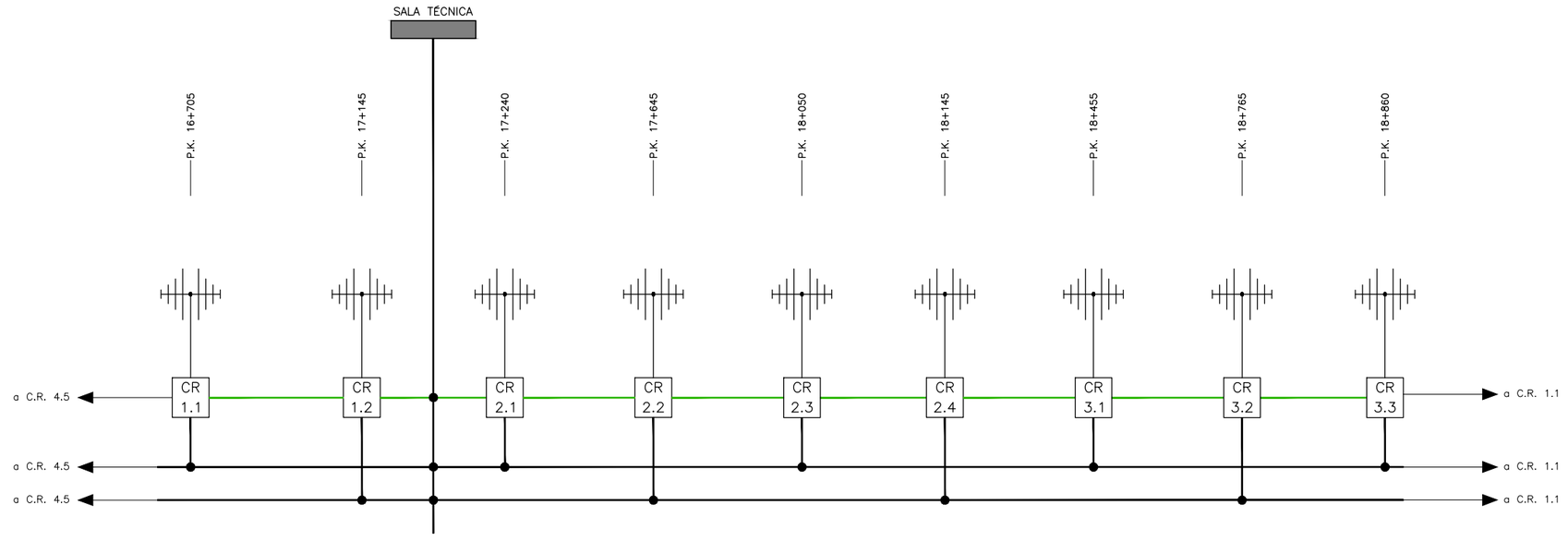
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

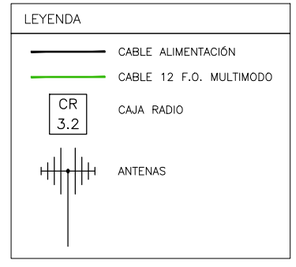
TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DE RADIO ATC EN LA LÍNEA CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

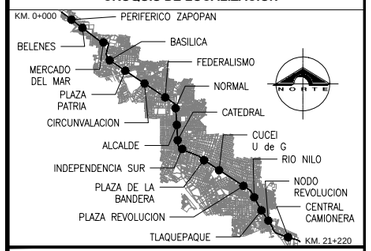
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00604	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A







CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

S I M B O L O G I A

R E V I S I O N E S

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

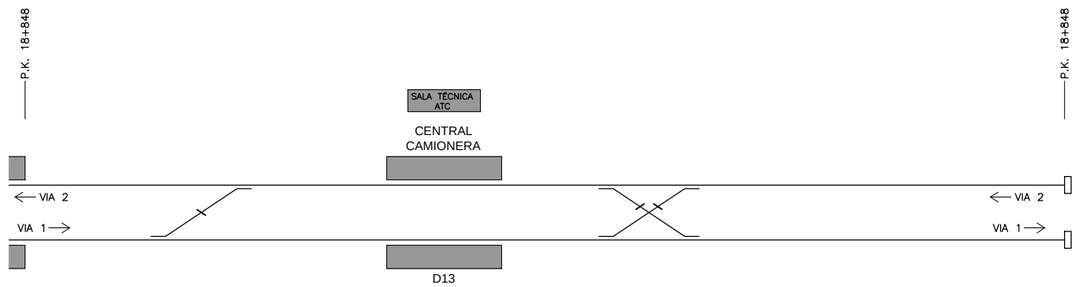
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

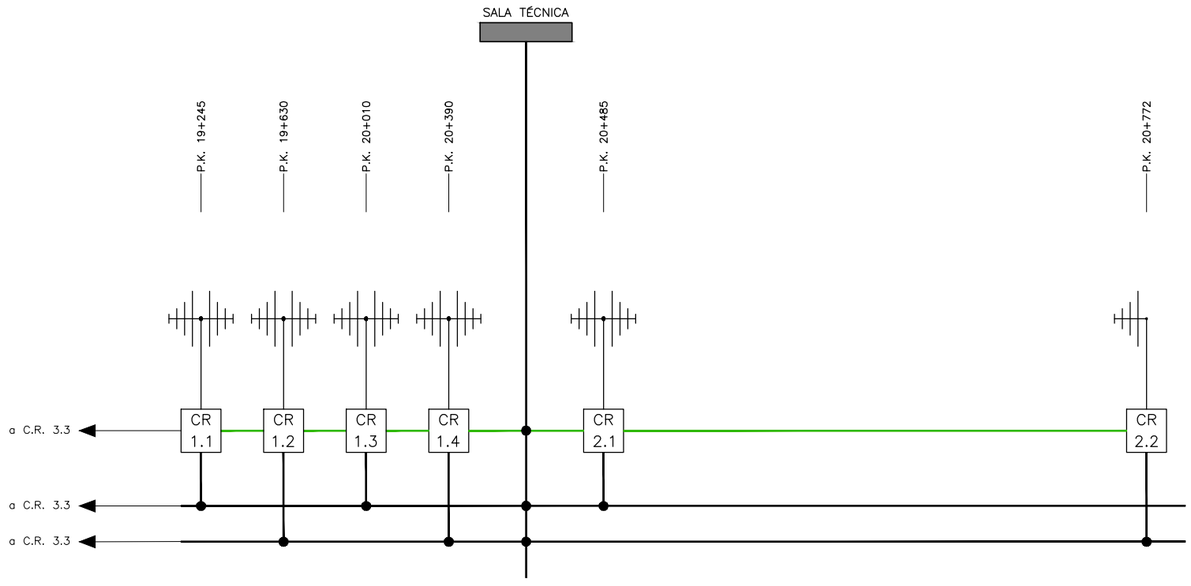
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DE RADIO ATC EN LA LÍNEA CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00605	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A





LEYENDA

- CABLE ALIMENTACIÓN
- CABLE 12 F.O. MULTIMODO
- CR 3.2 — CAJA RADIO
- ANTENAS

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

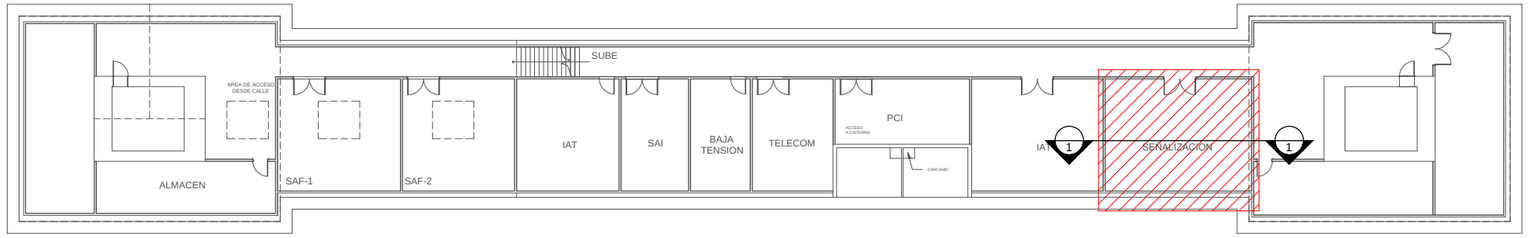
PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

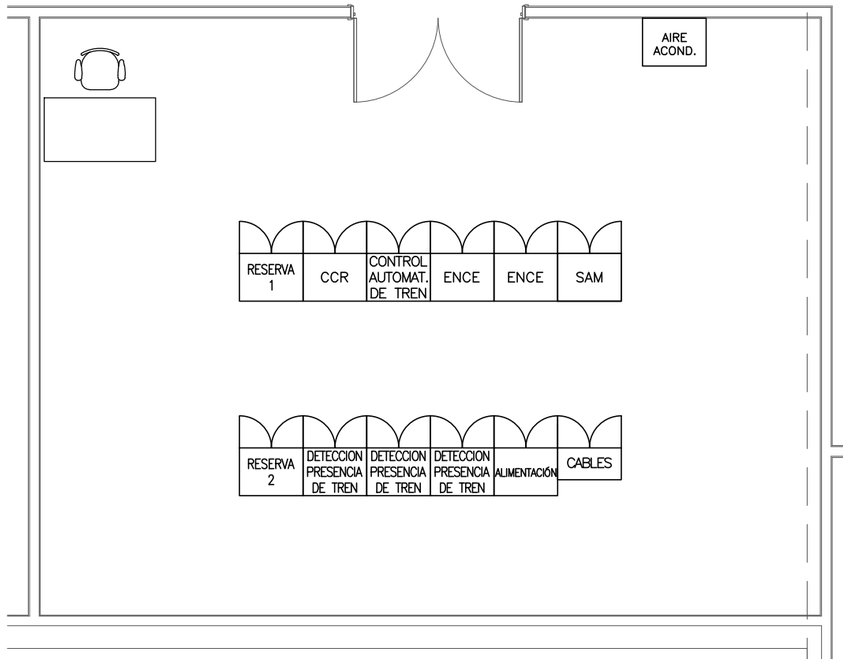
TITULO DEL PLANO:

FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DE RADIO ATC EN LA LÍNEA CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

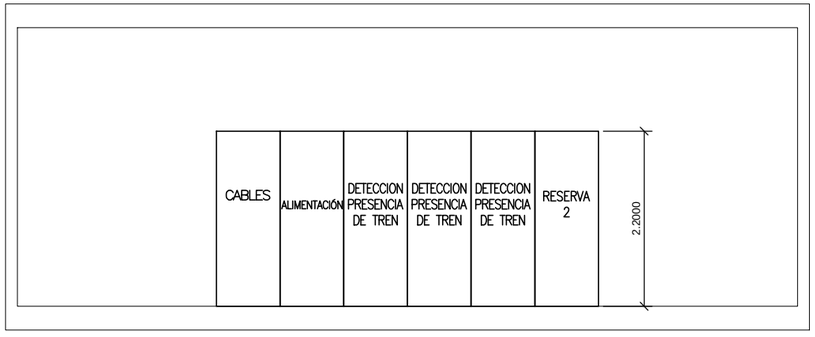
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-C00-FSATC-00606	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



PLANTA NIVEL LOCALES TÉCNICOS



PLANTA SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN



SECCIÓN SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICIÓN INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

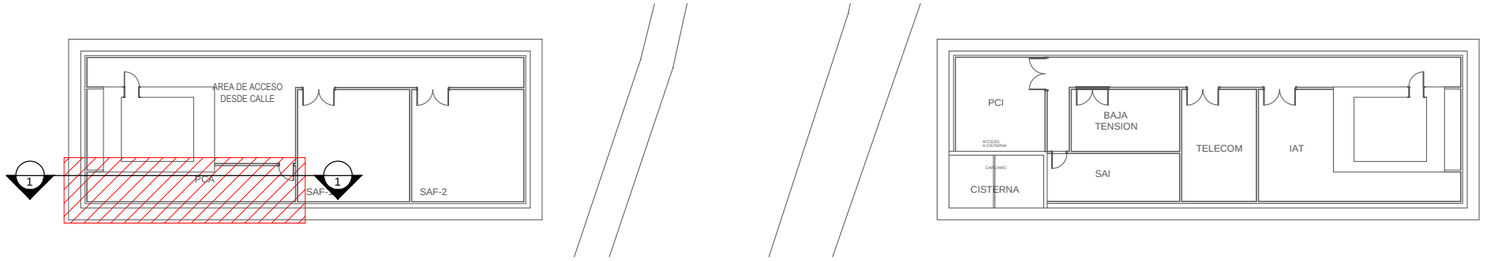
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	1:75
ACOT.	-

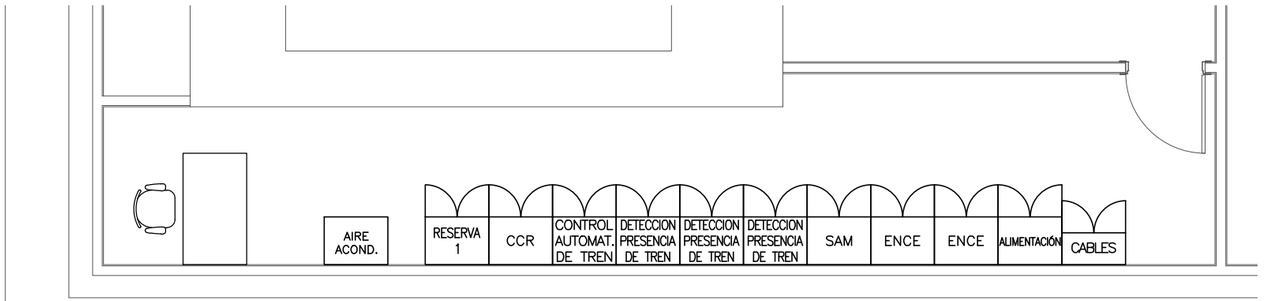
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
IMPLANTACIÓN EQUIPOS ATC EN ESTACIÓN PERIFÉRICO ZAPOPAN
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

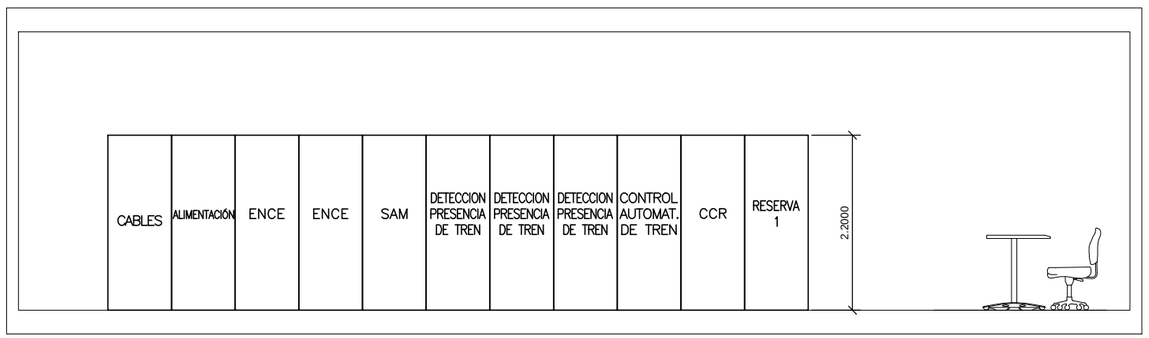
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-D01-FSATC-00101	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



PLANTA NIVEL LOCALES TÉCNICOS



PLANTA SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN



SECCIÓN SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

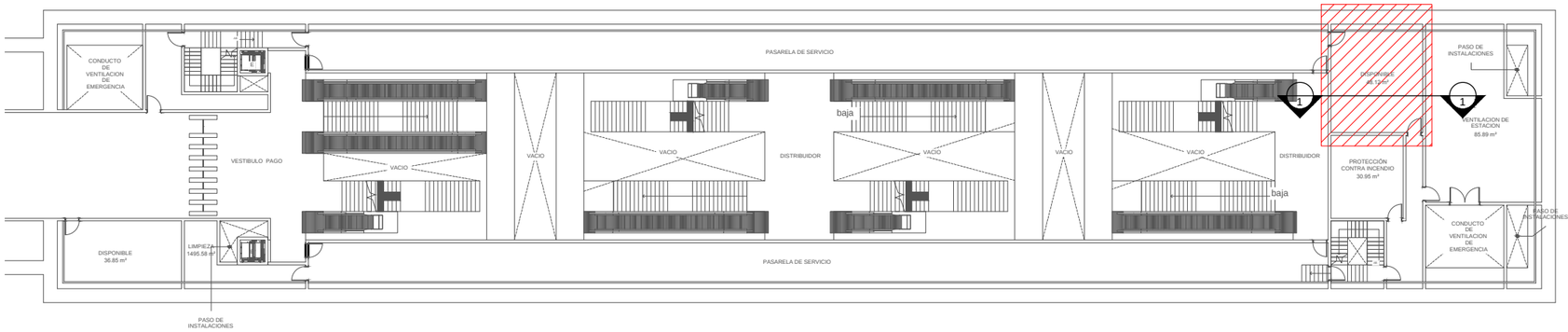
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	1:75
ACOT.	-

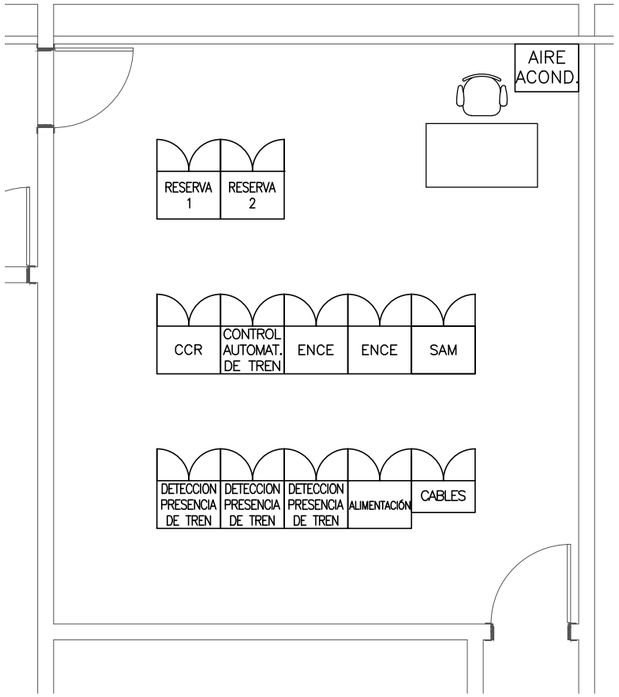
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
IMPLANTACIÓN EQUIPOS ATC EN ESTACIÓN PLAZA PATRIA
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

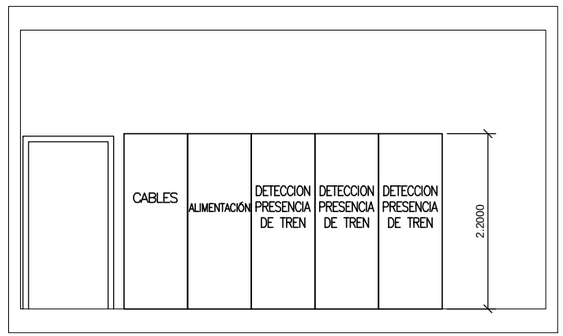
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-D05-FSATC-00101	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



PLANTA NIVEL INTERMEDIO

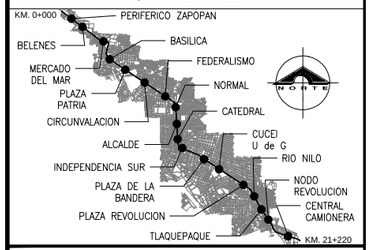


PLANTA SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN



SECCIÓN SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

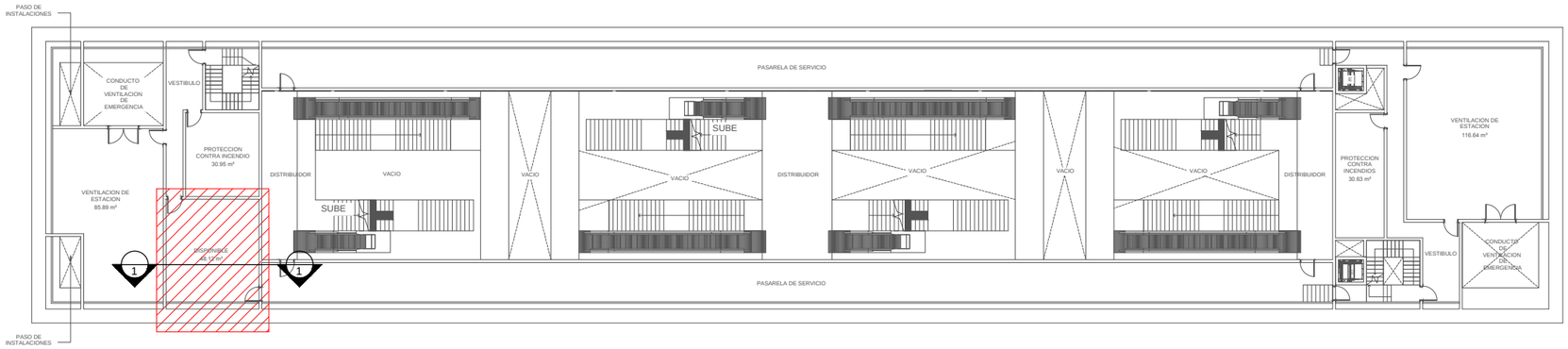
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN CUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	1:75
ACOT.	-

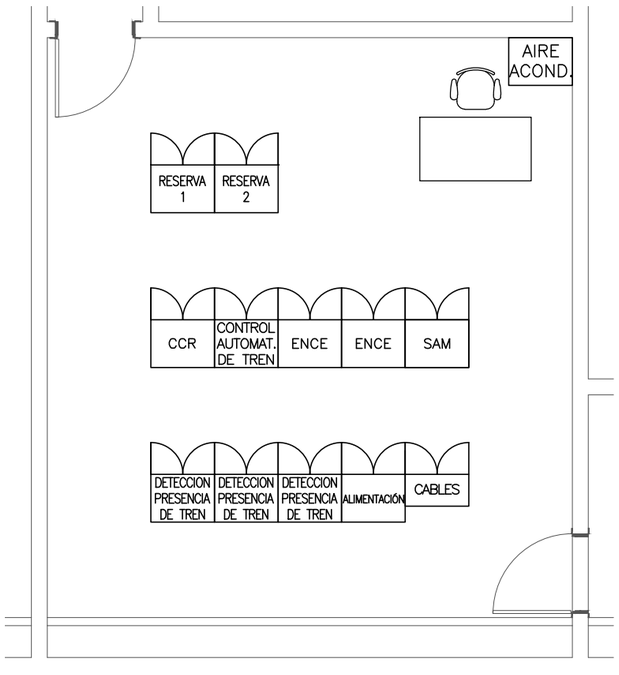
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
TELECOMUNICACIÓN RADIOTELEFONÍA DE TRENES
IMPLANTACIÓN EQUIPOS ATC EN ESTACIÓN NORMAL
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

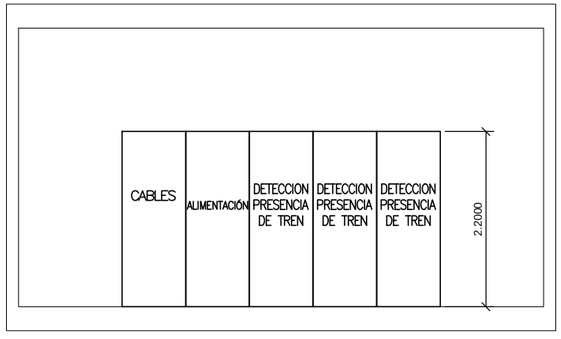
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-E01-FSATC-00101	FECHA: AGOSTO-2013	REV: A



PLANTA NIVEL INTERMEDIO



PLANTA SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN



SECCIÓN SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

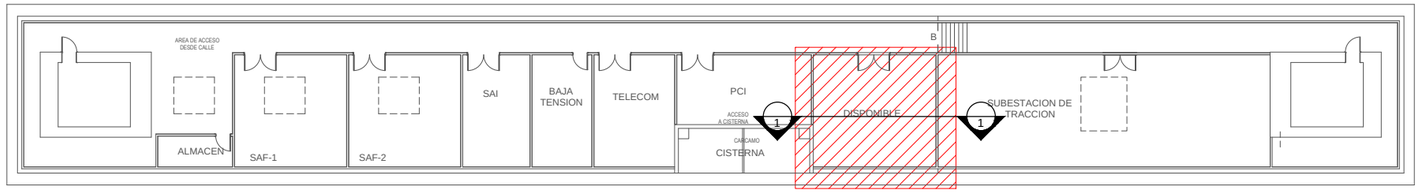
Transconsult
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUSCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	1:75
ACOT.	-

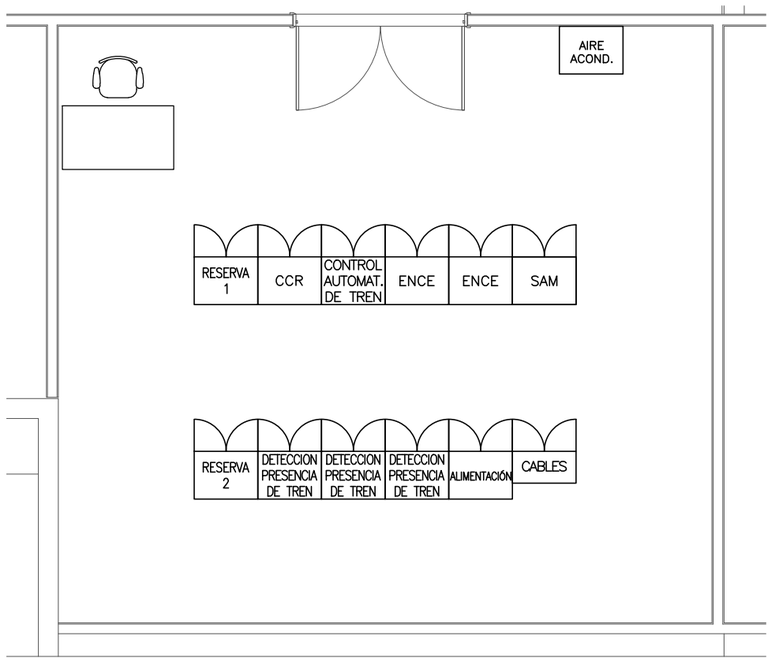
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
IMPLANTACIÓN EQUIPOS ATC EN ESTACIÓN PLAZA DE LA BANDERA
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

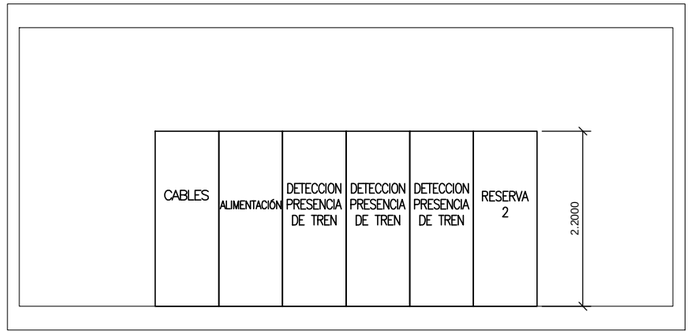
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-E05-FSATC-00101	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



PLANTA NIVEL LOCALES TÉCNICOS



PLANTA SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN



SECCIÓN SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES			
MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.

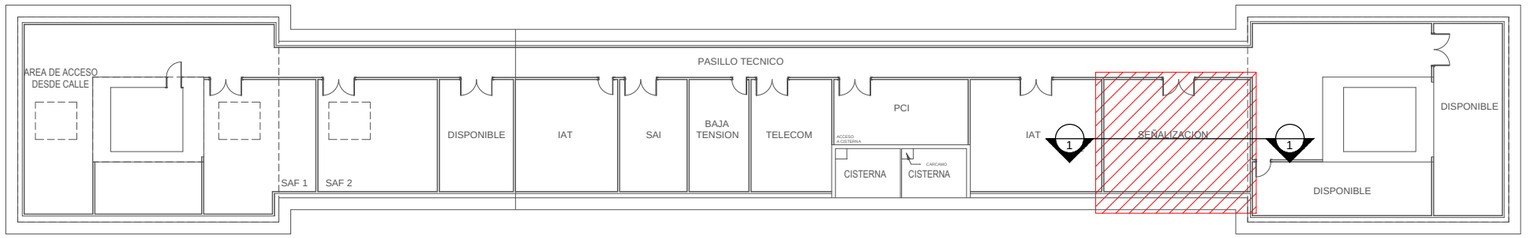
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	1:75
ACOT.	-

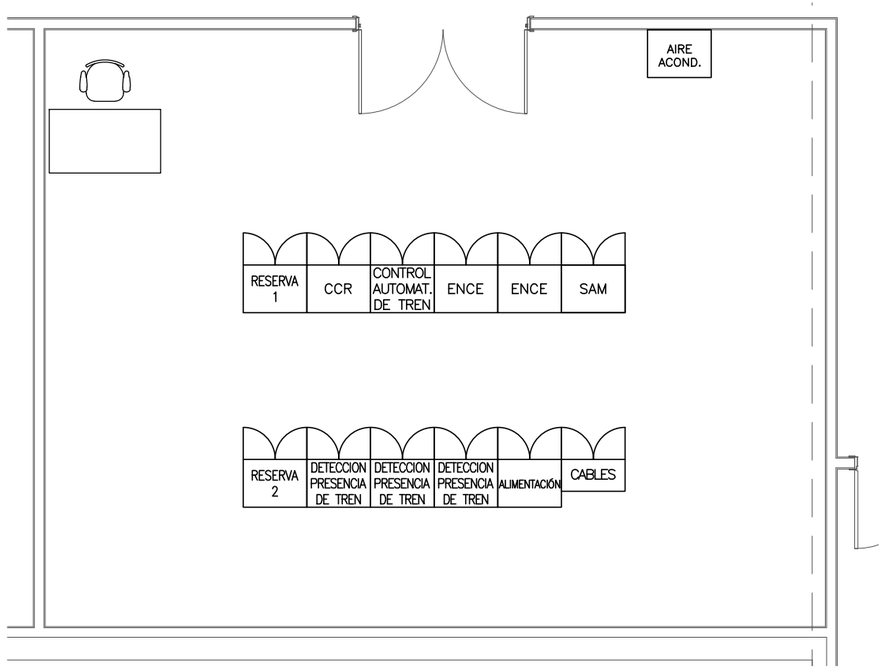
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTREPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
IMPLANTACIÓN EQUIPOS ATC EN ESTACIÓN RIO NILO
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

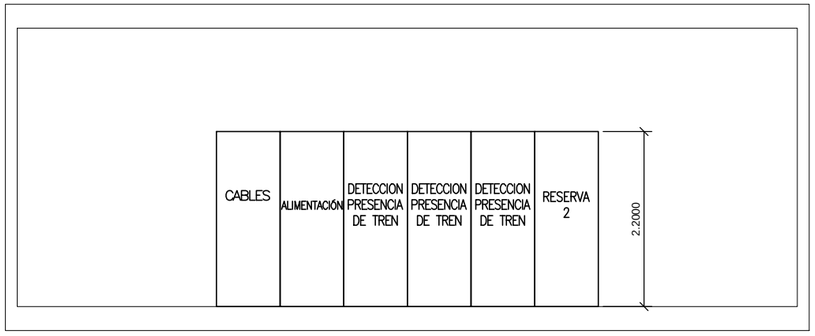
LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-D10-FSATC-00101	FECHA:	AGOSTO-2013
		REV:	A



PLANTA NIVEL LOCALES TÉCNICOS

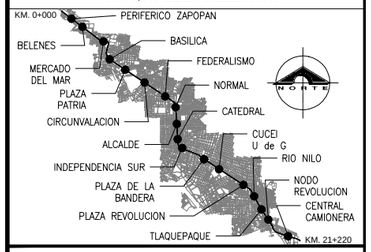


PLANTA SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN



SECCIÓN SALA TÉCNICA SEÑALIZACIÓN

CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD.	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.:	1:75
ACOT.	-

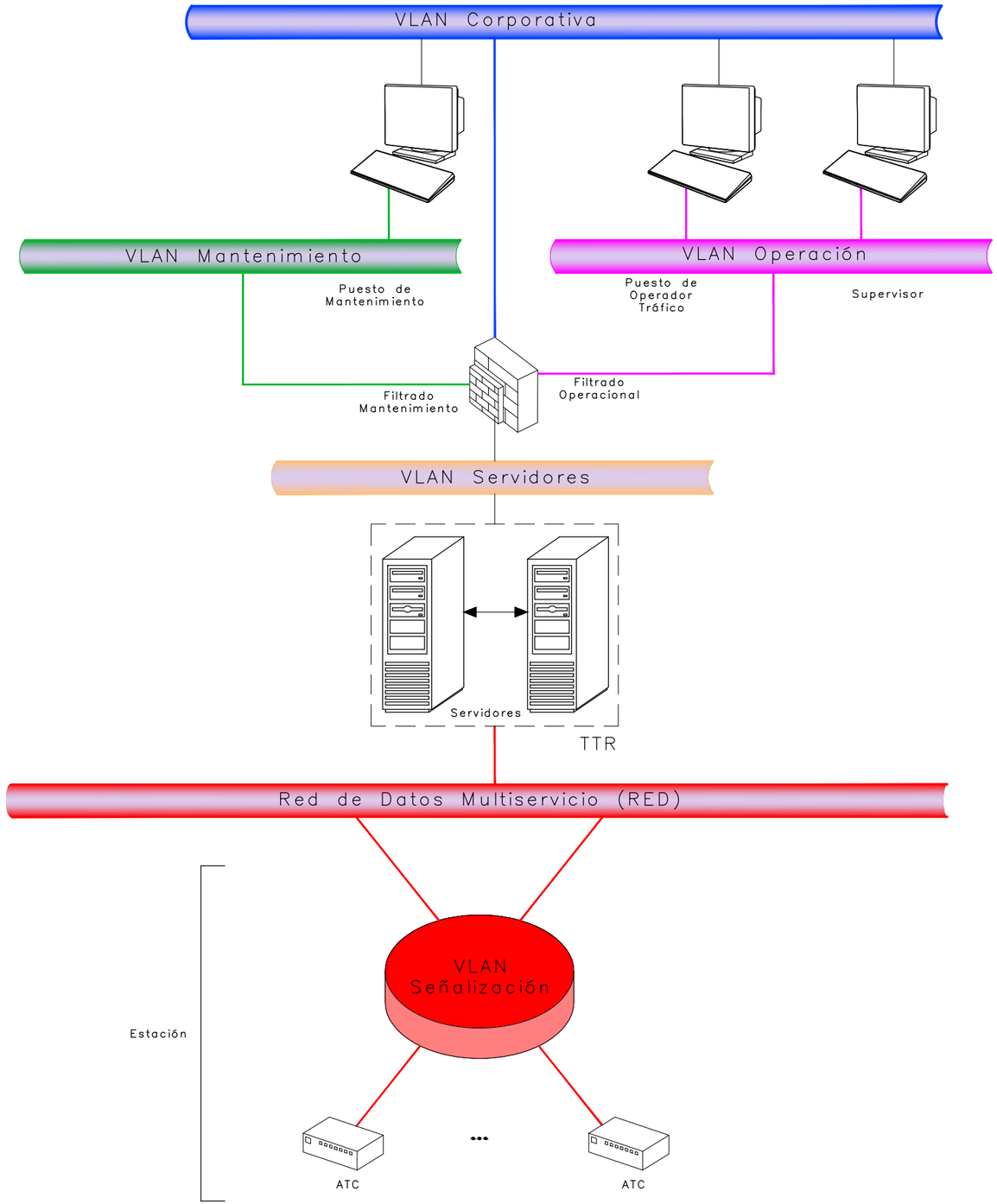
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
IMPLANTACIÓN EQUIPOS ATC EN ESTACIÓN CENTRAL CAMIONERA
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-D13-FSATC-00101	FECHA:	AGOSTO-2013
REV:	A		

ANEXO 2: DGTFM2112-PL-XXX-CCTTR

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013



CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

NUM	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

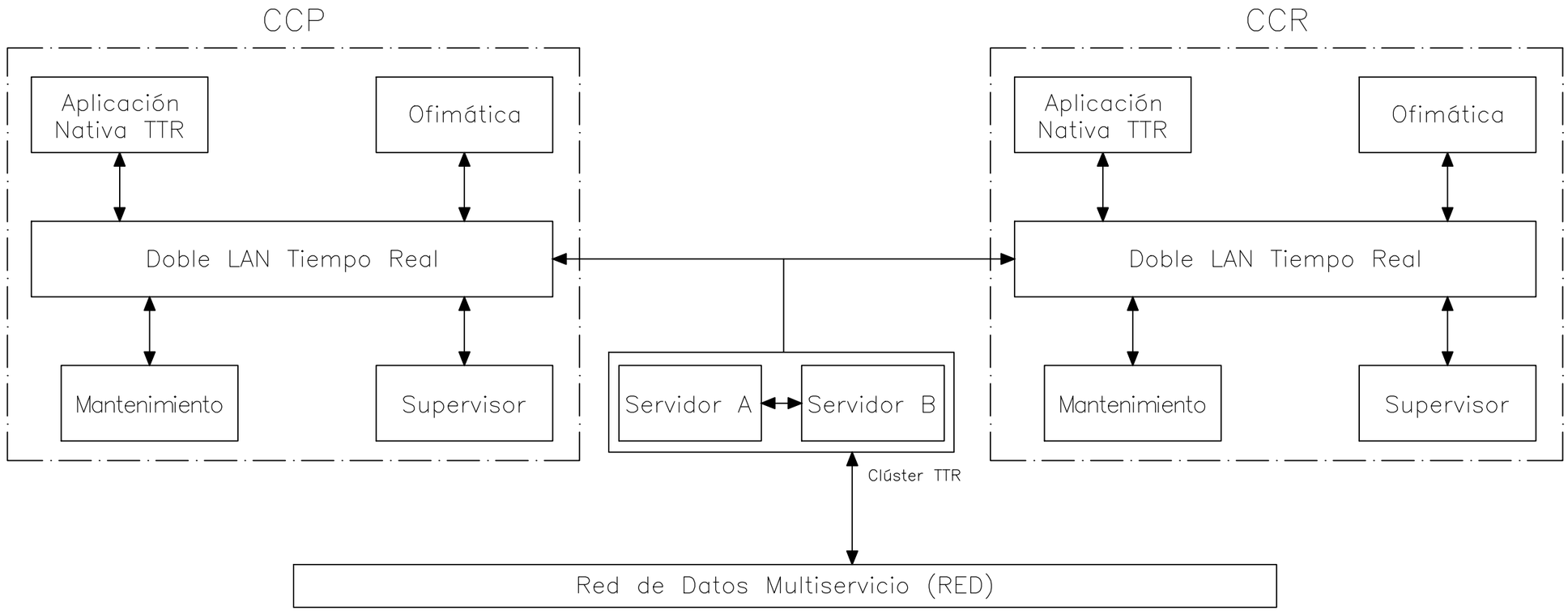
SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC:	S:E
ACOT.	-

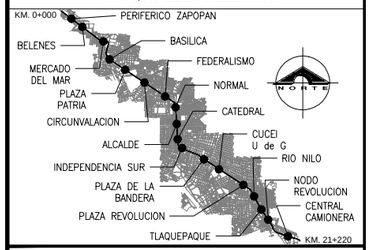
ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ARQUITECTURA DE TELEMANDO
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-L00-CCTTR-00101	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A



CROQUIS DE LOCALIZACION



NOTAS DE PLANO

SIMBOLOGIA

REVISIONES

MOD	DESCRIPCION	FECHA	APROBO
01	EDICION INICIAL	09/08/2013	E.G.C.
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECTOR GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL
C.P. PABLO SUAREZ COELLO

DIRECTOR GENERAL ADJUNTO DE REGULACIÓN ECONÓMICA
LIC. ROBERTO CHICO PÉREZ

APODERADO ESPECIAL SENERMEX.
ING. CESAR QUEVEDO GALVAN

REPRESENTANTE LEGAL TRANSCONSULT
ING. JORGE RAUL RUIZ NAKAZONE

SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A de C.V.
TRANSCONSULT Consultoría en Tránsito y Transporte S.C.

PROYECTÓ	ENRIQUE GONZÁLEZ
REALIZÓ	JOAN GUASCH
REVISÓ	CARLOS PÉREZ
AUTORIZÓ	CÉSAR QUEVEDO
ESC.	S:E
ACOT.	-

ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA LEGAL YAMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO, ENTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

TITULO DEL PLANO:
FERROVIARIOS CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN
ARQUITECTURA DE TELEMANDO
CORREDOR DIAGONAL DE GUADALAJARA

LUGAR:	GUADALAJARA JALISCO MÉXICO	CONTRATO:	DGTFM - 21 - 12
CLAVE PLANO:	DGTFM2112-PL-L00-CCTTR-00201	FECHA	AGOSTO-2013
		REV:	A

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ANEXO 1: DGTFM2112-ES-C00-FSATC

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

DGTFM2112-ES-C00-FSATC-00100 Especificación Técnica



Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ÍNDICE

1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUBSISTEMA DE SEÑALIZACION Y CONTROL AUTOMÁTICO DE TRENES 9
1.1 CONCEPTO 1 ACCIONAMIENTO DE AGUJA O CALCE 12
1.1.1 Características técnicas 12
1.1.2 Ejecución de Obra 13
1.1.3 Medición 13
1.1.4 Pruebas y ensayos 14
1.1.5 Base de Pago 15
1.2 CONCEPTO 2 MANDO LOCAL DE ACCIONAMIENTO DE AGUJA 16
1.2.1 Características Técnicas 16
1.2.2 Ejecución de la obra 16
1.2.3 Medición 16
1.2.4 Pruebas y Ensayos 17
1.2.5 Base de Pago 17
1.3 CONCEPTO 3 SEÑAL INDICADORA DE AGUJA DE TRES FOCOS 18
1.3.1 Características Técnicas 18
1.3.2 Ejecución de Obra 18
1.3.3 Medición 18
1.3.4 Pruebas y Ensayos 19
1.3.5 Base de Pago 19
1.4 CONCEPTO 4 SEÑAL INDICADORA DE AGUJA DE 2 FOCOS 20
1.4.1 Características técnicas 20
1.4.2 Ejecución de la Obra 20
1.4.3 Medición 20

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.4.4 Pruebas y Ensayos....21
1.4.5 Base de Pago....21
1.5 CONCEPTO 5 SEÑAL ALFANUMERICA DE INDICACION DE DESTINO....22
1.5.1 Características técnicas....22
1.5.2 Ejecución de Obra....22
1.5.3 Medición....22
1.5.4 Pruebas y Ensayos....22
1.5.5 Base de Pago....23
1.6 CONCEPTO 6 SEÑAL DE FIN DE VIA DE TRES FOCOS....24
1.6.1 Características técnicas....24
1.6.2 Ejecución de Obra....24
1.6.3 Medición....24
1.6.4 Pruebas y Ensayos....25
1.6.5 Base de Pago....25
1.7 CONCEPTO 7 SEÑAL MECANICA INDICADORA....26
1.7.1 Características técnicas....26
1.7.2 Ejecución de Obra....26
1.7.3 Medición....26
1.7.4 Pruebas y Ensayos....26
1.7.5 Base de Pago....26
1.8 CONCEPTO 8 EQUIPAMIENTO EXTERIOR DE SISTEMA DE DETECCION DE PRESENCIA DE ESTACION, AGUJA O TRAYECTO....27
1.8.1 Características Técnicas....27
1.8.2 Ejecución de Obra....27
1.8.3 Medición....28
1.8.4 Pruebas y Ensayos....28

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.8.5 Base de Pago 29
1.9 CONCEPTO 9 EQUIPAMIENTO INTERIOR DE SISTEMA DE DETECCION DE PRESENCIA DE ESTACION, AGUJA O TRAYECTO 30
1.9.1 Características Técnicas 30
1.9.2 Ejecución de obra 32
1.9.3 Medición 33
1.9.4 Pruebas y Ensayos 33
1.9.5 Base de Pago 33
1.10 CONCEPTO 1.10 ENCLAVAMIENTO ELECTRONICO (ENCE) 34
1.10.1 Características Técnicas 35
1.10.2 Ejecución de Obra 36
1.10.3 Medición 37
1.10.4 Pruebas y Ensayos 37
1.10.5 Base de Pago 38
1.11 CONCEPTO 11 MANDO LOCAL INFORMATIZADO EN ESTACION CON ENCLAVAMIENTO 39
1.11.1 Características Técnicas 39
1.11.2 Ejecución de Obra 40
1.11.3 Medición 40
1.11.4 Pruebas y Ensayos 41
1.11.5 Base de Pago 41
1.12 CONCEPTO 12 MODULO DE MANTENIMIENTO Y DIAGNOSTICO DEL ENCLAVAMIENTO (SAM) 42
1.12.1 Características Técnicas 42
1.12.2 Ejecución de Obra 42
1.12.3 Medición 43

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.12.4 Pruebas y Ensayos....44
1.12.5 Base de Pago....44
1.13 CONCEPTO 1.13: BASE RADIO DE TIERRA (BRT)....45
1.13.1 Características Técnicas....45
1.13.2 Ejecución de Obra....46
1.13.3 Medición....47
1.13.4 Pruebas y Ensayos....47
1.13.5 Base de Pago....47
1.14 CONCEPTO 13 EQUIPO RADIO EN LOCAL TÉCNICO. CONCENTRADOR DE CELULAS RADIO (CCR) 48
1.14.1 Características Técnicas....48
1.14.2 Ejecución de Obra....48
1.14.3 Medición....49
1.14.4 Pruebas y Ensayos....49
1.14.5 Base de Pago....49
1.15 CONCEPTO 15 PRUEBAS Y REPLANTEO RADIOELECTRICO....50
1.15.1 Características Técnicas....50
1.15.2 Ejecución de Obra....51
1.15.3 Medición....51
1.15.4 Pruebas y Ensayos....51
1.15.5 Base de Pago....51
1.16 CONCEPTO 1.16: EQUIPAMIENTO FIJO DE ATP Y ATO EN LOCAL TÉCNICO Y CAMPO....52
1.16.1 Características Técnicas....52
1.16.2 Ejecución de Obra....54
1.16.3 Medición....55
1.16.4 Pruebas y Ensayos....56

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.16.5 Base de Pago 56
1.17 CONCEPTO 17 CONJUNTO DE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPAMIENTO ATP-ATO FIJO 57
1.17.1 Características Técnicas 57
1.17.2 Ejecución de Obra 57
1.17.3 Medición 57
1.17.4 Pruebas y Ensayos 57
1.17.5 Base de Pago 57
1.18 CONCEPTO 18 RED DE CABLES GENERALES Y SECUNDARIOS DE SEÑALIZACION 58
1.18.1 Características Técnicas 58
1.18.2 Ejecución de Obra 58
1.18.3 Medición 60
1.18.4 Pruebas y Ensayos 61
1.18.5 Base de Pago 61
1.19 CONCEPTO 19 BASTIDOR DE CABLES GENERALES DE SEÑALIZACION EN LOCALES TECNICOS 62
1.19.1 Características técnicas 62
1.19.2 Ejecución de Obra 62
1.19.3 Medición 63
1.19.4 Pruebas y Ensayos 63
1.19.5 Base de Pago 63
1.20 CONCEPTO 20 PRUEBAS DE INTEGRACION DE LA GLOBALIDAD DE L SISTEMA DE SEÑALIZACION Y CONTROL AUTOMÁTICO DE TRENES 64
1.20.1 Características técnicas 64
1.20.2 Ejecución de Obra 65
1.20.3 Medición 66

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.20.4 Pruebas y Ensayos....66
1.20.5 Base de Pago....66
1.21 CONCEPTO 21 PRUEBAS DE LA INTERFAZ DEL EQUIPAMIENTO ATC CON EL SUBSISTEMA RED....67
1.21.1 Características técnicas....67
1.21.2 Ejecución de Obra....67
1.21.3 Medición....68
1.21.4 Pruebas y Ensayos....68
1.21.5 Base de Pago....68
1.22 CONCEPTO 22 CAPACITACION DE CONDUCTORES EN SISTEMA ATC....69
1.22.1 Características técnicas....69
1.22.2 Ejecución de Obra....69
1.22.3 Medición....70
1.22.4 Pruebas y Ensayos....70
1.22.5 Base de Pago....70
1.23 CONCEPTO 23 CAPACITACIÓN TECNICA Y DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ATC....71
1.23.1 Características técnicas....71
1.23.2 Ejecución de Obra....72
1.23.3 Medición....72
1.23.4 Pruebas y Ensayos....72
1.23.5 Base de Pago....72
1.24 CONCEPTO 24 EQUIPAMIENTO CBTC EMBARCADO PARA LOS TRENES DEL CDG....73
1.24.1 Características técnicas....73
1.24.2 Ejecución de Obra....73
1.24.3 Medición....75
1.24.4 Pruebas y Ensayos....75

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.24.5 Base de Pago 75
1.25 CONCEPTO 25 EQUIPAMIENTO CBTC EMBARCADO PARA LOS VEHÍCULOS DE MANTENIMIENTO DEL CDG 76
1.25.1 Características técnicas 76
1.25.2 Ejecución de Obra 76
1.25.3 Medición 78
1.25.4 Pruebas y Ensayos 78
1.25.5 Base de Pago 78
1.26 CONCEPTO 26 LOTE DE REFACCIONES DE LOS SUBSISTEMAS ATC 79
1.26.1 Características técnicas 79
1.26.2 Ejecución de obra 79
1.26.3 Medición 79
1.26.4 Pruebas y ensayo 79
1.26.5 Base de pago 79
1.27 CONCEPTO 27 DOCUMENTACION GENERAL Y DE DETALLE DEL PROYECTO PARA EL SUBSISTEMA ATC (AS BUILT) 80
1.27.1 Características Técnicas 80
1.27.2 Ejecución de Obra 82
1.27.3 Medición 82
1.27.4 Pruebas y ensayo 82
1.27.5 Base de pago 82

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SUBSISTEMA DE SEÑALIZACION Y CONTROL AUTOMÁTICO DE TRENES

En el documento Especificación Técnica se determina, en cuanto a unidades de obra (conceptos) y mediciones de los mismos, el suministro, instalación, pruebas, (tanto en factoría, como en sitio, estáticas y dinámicas, de los equipos fijos y embarcados del Subsistema considerado, pero también de carácter transversal, en combinación con otros subsistemas y de interfaces), así como la puesta en servicio, de los equipos correspondientes al Subsistema de Señalización y Control Automático de Trenes (ATC) del Corredor Diagonal Guadalajara.

En particular, se consideran incluidos dentro de todos y cada uno de los siguientes conceptos, los recursos humanos y materiales necesarios para dar soporte no sólo a las pruebas mencionadas en el párrafo anterior, sino a las que la Administración o quien ésta designe puedan solicitar para el desarrollo de los trabajos y la exitosa puesta en servicio del CDG, como por ejemplo:

- Pruebas de marcha en blanco del Sistema, previas a la operación comercial.
- Planes de contingencia (recursos humanos o materiales) debidos a averías o defectos del proyecto antes o después de la operación comercial.
- Revisiones de equipos a posteriori de sus pruebas y antes de la puesta en servicio, a modo de chequeo.

De igual modo, se incluyen en dichos conceptos los trabajos de ingeniería de diseño (arquitectura de equipos, de cableados, configuración de la línea, configuración de la vía, configuración de los equipos de transmisión radio, de ATP y de ATO, simulaciones de marcha) tanto de productos genéricos como de aplicación, tanto de Hardware como de Software a desarrollar para todos y cada uno de los equipamientos, para garantizar los requerimientos funcionales, técnicos, de diseño y desempeño requeridos la Memoria del Proyecto.

Así mismo, se encuentran incluidos, en todos y cada uno de los conceptos el cumplimiento de los planes de calidad, seguridad (safety), medioambientales y de seguridad, salud e higiene en el trabajo para la ejecución de las obras e instalaciones relativas al Subsistema de Control Automático de Trenes, a desarrollar por el contratista adjudicatario de estos trabajos, en estricto cumplimiento tanto de las

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

normativas generales de aplicación en el ámbito de la señalización y control de trenes como de las estrictamente mexicanas.

En concreto, se incluyen en los presentes conceptos (en todos y cada uno de ellos) todos los estudios, pruebas, licencias, gestiones necesarias para el cumplimiento de los requerimientos de compatibilidad electromagnética (normativa EMI) y de las normativas mexicanas en materia de comunicaciones por radio frecuencia.

Así mismo se incluyen en todos y cada uno de los conceptos que se determinan a continuación, la redacción y entrega a la Administración mexicana correspondiente o a quien ésta determine, de todos los documentos de carácter técnico (descripciones funcionales y técnicas de los equipos, planos de ingeniería, manuales de funcionamiento, manuales de mantenimiento, descripciones) que la Administración o quien ésta designe puedan solicitar para el correcto seguimiento de los trabajos, así como para la correcta documentación de las obras.

Además, y sin menoscabo de lo anterior, se generará un dossier por parte del contratista adjudicatario con cuatro niveles de documentación AS BUILT:

- Registro inventario de equipos: Todos los equipos instalados, con su ubicación y localización
- Planos de cualquier tipo (localización, montaje, instalación, cableado)
- Documentos técnicos (descripciones técnicas, manuales funcionales, de mantenimiento, y de capacitación)
- Documentos de procedimientos, resultados e informes de pruebas.

De igual modo, también se incluyen en todos y cada uno de los conceptos que a continuación se enumeran los costes de traslado y almacenaje en obra, arancelarios, custodia hasta la puesta en servicio comercial y de cualquier tipo hasta la puesta en servicio comercial de los mismos, así como de garantía en términos de recambio de piezas dañadas y mano de obra cualificada para la resolución de averías producidas durante la fase considerada de garantía, estipulada en la correspondiente parte de la pertinente documentación de licitación.

Así mismo, se encuentran incluidos en todos y cada uno de estos conceptos, todos los equipos relativos a alimentación eléctrica (fuentes de alimentación, transformadores rectificadores, de aislamiento

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

galvánico, equipos de protección eléctrica, de supresión de harmónicos, estabilizadores de tensión, incluidos cableados y canalizadores, tanto fijas como embarcadas, que pudieran ser necesarios para el correcto funcionamiento del sistema, según las especificaciones técnicas y los requerimientos funcionales y técnicos de los equipos de Señalización y Control de Trenes (ATC). En el caso de los equipos fijos, esta prescripción debe considerarse aguas abajo del Tablero que se instalará en las salas técnicas y en el Centro de Control para específicamente para estos Subsistemas.

El precio unitario de cada concepto viene determinado por la suma de la parte correspondiente a estos tres factores:

- **Material:** Importe del material suministrado a pie de obra, incluido Hardware y software de aplicación, ingeniería de aplicación y documentación.
- **Pequeño Material**: importe de los materiales auxiliares necesarios para llevar a término la ejecución del concepto.
- **Mano de obra:** importe de la mano de obra de instalación, montaje, cableado, conexionado, pruebas y puesta en servicio.
- **Maquinaria:** importe de la maquinaria asociada a la instalación, montaje, cableado, conexionado, pruebas y puesta en servicio.

La nomenclatura y abreviaturas utilizadas son las definidas en el Apartado 1.3 de la Memoria ATC de este Proyecto.

Para cada concepto, la descripción se encuentra en el documento catálogo de conceptos y se completa con las especificaciones técnicas en este documento. Si bien el alcance completo de la misma, puede estar ya en la descripción, en este documento se completa y aclara, así como se especifican las características. En concreto, para cada concepto se especifica:

- Características técnicas
- Ejecución de Obra
- Medición
- Pruebas y ensayos
- Base de pago

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.1 CONCEPTO 1 ACCIONAMIENTO DE AGUJA O CALCE

Este concepto incluye el suministro y montaje de un accionamiento eléctrico de aguja. Están incluidos todos los materiales auxiliares, herramientas y maquinaria para su correcta instalación.

En vía general los accionamientos serán, como mencionado, en principio, no talonables.

En Talleres y Cocheras, preferiblemente también lo serán (no talonables), aunque se puede volver a considerar en fase de ejecución, una vez definido el Operador.

1.1.1 Características técnicas

A continuación se especifican las características técnicas a cumplir por los accionamientos de aguja:

- Par motor: 250 a 600 kgf
- Esfuerzo de retención:
- Accionamiento talonable 350 a 600 kgf
- Accionamiento no talonable > 1.500 kgf
- Carrera de la barra de tracción: 150- 220 mm
- Carrera de las barras de comprobación: 150-220 mm
- Tiempo de operación 2,5 a 3 segundos
- Peso 200 kg
- Alimentación eléctrica 220 V.c.a. 60Hz trifásica
- Consumo
- Arranque: 12 A aproximadamente
- Movimiento: 5 A aproximadamente
- Dirección del motor Reversible
- Protección BS 5490 - IP44

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.1.2 Ejecución de Obra

Su proceso de montaje es el que se describe a continuación:

- Comprobación del nivel de la vía y adaptación actual de los espadines en su maniobra, que sea lo que marca la norma vigente.
- Por su versatilidad se puede montar a un lado u otro de la vía, manteniendo el gálibo adecuado y sobre dos traviesas con la longitud normalizada.
- Se taladro los espadines si es necesario para la adaptación de sus apéndices correspondientes y el montaje de la timonería de arrastre y comprobación del accionamiento. Dentro de este contexto se montará el cerrojo mecánico de uña de acuerdo al recorrido y apertura de los espadines.
- Una vez montado mecánicamente y verificado el correcto funcionamiento a mano, se procederá al conexionado eléctrico.
- Los aislamientos de tirantes y timonerías efectuará igualmente con pulcritud y se probará su aislamiento antes de ser adaptados dichos tirantes a las agujas. El aislamiento de las agujas cuando hay varios tirantes de timonería de transmisión debe hacerse a fin de impedir el paso de corriente de un carril a otro. En todo caso, los aislamientos se colocarán en la región de la vía menos vulnerable a los objetos que puedan ir colgando indebidamente los vehículos, pero que permita, sin embargo, su fácil inspección.

- En el montaje está comprendida la colocación y fijación del bastidor de palastros con todas las operaciones auxiliares necesarias, el montaje completo del accionamiento eléctrico, sus timonerías, la colocación y fijación de la caja de bornes, conexión del accionamiento incluyendo la acometida, preparación de los cables, la comprobación del correcto funcionamiento del accionamiento, ajuste de la carrera de la barra/s de mando, verificación de la comprobación de espadines, la pérdida de comprobación con desacoplamientos, iguales o superiores a cuatro (4) milímetros y las pruebas, medidas y ajustes necesarios para su correcto funcionamiento. El precio indicado incluye todos los medios y los materiales necesarios para la terminación completa del concepto. Así como su puesta en servicio.

1.1.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.1.4 Pruebas y ensayos

Las pruebas del accionamiento se realizarán en un banco de pruebas. Comprobaciones generales:

- Comprobar y anotar código, número de serie, fecha de fabricación y mano de accionamiento.
- Comprobar la fijación y compromiso de los conjuntos con deslizamiento.
- Comprobar las zonas de engrasado.
- Timbrar forma de cable poniendo separadores aislantes en contactos de rodillo, siguiendo el conexionado de dibujos del accionamiento.
- Teniendo el accionamiento con la barra de mando metida, aplicar una tensión de 380 V trifásica -20% y comprobar los deslizamientos a un lado y al otro.
- Comprobar que la manija y el cerrojo se deslizan con la mano.
- Comprobación del desconectador de corriente.
- Con la llave de interruptor abierta y colocando el útil auxiliar (que sustituye a la manivela) en la manija de arrastre, haciendo presión sobre la llave del interruptor, aplicar tensión al accionamiento y comprobar que no actúa. Repetir esta operación en el piñón de arrastre. Manualmente con la maneta de arrastre, actuar el accionamiento y comprobar que el conjunto de deslizamiento se desliza y la manija no se puede quitar.
- Comprobación de la fuerza de retención quitando barra.
- Montar el dinamómetro de 3000 kg y tirando con la manija del banco de prueba, comprobar la retención del motor con una fuerza mayor de 1500 kg, ni teniendo que mover el cierre.
- Comprobación de la fuerza de maniobra metiendo la barra.
- Quitar la barra del motor al máximo con ayuda de la manija de arrastre y dejando fija la barra con uña del banco de pruebas, actuar con la manija de arrastre y comprobar la fuerza de maniobra, que debe ser 400 kg +30% - 10%.
- Comprobación de la fuerza de retención metiendo la barra.
- Dar vuelta al dinamómetro y empujando, comprobar lo mismo que la comprobación de la fuerza de retención quitando la barra.
- •Comprobación de la fuerza de maniobra sacando barra.
- Meter la barra y comprobar el mismo que para la comprobación de la fuerza de retención metiendo barra.
- Comprobación del consumo de corriente.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Sacar el dinamómetro, quitar la barra eléctricamente y poner entre el enganche de la barra y el accionamiento un útil auxiliar y actuando el motor comprobar que durante 10 segundos el accionamiento patina y su consumo no es superior a 9 A. Meter la barra y realizar lo descrito en el párrafo anterior haciendo útil auxiliar entre el enganche de la barra y tope del banco de pruebas.
- Ajuste de contactos.
- Con los espadines y la barra metidos, comprobar la separación y acompañamiento de los contactos según especificaciones y colocando una galga al cerrojo, observar que hay una separación de al menos 1 mm. Comprobar la fuerza entre los contactos del accionamiento que debe ser como mínimo 200.
- Repetir estas operaciones con la barra y los espadines conectados.
- Comprobación de rigidez dieléctrica y aislamiento.
- Antes de tomar ninguna medida, se procederá a tomar el aparato de medida, si éste está incluido dentro de un equipo mayor, aplicándole 2000 V a 60 Hz y registrando la intensidad de corriente fuga. Con el accionamiento de aguja totalmente terminado, poner en cortocircuito todos los puntos de conexión y sacar un hilo en el exterior. Colocar la cubierta y dejar el interruptor cerrado. Aplicar 2000V a 60 Hz entre dicho hilo y la carcasa durante 1 minuto. La corriente de fuga no debe sobrepasar el valor admitido mes la corriente de fuga del equipo. Terminada la prueba anterior y desconectando el medidor de rigidez dieléctrica, se procede a la medida de aislamiento aplicando entre el mismo hilo anteriormente citado y la carcasa, un megaóhmetro 500 Vcc durante 2 minutos. La medida de aislamiento deberá ser igual a 5MV. Se quitarán los hilos de cortocircuito y se anotará el número de serie del motor eléctrico.

1.1.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.2 CONCEPTO 2 MANDO LOCAL DE ACCIONAMIENTO DE AGUJA

1.2.1 Características Técnicas

Este concepto aplica al suministro y montaje de un Puesto de Mando local de accionamiento de aguja. Caja sobre mástil con pulsadores de movimiento a derecho e invertido y con indicador de autorización de mando, a una altura aproximada de 1,00m.

El mando local para el accionamiento de los motores de aguja se sitúa en la proximidad de cada motor de aguja. Para maniobrar localmente las dos agujas de un escape es suficiente con actuar indistintamente sobre los correspondientes dispositivos de mando local de una cualquiera de las mencionadas agujas. El mando local está constituido por los siguientes elementos:

- Una caja metálica en interior se alojan dos pulsadores y un visor luminoso. Uno de los pulsadores sirve para accionar la aguja a su posición normal y otro para llevar la aguja a su posición invertida. El visor luminoso sirve para indicar con su encendida la concesión de mando local.
- La caja metálica se pone encima de un mástil de 80 cm de longitud, el cual es sujetado, ya sea mediante un basamento de hormigón (zonas con balasto), o bien atornillado directamente a la placa de hormigón (zonas de túnel).

1.2.2 Ejecución de la obra

Se montarán de forma que se tenga perfecta visibilidad de los espadines de la aguja desde el mando local, en las cercanías del accionamiento y respetando los gálibos. Estarán conexionados al accionamiento con el correspondiente cableado y se deberán probar en conjunto con el accionamiento correspondiente

1.2.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.2.4 Pruebas y Ensayos

Para cada pieza de este concepto se realizarán las pruebas funcionales in situ de movimiento del accionamiento y concesión de mando desde el Mando y control de tráfico, una vez instalado y cableado al accionamiento correspondiente. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.2.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.3 CONCEPTO 3 SEÑAL INDICADORA DE AGUJA DE TRES FOCOS

1.3.1 Características Técnicas

Las señales serán de tipo LED y se suministrarán para la funcionalidad indicada, estarán formados por tres focos con indicación de banda vertical (vía directa), barra oblicua (vía desviada), barra horizontal (parada), serán de acuerdo con las características funcionales indicadas en la Memoria del Proyecto correspondiente la señalización lateral. Se asegurará su visibilidad, tanto en túnel como en superficie, en línea recta horizontal, a 300m de distancia, como mínimo

De detectará, por consumo de corriente, cuándo la matriz de LED tenga un porcentaje fundido para considerar el foco “fundido” y reportar la alarma al Sistema de ayuda al mantenimiento (SAM) y al Mando y Control de Tráfico (TTR).

1.3.2 Ejecución de Obra

Las señales mencionadas podrán ser montadas básicamente en muros laterales de túneles o en superficie (viaducto, talleres y cocheras). Las señales a instalar en superficie o viaducto dispondrán de una visera que asegure su visibilidad. Las señales para instalar en muros laterales de túneles se ensamblarán en soportes acodados o verticales, según las necesidades funcionales de la instalación.

Las Señales para montar en viaducto, trayectos o talleres y cocheras, se ensamblarán en soportes de tipo mástil vertical y se realizarán los cableados oportunos desde los armarios distribuidores de bornes hasta las señales. En ambos casos las piezas que soportarán las señales (mástiles verticales) serán recibidos en la placa de hormigón, mediante tacos HILTI o similar. El cableado y la puesta en marcha de las señales se realizará según los esquemas de conexiones apropiados a su funcionalidad, y la interfaz correspondiente entre el módulo de control de lámparas LED del enclavamiento y la señal correspondiente. Todas las señales serán identificadas mediante placas indicadoras, con codificación específica de acuerdo con las directrices previstas en la ingeniería de detalle.

1.3.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.3.4 Pruebas y Ensayos

Una vez instaladas y cableadas al enclavamiento correspondiente, las señales se probarán de forma que se garantice el correcto funcionamiento desde el modulo de salida de los enclavamientos, mostrando de forma correcta el encendido de los correspondientes aspectos. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.3.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.4 CONCEPTO 4 SEÑAL INDICADORA DE AGUJA DE 2 FOCOS

1.4.1 Características técnicas

Las señales tipo LED se suministrarán para la funcionalidad indicada, estarán formados por dos focos con indicación de banda vertical (vía directa) y barra horizontal (parada), serán de acuerdo con las características funcionales indicadas en la Memoria del Proyecto.

De detectará, por consumo de corriente, cuándo la matriz de LED tenga un porcentaje fundido para considerar el foco “fundido” y reportar la alarma al Sistema de ayuda al mantenimiento (SAM) y al Mando y Control de Tráfico (TTR).

1.4.2 Ejecución de la Obra

Las señales mencionadas podrán ser montadas básicamente en muros laterales de túneles o en superficie (viaducto, talleres y cocheras). Las señales a instalar en superficie o viaducto dispondrán de una visera que asegure su visibilidad. Las señales para instalar en muros laterales de túneles se ensamblarán en soportes acodados o verticales, según las necesidades funcionales de la instalación.

Las Señales para montar en viaducto, trayectos o talleres y cocheras, se ensamblarán en soportes de tipo mástil vertical y se realizarán los cableados oportunos desde los armarios distribuidores de bornes hasta las señales. En ambos casos las piezas que soportarán las señales (mástiles verticales) serán recibidos en la placa de hormigón, mediante tacos HILTI o similar. El cableado y la puesta en marcha de las señales se realizará según los esquemas de conexiones apropiados a su funcionalidad, y la interfaz correspondiente entre el módulo de control de lámparas LED del enclavamiento y la señal correspondiente. Todas las señales serán identificadas mediante placas indicadoras, con codificación específica de acuerdo con las directrices previstas en la ingeniería de detalle.

1.4.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.4.4 Pruebas y Ensayos

Una vez instaladas y cableadas al enclavamiento correspondiente, las señales se probarán de forma que se garantice el correcto funcionamiento desde el módulo de salida de los enclavamientos, mostrando de forma correcta el encendido de los correspondientes aspectos. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.4.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.5 CONCEPTO 5 SEÑAL ALFANUMERICA DE INDICACION DE DESTINO

1.5.1 Características técnicas

Las señales mencionados se montarán normalmente en los talleres y/ o cocheras de acuerdo con la funcionalidad prevista por el desarrollo de la ingeniería de detalle, la señal mencionada se controlará, con itinerario establecido por el enclavamiento, desde la sala técnica del enclavamiento. Serán de tipo LED y proporcionarán una visibilidad desde 200m en línea recta y horizontal. Podrán indicar hasta 9 indicaciones de 2 dígitos, típicamente “V1…V9”. Estos términos serán confirmados en fase de obra, en base al Reglamento de Circulación y al Operador del CDG.

De detectará, por consumo de corriente, cuándo la matriz de LED tenga un porcentaje fundido para considerar el foco “fundido” y reportar la alarma al Sistema de ayuda al mantenimiento (SAM) y al Mando y Control de Tráfico (TTR).

1.5.2 Ejecución de Obra

Los mástiles de las señales estarán situados en el lateral de las vías, serán montados en los PK indicados en los esquemas correspondientes, y serán recibidos en la placa de hormigón mediante tacos HILTI o similar, posteriormente serán cableados, desde los locales técnicos de señalización correspondientes. Los ensayos y las pruebas que hay que realizar serán de acuerdo con los criterios de las especificaciones técnicas correspondientes del fabricante y aprobados por el explotador y Dirección de las Obras. En superficie, viaducto y, en general en talleres y cocheras, dispondrán de una visera para garantizar su correcta visibilidad.

1.5.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.5.4 Pruebas y Ensayos

Una vez instaladas y cableadas al enclavamiento correspondiente, las señales se probarán de forma que se garantice el correcto funcionamiento desde el módulo de salida de los enclavamientos, mostrando de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

forma correcta el encendido de las correspondientes indicaciones. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.5.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.6 CONCEPTO 6 SEÑAL DE FIN DE VIA DE TRES FOCOS

1.6.1 Características técnicas

Las señales serán de tecnología LED y se suministrarán para la funcionalidad indicada, están formadas por tres focos, de color rojo, de acuerdo con las características funcionales indicadas en la Memoria del Proyecto.

Las señales mencionadas podrán ser montadas básicamente en soportes situados en los topes de apartaderos, talleres, cocheras y finales de línea, para lo cual los soportes correspondientes (largos o cortos), se recibirán en la placa de hormigón o en la misma pared mediante tacos HILTI o similar. La altura de los mástiles será de alrededor de 1m.

Se realizarán los cableados oportunos desde las cajas de bornes hasta las señales. Cada foco, tendrá como en una señal normal de varios aspectos, una alimentación y una detección de fusión, como referido en los apartados anteriores.

1.6.2 Ejecución de Obra

Los mástiles de las señales estarán situados en centro de cada una de las vías a señalizar, o en la propia vía o encima de una topera. Este extremo se acordará durante la fase de obra. Serán montadas en los PK indicados en los esquemas correspondientes, y serán recibidos en la placa de hormigón mediante tacos HILTI o similar, posteriormente serán cableados, desde las salas técnicas correspondientes. Los ensayos y las pruebas que hay que realizar serán de acuerdo con los criterios de las especificaciones técnicas correspondientes del fabricante y aprobados por el explotador y Dirección de las Obras. En superficie, viaducto y, en general en talleres y cocheras, dispondrán de una visera para garantizar su correcta visibilidad.

1.6.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.6.4 Pruebas y Ensayos

Una vez instaladas y cableadas al enclavamiento correspondiente, las señales se probarán de forma que se garantice el correcto funcionamiento desde el modulo de salida de los enclavamientos, mmostrando de forma correcta el encendido de los correspondientes aspectos. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.6.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.7 CONCEPTO 7 SEÑAL MECANICA INDICADORA

1.7.1 Características técnicas

De aluminio, con fondo reflectante de tamaño aproximado 60x50 mm

1.7.2 Ejecución de Obra

Las señales mencionadas se montarán atornilladas en la parte inferior de las señales, montadas en el lateral del túnel mediante escuadras o sujetos mediante abrazaderas a postes de señales o postes de catenaria. También sobre mástil en viaducto. Por tratarse de un concepto especial, de utilización puntual, la forma de instalación puede ser variable y a definir en fase de ejecución.

1.7.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.7.4 Pruebas y Ensayos

No aplica. De todas formas, deberá ser validada por el correspondiente responsable operativo, una vez instalada.

1.7.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.8 CONCEPTO 8 EQUIPAMIENTO EXTERIOR DE SISTEMA DE DETECCION DE PRESENCIA DE ESTACION, AGUJA O TRAYECTO

1.8.1 Características Técnicas

Circuito de Vía de Audiofrecuencia

Se suministrará el equipamiento exterior completo de circuito de vía de audiofrecuencia detallado a continuación, este está formado básicamente por:

- Caja de sintonía
- Lazos de sintonía

Contador de Ejes

Se suministrará el equipamiento exterior completo de contador de ejes detallado a continuación, este está formado básicamente por:

- Cabeza detectora
- Caja de vía que contiene la unidad electrónica

1.8.2 Ejecución de Obra

De acuerdo con la Ingeniería de detalle (ID), se seleccionará todo el equipamiento del detector de presencia a montar, y se procederá de la manera que se indica a continuación.

Circuito de Vía de Audiofrecuencia

- Se recibirá el pie de la caja de vía en la placa de hormigón en el PK indicado en la tira del proyecto, mediante tacos HILTI o similar.
- Sobre el pie mencionado, se montará la caja correspondiente.
- En la caja mencionada, se montará la electrónica adecuada, de acuerdo con la documentación del proyecto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Se realizarán las conexiones oportunas entre las cajas de distribución de bornes de emisores o receptores y la caja de sintonía mencionada.
- Se horadarán los carriles, de acuerdo con las dimensiones del tipo de lazo que hay que montar.
- Se montará el equipo correspondiente.
- Se montarán los cables de sintonía entre la caja de sintonía, los carriles y el borne de conexión central (los cables de sintonía 3 mencionados de Cu de 35 mm ², se pasarán por debajo de los carriles para el espacio disponible para este uso.

Contador de Ejes

El montaje, comprende:

- Instalación de la cabeza detectora y el elemento protector en el lugar indicado en el proyecto.
- Caja de vía y la unidad electrónica.
- Conexión entre la cabeza y la unidad electrónica.
- La acometida y el conexionado del cable de enlace con el equipo interior situado en la sala técnica.

En ambos casos, se llevará a cabo la conexión de tierra entre la caja en cuestión y la red de tierra correspondiente al enclavamiento.

1.8.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.8.4 Pruebas y Ensayos

En el caso de Circuitos de vía, una vez instalados se realizarán los ajustes correspondientes y posteriormente las pruebas de ocupación-liberación de los circuitos de vía, en los puntos significativos del mismo, verificando el correspondiente shuntaje. En el caso de contadores de ejes, se realizarán las pruebas de contaje descontaje de ejes En cualquier caso las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.8.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.9 CONCEPTO 9 EQUIPAMIENTO INTERIOR DE SISTEMA DE DETECCION DE PRESENCIA DE ESTACION, AGUJA O TRAYECTO

1.9.1 Características Técnicas

Circuito de Vía de Audiofrecuencia

El equipamiento interior correspondiente a este tipo de circuito de vía, está formado básicamente por:

- 1 Bastidor portamódulos.
- Por cada CdV:
    - 1 Fuente de alimentación
    - 1 Módulo de filtro y amplificador
    - 1 emisor
    - 1 receptor más de uno, dependiendo del tipo de circuito de vía (aguja estación o trayecto)
    - 1 módulo de relés

Contador de Ejes

El equipo interior o unidad de proceso central se encargará de evaluar las señales procedentes de la unidad electrónica de vía, así como la información procedente de las unidades de proceso colaterales y determinará la ocupación o liberación del tramo de vía supervisado, proporcionando en sus salidas vitales la información correspondiente.

El Software empleado en la unidad de proceso central, cumplirá la norma UNE-EN 50128.

El funcionamiento de la unidad de proceso deberá ser correcto para tensiones de 24Vcc a 70Vcc ó de 120Vca / 60Hz monofásica, con un margen de +20% -10% de la tensión de alimentación definida por el fabricante.

El equipo interior deberá trabajar en rango de temperaturas entre -20ºC +70ºC con un nivel de humedad del 90% sin que se produzca condensación, sin sufrir daño, envejecimiento o funcionamiento anormal.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

La unidad de proceso deberá poder controlar mediante un solo punto de detección las vías muertas ó de topera.

El fallo de la unidad de proceso provocará la ocupación de los cantones supervisados y la anulación de las salidas auxiliares.

La unidad de proceso dispondrá de entradas para la normalización de las incidencias en los cantones.

Además de las salidas para la vía deberá dar información al enclavamiento de los estados del contador de ejes, "libre", "ocupado" y "normalización".

La unidad de proceso dispondrá de entradas para la normalización de las incidencias en los cantones y cuando falle una sección común a dos unidades de proceso diferentes, se deberá poder normalizar desde cualquiera de ellas.

La rigidez dieléctrica de la unidad de proceso será superior a 2000 V, debiendo soportar la aplicación de 2000 Vca a 60Hz durante un minuto, entre los terminales cortocircuitados y la masa correspondiente sin que se observen perforaciones, ni crepitaciones superficiales.

En todo lo referente a las características tanto eléctricas como mecánicas así como a los ensayos y pruebas a realizar, deberán cumplimentarse los requisitos técnicos y funcionales descritos en el proyecto.

El equipamiento interior correspondiente al contador de ejes, estará compuesto básicamente por:

- 1 Rack porta tarjetas
- 1 Fuente de alimentación
- Tarjetas de evolución de contadores

Numero variable de unidades, según número de cantones a controlar.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.9.2 Ejecución de obra

De acuerdo con la documentación técnica del proyecto, se seleccionará todo el equipamiento de cada tipo que hay que montar, y se procederá de la manera que se indica a continuación.

Circuito de Vía de Audiofrecuencia

Montaje del bastidor correspondiente y en el lugar indicado en la documentación de ID (ingeniería de Detalle). Montaje de la fuente de alimentación. Colocación de los módulos emisor y Receptor. Colocación del resto de módulos en los lugares adecuados del bastidor.

Antes de energizar el circuito de vía, se realizará la comprobación oportuna en la fuente de alimentación con respecto a la tensión de alimentación de 127Vac / 60Hz y las salidas C.C.

Se tendrá especial atención con la manipulación de las placas, que debido a los componentes electrónicos que las componen, son sensibles a las tensiones estáticas. Básicamente, se utilizará en las tareas de montaje:

- Multímetro Osciloscopio (en caso de que sea necesario)
- Voltímetro selectivo,
- Herramientas y accesorios utilizados en trabajos de montaje eléctrico de baja tensión.

Contador de Ejes

En el montaje de la unidad evaluadora se incluye:

- Fijación y colocación del portador de tarjetas, colocación de las tarjetas del evaluador, conexión de los cables de interconexión con otros sistemas "in situ" o colaterales y de los cables de enlace con los equipos exteriores de las cabezas detectoras y de la unidad electrónica de vía, instalación del software, así como su particularización, en caso necesario, a cada configuración en concreto.
- Pruebas, medidas y ajustes necesarios para su correcto funcionamiento y su puesta en servicio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.9.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.9.4 Pruebas y Ensayos

En el caso de Circuitos de vía, una vez instalados se realizarán los ajustes correspondientes y posteriormente las pruebas de ocupación-liberación de los circuitos de vía, en los puntos significativos del mismo, verificando el correspondiente shuntaje. En el caso de contadores de ejes, se realizarán las pertinentes pruebas de contaje-descontaje de ejes. En cualquier caso las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.9.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.10 CONCEPTO 1.10 ENCLAVAMIENTO ELECTRONICO (ENCE)

Este concepto consiste en el suministro, montaje, conexionado, instalación y puesta en servicio de un enclavamiento electrónico, incluidos todos los materiales auxiliares necesarios para la instalación.

El concepto incluye los siguientes elementos Hardware y los medios necesarios para la ejecución de la unidad. Los Armario/s metálico/s en el que se dispondrán bastidores de 19" que contendrán, al menos, los siguientes equipos electrónicos:

- Equipo de Proceso Central
- Módulos de entrada paralelo
- Módulos Vitales de salida de luces
- Módulos No Vitales de entrada / salida serie
- Módulos de energía
- Conjunto de bornes y aparamenta eléctrica
- Conjunto de todos los materiales auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad.

También incluye el suministro, la instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de todos los equipos mencionados anteriormente.

Este concepto comprende todo lo necesario para situar los materiales a pie de obra, montaje, instalación y conexionado de los mismos y su correcta colocación. Incluye, además, el transporte de todas las herramientas y medios auxiliares en el lugar de trabajo y su retirada; disposición de los medios de seguridad y protección reglamentarios.

En la línea existirán como máximo 6 enclavamientos electrónicos, en las salas técnicas de señalización de las estaciones:

- Periférico Zapopán
- Plaza Patria
- Normal
- Plaza de la Bandera
- Río Nilo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Central Camionera

Cada uno de ellos controlará los elementos de su área o zona, que son:

Local Técnico / Elementos	TyD	Perif. Zapopan	Plaza Patria	Normal	Plaza Bandera	Rio Nilo	Central Camionera	Total
Agujas		6	2	2	6	2	6	**24**
Calces		0	0	0	2	0	0	**2**
Cantones		22	16	20	28	16	14	**116**
Señales 3F		6	2	2	6	2	6	**24**
Señales 2F		0	0	0	2	0	0	**2**
Señales indicadoras		0	0	0	0	0	0	**0**
Señales de fin de vía		2	0	0	0	0	2	**4**

Tabla 1 Distribución de elementos de señalización en el CDG por salas técnicas a las que se asocian

1.10.1 Características Técnicas

El principio de funcionamiento del enclavamiento será de tipo "fail-safe" y tendrá un nivel de integración de la seguridad para todas sus funciones vitales SIL 4. Estará configurado en forma dual hot standby, es decir tendrá dos unidades trabajando en paralelo de forma continua, asegurando los procesos de conmutación para garantizar un nivel de disponibilidad acorde a los valores requeridos a la disponibilidad comercial de la línea y siempre del mismo orden que los más altos niveles de disponibilidad presentados por los diferentes tecnólogos. Y en base al estudio RAM a realizar por el contratista en fase de ejecución.

El enclavamiento electrónico estará formado por armarios metálicos donde se alojarán los bastidores necesarios de 19" que contendrán las tarjetas y módulos del enclavamiento, como son el Módulo de Proceso, Módulos de entrada y salida para mando y comprobaciones de elementos de campo, tarjetas de comunicaciones, de red, y fuentes de alimentación. Está incluida en esta unidad el bastidor de cables y los sistemas de alimentación propios (fuentes de alimentación, etc. para los módulos propios y los equipos de señalización a los que controla, así como los transformadores de aislamiento y rectificadores necesarios. La tensión de alimentación en el local técnico de señalización será suministrada a través de un tablero eléctrico instalado en el propio local, el cual es responsabilidad del Subsistema de Energía de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Baja Tensión (EBT). Este tablero se alimenta de la unidad de SAI centralizada de estación, de modo que se garantiza la disponibilidad de tensión segura procedente de SAI.

Incluye la ingeniería de aplicación, Hardware y Software, para su correcto funcionamiento, así como la documentación técnica, funcional y de montaje y mantenimiento requerida por la Administración o quien ésta designe.

El enclavamiento controlará las agujas y los itinerarios sobre ellas y servirá de interfaz al CBTC con los elementos de campo. Además, será el responsable de indicar al Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM) del mismo enclavamiento y los Mandos locales Informatizados (MLI) pero también al ATS (Mando y Control de Tráfico TTR), todas las alarmas provenientes de estos elementos (Circuitos de vía o contadores de ejes, señales, accionamientos de aguja), así como de él mismo.

En enclavamiento estará conectado a la Red de datos del CBTC, como el resto de equipos de ATC.

1.10.2 Ejecución de Obra

Se instalará un enclavamiento en cada uno de los locales técnicos de señalización, siendo a riesgo y ventura del contratista el transporte, entrada y conservación del mismo hasta la puesta en servicio del mismo. Se realizarán todas las conexiones necesarias con los equipos de terreno que controla. Los locales técnicos de señalización dispondrán de los siguientes equipamientos, los cuales restan fuera del alcance del proyecto:

- Climatización.
- Alumbrado y contactos.
- Control de accesos.
- Puerta resistente al fuego RF 120
- Detección y extinción de incendio
- Tablero eléctrico “Señalización”

Resta dentro del alcance del proyecto el tendido de las canalizaciones, ductos, tubos y charolas metálicas necesarias en el interior del local para el tendido de todo el cableado. Así mismo se incluye en el alcance

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

del proyecto el tendido de todo el cableado eléctrico hasta el tablero eléctrico “Señalización” así como las protecciones y aparamentas eléctricas necesarias.

El enclavamiento electrónico será transportado hasta la sala con medios del contratista, así como instalado y conexionado con los elementos del terreno.

1.10.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

La totalidad de los elementos a controlar son los de la columna TOTAL, según se refleja en el esquema de señalización de la Memoria del Proyecto, por lo que cualquier arquitectura que contemple menos enclavamientos, o la sustitución de alguno de ellos por un controlador de objetos, sin penalizar la funcionalidad, disponibilidad, ni grado de desempeño requerido en estas especificaciones técnicas y en la Memoria del Proyecto, deberá tener en cuenta que la valoración de este concepto se hace, en su totalidad por 6 PIEZAS de Enclavamiento Electrónico, a un precio unitario determinado.

Habida cuenta de que cada enclavamiento controla distintos y distinto número de elementos, se entiende el precio unitario como el promedio del precio total de los enclavamientos electrónicos y/o controladores de objetos dividido entre 6 (SEIS).

Se medirá la pieza de equipamiento de enclavamiento electrónico, con las consideraciones de los párrafos anteriores, una vez puesta en servicio cada conjunto de elementos de señalización de la tabla anterior.

El precio indicado incluye todos los medios y los materiales necesarios para la terminación completa del concepto, así como su puesta en servicio.

1.10.4 Pruebas y Ensayos

Se realizarán dos tipos de pruebas:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Pruebas FAT: En factoría, del Software de aplicación, para cada enclavamiento, con la supervisión de la Dirección de Obra.
- Pruebas FAT, de concordancia en terreno, una vez instalado, bajo la supervisión d ela Dirección de Obra.

En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.10.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.11 CONCEPTO 11 MANDO LOCAL INFORMATIZADO EN ESTACION CON ENCLAVAMIENTO

1.11.1 Características Técnicas

El Mando Local Informatizado es una aplicación gráfica de control ferroviario que permite a un usuario dirigir un enclavamiento desde un ordenador personal haciendo uso de los elementos básicos del mismo. El MLI permite tanto visualizar el estado actual del tramo ferroviario, como establecer órdenes en el sistema que permita modificar el estado de los elementos del enclavamiento (cambios de agujas, señales, itinerarios, vías ocupadas, etc.), y por tanto controlarlo con total seguridad. El puesto de mando local Informatizado es el encargado del mando de los equipos y aparatos de vía situados en la zona que le sea asignada, así como de la monitorización del estado de los mismos.

El MLI es del tipo videográfico y utiliza un programa específico para implementar las funciones propias del puesto de mando local. La aplicación software destinada a controlar de forma centralizada e integrada un enclavamiento. En todo momento, el operador puede enviar órdenes y al mismo tiempo ver en tiempo real el estado del sistema, es decir, la situación exacta del campo, así como los fallos y alarmas que se produzcan. El MLI se comunica con el enclavamiento electrónico a través de la Red de Datos Multiservicios (RED). Por eso su hardware dispone de una tarjeta de red Ethernet que se conecta a RED mediante un cable tipo UTP categoría 6e y conector tipo RJ-45. El Subsistema de Red de Nivel Físico (FIS) se responsabilizará de la instalación de las tomas de usuario necesarias.

El Puesto de Mando Local Informatizado, tipo Videográfico, se compone de los siguientes elementos:

- Un PC de tipo industrial con las siguientes características:
    - Chasis 19"
    - Mesa y silla de operador
    - Fuente de alimentación redundante
    - CPU Intel Core i5 o superior.
    - 8 Gb RAM.
    - Disco Duro 250 Gb o superior.
    - Tarjeta de vídeo DUAL PCI 16 MB.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Tarjeta de red 10/100 Base T.
- Módem PCI de 56 K.
- CD-ROM.
- Tres monitores de alta resolución de 21 pulgadas
- Teclado y ratón.
- Software preinstalado:

    - S.O. con licencia
    - SW de aplicación de la instalación correspondiente.

Las prestaciones del SW de aplicación se reducirán exclusivamente al control de la zona de línea asignada (ámbito de un enclavamiento).

El concepto incluye la ingeniería de aplicación para el enclavamiento en cuestión, Hardware y Software, pruebas y puesta en servicio.

1.11.2 Ejecución de Obra

Los MLI se instalarán en todas las estaciones donde haya enclavamiento, por tanto en los locales técnicos de señalización. Su ubicación exacta podrá ser en el mismo local técnico o en una dependencia cercana (inferior a 200m) en la misma estación, dedicada a la operación, desde donde se podrá practicar la operación de los elementos asociados a esa área, particularmente la operación degradada de la línea en caso de falla de los servidores de ATS (Mando y Control de Tráfico TTR).

Los elementos mobiliario se instalarán en perfectas condiciones, nuevos y los equipos informáticos se entregarán conexionados y en perfecto uso.

1.11.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

En el caso de que la arquitectura a instalar sustituya alguno de los enclavamientos por controladores de objetos, se aplicará lo estipulado en el concepto 1.10, es decir las zonas a controlar, en su totalidad, por todos los MLI instalados, será la línea entera.

Por tanto, habida cuenta de que cada enclavamiento controla distintos y distinto número de elementos, se entiende el precio unitario como el promedio del precio total de los MLI dividido entre 6 (SEIS).

1.11.4 Pruebas y Ensayos

Las pruebas de este equipo se realizarán a la vez que las pruebas SAT del enclavamiento, garantizando su correcto funcionamiento. Y verificado por la Dirección de Obra. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.11.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.12 CONCEPTO 12 MODULO DE MANTENIMIENTO Y DIAGNOSTICO DEL ENCLAVAMIENTO (SAM)

Este concepto, también denominado Servicio de Ayuda al Mantenimiento (SAM) va asociado a cada enclavamiento y tiene las funcionalidades básicas de almacenamiento de variables de entrada y salida del enclavamiento, vitales y no vitales, así como de reproducción de secuencias y listado de eventos y alarmas.

1.12.1 Características Técnicas

Este Módulo está formado por los siguientes equipos:

- Un PC tipo Core i5 o superior e impresora.
- Software de aplicación específico, incluye el cableado y conexionado a la Red de Datos Multiservicios (RED), incluido software de gestión de la información referente a incidencias, alarmas, mantenimiento, etc, proporcionadas por los equipos de nivel 2 y nivel 1, totalmente montado y conexionado. Para la supervisión del funcionamiento del enclavamiento electrónico se utilizará el Módulo SW de Diagnóstico (Moviola). Este Módulo, proporcionará la siguiente información cuando se conecte a un PC compatible:
- Estado de todas y cada una de las variables del sistema en tiempo real.
- Fecha y hora
- Información de fallos actuales.
- Información del registro interno de los 1000 últimos informes de cambios de estado
- Información de los fallos detectados con anterioridad y mantenidos en la memoria interna.

1.12.2 Ejecución de Obra

Un módulo de mantenimiento y diagnóstico Local se conecta a través de RED al Enclavamiento y ha sido configurado para que se ejecute automáticamente al arrancar el PC.

Para ejecutar la función de Moviola Local:

- Conectar el PC al módulo de diagnóstico del Enclavamiento

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Conectar el PC. La aplicación arrancará automáticamente cargando todos los datos de la instalación.
- Este es un sistema de diagnóstico, mantenimiento y registro que tiene como objeto facilitar al usuario las tareas de mantenimiento, así como obtener estadísticas, análisis de error, etc. y los acontecimientos que están ocurriendo o han sucedido durante un cierto tiempo en el enclavamiento electrónico. Realizará como mínimo las siguientes funciones:
- Información del estado de todos los elementos del enclavamiento electrónico y de las variables internas.
- Detección del mal funcionamiento y averías, elaboración de un diagnóstico que informe sobre cuál es el componente averiado (como mínimo a nivel de tarjeta), valorando que disponga de una guía para la resolución de la incidencia.
- Almacenamiento de todos los eventos producidos durante una semana y la posibilidad de reproducción de estos eventos en un PC (moviola).
- Posibilidad de registro de 16 variables seleccionar por el usuario durante 30 días.
- Para la realización de estas funciones de un ordenador tipo PC e impresora. Será también objeto del proyecto la interconexión con el Puesto Central de Mantenimiento del explotador que permitirá hacer, a distancia, todos los trabajos mencionados. Por último, el enclavamiento electrónico deberá reportar al Subsistema de Mando y Control de Tráfico (TTR) la existencia de averías, distinguiendo entre varios niveles de severidad.

1.12.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

En el caso de que la arquitectura a instalar sustituya alguno de los enclavamientos por controladores de objetos, se aplicará lo estipulado en el concepto 1.10, es decir, habrá un SAM asociado a cada enclavamiento.

Por tanto, habida cuenta de que cada enclavamiento controla distintos y distinto número de elementos, se entiende el precio unitario como el promedio del precio total de los SAM dividido entre 6 (SEIS).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.12.4 Pruebas y Ensayos

Las pruebas de este dispositivo se realizarán una vez instalado el enclavamiento, bajo supervisión de la Dirección de Obra, después de las pruebas SAT del primero, utilizando dichas pruebas para verificar el correcto funcionamiento del módulo de mantenimiento. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.12.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.13 CONCEPTO 1.13: BASE RADIO DE TIERRA (BRT)

Suministro, montaje, instalación y puesta en servicio en túnel y viaducto de los equipos del sistema radio (bases radio), formado por equipos electrónicos, conjunto de antenas y elementos pasivos, cableado coaxial, latiguillos de conexión de fibra óptica monomodo, parte proporcional de cableado y canalización de alimentación eléctrica hasta tablero eléctrico "Señalización" asignado y elementos auxiliares. Así mismo se incluye la ingeniería de diseño, configuración y aplicación para el desarrollo del sistema radio en el CDG.

1.13.1 Características Técnicas

Caja de radio

La Caja de Radio en vía, que contiene la unidad ERT consta de:

- 1 rack ERT completo con 2 unidades BRT redundantes completas que incluyen cada una sus tarjetas electrónicas y de radio pertinentes.
- Alimentaciones primarias que permiten proporcionar las 2 alimentaciones continuas necesarios para el ERT a partir de las alimentaciones 127V/60Hz monofásica.
- 1 platina de cableado de 127V/60 Hz monofásica que permite cortar la alimentación de cada BRT independientemente (para necesidades de mantenimiento).
- Power splitters (divisor de potencia) que permiten conectar los equipos de radio redundantes a la/s salida/s de antena/s ART según la configuración. (2 en caso de viaducto o túnel con 2 vías).

Antena ART

Una antena ART estará formada por:

- 2 antenas de tipo Yagi y ganancia 13,9 dBi
- 1 power splitter

Para la fijación de la antena ART en el túnel o en aéreo se utilizará un soporte adaptado a las necesidades. La antena ART se conecta a un pararrayos conectado a la tierra más cercana a la caja de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

radio, según normativa aplicable. El blindado de cable coaxial también se pone a tierra lo más cerca de la caja de radio. El cable coaxial que se instalará depende de la distancia (d) entre los elementos ERT y ART.
Los dos tipos posibles tienen las siguientes características:

d <= 15 m.	Coaxial ½" atenuación 10,7 dB/100 m. a 2 GHz y 13,4 dB/100 m. a 3 GHz.
d <= 15 m.	Coaxial 7/8" atenuación 6,11 dB/100 m. a 2 GHz y 7,76 dB/100 m. a 3 GHz.

La longitud máxima del cable coaxial no debe superar los 20 metros. Debe estar disponible una toma de tierra cerca de cada caja de radio.

1.13.2 Ejecución de Obra

Las bases de radio se instalarán en la vía para asegurar la cobertura radioeléctrica del sistema ATC para las estaciones de la línea, las vías de estacionamiento y los finales de línea. La ubicación de las mismas se definirá con detalle después del replanteo de cobertura radio, una vez concluida la infraestructura de la línea.

Según los niveles de cobertura se instalarán los armarios ERT en configuración redundante, según se ha descrito anteriormente.

En zona de túnel el armario ERT se instalará en la pared del túnel y las antenas serán fijadas en el techo del mismo a una distancia mínima de 30 centímetros de éste. En zona aérea, el conjunto de base de radio será fijada en los postes de catenaria o bien utilizando un soporte especial de intemperie.

La conexión entre el ERT y las antenas ART se hará utilizando tubos bajo vía en caso de que sea necesario. De la misma forma se procederá con la conexión de la FO procedente del equipo CCR instalado en el local técnico de señalización. Dicha FO será suministrada y tendida por otro Subsistema, el Subsistema FIS

La ejecución del concepto incluye la instalación de las bases de radio, de sus antenas según los planos de instalación, ya sea en zona de túnel o en zona aérea, el tendido del cableado de alimentación eléctrica hasta los tableros eléctricos "señalización" situados en los locales técnicos de señalización, las

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

protecciones eléctricas redundas y la conexión mediante latiguillo de interconexión de fibra óptica monomodo al repartidor mural de FO instalado por FIS junto a cada una de las estaciones base. También se incluyen las pruebas de funcionamiento estático y la puesta en servicio.

La instalación incluye todo el material necesario para soportar en seguridad los equipos en el techo del túnel, en los soportes de catenaria o en soportes especiales.

Se taladrará el techo del túnel para fijar los soportes de las antenas y el muro del túnel para soportar los armarios de vía. Se taladrará la solera del viaducto para fijar los armarios de vía y los soportes de las antenas. Finalmente, se verificará el funcionamiento correcto de emisión de la señal radio conforme a la documentación del equipo.

1.13.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.13.4 Pruebas y Ensayos

Se realizarán pruebas de recepción y transmisión de los equipos radio y del conjunto completo, con un tren. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.13.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.14 CONCEPTO 13 EQUIPO RADIO EN LOCAL TÉCNICO. CONCENTRADOR DE CELULAS RADIO (CCR)

Este concepto incluye sus interfaces con los niveles superiores e inferiores, así como la ingeniería de diseño y configuración para su desarrollo, la ingeniería de aplicación para el CDG y el estudio de cualificación en factoría del entorno de los equipos CCR.

1.14.1 Características Técnicas

El equipo CCR se compone de dos calculadores redundantes (UTT) situados en un armario. Se instalará en los locales técnicos de señalización a lo largo de la línea para cubrir la totalidad de las estaciones, los estacionamientos y los cocheras y talleres que existan. El equipo CCP está conectado a la red RCC (Red de Datos Multiservicios) para los intercambios de datos con el sistema ATC, ATS y Señalización.

Además, el equipo CCP controla las bases radio de la misma celda, y se conecta a cada una de ellas por medio de fibras ópticas.

El armario CCR se compone de DOS Rack UTT, con los siguientes componentes electrónicos:

- Tarjeta CPU con acoplamiento a red ethernet
- Función de Watch Dog para funcionamiento Hot-StandBy,
- Tarjetas de interfaz óptico
- Tarjetas de entradas/salidas
- Fuente de alimentación
- Etc.

1.14.2 Ejecución de Obra

Esta unidad incluye la instalación física, la conexión a la Red de Datos Multiservicio (Red del CBTC) , la conexión a las fibras ópticas de la red de radio en los locales técnicos de señalización y las pruebas de funcionamiento estático para verificar el intercambio de información correcto entre los equipos CCR y los demás equipos del sistema ATC - ATS.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Los armarios CCR se ubicarán en los locales técnicos de señalización junto con los equipos de señalización y de ATC. Se conectará su alimentación y se verificará su funcionamiento según conformidad con la documentación de los equipos.

1.14.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.14.4 Pruebas y Ensayos

Estos equipos vendrán probados desde la correspondiente factoría, realizándose las pruebas in situ con el conjunto instalado. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.14.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.15 CONCEPTO 15 PRUEBAS Y REPLANTEO RADIOELECTRICO

Se realizará tanto en viaducto como en túnel, para garantizar la cobertura radioeléctrica, y determinar el número y posición de equipos radiantes y por tanto de Bases Radio de Tierra (BRT).

1.15.1 Características Técnicas

REPLANTEO DE COBERTURA RADIO

Pruebas de nivel de señal en la comunicación con el tren en todo el área de cobertura de la radio ATC.

AJUSTE INSTALACIÓN

Ajuste y configuración de los parámetros del sistema en función de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas.

La ejecución del concepto incluye las siguientes operaciones:

- Ajuste y configuración de los parámetros para corregir desviaciones en función de los resultados obtenidos de las pruebas.
- Comprobación, al tiempo de estos cambios, de la administración y gestión remota del sistema.

PRUEBAS RENDIMIENTO Y PRUEBAS DINÁMICAS

Realización de pruebas de rendimiento del sistema en las comunicaciones entre equipamiento fijo y equipamiento embarcado con los trenes en movimiento a velocidades reales.

La ejecución del concepto incluye las siguientes operaciones:

- Conexión a red local embarcada del terminal para la medida de rendimiento en la Comunicación entre tren y red de tierra.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Medida de los parámetros de Throughput y Tasa de Errores con el tren parado en área de cobertura de una caja de radio.
- Medida de los parámetros de Throughput y Tasa de Errores con el tren en movimiento, analizando especialmente los resultados en los cambios de celda.
- Medida de los parámetros de Throughput y Tasa de Errores con el tren a la máxima velocidad de operación.

PRUEBAS COBERTURA

La ejecución del concepto incluye las siguientes operaciones:

- Medidas de nivel de señal de RF recibido en el tren a lo largo de toda el área de cobertura de las bases radio comprobando la señal y sus margen.

1.15.2 Ejecución de Obra

Para poder realizar medidas será necesario que la red de radio ATC que permite la comunicación entre las cajas de radio y el tren esté instalada, configurada y operativa.

1.15.3 Medición

La medición se realizará por la Ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.15.4 Pruebas y Ensayos

Según indican las propias características técnicas del concepto. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.15.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.16 CONCEPTO 1.16: EQUIPAMIENTO FIJO DE ATP Y ATO EN LOCAL TÉCNICO Y CAMPO

Este equipamiento corresponde al equipo Controlador Automático de Tren (CAT) a instalar en cada local técnico de señalización, así como al equipamiento en vía (balizas de localización).

Este concepto incluye sus interfaces con los niveles superiores e inferiores, así como el diseño del mapa de configuración de la línea, la ingeniería de diseño para su desarrollo, la ingeniería de aplicación para el CDG y el estudio de cualificación en factoría del entorno de los equipos.

El número de controladores previstos en línea general es de 6, uno en cada local técnico de señalización, si bien dependiendo de la capacidad de control de trenes de cada tecnología y fabricante podrán instalarse hasta dos menos

1.16.1 Características Técnicas

Controlador Automático de Tren (CAT)

El armario CZ está compuesto de 2 unidades redundantes

Los racks de los equipos están constituidos por las siguientes tarjetas/funcionalidades:

- Tarjeta unidad central de procesador Intel Pentium, que aloja:
- Tarjeta acoplador a la red, acceso a Ethernet 100 Mbit/s
- Tarjeta de alimentación
- Función “Watchdog”
- Conmutación de redundancia y detección de unidad activa

Elementos de Campo: Balizas

Las balizas participan en la localización del tren. Transmiten un mensaje específico de su ubicación hacia la antena de Balizas (colocada en la parte inferior del tren) cuando éste pasa por encima de la baliza. Son tele-alimentadas por el tren, con lo cual no hay cables externos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El número de balizas necesarias depende de la configuración de la vía (número de estaciones, de itinerarios, longitud de vía, etc.). El número medio de balizas para un CAT se estima en 100. Se instalará el número de balizas necesarias para cubrir las necesidades de localización precisas en los andenes y en los estacionamientos de trenes de la línea, así como en los tramos entre estaciones, cocheras, etc.

La baliza estará, normalmente, formada por dos partes:

- Un envolvente de policarbonato (pintada con ayuda de una pintura poliuretano) que contiene la electrónica de la baliza en su parte alta.
- Un fondo con blindaje metálico que permite endurecer el entorno eléctrico desde debajo de la baliza.

Para fijar la baliza en vía puede ser necesario un soporte mecánico suplementario.

La tarjeta electrónica de la baliza se mantiene en la parte superior del envolvente y está cubierta enteramente con un gel de silicona.

La parte superior de la baliza posee una forma que constituye una protección contra los choques por objetos que se arrastren por debajo del tren. El soporte debe estudiarse para proporcionar un nivel de protección equivalente, si no, puede ser necesario añadirle una pieza de protección.

Los equipos de tierra deben cumplir requerimientos CEM de la norma EN 50121-4, así como requerimientos climáticos y mecánicos según la norma EN 50125-3:

- Dentro de la sala técnica: gama de temperatura 0 ° C, +45 ° C
- En vía: gama de temperatura -20 ° C, +60 ° C

Requerimientos Mecánicos:

- Los equipos de tierra cumplirán la norma EN 50125-3.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Comportamiento fuegos / humos:

- Los equipos de tierra cumplirán las normas NFF 16-101 y NFF 16-102.

Estanqueidad

- Los equipos de tierra cumplen la norma NF EN 60529:
    - Dentro del local técnico de señalización: nivel de protección IP31
    - En vía: nivel de protección IP55.

Aislamiento eléctrico

- Las señales en interfaz con el exterior o entre los equipos de tierra se dividen en grupos, según los requerimientos de aislamiento que les son aplicables. Estos grupos son:
    - Grupo I: Alimentación primaria 127Vac / 60Hz monofásica proporcionada por SAI
    - Grupo II: Alimentación primaria 48Vcc o similar, proporcionada a través de rectificador a suministrar por el proveedor ATC.
    - Grupo III: Señales internas de los armarios CZ

1.16.2 Ejecución de Obra

Las balizas se instalan en la vía para cubrir el ámbito del controlador de zona. El cálculo del número de balizas se hace teniendo presente un solo tipo de tren (longitud fija y composición fija) así como un punto de paro único en cada andén o en un estacionamiento para los dos sentidos de tráfico. Los equipos se prueban en fábrica. (Prueba individual para los armarios y sus racks electrónicos) Las fases de la instalación de los controladores de zona son:

- Se instalarán los armarios en los locales técnicos de señalización en las estaciones donde se requiere junto con los equipos de señalización y de radio.
- Se conectan los equipos CAT a la fuente de energía.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Se conectarán los equipos CAT a la Red de Datos Multiservicio (Red CBTC), suministrada por Subsistema RED
- Se verificará que las comunicaciones con los otros equipos ATC y señalización operan correctamente.

Las balizas deben estar dispuestas exactamente en el centro de la vía. La posición exacta (PK) se definirá en fase de ejecución del Proyecto. Las balizas cortas deben estar fijadas, por 4 tornillos pernos, en un soporte que permite eventualmente su ajuste en altura. La zona de soporte debe permitir cumplir los requisitos mecánicos y vibratorios de la norma EN50125-3 sin degradación de las características mecánicas de la baliza. Tradicionalmente, la tolerancia de instalación en altura es de +0 / -10 mm. En relación con plano de rodadura de un rail gastado. El eje longitudinal de las balizas se ajusta a la trayectoria descrita por el eje de la antena de balizas embarcada, la tolerancia de instalación lateral es tradicionalmente de 10 mm. En todos los casos, la altura, así como la anchura deben ser compatibles con las alturas de captación definidas. La altura de captación es la distancia entre la cara superior de la baliza (cara sensible) y la parte inferior de la antena de balizas embarcada.

Las balizas no son polarizadas, su sentido de montaje en el eje de la vía es indiferente.

1.16.3 Medición

Se medirá por pieza de equipamiento ATP y ATO en local técnico de señalización, instalada y probada, conjuntamente con la instalación de balizas en campo de la zona asociada dicha sala técnica.

Habida cuenta de que, según la tecnología empleada, menos CAT pueden ser instalados, siempre y cuando se aseguren los niveles de disponibilidad, funcionalidades, tanto nominales como degradadas y nivel de desempeño del sistema CBTC, se entiende el precio unitario como el promedio del precio total de los CAT dividido entre 6 (SEIS). La medición en tal caso, será la correspondiente a la parte proporcional del global de la línea, de tal forma que la totalidad de la línea represente una medición de 6 piezas.

La unidad incluye todo el material y los medios necesarios para la instalación de los armarios CAT en las salas técnicas, su conexión a la red CBTC (RED), las pruebas de fábrica, las pruebas en instalación y su puesta en servicio. La unidad incluye todo el material y los medios necesarios para la instalación de las

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

balizas necesarias en la zona de un controlador para el correcto funcionamiento del sistema ATP-ATO en la vía, incluyendo las pruebas y su puesta en servicio.

En el caso de las balizas, se medirá por unidad de zona asociada a una sala técnica equipada completamente en la doble vía con las balizas necesarias.

1.16.4 Pruebas y Ensayos

Estos equipos vendrán probados de factoría, si bien se realizarán las correspondientes pruebas in situ, de todas las funcionalidades CBTC, en estático y con trenes (seguimiento, y discriminación de trenes). En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.16.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.17 CONCEPTO 17 CONJUNTO DE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPAMIENTO ATP-ATO FIJO

1.17.1 Características Técnicas

Para el mantenimiento del equipamiento ATP-ATO es necesaria la herramienta de pruebas de CAT que consiste en un equipo de pruebas, a modo de simulador del entorno, para probar los equipos en taller de reparación. Por otra parte se suministrará un equipo para hacer las pruebas en taller del controlador de celda CCR del sistema radio ATC. Estos equipos permitirán asegurar que un equipo probado funciona correctamente y está listo para su operación en línea.

1.17.2 Ejecución de Obra

Se desarrolla un equipo de pruebas de los equipos electrónicos de los equipos CCP y CZ. Se instalará este equipo en el centro de mantenimiento de la línea CDG. Esta unidad incluye el suministro de la documentación de usuario para la utilización del equipo.

1.17.3 Medición

La medición se realizará por lote y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.17.4 Pruebas y Ensayos

Las pruebas de estos equipos se realizarán en factoría e in situ, bajo la supervisión de la Dirección de Obra. En cualquier caso las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.17.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.18 CONCEPTO 18 RED DE CABLES GENERALES Y SECUNDARIOS DE SEÑALIZACION

1.18.1 Características Técnicas

Los cables a utilizar en esta instalación serán del tipo utilizado habitualmente para la transmisión de corriente eléctrica en régimen de baja tensión y reducida intensidad para señalización, mando y control de instalaciones de seguridad. Su suministro está previsto que sea realizado por alguno de los fabricantes habituales de los sectores metropolitano o ferroviario. Las características técnicas, tanto eléctricas como mecánicas, los ensayos y las pruebas que hay que realizar, la obtención de muestras y los criterios de aceptación y rechazo para el suministro de los cables utilizados en las instalaciones de señalización de este proyecto, serán las determinadas por las especificaciones técnicas del fabricante. Los tipos de cables utilizados en este proyecto son de tipo multiconductor y cuadretes (o pares) para los circuitos de vía.

1.18.2 Ejecución de Obra

Tendido de cables en Batería de multi-tubos (Canalización)

El tendido de cables con este tipo de canalización, particularmente los cruces de vía, andén, etc., Se hará por canalización, a través de las cámaras y arquetas de registro correspondientes, hasta llegar a las cajas de interconexión. Los cables se instalarán en tubos de PVC independientes. El número de tubos necesarios se calculará teniendo en cuenta los criterios siguientes: Cables de señalización para los servicios de: Accionamientos motorizados, mandos locales de agujas y señalización lateral. Asimismo se preverá un 30% de tubos de reserva con un mínimo de dos. Antes de llevar a cabo el tendido de cable, se procederá a preparar el conducto, para lo que habrá que revisarlo y limpiarlo bien para que el arrastre se haga sin ningún tipo de obstáculo y, por tanto, con las máximas garantías de que el cable no sufrirá daños en esta operación. Inicialmente se pasará una cinta de acero por el conducto elegido a lo largo del recorrido definido entre las dos cámaras o arquetas que lo delimitan. Si se comprueba que el conducto tiene lodo, tierra, etc., Se procederá al lavado del conducto mediante chorro de agua y el paso por él de un cepillo cilíndrico. Todas las obstrucciones que se detecten deben ser investigadas y corregidas.

En el interior del conducto se dejará instalado un alambre guía para la instalación posterior del cable o el eventual proceso de limpieza y saneamiento. Se comienza realizando una revisión previa del equipo

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

auxiliar para asegurarse de que es el apropiado para este trabajo, a fin de evitar accidentes durante la operación. El amarre del cable en la cuerda o cable de tiro se hará en función de su tamaño y peso, así como de la manera en que están cerrados sus extremos. Para cables de diámetro pequeño y mediano, que no tengan en su extremo una anilla de tiro, se liga directamente la cuerda de arrastre. Para cables con anilla, se • instalará un nudo giratorio para evitar torsiones del cable durante el tendido. La bobina con el cable se colocará en el mismo lado que la cámara de registro ya una distancia prudencial de ella de tal modo que el cable pueda entrar desde la parte superior de la bobina, con una curvatura ligera. Durante la operación de tendido, la bobina se mantendrá levantada por una pareja de gatos adecuados y bien nivelada. Los cables se extenderán empezando por los tubos más bajos de la canalización. Si por cualquier razón se detuviera el tendido mientras el cable se encuentra entre dos cámaras, se extenderá el sistema de arrastre sin someter el cable a ningún tipo de tensión.

Precauciones

El transporte, carga y descarga de las bobinas con camión se realizará con las herramientas necesarias. Durante estas operaciones, se tomarán las precauciones necesarias para evitar golpes en las bobinas. Siempre que tenga que trasladar la bobina rodando, se tensa las espiras y se ligarán los extremos del cable de manera que queden asegurados. En el punto de tendido deberá prevenir el espacio suficiente para que una vez hecha la extendida en un sentido se pueda depositar en el suelo el resto del cable que queda en la bobina en forma de "ochos". En el caso de que alrededor del agujero hubiera agua, barro o cualquier otro elemento que pudiera ensuciar el cable, se colocarán lonas para evitarlo. Durante la operación de tendido, como también en la instalación definitiva del cable, éste no debe ser sometido a curvaturas excesivas y nunca inferior a 30 cm. Se deberá observar atentamente el cable durante el tendido, para detectar cualquier tipo de deterioro, lo cual será comunicado inmediatamente al jefe inmediato, que decidirá si se debe continuar con el proceso o no. Con el fin de coordinar las operaciones de instalación, los puntos de tendido, lubricación y empalme deberán interconectar permanentemente mediante radioteléfonos.

Disposición de los elementos a emplear en tendido

Cabrestante autónomo: Se utilizará para llevar el cable de tiro del cabrestante automático desde el punto donde se encuentra (agujero de empalme) hasta el punto de tendido, a unos 5 metros de la entrada del conducto.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Bobina del cable: Se colocará en el punto de tendido de forma que gire libremente suspendida de gatos, remolque o grúa, y de forma que el cable se desenrolle desde la parte superior.

Tendido de cable en barra de montaje

El tendido mencionado está previsto realizarlo en túneles o en otras situaciones donde sea necesario utilizarlo.

Para lo cual, la obra civil preverá, de acuerdo con la sección transversal del túnel, barras de montaje de soporte con fichas, de acuerdo con las necesidades adecuadas. Se procederá igualmente bajo el vuelo de los andenes.

El tendido de cable será de una forma similar al establecido anteriormente.

Cajas distribuidoras de bornes

Los cables troncales primarios se dividirán y se convertirán en secundarios, para lo cual se utilizarán cajas de terminales o bornes, de acuerdo a las necesidades de la instalación. Las cajas mencionadas se montarán básicamente:

- Directamente en los muros laterales del túnel, en los PK s indicados en la tira de señalización.
- En trayectos, cocheras o viaductos, se montarán sobre soportes verticales recibidos en la placa de hormigón mediante tacos HILTI o similar.

1.18.3 Medición

Se medirá por km de vía simple cableada, incluidos cables principales, como secundarios. La medición de los cables secundarios considerada es de 50 metros desde el armario de bornes al elemento, y figura incluida en la medición por Km de vía señalizada. Incluye suministro a pie de obra y tendido en los distintos caminos previstos en el CDG:

- Barras de montaje en túneles
- Charola metálica en viaducto, bajo andén e interior de estaciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Batería de multitubo

El precio indicado incluye todos los medios y los materiales necesarios para la terminación completo del concepto.

1.18.4 Pruebas y Ensayos

Una vez instalados los cables se realizarán pruebas de continuidad y aislamiento de los mismos. Una vez conectados todos los equipos de terreno, se verificará su correcto funcionamiento, detectando posibles errores en el cableado. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.18.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.19 CONCEPTO 19 BASTIDOR DE CABLES GENERALES DE SEÑALIZACION EN LOCALES TECNICOS

1.19.1 Características técnicas

Los bastidores mencionados están formados por una estructura metálica de angulares en los que se atornillará una placa de base, en esta placa se fijan los perfiles de bornes correspondientes, que soportarán los bornes de conexión de paso con seccionamiento, a su alrededor se montará una canaleta perimetral que facilitará la circulación masiva de cables.

El concepto incluye el correspondiente cableado y embornado de todos y cada uno de los cables de todos los elementos de ATC, independientemente de que algún equipo, pueda llevar incluido algún bastidor particular.

Los perfiles mencionados llevarán la señalización adecuada con los agrupamientos de bornes correspondientes a los servicios/señales previstos, que son:

- Señales de CdV, receptores y emisores o Señales de Contadores de ejes
- Señales de accionamientos Eléctricos.
- Señales de mandos locales de agujas, PMLA.
- Señales de señalización lateral de diferentes aspectos.
- Señales alfanuméricas.

Los bastidores tendrán prevista una barra colectora de Cu, para conectar las pantallas de los cables portadores de las señales indicados con anterioridad. La barra colectora mencionada se conectará a la red de tierra de la Sala Técnica correspondiente, con cable de 50 mm².

1.19.2 Ejecución de Obra

La estructura soporte de los bastidores se montará cerca de los bastidores de circuitos de vía y lo más cerca posible de los bastidores del enclavamiento electrónico. En dicha estructura se instalará una placa de base, donde se montarán:

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Los perfiles soporte de bornes.
- Los agrupamientos de bornes correspondientes a los servicios indicados anteriormente: Señales de los detectores de presencia en vía, Señales de accionamientos motorizados, Señales de mandos locales de agujas, PMLA, Señales de señalización lateral de diferentes aspectos, Señales alfanuméricas.
- La canaleta perimetral, para circulación masiva de cables. La barra colectora de tierra. Las abrazaderas de fijación de cables.
- Debajo del bastidor mencionado, se efectuará una entrada rectangular en el falso suelo, que permitirá el paso de los cables. Todos los bastidores serán designados de acuerdo con la arborescencia prevista. Para la realización de los trabajos indicados, se utilizarán básicamente:
- Elementos de corte de falso suelo
- Accesorios y herramientas habituales en trabajos de este tipo

1.19.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.19.4 Pruebas y Ensayos

Los bastidores vendrán preparados de factoría y opcionalmente cableados. En cualquier caso las pruebas de este concepto se realizarán en el conjunto de las pruebas de los elementos de terreno, de los enclavamientos y del conjunto del sistema ATC. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.19.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.20 CONCEPTO 20 PRUEBAS DE INTEGRACION DE LA GLOBALIDAD DE L SISTEMA DE SEÑALIZACION Y CONTROL AUTOMÁTICO DE TRENES

1.20.1 Características técnicas

Plan de integración y de validación del sistema en campo

Existirá un plan de validación e integración del sistema, tanto en fabrica (pruebas en vacío) como en instalación (pruebas en campo).

En dicho plan se detallara todo el programa de pruebas de validación e integración de cada subsistema y del sistema ATC+ATS completos, incluyendo los sistemas embarcados.

Este concepto, como todos los demás, incluye la parte proporcional de soporte, asistencia y ejecución de pruebas por parte del contratista adjudicatario del ATC, durante el periodo de marcha en blanco antes de la puesta en servicio comercial.

Así mismo, este concepto incluye toda la maquinaria informática (servidores, computadores y su Software asociado necesario) y de otro tipo, adicional a la de producción, que pudiera ser necesario para realizar las pruebas.

Los equipos de los subsistemas de señalización y control de trenes deberán soportar, al menos, las siguientes pruebas:

- Pruebas funcionales en vacío: Se harán en el equipamiento antes de su conexión a los elementos de campo o al resto de los equipos. En particular será imprescindible comprobar que la lógica del enclavamiento electrónico implementa correctamente las tablas de incompatibilidades, el controlador de Zona realiza todas las funcionalidades especificadas, que los equipos de radio una vez configurados funcionan como se espera.
- Pruebas funcionales en campo: Se realizarán una vez hayan sido instalados en campo todos los subsistemas. Se deberá demostrar que la conexión de estos a los elementos de campo, ZC, Radio y Centro de Control (es decir, entre ellos) es la adecuada y que la funcionalidad de cada uno y del conjunto es la requerida. Concretamente y como mínimo se tendrán que realizar todas las acciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

propias de cada equipo una vez en servicio y además comprobar el perfecto funcionamiento del conjunto, una vez interconectado. Una vez probadas todas in situ todas las funcionalidades del sistema, se probaran todos los interfaces, tanto internos como externos.

- Pruebas dinámicas: Se realizarán una vez hayan sido instalados tanto en campo como en el material móvil todos los subsistemas. Se deberá demostrar que la interacción entre ambos equipamientos funciona tal como se espera y no presenta ningún problema. En este caso las pruebas se deben realizar contando con el conjunto de instalación fija y material móvil y se deben realizar en condiciones reales de explotación. A su vez se debe comprobar que los interfaces que apliquen en este caso, funcionen correctamente.

Los procedimientos de pruebas se definirán, al menos, en los siguientes documentos:

- Procedimientos de Pruebas y Ensayos de Integración del Sistema en Campo, Pruebas y Ensayos Estáticos.
- Procedimientos de Pruebas y Ensayos de Integración del Sistema en Campo, Pruebas y Ensayos Dinámicos.
- Procedimientos de Pruebas y Ensayos de Integración del Sistema Global (campo y embarcado), Pruebas y Ensayos Dinámicos.
- Una vez realizadas las pruebas, se adjuntará la siguiente información:
- Informes de Pruebas y Ensayos de Integración del Sistema en Campo, Pruebas y Ensayos Estáticos.
- Informes de Pruebas y Ensayos de Integración del Sistema en Campo, Pruebas y Ensayos Dinámicos
- Informes de Pruebas y Ensayos de Integración del Sistema Global (campo y embarcado), Pruebas y Ensayos Dinámicos.

1.20.2 Ejecución de Obra

Esta unidad permitirá la calificación en fábrica e "in-situ" del sistema durante la fase previa a la puesta en servicio de la línea del CDG. Se Elaborará y suministrará la documentación de pruebas generales del sistema de señalización y control de trenes. Se realizarán las pruebas tanto en fabrica (FAT), como "in-situ" (SAT) en la configuración de vía definitiva de la línea y se adjuntarán los correspondientes informes.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El conjunto de estos informes constituye la documentación que certifica la cualificación del sistema:

- Las Pruebas funcionales en vacío se harán en la factoría del/de los proveedor/s. Estas pruebas verificarán el cumplimiento de las condiciones exigidas al equipamiento en cuestión. Para hacerlas se utilizará preferiblemente un simulador en el que se cargará el software definitivo.
- Las Pruebas funcionales de campo se realizarán en la instalación y consistirán en la comprobación de la concordancia entre las instalaciones de campo y el Centro de Control así como la correcta funcionalidad entre los elementos componentes del sistema ATC y ATS conectados entre sí.
- Las Pruebas dinámicas de campo se realizarán en la línea real y consistirán en la comprobación del correcto comportamiento e interacción entre los equipos de tierra y los embarcados, así como la interacción entre dos o más equipos embarcados, entre ellos (radio, localización, etc.). Para ello se contará con al menos dos trenes totalmente equipados con ATC y las instalaciones de tierra totalmente operativas.

1.20.3 Medición

La medición se realizará por la ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.20.4 Pruebas y Ensayos

Se corresponden propiamente con las características técnicas del concepto. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.20.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.21 CONCEPTO 21 PRUEBAS DE LA INTERFAZ DEL EQUIPAMIENTO ATC CON EL SUBSISTEMA RED

1.21.1 Características técnicas

Plan de integración y de validación del sistema

Dentro del plan de validación e integración del sistema, estarán contempladas las pruebas de la Interface del equipamiento ATC con el subsistema RED.

Los equipos de estos subsistemas deberán soportar, al menos, las siguientes pruebas funcionales:

- Se harán conectando los distintos equipos uno a uno, hasta que estén todos conectados, con el objeto de comprobar que las comunicaciones entre la red de datos (RED) y los distintos equipos es correcta.
- Se debe comprobar la correcta funcionalidad, robustez y disponibilidad y seguridad del envío de mensajes, desde y a cada equipo de forma correcta, que los tiempos de transferencia de datos son correctos, que los paquetes de información llegan a su destino de forma correcta y que los paquetes de información entrantes son perfectamente identificados.
- Además, se debe medir la calidad de servicio (QoS) de cada una de las conexiones.
- Para realizar y documentar la todas las comprobaciones, deberá existir el correspondiente protocolo de pruebas a realizar por el contratista adjudicatario de ATC y entregado para revisión con tiempo suficiente antes de las pruebas a las partes implicadas y a la Administración o quien ésta designe. Una vez concluidas con éxito todas las comprobaciones, se realizará un informe de dichas pruebas, también por parte del contratista de ATC.

1.21.2 Ejecución de Obra

Esta unidad permitirá la validación de la Interfaz del equipamiento ATC con el subsistema RED, durante la fase previa a la puesta en servicio de la línea del CDG. Se Elaborará y suministrará la documentación de las pruebas mencionadas. Se realizarán las pruebas, si procede, tanto en fabrica (FAT), como "in-situ" (SAT) en la configuración definitiva de la línea y se adjuntarán los correspondientes informes. El conjunto de estos informes constituye la documentación que certifica la cualificación de la interfaz mencionada.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Para realizar y documentar la todas las comprobaciones, deberá existir el correspondiente protocolo de pruebas a realizar por el contratista adjudicatario de ATC y entregado para revisión con tiempo suficiente antes de las pruebas a las partes implicadas y a la Administración o quien ésta designe. Una vez concluidas con éxito todas las comprobaciones, se realizará un informe de dichas pruebas, también por parte del contratista de ATC.

1.21.3 Medición

La medición se realizará por la ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.21.4 Pruebas y Ensayos

Se corresponden propiamente con las características técnicas del concepto. En cualquier caso, las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

1.21.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.22 CONCEPTO 22 CAPACITACION DE CONDUCTORES EN SISTEMA ATC

1.22.1 Características técnicas

Se facilitará la capacitación correspondiente al funcionamiento del Subsistema ATC para conductores de los trenes de CDG y personal que vaya a conducir los vehículos de mantenimiento.

Este concepto incluye la preparación y entrega de la documentación necesaria y la realización del curso y, como mínimo, cubrirá los siguientes aspectos:

- Generalidades
- Panel de conducción
- Modos de conducción
- Mandos específicos de ATP/ATO embarcados
- Operación de equipos embarcados
- Situaciones degradadas
- Control de la velocidad

Esta capacitación está diseñada como un curso de aprendizaje del sistema de control automático de trenes. En ningún caso está contemplado como un curso de conducción completo de un ferrocarril metropolitano. Está pues pensado para conductores ya formados en aspectos más básicos de la conducción y Reglamento de Circulación.

Los cursos se realizarán en sesiones de mañana, tarde o noche. Habrá varios grupos de entre 6 y 8 personas y tendrán una duración total aproximada de entre 20 y 25 horas por grupo, aproximadamente, entre teoría y práctica. Se realizarán antes de la marcha en blanco anterior a la puesta en servicio, por personal cualificado y durante un periodo aproximado de 1 mes. Incluirá unas sesiones de mayor duración, si es necesaria, a futuros formadores.

1.22.2 Ejecución de Obra

Todos los cursos se realizarán en el lugar que se acuerde con el explotador y se entregará la correspondiente documentación a los asistentes. Los cursos se impartirán, en cualquier caso, en instalaciones del explotador. El programa del curso lo elaborará el Contratista y lo someterá a la

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

aprobación de la Administración o quien ésta designe. Será impartido por personal cualificado, cuyo curriculum vitae, podrá ser solicitado previamente por la Administración o quien ésta designe.

1.22.3 Medición

La medición se realizará por la ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.22.4 Pruebas y Ensayos

No procede.

1.22.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

El contratista será responsable de garantizar la calidad de las pruebas. En caso de detectarse antes, durante o después de estas, una mala ejecución de las mismas, ya fuera por falta de calidad, concreción o, de profundidad en las mismas, estas se rechazarán y el contratista vendrá obligado a repetirlas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.23 CONCEPTO 23 CAPACITACIÓN TECNICA Y DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ATC

1.23.1 Características técnicas

Se facilitará la formación correspondiente al funcionamiento, descripciones técnicas y mantenimiento de los equipos correspondientes a la señalización y equipos CBTC, para técnicos y personal de mantenimiento del Explotador.

Cubrirá todos los aspectos técnicos, de los sistemas ATC, tanto a nivel teórico como práctico. Este concepto incluye la preparación de la documentación necesaria y la realización del curso. Incluirá unas sesiones de mayor duración, si es necesaria, a futuros formadores, así mismo, incluirá toda la documentación y preparación necesaria, a elaborar para aceptación de la Administración o quien ésta designe, por el contratista.

Los cursos se realizarán en aulas y en salas técnicas y a pie de obra y, en cualquier caso, en dependencias del Explotador, en sesiones de mañana, tarde o noche, con varios grupos de entre 4 y 6 personas y tendrán una duración aproximada de entre 40 y 50 horas por grupo, aproximadamente, entre teoría y práctica. Serán impartidos por personal cualificados, cuyos curriculum vitae, podrá ser solicitado previamente por la Administración o quien ésta designe.

Este concepto incluye los siguientes grupos de equipos:

- Curso (teórico-práctico) técnico y de mantenimiento del equipamiento del sistema ATC Enclavamiento, incluyendo todos sus componentes.
- Curso (teórico-práctico) técnico y de mantenimiento del equipamiento del sistema ATC Controlador Automático de tren (CAT) y Radio ATC, incluyendo todos sus componentes.
- Curso (teórico-práctico) técnico y de mantenimiento del equipamiento del sistema ATC embarcado, incluyendo todos sus componentes.

Incluirá los siguientes aspectos:

- Operación del sistema

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Herramientas de Diagnóstico de los sistemas
- Localización de averías
- Practicas

1.23.2 Ejecución de Obra

Los cursos, se realizarán antes o durante la marcha en blanco anterior a la puesta en servicio, por personal cualificado y durante un periodo aproximado de 1 mes. El programa del curso lo elaborará el Contratista y lo someterá a la aprobación de la administración.

1.23.3 Medición

La medición se realizará por la ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.23.4 Pruebas y Ensayos

No procede.

1.23.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.24 CONCEPTO 24 EQUIPAMIENTO CBTC EMBARCADO PARA LOS TRENES DEL CDG

1.24.1 Características técnicas

El equipamiento embarcado de ATC estará compuesto de:

- Procesador ATP/ATO, unidad A
- Procesador ATP/ATO, unidad B
- Procesador ATP/ATO, unidad C
- Interfaz con equipos del tren MVB (BUS MVB o similar)
- Sistema de captación y de lectura de balizas
- Sistemas de Odometría.
- Equipos de conducción en cabinas de tren (dos cabinas, una en cada extremos del tren)
- Bastidores de radio embarcada
- Antenas de Radio embarcada

La configuración de los equipos ATP-ATO será 2oo3. Los equipos serán diseñados de forma Fail Safe y con un nivel de integración de la seguridad, para las funciones vitales, SIL 4.

Incluye también todas las modificaciones de SW (upgrade) necesarias para el correcto funcionamiento y alcance de las funcionalidades requeridas, ya sea antes o después de la puesta en servicio.

1.24.2 Ejecución de Obra

Los equipos principales de ATP-ATO del sistema embarcado de ATC se fabricarán de forma que se instalen en el tren (bajo o sobre bastidor), contenidos en uno o varios bastidores de electrónica específicos que cubren todas las funcionalidades requeridas al sistema.

Todo el equipamiento de ATP-ATO embarcado será suministrado por el contratista de ATC al Constructor de los trenes, y será responsabilidad de éste último la instalación en los mismos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Será necesario un trabajo de ingeniería conjunto entre el contratista de ATC y el constructor del tren para definir las ubicaciones e interfaces de los equipos de ATC en el mismo. Este concepto incluye dichos trabajos de ingeniería, así como todos los demás trabajos de ingeniería, de diseño y aplicación requeridos.

En el caso concreto de las interfaces será necesario un trabajo conjunto de definición de las mismas en base al equipamiento propio del tren, ya que este equipo tiene una gran interacción con los sistemas del tren, como son:

- Controles de tracción, freno.
- Lazo de seguridad de puertas
- Odometría, ejes libres de tracción y freno
- Intercambio de señales de control
- Paneles de conducción
- Etc.

Los equipos se trasladarán a la factoría del constructor de los trenes probados estáticamente al máximo posible de sus funcionalidades. (Prueba individual para los racks electrónicos) Las fases de la instalación de los equipos embarcados, son, (lista no exhaustiva):

- Se instalan los racks de control ATP/ATO en los lugares del tren previstos para ello.
- Se instalan los racks de Radio ATC en los lugares del tren previstos para ello.
- Se instalan las antenas en los frontales de ambas cabezas del tren.
- Se conectan las antenas con los equipos radio embarcados
- Se conectan todos los equipos embarcados a la fuente de energía.
- Se verifica que los equipos funcionan correctamente.
- Se pasa un checklist para comprobar el funcionamiento correcto de todos los equipos.

Una vez los equipos instalados en los trenes, se procederá a una prueba estática, por parte del Contratista de ATC, conjuntamente con el Constructor de los Trenes, en la factoría de éste. Una vez los equipos instalados en los trenes y éstos en las vías del cliente, se procederá por parte del contratista de

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ATC a unas pruebas tipo sobre una unidad prototipo y después a unas pruebas serie en cada tren, antes de la puesta en servicio.

1.24.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.24.4 Pruebas y Ensayos

Se realizaran de acuerdo a los procedimientos de pruebas previamente entregados y aprobados por la administración o quien esta designe. En caso de que el concepto tenga asociado un SW de aplicación, este será probado previamente en la factoría y posteriormente en la instalación.

Las pruebas incluyen:

- Pruebas estáticas en factoría del contratista de ATC.
- Pruebas estáticas en factoría del constructor de trenes, una vez instalados en los mismos.
- Pruebas dinámicas en vías sobre unidad prototipo (pruebas tipo)
- Pruebas dinámicas en vías de todas las unidades del CDG (pruebas serie)

1.24.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.25 CONCEPTO 25 EQUIPAMIENTO CBTC EMBARCADO PARA LOS VEHÍCULOS DE MANTENIMIENTO DEL CDG

1.25.1 Características técnicas

El equipamiento embarcado de ATC, en este caso, estará compuesto de:

- Procesador ATP, unidad A
- Procesador ATP, unidad B
- Interfaz con equipos del vehículo
- Sistema de captación y de lectura de balizas
- Sistemas de Odometría.
- Equipos de conducción en cabinas de tren (dos cabinas, de conducción, en principio)
- Bastidores de radio embarcada
- Antenas de Radio embarcada

La configuración de los equipos de ATP será dual Hot Standby. Los equipos serán diseñados de forma Fail Safe y con un nivel de integración de la seguridad, para las funciones vitales, SIL 4.

1.25.2 Ejecución de Obra

Los equipos principales de ATP del sistema embarcado, se fabricarán de forma que se instalen en el vehículo (bajo o sobre bastidor), contenidos en uno o varios bastidores de electrónica específicos que cubren todas las funcionalidades requeridas al sistema.

Todo el equipamiento de ATP embarcado será suministrado por el contratista de ATC al Constructor de los vehículos, y será responsabilidad de éste último la instalación en los mismos.

Será necesario un trabajo de ingeniería conjunto entre el contratista de ATC y el constructor del vehículo para definir las ubicaciones e interfaces de los equipos de ATC en el mismo. Este concepto incluye dichos trabajos de ingeniería, así como todos los demás trabajos de ingeniería, de diseño y aplicación requeridos.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Incluye también todas las modificaciones de SW (upgrade) necesarias para el correcto funcionamiento y alcance de las funcionalidades requeridas, ya sea antes o después de la puesta en servicio.

En el caso concreto de las interfaces será necesario un trabajo conjunto de definición de las mismas en base al equipamiento propio del vehículo, ya que este equipo tiene una gran interacción con los sistemas del mismo, como son:

- Controles de tracción, freno.
- Odometría, ejes libres de tracción y freno
- Intercambio de señales de control
- Paneles de conducción
- Etc.

Los equipos se trasladarán a la factoría del constructor de los vehículos probados estáticamente al máximo posible de sus funcionalidades. (Prueba individual para los racks electrónicos) Las fases de la instalación de los equipos embarcados, son, (lista no exhaustiva):

- Se instalan los racks de control ATP en los lugares del tren previstos para ello.
- Se instalan los racks de Radio ATC en los lugares del tren previstos para ello.
- Se instalan las antenas en los frontales de ambas cabinas del vehículo
- Se conectan las antenas con los equipos radio embarcados
- Se conectan todos los equipos embarcados a la fuente de energía.
- Se verifica que los equipos funcionan correctamente.
- Se pasa un checklist para comprobar el funcionamiento correcto de todos los equipos.

Una vez los equipos instalados en los trenes, se procederá a una prueba estática, por parte del Contratista de ATC, conjuntamente con el Constructor de los vehículos, en la factoría de éste. Una vez los equipos instalados en los vehículos y éstos en las vías del cliente, se procederá por parte del contratista de ATC a unas pruebas tipo sobre una unidad prototipo y después a unas pruebas serie en cada vehículo, antes de la puesta en servicio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.25.3 Medición

La medición se realizará por pieza y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.25.4 Pruebas y Ensayos

Se realizaran de acuerdo a los procedimientos de pruebas previamente entregados y aprobados por la administración o quien esta designe. En caso de que el concepto tenga asociado un SW de aplicación, este será probado previamente en la factoría y posteriormente en la instalación.

Las pruebas incluyen:

- Pruebas estáticas en factoría del contratista de ATC.
- Pruebas estáticas en factoría del constructor de los vehículos, una vez instalados en los mismos.
- Pruebas dinámicas en vías sobre unidad prototipo (pruebas tipo)
- Pruebas dinámicas en vías de todas los vehículos del CDG (pruebas serie)

1.25.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.26 CONCEPTO 26 LOTE DE REFACCIONES DE LOS SUBSISTEMAS ATC

1.26.1 Características técnicas

Se procederá al suministro del lote de refacciones equivalente, aproximadamente al 10% del conjunto de materiales del subsistema ATC, a excepción de los cables de señalización.

En cualquier caso, el detalle de elementos se pactará con la Administración o quien ésta designe, en una lista de refacciones y se tomarán como referencias de precios, el precio del equipamiento según el contrato firmado entre la Administración y el Contratista de ATC.

La Administración podrá solicitar el desglose de todos y cada uno de los equipos, para decidir qué tipo de refacciones solicitar

1.26.2 Ejecución de obra

Las refacciones se entregarán a la Propiedad o Administración o a quien ésta designe en dependencias del Explotador, una vez finalizado el proceso de pruebas y validación de los sistemas y una vez se disponga del acta de recepción provisional firmada.

1.26.3 Medición

La medición se realizará por Lote y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.26.4 Pruebas y ensayo

No procede.

1.26.5 Base de pago

El pago se realizará por concepto totalmente ejecutado y al precio unitario fijado en el contrato

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.27 CONCEPTO 27 DOCUMENTACION GENERAL Y DE DETALLE DEL PROYECTO PARA EL SUBSISTEMA ATC (AS BUILT)

1.27.1 Características Técnicas

Independientemente de los documentos, no exhaustivos listados a continuación, la documentación AS BUILT vendrá en 4 lotes:

- Registro inventario de equipos: Todos los equipos instalados, con su ubicación y localización
- Planos de cualquier tipo (localización, montaje, instalación, cableado)
- Documentos técnicos (descripciones técnicas, manuales funcionales, de mantenimiento, y de capacitación), de todos los equipos y sistemas.
- Documentos de procedimientos, resultados e informes de la totalidad de las pruebas.

De acuerdo con las necesidades del proyecto, se facilitarán los siguientes planos, listados y descripciones correspondientes al equipamiento de nivel 1, Elementos de Vía:

- Diagramas funcionales
- Tira de elementos en campo
- Listas de elementos a montar en cabinas
- Listado de elementos a montar en campo
- Listados de materiales
- Listado de hojas de datos (ajustes)
- Planos y diagramas típicos de montaje
- Esquemas de conexiones.
- Listados de bornes
- Planos de cables
- Descripciones funcionales de interfaces.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Enclavamiento

Estará integrada al menos por los siguientes documentos:

- Memoria. En ella se describirá el estado en que quedan los enclavamientos que integran el proyecto, en todos sus aspectos.
- Planos. Se incluirán todos los planos y esquemas de detalle, listas de cables, etc. de las instalaciones realizadas correspondientes a:
    - Equipo de diagnóstico del Enclavamiento
    - Enclavamiento.
    - Accionamientos de aguja
    - PMLA (Puesto de Mando Local de Aguja)
    - MLI (Mando local informatizado de los enclavamientos)
- Normas de Mantenimiento. Incluirá toda la documentación de mantenimiento:
    - Lista detallada de todos los equipos instalados, su despiece y su referencia de fabricante, a nivel de pieza individual.
    - Inventario de los materiales instalados, con detalle de su denominación y situación física dentro de la línea del CDG.
    - Lista detallada de repuestos recomendados para un año.
    - Lista detalla de proveedores de los equipos.
    - Manual de mantenimiento para cada uno de los equipos.
    - Operaciones a realizar en cada equipo, modo de llevarlas a cabo y periodicidad.
    - Lista de segundas fuentes de los equipos entregados. etc.

ATP-ATO

Se facilitará la documentación técnica siguiente:

- Planos de Instalación de equipamiento ATC en locales técnicos y vía
- Procedimiento de inspección en la instalación de equipamiento ATC / Informe de inspección

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Planos de Instalación de equipamiento radio
- Procedimiento de inspección en la instalación de equipamiento radio / Informe de inspección
- Configuración de la linea

1.27.2 Ejecución de Obra

La unidad incluye la documentación detallada anteriormente de la instalación, de cada uno de los equipos que configuran el sistema señalización, ATP y ATO, además de todas aquellas interfaces con estos, para su correcto seguimiento e identificación.

1.27.3 Medición

La medición se realizará por Ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.27.4 Pruebas y ensayo

No procede.

1.27.5 Base de pago

El pago se realizará por concepto totalmente ejecutado y al precio unitario fijado en el contrato

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ANEXO 2: DGTFM2112-ES-C00-CCTTR

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Consultoría en Tránsito y Transportes SC

DGTFM2112-ES-C00-CCTTR-00100 Especificaciones Técnicas



Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ÍNDICE

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TELEMANDO DE TRÁFICO 5

1.1 CONCEPTO 1: LICENCIA DE COMUNICACIONES 5

1.1.1 Características Técnicas 5

1.1.2 Ejecución de Obra 6

1.1.3 Medición 6

1.1.4 Pruebas y Ensayo 6

1.1.5 Base de Pago 7

1.2 CONCEPTO 2: LICENCIA DE CLÚSTER 8

1.2.1 Características Técnicas 8

1.2.2 Ejecución de Obra 8

1.2.3 Medición 9

1.2.4 Pruebas y Ensayo 9

1.2.5 Base de Pago 10

1.3 CONCEPTO 3: SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DEL TTR (PARA FUNCIONES DE SIMULACIÓN) 11

1.3.1 Características Técnicas 11

1.3.2 Ejecución de Obra 12

1.3.3 Medición 12

1.3.4 Pruebas y Ensayo 12

1.3.5 Base de Pago 13

1.4 CONCEPTO 4: LICENCIA DEL SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DEL TTR (PARA FUNCIONES SIMULACIÓN) 14

1.5 CONCEPTO 5: SOFTWARE DE CONTROL DEL TTR 15

1.5.1 Características Técnicas 15

1.5.2 Ejecución de Obra 16

1.5.3 Medición 16

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.5.4 Pruebas y Ensayo....16
1.5.5 Base de Pago....17
1.6 Concepto 6: Licencia de software de control del TTR....18
1.7 Concepto 7: Software de supervisión del sistema de mando y control de Tráfico....19
1.7.1 Características Técnicas....19
1.7.2 Ejecución de Obra....20
1.7.3 Medición....21
1.7.4 Pruebas y Ensayo....21
1.7.5 Base de Pago....22
1.8 Concepto 8: Licencia del software de supervisión del TTR....23
1.9 Concepto 9: Software de supervisión del sistema de mando y control de Tráfico (para mantenimiento)....24
1.9.1 Características Técnicas....24
1.9.2 Ejecución de Obra....24
1.9.3 Medición....25
1.9.4 Pruebas y Ensayo....25
1.9.5 Base de Pago....26
1.10 Concepto 10: Licencia del software de supervisión del TTR (para mantenimiento)....27
1.11 Concepto 11: Integración de unidad elemental de campo en el TTR....28
1.11.1 Características Técnicas....28
1.11.2 Ejecución de Obra....28
1.11.3 Medición....29
1.11.4 Pruebas y Ensayo....29
1.11.5 Base de Pago....29
1.12 Concepto 12: Lote de Refacciones....30
1.12.1 Características Técnicas....30

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.12.2 Ejecución de Obra 30
1.12.3 Medición 30
1.12.4 Pruebas y Ensayo 30
1.12.5 Base de Pago 31
1.13 CONCEPTO 13: PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO, FORMACIÓN, DOCUMENTACIÓN Y GARANTÍA 32
1.13.1 Características Técnicas 32
1.13.2 Ejecución de Obra 36
1.13.3 Medición 38
1.13.4 Pruebas y Ensayo 38
1.13.5 Base de Pago 38
1.14 CONCEPTO 14: DISEÑO E INGENIERÍA 39
1.14.1 Características Técnicas 39
1.14.2 Ejecución de Obra 40
1.14.3 Medición 42
1.14.4 Pruebas y Ensayo 42
1.14.5 Base de Pago 42

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TELEMANDO DE TRÁFICO

1.1 CONCEPTO 1: LICENCIA DE COMUNICACIONES

Adquisición de licencias para el software de comunicaciones asociado al adaptador del middleware de mensajería. Para facilitar la comunicación entre los diferentes sistemas se propondrá un middleware de comunicaciones orientado a mensajería. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.

1.1.1 Características Técnicas

Para permitir la integración, existirá una comunicación de datos entre todos los subsistemas del CDG. Esta comunicación se realizará utilizando un sistema de mensajería que actuará como Middleware. Cada uno de los equipos frontales de cada subsistema deberá contar con un módulo adaptador a esta plataforma de mensajería.

De esta manera, el software de mensajería tiene como objetivo proporcionar el transporte necesario para comunicar entre sí sistemas heterogéneos mediante la implementación de un ESB. Permite asimismo definir claramente las interfaces entre los distintos telemandos existentes. Ofrece múltiples opciones de configuración, pudiendo elegir si los mensajes son generados de manera síncrona o asíncrona, siguiendo el paradigma publicación-subscripción.

Para garantizar la seguridad de la información, dispondrá de un sistema de tolerancia a fallos y prioridades de ejecución, y será posible configurar redundancia tanto a nivel de red como de los servidores y equipos que forman parte de ella.

Las informaciones (alarmas, eventos, etc.) necesarias a conocer por un operador del centro de control (distinto al que tenga este sistema dentro de su aplicación nativa), serán recibidas y mostradas en los monitores de cada aplicación nativa, de cada Puesto de Operador. Este operador, como consecuencia del reporte de estas informaciones, podrá actuar de forma consecuente con los sistemas que deba controlar para adaptarse a la situación que esté sucediendo en ese momento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.1.2 Ejecución de Obra

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Instalación y configuración del software comercial.
- Instalación y configuración de la aplicación.
- Pruebas y puesta en servicio.

Todas las aplicaciones estándar estarán debidamente instaladas y operativas. Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación, el sistema deberá ser operativo a un nivel suficiente para que suministre los datos necesarios en la aplicación.

1.1.3 Medición

La medición se realizará por Licencia y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.1.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

El alcance de los protocolos y ensayos de prueba incluye:

- Pruebas FAT
- Pruebas SAT, englobadas en pruebas verticales o del propio subsistema y pruebas transversales o con otros sistemas con los cuales tiene interface.

Se considerará como conjunto de pruebas los siguientes conceptos:

- Pruebas de validación de materiales.
- Pruebas de validación de la instalación.
- Pruebas de validación de funcionalidades del sistema.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Pruebas de validación de requerimientos técnicos.
- Pruebas de validación de redundancias y alta disponibilidad
- Pruebas de validación documental y captación de certificados y licencias software.

Esta licencia estará sujeta al conjunto de pruebas que se estime oportuno y en particular habrá de adaptarse a tests de versatilidad, de cumplimiento con el cometido a que está destinada, de capacidad suficiente, de caducidad, etc. Esta licencia contemplará el certificado de fabricante que garantice su autenticidad, y la garantía de la misma ha de ser comprobable. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la D.O. y que habrá de generar el contratista.

1.1.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra instalada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.2 CONCEPTO 2: LICENCIA DE CLÚSTER

Suministro e instalación de software para la gestión del modo clúster de los servidores de TTR. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.

1.2.1 Características Técnicas

Los servicios de TTR se proporcionarán por una plataforma que estará formada por dos máquinas redundantes configuradas en clúster trabajando con balanceo de carga. El software de clúster es el encargado de la configuración y gestión de este balanceo de carga con la finalidad de que el conjunto sea visto por los clientes como un único servidor.

Este software de gestión del clúster es capaz de implementar un sistema de redundancia para dar servicio continuado a los operadores y al resto de sistemas conectados al mando y control del sistema. Si uno de los equipos pertenecientes al clúster falla, el software de clúster hará que la carga sea automáticamente asumida por el otro, permitiendo la continuidad de las operaciones sin ninguna interrupción.

Gracias a la correcta configuración del clúster, los clientes verán el conjunto de servidores como una unidad de forma que existirá un continuo balanceo de carga para proporcionar siempre el máximo rendimiento y eficiencia del equipamiento. Esta gestión de balance de carga será transparente al usuario permitiendo el mismo nivel de operación tanto con un servidor como con el otro.

1.2.2 Ejecución de Obra

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Instalación y configuración del software.
- Instalación y configuración de la aplicación.
- Pruebas y puesta en servicio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Todas las aplicaciones estándar estarán debidamente instaladas y operativas. Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación, el sistema deberá ser operativo a un nivel suficiente para que se suministren los datos necesarios en la aplicación.

1.2.3 Medición

La medición se realizará por Licencia y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.2.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

El alcance de los protocolos y ensayos de prueba incluye:

- Pruebas FAT
- Pruebas SAT, englobadas en pruebas verticales o del propio subsistema y pruebas transversales o con otros sistemas con los cuales tiene interface.

Se considerará como conjunto de pruebas los siguientes conceptos:

- Pruebas de validación de materiales.
- Pruebas de validación de la instalación.
- Pruebas de validación de funcionalidades del sistema.
- Pruebas de validación de requerimientos técnicos.
- Pruebas de validación de redundancias y alta disponibilidad
- Pruebas de validación documental y captación de certificados y licencias software.

Esta licencia estará sujeta al conjunto de pruebas que se estime oportuno y en particular habrá de adaptarse a tests de versatilidad, de cumplimiento con el cometido a que está destinada, de capacidad suficiente, de caducidad, etc. Esta licencia contemplará el certificado de fabricante que garantice su

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

autenticidad, y la garantía de la misma ha de ser comprobable. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la D.O. y que habrá de generar el contratista.

1.2.5 Base de Pago

El pago por unidad de licencia instalada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.3 CONCEPTO 3: SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DEL TTR (PARA FUNCIONES DE SIMULACIÓN)

El software de adquisición para funciones de simulación será aquél que se ejecutará sobre el elemento de simulación ubicado en el CCP. Este elemento simulará la recogida y aglutinamiento de datos como procedentes de los distintos dispositivos finales.

1.3.1 Características Técnicas

Se detallan a continuación los requisitos generales que se exigen al software a utilizar en el sistema de mando y control:

- El lenguaje de programación utilizado para el software del sistema de mando y control será orientado a objetos y en el desarrollo de las distintas aplicaciones se seguirán las recomendaciones y estándares canónicos presentes en estos entornos de trabajo para garantizar la estabilidad de las aplicaciones finales. Todas las herramientas de desarrollo y los módulos de software de terceros deberán ser abiertos y seguir los estándares establecidos en la industria para garantizar su interoperabilidad y compatibilidad.
- El software utilizado debe ser modular y escalable de manera que una futura modificación o ampliación del mismo no afecte a todas las aplicaciones, sino únicamente a las partes directamente implicadas.
- La lógica de procesado de los datos recogidos por el sistema se centra en simular la capa de adquisición de la arquitectura tricapa implementada por el telemando:

    - **Adquisición**: capa de comunicación con los dispositivos de campo, gestiona los protocolos de comunicación con cualquier elemento conectado al sistema, de manera que dicha comunicación se lleve a cabo de la manera más transparente posible al resto del sistema y a sus clientes.

Este software implementa las funcionalidades y ventajas de la capa de adquisición simulada de datos implementada por el sistema de mando y control. De esta manera, los servidores de simulación y reconstrucción podrán basar sus aplicaciones de simulación y acceder a los conjuntos de datos generados de forma artificial por los elementos de simulación del CCP.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.3.2 Ejecución de Obra

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Instalación y configuración del software comercial
- Instalación y configuración de la aplicación
- Pruebas y puesta en servicio

Todas las aplicaciones estándar estarán debidamente instaladas y operativas. Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación de integrador, el telemando deberá ser operativo a un nivel suficiente para que se suministren los datos necesarios en la aplicación.

1.3.3 Medición

La medición se realizará por Lote y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.3.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

El alcance de los protocolos y ensayos de prueba incluye:

- Pruebas FAT
- Pruebas SAT, englobadas en pruebas verticales o del propio subsistema y pruebas transversales o con otros sistemas con los cuales tiene interface.

Se considerará como conjunto de pruebas los siguientes conceptos:

- Pruebas de validación de materiales.
- Pruebas de validación de la instalación.
- Pruebas de validación de funcionalidades del sistema.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Pruebas de validación de requerimientos técnicos.
- Pruebas de validación de redundancias y alta disponibilidad
- Pruebas de validación documental y captación de certificados y licencias software.

Las pruebas de esta unidad habrán de validar la consistencia de la implementación de la misma. Para ello, se requerirá un procedimiento que incluya una metodología de desarrollo contrastado en la que existirá una serie de hitos entre los cuales se pueden señalar: pruebas FAT, pruebas SAT, pruebas UAT, y pruebas IAT. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la D.O. y que habrá de generar el contratista.

1.3.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada instalado se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.4 CONCEPTO 4: LICENCIA DEL SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DEL TTR (PARA FUNCIONES SIMULACIÓN)

Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 3 “Software de adquisición del TTR (Para funciones de Simulación)”.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.5 CONCEPTO 5: SOFTWARE DE CONTROL DEL TTR

Suministro e instalación de software de control. El software de control constituirá el núcleo principal de la gestión y el control de las operaciones llevadas a cabo en el sistema. El software SCADA constituye una parte importante de este software de control. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.

1.5.1 Características Técnicas

El software de control constituirá el núcleo principal de la gestión y el control de las operaciones llevadas a cabo en el sistema de mando y control. Estará constituido por dos partes claramente diferenciadas:

- Software de manejo de los drivers que permiten comunicación con los equipos de campo
- Software de gestión del sistema SCADA (gestión de las distintas bases de datos)

En lo que respecta a la comunicación con los elementos de campo, el software de control es el encargado de la recogida de los datos procedentes de los distintos concentradores repartidos a lo largo de la línea. Gestionará la consulta de los datos contenidos en dichos concentradores y las peticiones de lectura y escritura solicitadas por los puestos de operador. Asimismo efectuará la gestión del almacenamiento de los datos en la BBDD del SCADA y gestionará las indicaciones que el SCADA le proporcione al respecto del examen de dichos datos. Además, realizará un control sobre los usuarios conectados para permitir o denegar sus peticiones a los dispositivos de campo en función del perfil que tengan asignado y sus privilegios.

Se detallan a continuación los requisitos generales que se exigen al software a utilizar en el sistema de mando y control:

- El lenguaje de programación utilizado para el software del sistema de mando y control será orientado a objetos y en el desarrollo de las distintas aplicaciones se seguirán las recomendaciones y estándares canónicos presentes en estos entornos de trabajo para garantizar la estabilidad de las aplicaciones finales. Todas las herramientas de desarrollo y los módulos de software de terceros deberán ser abiertos y seguir los estándares establecidos en la industria para garantizar su interoperabilidad y compatibilidad.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- El software utilizado debe ser modular y escalable de manera que una futura modificación o ampliación del mismo no afecte a todas las aplicaciones, sino únicamente a las partes directamente implicadas.
- La lógica de procesado de los datos recogidos por el sistema se centrará en la capa de control de la arquitectura tricapa implementada por el telemando:

    - **Control**: soporta todo el sistema de procesado de datos, realizando el grueso de las operaciones complejas a realizar sobre los datos recogidos por la capa anteriormente expuesta. Esta capa dispondrá de una gran capacidad de procesado e incluirá la gestión de la base de datos del sistema.

1.5.2 Ejecución de Obra

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Instalación y configuración del software comercial.
- Instalación y configuración de la aplicación.
- Pruebas y puesta en servicio.

Todas las aplicaciones estándar estarán debidamente instaladas y operativas. Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación de integrador, el telemando deberá ser operativo a un nivel suficiente para que se suministren los datos necesarios en la aplicación.

1.5.3 Medición

La medición se realizará por Lote y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.5.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

El alcance de los protocolos y ensayos de prueba incluye:

- Pruebas FAT
- Pruebas SAT, englobadas en pruebas verticales o del propio subsistema y pruebas transversales o con otros sistemas con los cuales tiene interface.

Se considerará como conjunto de pruebas los siguientes conceptos:

- Pruebas de validación de materiales.
- Pruebas de validación de la instalación.
- Pruebas de validación de funcionalidades del sistema.
- Pruebas de validación de requerimientos técnicos.
- Pruebas de validación de redundancias y alta disponibilidad
- Pruebas de validación documental y captación de certificados y licencias software.

Las pruebas de esta unidad habrán de validar la consistencia de la implementación de la misma. Para ello, se requerirá un procedimiento que incluya una metodología de desarrollo contrastado en la que existirá una serie de hitos entre los cuales se pueden señalar: pruebas FAT, pruebas SAT, pruebas UAT, y pruebas IAT. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la D.O. y que habrá de generar el contratista.

1.5.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada instalado se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.6 CONCEPTO 6: LICENCIA DE SOFTWARE DE CONTROL DEL TTR

Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 5 “Software de Control del TTR”.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.7 CONCEPTO 7: SOFTWARE DE SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DE TRÁFICO

Suministro e instalación de software para la supervisión y presentación de los datos del TTR. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.

1.7.1 Características Técnicas

El cometido más importante del software de supervisión es el de actuar de IHM entre el software de control y los operadores de los distintos sistemas de mando y control. La parte principal de este módulo de software correrá en el servidor del telemando, y se encargará de la generación de las interfaces que se desplegarán en los distintos puestos de operación (y del consiguiente envío de estas interfaces a dichos puestos de operación).

La otra parte de este software será ejecutado en los terminales de trabajo tanto de los puestos de operación como de los de administración y mantenimiento. Este módulo de software recibe los datos y las interfaces enviadas desde el servidor y las presenta adecuadamente al operador, recogiendo a su vez las órdenes y mandos emitidos por éste. Desde el punto de vista de las estaciones de operación, se puede dividir el software de supervisión en dos grandes bloques atendiendo a sus funcionalidades:

- Software de supervisión de la operación: se ejecuta en los puestos de operación de cada sistema de mando y control, permitiendo supervisar la operación de sus dispositivos y subsistemas asociados (visualización del valor de las variables, envío de órdenes, etc.).
- Software de supervisión de mantenimiento: se ejecuta en los puestos de mantenimiento de cada sistema de mando y control, permitiendo supervisar el sistema a nivel de fallas, averías y otras contingencias relacionadas con el mantenimiento y no con la operación normal del sistema.

Se detallan a continuación los requisitos generales que se exigen al software a utilizar en el sistema de mando y control:

- El lenguaje de programación utilizado para el software del sistema de mando y control será orientado a objetos y en el desarrollo de las distintas aplicaciones se seguirán las recomendaciones y estándares canónicos presentes en estos entornos de trabajo para garantizar la estabilidad de las

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

aplicaciones finales. Todas las herramientas de desarrollo y los módulos de software de terceros deberán ser abiertos y seguir los estándares establecidos en la industria para garantizar su interoperabilidad y compatibilidad.

- El software utilizado debe ser modular y escalable de manera que una futura modificación o ampliación del mismo no afecte a todas las aplicaciones, sino únicamente a las partes directamente implicadas.
- El software tendrá un enfoque principalmente gráfico y de fácil utilización para el usuario final. La IHM se basará en un entorno de ventanas altamente configurable (tanto a nivel visual como sonoro) por cada usuario del sistema, pudiendo almacenarse la configuración tanto a nivel de máquina como de usuario.
- Se podrán integrar objetos gráficos que representen los elementos a supervisar y controlar e integrarlos en los sinópticos de la línea de la manera más sencilla posible y requiriendo la menor generación de código fuente como sea posible.
- Se seguirá un esquema cliente-servidor, de manera que por la parte del cliente la aplicación sea lo más independiente posible de la plataforma sobre la que se ejecutará.
- La lógica de procesado de los datos recogidos por el sistema se centrará en la capa de presentación de la arquitectura tricapa implementada:

    - **Presentación**: nivel de interfaz hombre-máquina. Este nivel se concentrará en los puestos de operador del CCO, que dispondrán de terminales de trabajo con gran capacidad gráfica para mostrar al usuario los datos proporcionados por la capa anterior y al mismo tiempo recoger las órdenes provenientes del mismo para direccionarlas a la capa de control (y ésta a su vez a los dispositivos de campo finales).

1.7.2 Ejecución de Obra

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Instalación y configuración del software comercial.
- Instalación y configuración de la aplicación.
- Pruebas y puesta en servicio.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Todas las aplicaciones estándar estarán debidamente instaladas y operativas. Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación de integrador, el telemando deberá ser operativo a un nivel suficiente para que se suministren los datos necesarios en la aplicación.

1.7.3 Medición

La medición se realizará por Lote y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.7.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

El alcance de los protocolos y ensayos de prueba incluye:

- Pruebas FAT
- Pruebas SAT, englobadas en pruebas verticales o del propio subsistema y pruebas transversales o con otros sistemas con los cuales tiene interface.

Se considerará como conjunto de pruebas los siguientes conceptos:

- Pruebas de validación de materiales.
- Pruebas de validación de la instalación.
- Pruebas de validación de funcionalidades del sistema.
- Pruebas de validación de requerimientos técnicos.
- Pruebas de validación de redundancias y alta disponibilidad
- Pruebas de validación documental y captación de certificados y licencias software.

Las pruebas de esta unidad habrán de validar la consistencia de la implementación de la misma. Para ello, se requerirá un procedimiento que incluya una metodología de desarrollo contrastado en la que existirá una serie de hitos entre los cuales se pueden señalar: pruebas FAT, pruebas SAT, pruebas UAT,

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

y pruebas IAT. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la D.O. y que habrá de generar el contratista.

1.7.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.8 CONCEPTO 8: LICENCIA DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN DEL TTR

Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 7 “Software de Supervisión del TTR”.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.9 CONCEPTO 9: SOFTWARE DE SUPERVISIÓN DEL SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DE TRÁFICO (PARA MANTENIMIENTO)

Suministro e instalación de software para la supervisión y presentación de los datos del TTR (desde el punto de vista de las labores de mantenimiento). Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.

1.9.1 Características Técnicas

El cometido más importante del software de supervisión es el de actuar de IHM entre el software de control y los operadores de los distintos sistemas de mando y control. La parte principal de este módulo de software correrá en el servidor del telemando, y se encargará de la generación de las interfaces que se desplegarán en los distintos puestos de operación (y del consiguiente envío de estas interfaces a dichos puestos de operación).

La otra parte de este software será ejecutado en los terminales de trabajo tanto de los puestos de operación como de los de administración y mantenimiento. Este módulo de software recibe los datos y las interfaces enviadas desde el servidor y las presenta adecuadamente al operador, recogiendo a su vez las órdenes y mandos emitidos por éste. Desde el punto de vista de las estaciones de operación, se puede dividir el software de supervisión en dos grandes bloques atendiendo a sus funcionalidades:

- Software de supervisión de la operación: se ejecuta en los puestos de operación de cada sistema de mando y control, permitiendo supervisar la operación de sus dispositivos y subsistemas asociados (visualización del valor de las variables, envío de órdenes, etc.).
- Software de supervisión de mantenimiento: se ejecuta en los puestos de mantenimiento de cada sistema de mando y control, permitiendo supervisar el sistema a nivel de fallas, averías y otras contingencias relacionadas con el mantenimiento y no con la operación normal del sistema.

1.9.2 Ejecución de Obra

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Instalación y configuración del software comercial.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Instalación y configuración de la aplicación.
- Pruebas y puesta en servicio.

Todas las aplicaciones estándar estarán debidamente instaladas y operativas. Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación de integrador, el telemando deberá ser operativo a un nivel suficiente para que se suministren los datos necesarios en la aplicación.

1.9.3 Medición

La medición se realizará por Lote y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.9.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

El alcance de los protocolos y ensayos de prueba incluye:

- Pruebas FAT
- Pruebas SAT, englobadas en pruebas verticales o del propio subsistema y pruebas transversales o con otros sistemas con los cuales tiene interface.

Se considerará como conjunto de pruebas los siguientes conceptos:

- Pruebas de validación de materiales.
- Pruebas de validación de la instalación.
- Pruebas de validación de funcionalidades del sistema.
- Pruebas de validación de requerimientos técnicos.
- Pruebas de validación de redundancias y alta disponibilidad
- Pruebas de validación documental y captación de certificados y licencias software.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Las pruebas de esta unidad habrán de validar la consistencia de la implementación de la misma. Para ello, se requerirá un procedimiento que incluya una metodología de desarrollo contrastado en la que existirá una serie de hitos entre los cuales se pueden señalar: pruebas FAT, pruebas SAT, pruebas UAT, y pruebas IAT. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la D.O. y que habrá de generar el contratista.

1.9.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.10 CONCEPTO 10: LICENCIA DEL SOFTWARE DE SUPERVISIÓN DEL TTR (PARA MANTENIMIENTO)

Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 9 “Software de Supervisión del TTR (Para Mantenimiento)”.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.11 CONCEPTO 11: INTEGRACIÓN DE UNIDAD ELEMENTAL DE CAMPO EN EL TTR

Suministro, instalación e integración del software específico para el control de una unidad elemental de campo de Seguridad dentro del Software de Seguridad que rige el TTR. Incluyendo todos los nuevos programas informáticos necesarios para el buen funcionamiento de los nuevos elementos. Esta unidad incluye todos los materiales y elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.

1.11.1 Características Técnicas

Se define este concepto como la ingeniería software a llevar a cabo para la integración en los sistemas de mando y control (de manera global y no sólo en el TTR) de una nueva unidad mínima de control (enclavamiento).

1.11.2 Ejecución de Obra

Se consideran incluidas dentro de esta unidad de obra las operaciones siguientes:

- Instalación y configuración del software comercial
- Instalación y configuración de la aplicación.
- Pruebas y puesta en servicio

Todas las aplicaciones estándar estarán debidamente instaladas y operativas. Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación de integración, el telemando deberá ser operativo a un nivel suficiente para que suministren los datos necesarios en la aplicación.

Este concepto incluye tanto el desarrollo correspondiente a las nuevas IHM con que deberá ampliarse el software de supervisión, los nuevos procesos y datos que deberán proveerse a nivel de software de control y evidentemente el software de adquisición necesario para telemandar y telecontrolar la nueva unidad elemental.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.11.3 Medición

La medición se realizará por Ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.11.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas propuesto por el Contratista y aprobado por la DO.

El alcance de los protocolos y ensayos de prueba incluye:

- Pruebas FAT
- Pruebas SAT, englobadas en pruebas verticales o del propio subsistema y pruebas transversales o con otros sistemas con los cuales tiene interface.

Se considerará como conjunto de pruebas los siguientes conceptos:

- Pruebas de validación de materiales.
- Pruebas de validación de la instalación.
- Pruebas de validación de funcionalidades del sistema.
- Pruebas de validación de requerimientos técnicos.
- Pruebas de validación de redundancias y alta disponibilidad
- Pruebas de validación documental y captación de certificados y licencias software.

Las pruebas de esta unidad habrán de validar la consistencia de la implementación de la misma. Para ello, se requerirá un procedimiento que incluya una metodología de desarrollo contrastado en la que existirá una serie de hitos entre los cuales se pueden señalar: pruebas FAT, pruebas SAT, pruebas UAT, y pruebas IAT. Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la D.O. y que habrá de generar el contratista.

1.11.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.12 CONCEPTO 12: LOTE DE REFACCIONES

Suministro de un lote de refacciones equivalente al 10% de conjunto de equipos y materiales instalados.

1.12.1 Características Técnicas

Se procederá al suministro del lote de refacciones equivalente al 10% del conjunto de materiales del subsistema.

El detalle de elementos se pactará con la dirección de obra en una lista de refacciones y se tomarán como referencias de precios, el precio de material propuesto por el Contratista en el Presupuesto de la Obra.

1.12.2 Ejecución de Obra

Las refacciones se entregarán a la propiedad una vez finalizado el proceso de pruebas y validación de los sistemas y una vez se disponga del acta de recepción provisional firmada.

1.12.3 Medición

La medición se realizará por Lote y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.12.4 Pruebas y Ensayo

Las pruebas y ensayos se realizarán según el protocolo de pruebas aprobado por la DO.

Existirá un listado exhaustivo de partes y componentes que podrá validarse en cualquier momento y que estará integrado en la funcionalidad de mantenimiento del TTR (y será consultable de forma on-line en tiempo real). A través del mismo se realizarán las comprobaciones previas a la aceptación de esta partida.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.12.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.13 CONCEPTO 13: PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO, FORMACIÓN, DOCUMENTACIÓN Y GARANTÍA

Pruebas y puesta en marcha del subsistema de Mando y Control de Tráfico, incluyendo la ejecución de pruebas en fábrica (FAT), pruebas equivalentes en campo [*on-site*] (SAT), pruebas de integración globales (SIT) y pruebas de aceptación por parte del usuario final (UAT). Se incluye también la capacitación del personal, la tramitación de certificaciones y las legalizaciones necesarias para la puesta en servicio del subsistema de acuerdo con la normativa vigente y la entrega de documentación (desde los estudios previos y documentos de diseño, hasta los "*as-built*", manuales de instalación, capacitación, operación y mantenimiento, etcétera).

1.13.1 Características Técnicas

El presente concepto incluye los siguientes procedimientos:

- Control de Calidad, el cual incluye como puntos más destacados:
    - Pruebas FAT o en fabricación
- Validación de las prestaciones del sistema, el cual incluye como puntos más destacados:
    - Pruebas SAT o en campo
    - Pruebas SIT o de integración
- Puesta en marcha del Sistema, que incluye:
    - Las pruebas UAT o de aceptación por parte del usuario final, y cuantas mediciones (tanto físicas como eléctricas) resulten necesarias para comprobar la funcionalidad correcta de la instalación en su conjunto, de acuerdo con lo establecido en el proyecto y las normas e indicaciones de la DO.
    - Puesta en servicio del sistema y la validación de sus prestaciones e integración con el sistema global en ulteriores pruebas de estabilidad, de rendimiento, de continuidad, de esfuerzo, etc.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Capacitación y entrega de documentación, el cual incluye como puntos más destacados:

    - Capacitación del personal de explotación (operación y mantenimiento) y transferencia de conocimiento según metodología aprobada por Dirección de Obra.
    - Entrega de documentación de obra, manuales técnicos, manuales de operación y mantenimiento, etcétera.

El Contratista deberá entregar, entre otra, la siguiente documentación correspondiente a la instalación y puesta en servicio:

- Diagramas funcionales.
- Tira de elementos de campo.
- Listados de elementos fijos.
- Listados de elementos embarcados.
- Listados de materiales.
- Diagramas de montaje.
- Esquemas de conexiones.
- Listados de bornas.
- Planos de cables.
- Descripciones funcionales y definición de interfaces (uno de cuyos entregables es el listado de señales).
- Manual de operación de todos los componentes.
- Plan de operación de todos los componentes.
- Manual de mantenimiento de todos los componentes.
- Plan de mantenimiento de todos los componentes.
- Listado de materiales necesarios tanto para el mantenimiento preventivo, como para el mantenimiento correctivo, basado en el plan RAM (que también deberá entregar el Contratista).
- Especificaciones de diseño hardware.
- Especificaciones de diseño software.
- Especificaciones funcionales software.
- Plan de direccionamiento IP.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Plan de instalación y configuración.
- Plan de gestión y administración.
- Inventario de material y licencias.
- Plan de distribución de equipamiento (que suele incluir el de conexionado).
- Plan de numeración (de equipamiento fónico).
- Plan de control de versionado software.
- Cualquier otra información necesaria para la gestión y operación de la línea.

Este corpus documental pasará a formar parte del As-Built, lo que en ningún caso significa que deba generarse a final de obra, sino que por el contrario será necesario ir generándolo conforme el avance de los trabajos lo requiera. La propia ingeniería de diseño generará una buena parte de estos contenidos (aunque alguno de ellos se considere versión preliminar) antes incluso de que comiencen los trabajos propiamente dichos.

Con la entrega de la documentación completa, el Contratista suministrará un plan detallado de formación a impartir al personal del operador del CDG. La formación irá dirigida básicamente al personal del operador de la Línea para que pueda reparar, operar y mantener todo el suministro alcance de TTR. El objetivo de los cursos será que los alumnos adquieran conocimientos sobre la operación, gestión y mantenimiento de TTR, (de todo lo implementado), conozcan y puedan operar las funcionalidades del subsistema, puedan realizar tareas de mantenimiento y reparación de las averías de los equipos de la red y puedan realizar correctamente tanto tareas de prevención como de corrección.

Respecto a las fuentes (código), el Contratista concederá una licencia no exclusiva para el uso del software de base y una licencia exclusiva para el uso del software desarrollado específicamente para la explotación de las obras objeto de este contrato (en adelante, software específico), y que el licitador (o mediante cesión el explotador del CDG) podrá utilizar para la explotación del CDG. Estas entidades (licitador o entidad designada) podrán realizar copias y adaptaciones del software específico licenciado cuando resulte preciso para una mejor explotación del CDG. A dicho efecto, el Contratista facilitará los protocolos de comunicación del software con el resto de subsistemas, los detalles de las bases de datos, la explicación de los algoritmos implementados, etc. y especialmente el propio código fuente del software específico. Las licencias tendrán un término de vigencia ilimitado. En consecuencia el Contratista no podrá exigir en ningún caso al licitador (o entidad designada por el contrato) que cese en el ejercicio del uso del software licenciado con el alcance que se indica en el presente apartado.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Antes de iniciar la formación, el Contratista presentará un plan de formación completo que tendrá que ser aprobado por la Dirección de Obra, incluyendo los CV de los formadores. Para el desarrollo de los cursos se entregará al alumno una documentación completa que quedará en su propiedad a la finalización del curso. La documentación de formación deberá estar en español.

El lugar donde se llevarán a cabo los cursos de formación será designado por la DO, pero siempre siendo preferible ubicaciones dentro del ámbito de la Línea o propiedad del explotador final de la Línea. La realización de la formación se llevará a cabo en las fechas que el Contratista crea más convenientes de acuerdo con el desarrollo de los trabajos, de acuerdo con el operador de la Línea, siempre y cuando el estado de ejecución de las obras permita llevar a cabo lecciones prácticas en óptimas condiciones.

La formación deberá cubrir las siguientes áreas temáticas, entre otras:

- Funcionalidades de los equipos suministrados.
- Herramientas de gestión.
- Herramientas de mantenimiento.
- Herramientas de diagnóstico.
- Resolución de averías.

La metodología de la formación se basará principalmente en cursos de tipo presencial. Las clases serán teóricas y prácticas. Las clases teóricas se impartirán en un aula con ayuda de medios audiovisuales y utilizándose apoyo informático. Se utilizarán transparencias, diapositivas, presentaciones en vídeo y fotocopias. Las clases prácticas se desarrollarán sobre los equipos, instrumentos y herramientas de la propia instalación. Las prácticas en todo caso se deberán realizar lo más cerca posible al trabajo futuro que haya de desempeñar cada alumno. En los cursos de utilización de equipos se incluirán manuales de usuario (tratando siempre de que esto sea útil para el objetivo de la formación).

Tras el periodo contractual de ejecución de las obras, y derivándose de la inspección de las mismas por parte de la Dirección de Obra (y de la minuta derivada de dicha inspección), cuando se considere que las obras son aptas para su recepción, se considerará que en la fecha indicada por la minuta ha finalizado la ejecución de los trabajos. Cuando se comunique por escrito al Contratista (en el plazo que legalmente se

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

establezca legalmente) la recepción y que el Contratador se hace cargo de las obras, comenzará a contar el término de garantía.

El periodo de garantía se establecerá según los parámetros legales y constará en el contrato. En caso de que no fuese así, se establecerá un periodo de vigencia de garantía de tres años, durante los cuales el Contratista será responsable de ejecutar en la obra toda corrección y reparación que le sea imputable y que la D.O. considere necesaria para que se cumplan las condiciones del proyecto. Al contratista se le notificará la naturaleza de los defectos por escrito en el término que se establezca (por ejemplo 15 días laborables desde que se haya advertido la falla), después de los cuales el Contratista habrá de proceder a su substitución, reparación o modificación adecuada según lo estime la Dirección de Obra.

1.13.2 Ejecución de Obra

Todos los elementos del TTR deberán configurarse y funcionar de acuerdo a los requerimientos funcionales y técnicos especificados en el proyecto y los materiales y equipos utilizados deberán ser de calidad, acorde a las normas y rendimientos especificados.

Para ello, el contratista deberá de proceder según los siguientes procedimientos:

- Control continuo y permanente de Calidad, el cual se inicia durante la fase de fabricación, instalación y puesta en servicio. Este procedimiento permitirá demostrar que los materiales y equipos instalados en obra cumplen con los niveles de calidad exigidos en la obra y permiten alcanzar los grados de fiabilidad y disponibilidad del sistema así como reducir los costes de mantenimiento.
- Validación de las prestaciones del sistema, la cual se ejecuta una vez se considere que el subsistema ya está instalado y operativo. Este procedimiento constará de pruebas de ejecución locales y remotas así como integradas con otros sistemas y permitirá demostrar el cumplimiento de los requerimientos solicitados al sistema.

    - El contratista deberá llevar a cabo todas las actuaciones, pruebas y comprobaciones que sean necesarias para poner en servicio el sistema y para asegurar su correcto funcionamiento plenamente operativo. Asumirá por tanto todas las operaciones de resolución de averías y arranques del sistema tras algún fallo, reconfigurando el sistema si fuera preciso o reponiendo a su cargo todos aquellos materiales o equipos que acusen

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

un mal funcionamiento, comprometiendo en ello los medios materiales y humanos necesarios.

- Participación activa del contratista en el desarrollo de un plan de pruebas integral con el resto de sistemas, previo a la puesta en marcha del CDG, comprometiéndose a solventar los problemas que surjan durante las mismas.
- Si durante el desarrollo de la obra aparecieran mejoras en cuanto a rendimientos del sistema global o la aparición de nuevas funcionalidades comprometidas dentro del proyecto o de las especificaciones y recomendaciones aprobadas, el contratista deberá incluirlas siempre y cuando mantenga una compatibilidad con el resto de los componentes del sistema y éstas no supongan cambios en lo proyectado. En esta circunstancia se actualizarán sin cargo alguno todas las herramientas auxiliares de gestión y diagnóstico que contemplen las nuevas funcionalidades.

- Tramitación y gestión de Certificaciones y Legalizaciones necesarias para la Puesta en Servicio del Sistema, de acuerdo con las leyes locales, estatales y federales y con la normativa vigente. La obtención de las diversas autorizaciones (por ejemplo para el uso de frecuencias, o para la obtención de la licencia de los conductores de los convoyes, etc.) será responsabilidad del usuario final.
- Capacitación y entrega de documentación. Una vez el sistema haya sido validado, se deberá proceder a capacitar a los operadores del sistema así como a los mantenedores. La formación tendrá suficiente profundidad con objeto de garantizar que los operadores y mantenedores podrán desarrollar con independencia la práctica totalidad de sus funciones. Como complemento a la formación y a la operación/mantenimiento, el contratista hará entrega de la documentación As-Built del proyecto.

  - Puesto que para la conservación y el mantenimiento de las instalaciones se requiere un total conocimiento de la tecnología empleada en su ejecución, el contratista, una vez puestas en servicio las instalaciones, impartirá cursillos de formación y de capacitación para el personal que se encargará del mantenimiento y la conservación de las mismas.
  - Los cursillos incluirán el aporte del material didáctico y la información general, encarpetada adecuadamente para todos los asistentes. El contenido del curso se acordará previamente con la Dirección de Obra. Toda la información de cada curso, tanto la parte técnica como las presentaciones (transparencias) se entregará en español.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- La documentación de los cursos será entregada a la Dirección de Obra para su análisis y validación, con la suficiente antelación con respecto al comienzo de los mismos.

1.13.3 Medición

La medición se realizará por Ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.13.4 Pruebas y Ensayo

El concepto en sí mismo constituye las pruebas y ensayos del subsistema TTR.

1.13.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1.14 CONCEPTO 14: DISEÑO E INGENIERÍA

Diseño e Ingeniería (derivada de las labores de diseño y de la plasmación del mismo) del subsistema TTR incluyendo tareas de conceptualización del subsistema, la confección de cuantos planos sean necesarios para la implantación del mismo, documentos preliminares en iteraciones sucesivas, metodologías de trabajo que se propondrán y se implantarán para garantizar la calidad del diseño, planificación de desarrollos hardware y software que constituirán el subsistema, y toda la ingeniería de detalle (haciendo especial hincapié en documentos de especificaciones y de requerimientos, procedimientos de desarrollo, generación y producción, índices de contraste, etc.) para que el subsistema se construya según los más modernos estándares internacionales.

1.14.1 Características Técnicas

El presente concepto incluye los siguientes procesos:

- Análisis de la problemática y soluciones propuestas, eligiéndose la más oportuna según los criterios mesurables que establezca la buena praxis ingenieril (valorando los criterios de plazo, coste económico y calidad final).
- Diseño de la solución según los parámetros de especificaciones y requerimientos del proyecto y generando los entregables que hagan consistente al mismo para todas las partes implicadas.
- Ingeniería de Diseño que a partir de la arquitectura propuesta producirá el detalle y soluciones precisas que mejor se adapten a las características de entorno, normativas, insumos de todos los implicados y beneficiarios del proyecto, etc.
- Ingeniería de Desarrollo (o de Aplicación del Diseño), que dará como resultado la descripción pormenorizada del producto final que se espera encontrar en el momento de la recepción del subsistema TTR, y que debe incluir entre otros:

    - Cuanta documentación sea necesaria para exponer el diseño y explicar las siguientes fases del Desarrollo.
    - Cuanta documentación se estime oportuna para una correcta Construcción, Despliegue, e Implantación de todas las soluciones requeridas.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Cuanta documentación se considere aplicable a la Adquisición de todos los medios físicos y lógicos, recursos humanos, permisos administrativos y legales, espacios y tiempos requeridos para el adecuado término de las siguientes fases del Desarrollo.

1.14.2 Ejecución de Obra

La ejecución de este concepto incluirá todos los bocetos, esquemas, proyectos, planos, y descripciones detalladas de componentes y aplicaciones incluyendo:

- Arquitectura del subsistema, que describirá a alto nivel cada uno de los elementos y su interrelación dentro del esquema del subsistema.
- Descripción de Interfaces internas al propio subsistema, definiéndolas, detallando su composición, proponiendo las alternativas de resolución y recomendando la más oportuna.
- Descripción de Interfaces externas, definiéndolas, detallando su composición, proponiendo las alternativas de resolución y recomendando la más oportuna.
- Solución de Integración, que debe describir el modelo escogido, el porqué del empleo de ese paradigma y cómo se adapta a las necesidades de la instalación que se prevea, etc.
- Diseño de Repositorios (Bases de Datos, almacenes de Archivos, …), explicando las estructuras de datos comunes y su modo de utilización, sus ventajas frente a otras opciones, etc.
- Diseño HMI, en que se hará una propuesta lo más ajustada posible al diseño que finalmente se implantará y que servirá como frontal del subsistema TTR a los usuarios que deban operarlo y mantenerlo.
- Selección de protocolos que se utilizarán, incluyendo Protocolos de Comunicaciones, de Acceso a Datos, de Servicios,
- Diseño de Algoritmos, con explicaciones detalladas de los procesos que estos llevan a cabo y que permitan comprobar la efectividad y eficiencia de los mismos.

Para todo ello se empleará una metodología de diseño de reconocido prestigio a nivel internacional y que permita el desarrollo involucrativo en el sistema a todas las partes interesadas (por ejemplo UML), y que proponga un modelado del diseño en iteraciones sucesivas y RAD, conteniendo:

- Diagramas de Secuencia.
- Diagramas de Despliegue.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Diagramas de Casos de Uso.
- Diagramas de Componentes.
- Etcétera

Con estas premisas será indispensable que se planifique la generación de un conjunto de fuentes documentales durante la fase de Diseño e Ingeniería. En concreto, gran parte de las siguientes fuentes documentales habrá de ser producida durante la ejecución de este concepto:

- Diagramas funcionales de todos los componentes.
- Listados de elementos instalados.
- Listados de materiales.
- Diagramas de montaje.
- Esquemas de conexiones.
- Listados de bornas.
- Planos de cables.
- Descripciones funcionales y definición de interfaces (uno de cuyos entregables es el listado de señales).
- Manual de operación de todos los componentes.
- Plan de operación de todos los componentes.
- Manual de mantenimiento de todos los componentes.
- Plan de mantenimiento de todos los componentes.
- Listado de materiales necesarios tanto para el mantenimiento preventivo, como para el mantenimiento correctivo, basado en el plan RAM (que también deberá entregar el Contratista).
- Especificaciones de diseño hardware.
- Especificaciones de diseño software.
- Especificaciones funcionales software.
- Plan de direccionamiento IP.
- Plan de instalación y configuración.
- Plan de gestión y administración.
- Inventario de material y licencias.
- Plan de distribución de equipamiento (que suele incluir el de conexionado).
- Plan de numeración (de equipamiento fónico).

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Plan de control de versionado software.

Aun siendo algunas de dichas fuentes versiones preliminares de los documentos que se consolidarán en una fase más avanzada del proyecto.

1.14.3 Medición

La medición se realizará por Ejecución y de acuerdo con las descripciones detalladas y reflejadas en este documento.

1.14.4 Pruebas y Ensayo

La ingeniería y diseño estará sujeta a mediciones y probetas no sólo subjetivas (que la Dirección de Obra tendrá la potestad de efectuar) sino que habrá de aplicarse un conjunto de KPIs que informen objetivamente de la bondad del diseño y su proceso ingenieril. Tales índices habrán de ser propuestos por el contratista y aprobados por la Dirección de Obra de forma previa al comienzo del diseño.

Cualquier prueba y ensayo ulteriormente realizado se llevará a cabo según el protocolo de pruebas aprobado por la DO y sustentado en las apreciaciones del párrafo inmediatamente anterior.

1.14.5 Base de Pago

El pago por unidad de obra terminada se hará al precio unitario fijado en el contrato.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ANEXO 1: DGTFM2112-CC-C00-FSATC

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

DGTFM2112-CC-C00-FSATC-00100 Catalogo de Conceptos



Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 3

2. ORGANIZACIÓN DE LOS CONTRATOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE INSTALACIONES 4

3. ALCANCE 5

3.1. EXCLUSIONES 7

4. CATÁLOGO DE CONCEPTOS 8

5. ANEXO I 12

6. ANEXO II 13

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1. ***INTRODUCCION***

El catálogo de conceptos es un listado que enumera y justifica las cantidades de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y servicios auxiliares necesarios para la construcción de una partida con objeto de poder medirla y a continuación valorarla para conocer el presupuesto correspondiente. Los conceptos aquí desarrollados han sido creados para una gestión eficiente de la obra, optimizando su cantidad así como el alcance de los mismos.

Este catálogo de conceptos lista para cada concepto las cantidades estimadas por ubicación para a continuación agregarlas en una suma total. Cada columna contiene, por tanto, la cantidad estimada de dicho concepto para la ubicación correspondiente. En otro documento llamado presupuesto se descomponen dichos conceptos en:

- Material,
- Mano de obra,
- Material auxiliar y
- Medios y maquinaria auxiliares

Se valoran y se genera el presupuesto definitivo.

Este documento también incluye la organización propuesta de contratos en las que se distribuirán los subsistemas de la superestructura de instalaciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2. ***ORGANIZACIÓN DE LOS CONTRATOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE INSTALACIONES***

Se propone que la superestructura de instalaciones se distribuya en seis contratos:

1. Contrato de Material Rodante
2. Contrato de Energía
3. Contrato de Comunicaciones, Boletaje y PCC
4. Contrato de Señalización
5. Contrato de Electromecánicas Transversales
6. Contrato de Máquinas Herramientas del taller
7. Contrato de Vía y Catenaria

En el Anexo I de este documento se incluye una tabla que enumera los subsistemas que se incluyen en cada contrato.

El subsistema de Control Automático del Tren se incluye en el Contrato de Señalización. Este catálogo de conceptos se ha desarrollado en base al contrato que lo contiene y, por tanto, puede haber algunas partes de este subsistema que no se incluyan en este catálogo de conceptos ya que vienen incluidas en otro contrato. Dichos casos se explican en el epígrafe de Exclusiones.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3. ***ALCANCE***

El alcance del Subsistema de Control Automático de Tren (ATC) contempla los siguientes puntos generales:

- Desarrollo e implantación de un Subsistema de Señalización, el cual se encuentra formado por los siguientes elementos:

    - 6 Enclavamientos electrónicos instalados en las siguientes estaciones:

        - Periférico Zapopan
        - Plaza Patria
        - Normal
        - Plaza de la Bandera
        - Río Nilo
        - Central Camionera

      Se incluye en cada emplazamiento un mando local informatizado y un módulo de mantenimiento y diagnóstico de enclavamiento y equipamiento ATP/ATO.

    - Accionamientos eléctricos de aguja en cada uno de los desvíos de la línea, incluyendo mandos locales.
    - Circuitos de vía, los cuales podrán ser de una de las siguientes tecnologías:

        - Contadores de ejes
        - Audiofrecuencia

    - Señales laterales de múltiples focos y alfanuméricas para la indicación de agujas y maniobras.
    - Cableado eléctrico para la alimentación y comunicación con el enclavamiento de los equipos de campo.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Estaciones base radio en vía y equipamiento concentrador radio en locales técnicos para el despliegue de la red inalámbrica sobre la cual se soporta la comunicación tren-tierra CBTC.
- Equipamiento ATP y ATO de tierra a instalar en los locales técnicos de señalización y en campo.

- Se incluye el cableado de alimentación eléctrica utilizado para la energización de los distintos dispositivos, perteneciente al Subsistema Energía de Baja Tensión (EBT). Por tanto, dicho cableado vendrá definido por las características técnicas del Subsistema de Energía de Baja Tensión (EBT) que se encuentra en el Proyecto del Sistema de Alimentación y Distribución de la Energía. Se incluirá la parte proporcional de canalización eléctrica necesaria así como los contactos, protecciones eléctricas y elementos auxiliares eléctricos necesarios.

- Se incluye el suministro de todos los latiguillos de interconexión UTP Cat6e y fibra óptica monomodo / multimodo necesarios para la conexión de los dispositivos del Subsistema a la Red de Nivel Físico.

- Se incluye el suministro de bastidores y equipamiento auxiliar para la adecuación de los locales técnicos de señalización.

- Se incluye el suministro de las canalizaciones y charolas metálicas en estación necesarias para la conexión del cableado de campo (vía) con los locales técnicos de señalización. Adicionalmente también se incluyen las canalizaciones transversales en túnel.

- Integración del Subsistema de Control Automático del Tren con el Telemando de Tráfico (TTR) a fin de que éste opere como terminal cliente del subsistema ATC, incluyendo las funcionalidades de ATS (Automatic Train Supervision).

- Integración dentro del Subsistema de Control Automático del Tren (ATC) del equipamiento CBTC embarcado en los trenes y vehículos de mantenimiento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Todas las actividades asociadas a ingeniería y diseño de detalle, realización de cálculos y estudios RAMS (Reliability, Availability, Maintenance and Safety), control de calidad, capacitación, redacción y ejecución de protocolos de pruebas SAT y FAT, legalizaciones y certificaciones necesarias para la puesta en marcha del Sistema.

- Lote de refacciones.

3.1. EXCLUSIONES

Se considera como exclusiones del presente Subsistema los siguientes elementos:

- Equipamiento embarcado del Subsistema de Control Automático del Tren (ATC) en las unidades de material rodante. Este equipamiento será suministrado por el Subsistema Material Rodante, el cual se encuentra en el Proyecto del Subsistema de Material Rodante.

- Cableado de Fibra Óptica Monomodo para la conexión de las Estaciones Base Radio instaladas en campo con los Equipos Concentradores Radio instalados en los locales técnicos de señalización. Este cableado será suministrado por el Subsistema Red de Nivel Físico, el cual se encuentra en el Proyecto del Subsistema de Comunicaciones, Boletaje y PCC.

- Canalizaciones transversales en viaducto y bajo andén de estaciones, las cuales son proporcionadas por el Subsistema de Canalizaciones Transversales (CNT), el cual se encuentra en el Proyecto del Subsistema de Material Rodante.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4. ***CATÁLOGO DE CONCEPTOS***

A continuación se lista el catálogo de conceptos con la cantidad total estimada para cada concepto. En el Anexo II de este documento se encuentra la tabla generadora de dichos totales con las cantidades estimadas para cada ubicación.

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1	**Control Automático de Trenes**			
1.1	Accionamiento de aguja o calce	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de accionamiento de aguja o calce, incluido herrajes, timonerías cajas de conexión y su completo conexionado, según especificaciones técnicas	Pieza	**26**
1.2	Señal de indicación de aguja de 3 focos	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal de indicación de aguja de tres focos tipo LED, incluido caja de conexión, rotulación, mástiles (en viaducto), soporte a túnel (en túnel) y fijaciones según especificaciones técnicas, totalmente montada y conexionado.	Pieza	**24**
1.3	Señal de indicación de aguja de 2 focos	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal de indicación de aguja de dos focos tipo LED, incluido caja de conexión, rotulación, mástiles (en viaducto), soporte a túnel (en túnel) y fijaciones según especificaciones técnicas, totalmente montada y conexionado.	Pieza	**2**
1.4	Señal alfanumérica de indicación de destino	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal alfanumérica de indicación de destino, de hasta 9 indicaciones de un carácter numérico o alfanumérico, sobre mástil, incluido caja de conexionado y rotulación, totalmente montada y conexionada.	Pieza	**0**
1.5	Señal de fin de vía de tres focos	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal de tope de tres focos rojos LED, incluido caja de conexionado y rotulación, totalmente montada y conexionada.	Pieza	**4**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1.6	Mando local de accionamiento de aguja	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de puesto de mando de accionamiento de aguja PCLA según especificaciones técnicas.	Pieza	**24**
1.7	Señal mecánica indicadora	Suministro e instalación de señalización mecánica según especificaciones técnicas, según necesidad	Pieza	**4**
1.8	Equipamiento exterior de sistema de detección de presencia de estación	Equipamiento completo exterior de sistema de detección de presencia en vía (circuito de vía de audiofrecuencia o contador de ejes) de estación, incluido cables de conexión a los raíles, en su caso y cualquier operación o material necesario para su correcto funcionamiento según especificaciones técnicas. Totalmente montado y conexionado. Incluido ajuste, pruebas y puesta en servicio.	Pieza	**116**
1.9	Equipamiento interior de sistema de detección de presencia de estación, aguja o trayecto	Equipamiento interior completo de sistema de detección de presencia en vía (circuito de vía de audiofrecuencia o contador de ejes) de estación o estacionamiento, aguja o trayecto, según configuración necesaria, incluidos bastidores, unidades centrales, alimentación, ajuste, cableado, incluido alimentación, totalmente conexionado, probado y puesto en servicio.	Pieza	**116**
1.10	Enclavamiento electrónico	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio del enclavamiento electrónico situado en local técnico de señalización, según especificaciones técnicas.	Pieza	**6**
1.11	Mando local informatizado en estación con enclavamiento	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de puesto de mando local informatizado en cada estación con enclavamiento, formado por un pupitre de operador formado por: CPU, dos monitores de 21” de alta resolución, teclado y ratón, con mesa y silla, tomas de alimentación y comunicaciones, incluido hardware y software de aplicación.	Pieza	**6**
1.12	Módulo de mantenimiento y diagnóstico del enclavamiento	Suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de HW del módulo de mantenimiento y diagnóstico, informatizado, incluyendo software de aplicación específico y software de gestión de la información referente a incidencias, alarmas, mantenimiento, etc. Incluye el cableado y el conexionado a la red Ethernet de mantenimiento la sala de comunicaciones.	Pieza	**6**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1.13	Base Radio de Tierra (BRT)	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de base radio y elementos radiantes del sistema de Radio ATC, incluido cableado coaxial desde dicha base al elemento radiante (antena), su alimentación desde sala técnica y conexionado de las FO en cada caja.	Pieza	**67**
1.14	Equipo radio en sala técnica. Concentrador de Células Radio (CCR)	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de equipo radio en sala técnica, incluyendo bastidores de cables, si procede y, cableado dentro de la sala técnica, según especificaciones técnicas de especificaciones técnicas.	Pieza	**6**
1.15	Pruebas y Replanteo Radioeléctrico	Realización de pruebas de replanteo radioeléctrico e informe de las mismas para determinación de bases y elementos radiantes en la totalidad de la línea del CDG.	Ejecución	**1**
1.16	Equipamiento fijo de ATP y ATO en local técnico de señalización y campo	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de equipos de ATP y ATO (Controlador Automático de tren-CAT) en local técnico de señalización, incluido bastidor de cables, si procede y, cableado dentro del local técnico de señalización, según especificaciones técnicas, así como balizas de relocalización necesarias en el ámbito de control de dicho controlador.	Pieza	**6**
1.17	Conjunto de herramientas de mantenimiento del equipo ATP-ATO fijo	Suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio del conjunto de equipos de herramientas HW/SW de mantenimiento del equipo ATP-ATO. (Controlador Automático de tren-CAT-).	Lote	**1**
1.18	Red de cables generales y secundarios de señalización	Red completa de cables generales (a lo largo de la traza, desde las salas técnicas) y secundarios (desde armario de vía al elemento de campo) desde las salas técnicas a los equipos de señalización con protección antiinductiva, ignífuga y de emisión de cero halógenos para el tramo de túnel y con protección antiinductiva y antiroedores en la parte de viaducto, para los elementos de señalización, constituida por cables normalizados de multiconductores y cuadretes o similar, por Km de vía, incluido el tendido, elementos de sujeción, los enlaces necesarios y puesta a tierra de sus armaduras con cable de Cu de como mínimo 50 mm2 y caja de conexiones y derivación de cables generales y secundarios. incluyendo todos los conexionados. Incluye las cajas y armarios de bornas en vía.	Quilómetro Lineal	**42,16**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1.19	Bastidor de entrada de cables de señalización a local técnico de señalización	Suministro, montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio de Bastidor de entrada de cables generales, instalado en los locales técnicos de señalización. Totalmente montado y conexionado, incluyendo todos los elementos necesarios para su perfecto funcionamiento.	Pieza	**6**
1.20	Pruebas de integración de la globalidad del sistema de señalización y control de trenes en el CDG	Pruebas generales, tanto estáticas como dinámicas, incluidos por tanto el equipamiento fijo y embarcado, con uno o varios trenes de la globalidad del sistema de señalización y control de trenes, para la entrega del mismo, anteriores a la marcha en blanco, incluidas todas las interfaces entre cada una de las partes de este sistema, según los requerimientos funcionales y técnicos y según especificaciones técnicas de especificaciones técnicas	Ejecución	**1**
1.21	Pruebas de la interface del equipamiento de ATC y TTR con el subsistema RED	Pruebas de la interface del equipo de ATC y TTR con el subsistema RED, para verificar la correcta interface y funcionamiento del sistema.	Ejecución	**1**
1.22	Capacitación de conductores en funcionamiento del sistema ATC	Curso de funcionamiento del sistema ATC para conductores, en varios turnos y sesiones, teórico y practico a bordo del tren	Ejecución	**1**
1.23	Capacitación técnica y de mantenimiento del sistema ATC y ATS	Curso de descripción técnica y mantenimiento del sistema ATC y TTR para mantenedores, en varios turnos y sesiones, teórico y practico a bordo del tren, en el centro de control, en los locales técnicos de señalización y en el terreno. Desglosado en los diferentes subsistemas que lo componen: Enclavamiento, Controlador de Zona, Radio, ATS, TTR, etc.	Ejecución	**1**
1.24	Lote de Refacciones de los subsistemas ATC	Material para repuesto del Subsistema ATC, según especificaciones técnicas	Lote	**1**
1.25	Documentación General y de detalle del proyecto para el Subsistema ATC (As Built)	Documentación General de detalle del proyecto (As Built) de todos los subsistemas y sistemas implicados.	Ejecución	**1**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5. ***ANEXO I***

Se anexa al presente documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6. ***ANEXO II***

Se anexa al presente documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ANEXO I - CATÁLOGO DE CONCEPTOS

"ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

CONTRATO:	**DGTFM - 21 - 12**
CODIGO DE DOCUMENTO:	**DGTFM2112-CC-C00-FSATC-00101 Catalogo de Conceptos. Anexo I.xlsx**
FECHA:	**14/08/2013**

ORGANIZACIÓN DE CONTRATOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE INSTALACIONES		Contratos							
		Material Rodante	Energía	Coms, Boletaje y PCC	Señalización	Electromec. Transversales	Máquinas Herr. Taller	Vía y Catenaria	Contrato de la Estación
SUBSISTEMAS DE ENERGIA									
ALTA Y MEDIA TENSION	AMT		✓						
CATENARIA	CAT							✓	
TRACCIÓN	TRA		✓						
BAJA TENSIÓN	EBT		✓						
ALIMENTACION ININTERRUMPIDA	SAI		✓						
SUBSISTEMAS ELECTROMECÁNICOS									
ELEVADORES	ELV					✓			
ESCALERAS MECÁNICAS	ESC					✓			
CLIMA	CLI					✓			
INSTALACIONES HIDRAULICAS	INH								✓
INSTALACIONES SANITARIAS	INS								✓
PROTECCION CONTRA INCENDIO	PCI					✓①			✓②
PUERTA DE ESTACIÓN	PES								✓
VENTILACION MENOR ESTACIONES	VES								✓
VENTILACIÓN MAYOR	VEN					✓			
DRENAJE	DRN							✓③	✓④
SUBSISTEMAS FERROVIARIOS									
MATERIAL RODANTE	ROD	✓							
CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN (ATC=ATO,ATP)	ATC				✓				
MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER	TLL						✓		✓
SUBSISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN									
RADIOTELEFONÍA DE TRENES	RAD			✓					
VIDEOVIGILANCIA	VID			✓					
TELEFONIA	TEL			✓					
GRABACION DE AUDIO	REC			✓					
INTERFONIA	INT			✓					
SONORIZACIÓN Y VOCEO	SON			✓					
TELEINDICADORES	TLI			✓					
RED DE DATOS MULTISERVICIO	RED			✓					
RED DE NIVEL FÍSICO	FIS			✓					
CRONOMETRÍA	CRO			✓					
BITACORA Y GESTOR MAESTRO	BIT			✓					
PEAJE	PJE			✓					
CONTROL DE ACCESOS A AREAS RESTRINGIDAS	ACC			✓					
SUBSISTEMAS CENTRO DE CONTROL									
CENTRO DE CONTROL (COMUNES)	CTR			✓					
MANDO Y CONTROL DE TRAFICO	TTR			✓					
MANDO Y CONTROL DE ESTACIONES	TES			✓					
MANDO Y CONTROL DE ENERGIA ELECTRICA	TEN			✓					
MANDO Y CONTROL DE SEGURIDAD	TSG			✓					
SECURIZACIÓN (SEGURIDAD DE SISTEMAS)	SES			✓					

NOTA:

✓①	Corresponde a la parte de detección del subsistema PCI
✓②	Corresponde a la parte de extinción del subsistema PCI
✓③	Corresponde a la parte del drenaje pluvial del subsistema DRN
✓④	Corresponde a la parte del drenaje pluvial del subsistema DRN

ANEXO II - CATÁLOGO DE CONCEPTOS

"ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA

CONTRATO:	**DGTFM - 21 - 12**
CODIGO DE DOCUMENTO:	**DGTFM2112-CC-C00-FSATC-0102**
FECHA:	**14/08/2013**

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad	Desglose de Medición																										
					Tunel	Viaducto	Salida Emergencia	Talleres y Depósito	Centro Control	SEAT1	SEAT2	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	E01	E02	E03	E04	E05	D08	D09	D10	D11	D12	D13
1	**Control Automático del Tren**																														
1.1	Accionamiento de aguja o calce	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de accionamiento de aguja o calce, incluido herrajes, timonerías cajas de conexión y su completo conexionado, según especificaciones técnicas	Pieza	**26**	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	8	0	0	2	0	0	6
1.2	Señal de indicación de aguja de 3 focos	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal de indicación de aguja de tres focos tipo LED, incluido caja de conexión, rotulación, mástiles (en viaducto), soporte a túnel (en túnel) y fijaciones según especificaciones técnicas, totalmente montada y conexionado.	Pieza	**24**	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	8	0	0	2	0	0	6
1.3	Señal de indicación de aguja de 2 focos	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal de indicación de aguja de dos focos tipo LED, incluido caja de conexión, rotulación, mástiles (en viaducto), soporte a túnel (en túnel) y fijaciones según especificaciones técnicas, totalmente montada y conexionado.	Pieza	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
1.4	Señal alfanumérica de indicación de destino	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal alfanumérica de indicación de destino, de hasta 9 indicaciones de un carácter numérico o alfanumérico, sobre mástil, incluido caja de conexionado y rotulación, totalmente montada y conexionada.	Pieza	**0**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	Señal de fin de vía de tres focos	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de señal de tope de tres focos rojos LED, incluido caja de conexionado y rotulación, totalmente montada y conexionada.	Pieza	**4**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1.6	Mando local de accionamiento de aguja	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de puesto de mando de accionamiento de aguja PCLA según especificaciones técnicas.	Pieza	**24**	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	8	0	0	2	0	0	6
1.7	Señal mecánica indicadora	Suministro e instalación de señalización mecánica según especificaciones técnicas, según necesidad	Pieza	**4**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1.8	Equipamiento exterior de sistema de detección de presencia de estación	Equipamiento completo exterior de sistema de detección de presencia en vía (circuito de vía de audiofrecuencia o contador de ejes) de estación, incluido cables de conexión a los raíles, en su caso y cualquier operación o material necesario para su correcto funcionamiento según especificaciones técnicas. Totalmente montado y conexionado. Incluido ajuste, pruebas y puesta en servicio.	Pieza	**116**	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	16	0	0	20	0	0	0	28	0	0	16	0	0	14
1.9	Equipamiento interior de sistema de detección de presencia de estación, aguja o trayecto	Equipamiento interior completo de sistema de detección de presencia en vía (circuito de vía de audiofrecuencia o contador de ejes) de estación o estacionamiento, aguja o trayecto, según configuración necesaria, incluidos bastidores, unidades centrales, alimentación, ajuste, cableado, incluido alimentación, totalmente conexionado, probado y puesto en servicio.	Pieza	**116**	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	16	0	0	20	0	0	0	28	0	0	16	0	0	14
1.10	Enclavamiento electrónico	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio del enclavamiento electrónico situado en local técnico de señalización, según especificaciones técnicas.	Pieza	**6**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1.11	Mando local informatizado en estación con enclavamiento	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de puesto de mando local informatizado en cada estación con enclavamiento, formado por un pupitre de operador formado por: CPU, dos monitores de 21" de alta resolución, teclado y ratón, con mesa y silla, tomas de alimentación y comunicaciones, incluido hardware y software de aplicación.	Pieza	**6**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1.12	Módulo de mantenimiento y diagnóstico del enclavamiento	Suministro, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de HW del módulo de mantenimiento y diagnóstico, informatizado, incluyendo software de aplicación específico y software de gestión de la información referente a incidencias, alarmas, mantenimiento, etc. Incluye el cableado y el conexionado a la red Ethernet de mantenimiento la sala de comunicaciones.	Pieza	**6**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1.13	Base Radio de Tierra (BRT)	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de base radio y elementos radiantes del sistema de Radio ATC, incluido cableado coaxial desde dicha base al elemento radiante (antena), su alimentación desde sala técnica y conexionado de las FO en cada caja.	Pieza	**67**	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	12	0	0	13	0	0	0	16	0	0	9	0	0	6
1.14	Equipo radio en sala técnica. Concentrador de Células Radio (CCR)	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de equipo radio en sala técnica, incluyendo bastidores de cables, si procede y, cableado dentro de la sala técnica, según especificaciones técnicas de especificaciones técnicas.	Pieza	**6**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1.15	Pruebas y Replanteo Radioeléctrico	Realización de pruebas de replanteo radioeléctrico e informe de las mismas para determinación de bases y elementos radiantes en la totalidad de la línea del CDG.	Ejecución	**1**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.16	Equipamiento fijo de ATP y ATO en local técnico de señalización y campo	Suministro, instalación, conexionado, pruebas y puesta en servicio de equipos de ATP y ATO (Controlador Automático de tren-CAT) en local técnico de señalización, incluido bastidor de cables, si procede y, cableado dentro del local técnico de señalización, según especificaciones técnicas, así como balizas de relocalización necesarias en el ámbito de control de dicho controlador.	Pieza	**6**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1.17	Conjunto de herramientas de mantenimiento del equipo ATP-ATO fijo	Suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio del conjunto de equipos de herramientas HW/SW de mantenimiento del equipo ATP-ATO. (Controlador Automático de tren-CAT-).	Lote	**1**	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.18	Red de cables generales y secundarios de señalización	Red completa de cables generales (a lo largo de la traza, desde las salas técnicas) y secundarios (desde armario de vía al elemento de campo) desde las salas técnicas a los equipos de señalización con protección antiinductiva, ignífuga y de emisión de cero halógenos para el tramo de túnel y con protección antiinductiva y antiroedores en la parte de viaducto, para los elementos de señalización, constituida por cables normalizados de multiconductores y cuadretes o similar, por Km de vía, incluido el tendido, elementos de sujeción, los enlaces necesarios y puesta a tierra de sus armaduras con cable de Cu de como mínimo 50 mm2 y caja de conexiones y derivación de cables generales y secundarios. incluyendo todos los conexionados. Incluye las cajas y armarios de bornas en vía.	Kilómetro Linea	**42,16**	0	0	0	0	0	0	0	5,44	0	0	0	7,78	0	0	8,67	0	0	0	6,36	0	0	8,65	0	0	5,26
1.19	Bastidor de entrada de cables de señalización a local técnico de señalización	Suministro, montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio de Bastidor de entrada de cables generales, instalado en los locales técnicos de señalización. Totalmente montado y conexionado, incluyendo todos los elementos necesarios para su perfecto funcionamiento.	Pieza	**6**	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1.20	Pruebas de integración de la globalidad del sistema de señalización y control de trenes en el CDG	Pruebas generales, tanto estáticas como dinámicas, incluidos por tanto el equipamiento fijo y embarcado, con uno o varios trenes de la globalidad del sistema de señalización y control de trenes, para la entrega del mismo, anteriores a la marcha en blanco, incluidas todas las interfaces entre cada una de las partes de este sistema, según los requerimientos funcionales y técnicos y según especificaciones técnicas de especificaciones técnicas	Ejecución	**1**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.21	Pruebas de la interface del equipamiento de ATC y TTR con el subsistema RED	Pruebas de la interface del equipo de ATC y TTR con el subsistema RED, para verificar la correcta interface y funcionamiento del sistema.	Ejecución	**1**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.22	Capacitación de conductores en funcionamiento del sistema ATC	Curso de funcionamiento del sistema ATC para conductores, en varios turnos y sesiones, teórico y practico a bordo del tren	Ejecución	**1**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.23	Capacitación técnica y de mantenimiento del sistema ATC y ATS	Curso de descripción técnica y mantenimiento del sistema ATC y TTR para mantenedores, en varios turnos y sesiones, teórico y practico a bordo del tren, en el centro de control, en los locales técnicos de señalización y en el terreno. Desglosado en los diferentes subsistemas que lo componen: Enclavamiento, Controlador de Zona, Radio, ATS, TTR, etc.	Ejecución	**1**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.24	Lote de Refacciones de los subsistemas ATC	Material para repuesto del Subsistema ATC, según especificaciones técnicas	Lote	**1**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO II - CATÁLOGO DE CONCEPTOS	
"ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA	
CONTRATO:	**DGTFM - 21 - 12**
CODIGO DE DOCUMENTO:	**DGTFM2112-CC-C00-FSATC-0102**
FECHA:	**14/08/2013**

					Desglose de Medición																											
Apartado	**Conceptos**	**Descripción**	**Unidad Medición**	**Cantidad**	**Tunel**	**Viaducto**	**Salida Emergencia**	**Talleres y Depósito**	**Centro Control**	**SEAT1**	**SEAT2**	**D01**	**D02**	**D03**	**D04**	**D05**	**D06**	**D07**	**E01**	**E02**	**E03**	**E04**	**E05**	**D08**	**D09**	**D10**	**D11**	**D12**	**D13**
1	**Control Automático del Tren**																															
1.25	Documentación General y de detalle del proyecto para el Subsistema ATC (As Built)	Documentación General de detalle del proyecto (As Built) de todos los subsistemas y sistemas implicados.	Ejecución	**1**	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 2: DGTFM2112-CC-C00-CCTTR

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

DGTFM2112-CC-C00-CCTTR-00100 Catalogo de Conceptos



Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 3

2. ORGANIZACIÓN DE LOS CONTRATOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE INSTALACIONES 4

3. ALCANCE 5

3.1. EXCLUSIONES 7

4. CATÁLOGO DE CONCEPTOS 9

5. ANEXO I 13

6. ANEXO II 14

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

1. ***INTRODUCCION***

El catálogo de conceptos es un listado que enumera y justifica las cantidades de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y servicios auxiliares necesarios para la construcción de una partida con objeto de poder medirla y a continuación valorarla para conocer el presupuesto correspondiente. Los conceptos aquí desarrollados han sido creados para una gestión eficiente de la obra, optimizando su cantidad así como el alcance de los mismos.

Este catálogo de conceptos lista para cada concepto las cantidades estimadas por ubicación para a continuación agregarlas en una suma total. Cada columna contiene, por tanto, la cantidad estimada de dicho concepto para la ubicación correspondiente. En otro documento llamado presupuesto se descomponen dichos conceptos en:

- Material,
- Mano de obra,
- Material auxiliar y
- Medios y maquinaria auxiliares

Se valoran y se genera el presupuesto definitivo.

Este documento también incluye la organización propuesta de contratos en las que se distribuirán los subsistemas de la superestructura de instalaciones

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

2. ***ORGANIZACIÓN DE LOS CONTRATOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE INSTALACIONES***

Se propone que la superestructura de instalaciones se distribuya en siete contratos:

1. Contrato de Material Rodante
2. Contrato de Energía
3. Contrato de Comunicaciones, Boletaje y PCC
4. Contrato de Señalización
5. Contrato de Electromecánicas Transversales
6. Contrato de Máquinas Herramientas del taller
7. Contrato de Vía y Catenaria

En el Anexo I de este documento se incluye una tabla que enumera los subsistemas que se incluyen en cada contrato.

El subsistema de Mando y Control de Tráfico se incluye en el Contrato de Comunicaciones, Boletaje y PCC.

Este catálogo de conceptos se ha desarrollado en base al contrato que lo contiene y, por tanto, puede haber algunas partes de este subsistema que no se incluyan en este catálogo de conceptos ya que vienen incluidas en otro contrato. Dichos casos se explican en el epígrafe de Exclusiones.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

3. ***ALCANCE***

Se define el Telemando de Tráfico como el conjunto de todos los elementos software y de comunicaciones que permiten realizar de manera remota la supervisión, el control y la gestión del tráfico de trenes en la línea; incluyendo entre otras las siguientes capacidades y atribuciones básicas:

- Regulación de trenes
- Ordenación de itinerarios
- Recogida y presentación de datos de explotación
- Elaboración de informes de explotación
- Maximizar el nivel de disponibilidad

Bajo esta premisa, el alcance del Subsistema de Mando y Control de Tráfico contempla los siguientes puntos generales:

- Desarrollo e implantación de un Subsistema de Mando y Control completo para la supervisión y control remoto de los dispositivos e instalaciones de campo que intervienen en la regulación y ordenación del tráfico de trenes de la línea. Este Subsistema tendrá presencia en los siguientes emplazamientos:

  - Centro de Control
  - Puestos Locales de Operación

  Se entiende como Subsistema completo el suministro, instalación y puesta en marcha del Software que se lista en los puntos subsiguientes.

- Adquisición y suministro de las licencias correspondientes a los siguientes conceptos de software:

  - Licencias asociadas a la parte cliente del software de mensajería (MIOM)
  - Licencias para la constitución de un clúster de servidores
  - Licencia del software de control para el Centro de Control Principal (CCP)

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Licencia del software de supervisión del Telemando de Tráfico para el Centro de Control Principal (CCP)
- Licencia del software de supervisión del Telemando de Tráfico para los Puestos Locales de Operación (PLOs)
- Licencia del software de supervisión del Telemando de Tráfico para mantenimiento

- Suministro e instalación de los siguientes conceptos de software, incluyendo las labores de desarrollo e ingeniería asociadas a ellos:

  - Software de control del Telemando de Tráfico
  - Software de supervisión del Telemando de Tráfico
  - Software de supervisión del Telemando de Tráfico para mantenimiento

- Labores de integración de nuevas unidades elementales de campo a monitorizar en el Subsistema de Mando y Control, incluyendo labores de ingeniería y los nuevos programas informáticos necesarios. Los elementos mínimos a integrar se listan a continuación:

  - Elemento “enclavamiento”

- Labores de integración del Subsistema TTR con los subsistemas sobre los que nominalmente tiene capacidades plenas de actuación y supervisión:

  - Control Automático del Tren (ATC)
  - Material Rodante (ROD)

- Labores de integración con la aplicación de Videovigilancia; a fin de facilitar y simplificar operaciones de supervisión y mantenimiento u operaciones combinadas entre subsistemas, como por ejemplo la activación de las cámaras más cercanas a la generación de una alarma en el interior de un tren (Material Rodante).

- La integración funcional con el resto de subsistemas de la línea se realizará mediante el establecimiento en el centro de control de un bus de intercambio de mensajería entre aplicaciones, a

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

la cual este Subsistema deberá conectarse mediante el suministro y configuración de la correspondiente interfaz. De este modo, a través de esta interfaz es posible interactuar con todos los Subsistema de la línea, sin requerir mayores desarrollos.

- Todas las actividades asociadas a ingeniería y diseño de detalle, realización de cálculos y estudios RAMS (Reliability, Availability, Maintenance and Safety), control de calidad, redacción y ejecución de protocolos de pruebas SAT y FAT, legalizaciones y certificaciones necesarias para la puesta en marcha del Sistema.

- Lote de refacciones para todos los suministros.

3.1. EXCLUSIONES

Se considera como exclusiones del presente Subsistema los siguientes elementos:

- Hardware informático, estaciones de trabajo y servidores informáticos, necesario para el procesado y ejecución de las aplicaciones software a instalar en el Centro de Control. El suministro de este hardware será responsabilidad del Subsistema de Centro de Control (CTR), el cual también se encuentra en el Proyecto de los Sistemas de Telecomunicaciones, Boletaje y PCC.

- Hardware informático (estaciones de trabajo) necesario para el procesado y ejecución de las aplicaciones software a instalar en los Puestos Locales de Operación de Tráfico. El suministro de este hardware será responsabilidad del Subsistema de Centro de Control (CTR), el cual también se encuentra en el Proyecto de los Sistemas de Telecomunicaciones, Boletaje y PCC.

- Licencias software asociadas al hardware informático anteriormente descrito, entendiéndose como licencias software todas aquellas ajenas al funcionamiento propio del Subsistema como por ejemplo:

  - Sistemas Operativos

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

- Software de históricos, de impresión y de gestión de usuarios
- Aplicaciones de monitorización, supervisión y apoyo
- Cualquier otra aplicación necesaria

El suministro de estas licencias software será responsabilidad del Subsistema de Centro de Control (CTR), el cual también se encuentra en el Proyecto de los Sistemas de Telecomunicaciones, Boletaje y PCC.

- Equipamiento de campo para la recogida de datos procedentes de los enclavamientos. Estos elementos de campo serán suministrados por el sistema ATC, y realizarán el intercambio de datos necesario con los servidores de TTR a través de la Red Multiservicio. El suministro de TTR, por lo tanto, consistirá únicamente en elementos software.

- Equipamiento de Videowall, el cual forma parte del Subsistema del Centro de Control (CTR), el cual también se encuentra en el Proyecto de los Sistemas de Telecomunicaciones, Boletaje y PCC.

- Bastidores y racks 19” para el almacenaje de los equipos del Subsistema en el interior de los Locales Técnicos de Telecomunicación. El suministro de estos bastidores será responsabilidad del Subsistema de Red de Nivel Físico (FIS), el cual también se encuentra en el Proyecto de los Sistemas de Telecomunicaciones, Boletaje y PCC.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

4. ***CATÁLOGO DE CONCEPTOS***

A continuación se lista el catálogo de conceptos con la cantidad total estimada para cada concepto. En el Anexo II de este documento se encuentra la tabla generadora de dichos totales con las cantidades estimadas para cada ubicación.

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1	**Mando y Control de Tráfico**			
1.1	Licencia de Comunicaciones	Adquisición de licencias para el software de comunicaciones asociado al adaptador del middleware de mensajería. Para facilitar la comunicación entre los diferentes sistemas se propondrá un middleware de comunicaciones orientado a mensajería. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LICENCIA	**9**
1.2	Licencia de Clúster	Suministro e instalación de software para la gestión del modo clúster de los servidores de TTR. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LICENCIA	**2**
1.3	Software de Adquisición del TTR (Simulación)	El software de adquisición para funciones de simulación será aquél que se ejecutará sobre el elemento de simulación ubicado en el CCP. Este elemento simulará la recogida y aglutinamiento de datos como procedentes de los distintos dispositivos finales.	LOTE	**1**
1.4	Licencia de Software de Adquisición del TTR (Simulación)	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 3 “Software de adquisición del TTR (Para funciones de Simulación)”	LICENCIA	**1**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1.5	Software de Control del TTR	Suministro e instalación de software de control. El software de control constituirá el núcleo principal de la gestión y el control de las operaciones llevadas a cabo en el sistema. El software SCADA constituye una parte importante de este software de control. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LOTE	**1**
1.6	Licencia de Software de Control del TTR	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 5 “Software de Control del TTR”	LICENCIA	**2**
1.7	Software de Supervisión del Sistema de Mando y Control de Tráfico	Suministro e instalación de software para la supervisión y presentación de los datos del TTR. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LOTE	**1**
1.8	Licencia del Software de Supervisión del TTR	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 7 “Software de Supervisión del TTR”.	LICENCIA	**9**
1.9	Software de Supervisión del Sistema de Mando y Control de Tráfico (Mantenimiento)	Suministro e instalación de software para la supervisión y presentación de los datos del TTR (desde el punto de vista de las labores de mantenimiento). Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LOTE	**1**
1.10	Licencia Software de Supervisión del TTR (Mantenimiento)	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 9 “Software de Supervisión del TTR (Para Mantenimiento)”	LICENCIA	**6**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1.11	Integración de Unidad Elemental de Campo en el TTR	Suministro, instalación e integración del software específico para el control de una unidad elemental de campo de Seguridad dentro del Software de Seguridad que rige el TTR. Incluyendo todos los nuevos programas informáticos necesarios para el buen funcionamiento de los nuevos elementos. Esta unidad incluye todos los materiales y elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	EJECUCIÓN	**6**
1.12	Lote de Refacciones	Suministro de un lote de refacciones equivalente al 10% de conjunto de equipos y materiales instalados.	LOTE	**1**
1.13	Pruebas y Puesta en Servicio, Capacitación, Documentación y Garantía	Pruebas y puesta en marcha del subsistema de Mando y Control de Tráfico, incluyendo la ejecución de pruebas en fábrica (FAT), pruebas equivalentes en campo [on-site] (SAT), pruebas de integración globales (SIT) y pruebas de aceptación por parte del usuario final (UAT). Se incluye también la capacitación del personal, la tramitación de certificaciones y las legalizaciones necesarias para la puesta en servicio del subsistema de acuerdo con la normativa vigente y la entrega de documentación (desde los estudios previos y documentos de diseño, hasta los "as-built", manuales de instalación, capacitación, operación y mantenimiento, etcétera).	EJECUCIÓN	**1**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad
1.14	Diseño e Ingeniería	Diseño e Ingeniería (derivada de las labores de diseño y de la plasmación del mismo) del subsistema TTR incluyendo tareas de conceptualización del subsistema, la confección de cuantos planos sean necesarios para la implantación del mismo, documentos preliminares en iteraciones sucesivas, metodologías de trabajo que se propondrán y se implantarán para garantizar la calidad del diseño, planificación de desarrollos hardware y software que constituirán el subsistema, y toda la ingeniería de detalle (haciendo especial hincapié en documentos de especificaciones y de requerimientos, procedimientos de desarrollo, generación y producción, índices de contraste, etc.) para que el subsistema se construya según los más modernos estándares internacionales.	EJECUCIÓN	**1**

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

5. ***ANEXO I***

Se anexa al presente documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

6. ***ANEXO II***

Se anexa al presente documento.

© SENERMEX Ingeniería y Sistemas S.A. de C.V. - México 2013

ANEXO I - CATÁLOGO DE CONCEPTOS

"ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO

CONTRATO:	**DGTFM - 21 - 12**
CODIGO DE DOCUMENTO:	**DGTFM2112-CC-C00-CCTTR-00101 Catalogo de Conceptos. Anexo I.xlsx**
FECHA:	**14/08/2013**

ORGANIZACIÓN DE CONTRATOS DE LA SUPERESTRUCTURA DE INSTALACIONES		Contratos							
		Material Rodante	Energía	Coms, Boletaje y PCC	Señalización	Electromec. Transversales	Máquinas Herr. Taller	Vía y Catenaria	Contrato de la Estación
SUBSISTEMAS DE ENERGIA									
ALTA Y MEDIA TENSION	AMT		✓						
CATENARIA	CAT							✓	
TRACCIÓN	TRA		✓						
BAJA TENSIÓN	EBT		✓						
ALIMENTACION ININTERRUMPIDA	SAI		✓						
SUBSISTEMAS ELECTROMECÁNICOS									
ELEVADORES	ELV					✓			
ESCALERAS MECÁNICAS	ESC					✓			
CLIMA	CLI					✓			
INSTALACIONES HIDRAULICAS	INH								✓
INSTALACIONES SANITARIAS	INS								✓
PROTECCION CONTRA INCENDIO	PCI					✓①			✓②
PUERTA DE ESTACIÓN	PES								✓
VENTILACION MENOR ESTACIONES	VES								✓
VENTILACIÓN MAYOR	VEN					✓			
DRENAJE	DRN							✓③	✓④
SUBSISTEMAS FERROVIARIOS									
MATERIAL RODANTE	ROD	✓							
CONTROL AUTOMÁTICO DE TREN (ATC=ATO,ATP)	ATC				✓				
MÁQUINAS HERRAMIENTAS DEL TALLER	TLL						✓		✓
SUBSISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN									
RADIOTELEFONÍA DE TRENES	RAD			✓					
VIDEOVIGILANCIA	VID			✓					
TELEFONIA	TEL			✓					
GRABACION DE AUDIO	REC			✓					
INTERFONIA	INT			✓					
SONORIZACIÓN Y VOCEO	SON			✓					
TELEINDICADORES	TLI			✓					
RED DE DATOS MULTISERVICIO	RED			✓					
RED DE NIVEL FÍSICO	FIS			✓					
CRONOMETRÍA	CRO			✓					
BITACORA Y GESTOR MAESTRO	BIT			✓					
PEAJE	PJE			✓					
CONTROL DE ACCESOS A AREAS RESTRINGIDAS	ACC			✓					
SUBSISTEMAS CENTRO DE CONTROL									
CENTRO DE CONTROL (COMUNES)	CTR			✓					
MANDO Y CONTROL DE TRAFICO	TTR			✓					
MANDO Y CONTROL DE ESTACIONES	TES			✓					
MANDO Y CONTROL DE ENERGIA ELECTRICA	TEN			✓					
MANDO Y CONTROL DE SEGURIDAD	TSG			✓					
SECURIZACIÓN (SEGURIDAD DE SISTEMAS)	SES			✓					

NOTA:

✓①	Corresponde a la parte de detección del subsistema PCI
✓②	Corresponde a la parte de extinción del subsistema PCI
✓③	Corresponde a la parte del drenaje pluvial del subsistema DRN
✓④	Corresponde a la parte del drenaje pluvial del subsistema DRN

ANEXO II - CATÁLOGO DE CONCEPTOS	
"ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL,	
CONTRATO:	**DGTFM - 21 - 12**
CODIGO DE DOCUMENTO:	**DGTFM2112-CC-C00-CCTTR-0102**
FECHA:	**14/08/2013**

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad	Centro de Control Operacional	Estaciones	Talleres y Depósito
1	**Mando y Control de Tráfico**						
1.1	Licencia de Comunicaciones	Adquisición de licencias para el software de comunicaciones asociado al adaptador del middleware de mensajería. Para facilitar la comunicación entre los diferentes sistemas se propondrá un middleware de comunicaciones orientado a mensajería. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LICENCIA	**9**	6	3	0
1.2	Licencia de Clúster	Suministro e instalación de software para la gestión del modo clúster de los servidores de TTR. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LICENCIA	**2**	2	0	0
1.3	Software de Adquisición del TTR (Simulación)	El software de adquisición para funciones de simulación será aquél que se ejecutará sobre el elemento de simulación ubicado en el CCP. Este elemento simulará la recogida y aglutinamiento de datos como procedentes de los distintos dispositivos finales.	LOTE	**1**	1	0	0
1.4	Licencia de Software de Adquisición del TTR (Simulación)	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 3 "Software de adquisición del TTR (Para funciones de Simulación)"	LICENCIA	**1**	1	0	0
1.5	Software de Control del TTR	Suministro e instalación de software de control. El software de control constituirá el núcleo principal de la gestión y el control de las operaciones llevadas a cabo en el sistema. El software SCADA constituye una parte importante de este software de control. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LOTE	**1**	1	0	0
1.6	Licencia de Software de Control del TTR	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 5 "Software de Control del TTR"	LICENCIA	**2**	2	0	0
1.7	Software de Supervisión del Sistema de Mando y Control de Tráfico	Suministro e instalación de software para la supervisión y presentación de los datos del TTR. Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LOTE	**1**	1	0	0
1.8	Licencia del Software de Supervisión del TTR	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 7 "Software de Supervisión del TTR".	LICENCIA	**9**	6	3	0
1.9	Software de Supervisión del Sistema de Mando y Control de Tráfico (Mantenimiento)	Suministro e instalación de software para la supervisión y presentación de los datos del TTR (desde el punto de vista de las labores de mantenimiento). Incluye manual de instalación y funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	LOTE	**1**	1	0	0
1.10	Licencia Software de Supervisión del TTR (Mantenimiento)	Suministro e instalación de la licencia del software especificado en el concepto 9 "Software de Supervisión del TTR (Para Mantenimiento)"	LICENCIA	**6**	6	0	0
1.11	Integración de Unidad Elemental de Campo en el TTR	Suministro, instalación e integración del software específico para el control de una unidad elemental de campo de Seguridad dentro del Software de Seguridad que rige el TTR. Incluyendo todos los nuevos programas informáticos necesarios para el buen funcionamiento de los nuevos elementos. Esta unidad incluye todos los materiales y elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento. Todo según las especificaciones técnicas correspondientes.	EJECUCIÓN	**6**	6	0	0
1.12	Lote de Refacciones	Suministro de un lote de refacciones equivalente al 10% de conjunto de equipos y materiales instalados.	LOTE	**1**	1	0	0

ANEXO II - CATÁLOGO DE CONCEPTOS	
"ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL,	
CONTRATO:	**DGTFM - 21 - 12**
CODIGO DE DOCUMENTO:	**DGTFM2112-CC-C00-CCTTR-0102**
FECHA:	**14/08/2013**

Apartado	Conceptos	Descripción	Unidad Medición	Cantidad	Centro de Control Operacional	Estaciones	Talleres y Depósito
1	**Mando y Control de Tráfico**						
1.13	Pruebas y Puesta en Servicio, Capacitación, Documentación y Garantía	Pruebas y puesta en marcha del subsistema de Mando y Control de Tráfico, incluyendo la ejecución de pruebas en fábrica (FAT), pruebas equivalentes en campo [on-site] (SAT), pruebas de integración globales (SIT) y pruebas de aceptación por parte del usuario final (UAT). Se incluye también la capacitación del personal, la tramitación de certificaciones y las legalizaciones necesarias para la puesta en servicio del subsistema de acuerdo con la normativa vigente y la entrega de documentación (desde los estudios previos y documentos de diseño, hasta los "as-built", manuales de instalación, capacitación, operación y mantenimiento, etcétera).	EJECUCIÓN	**1**	1	0	0
1.14	Diseño e Ingeniería	Diseño e Ingeniería (derivada de las labores de diseño y de la plasmación del mismo) del subsistema TTR incluyendo tareas de conceptualización del subsistema, la confección de cuantos planos sean necesarios para la implantación del mismo, documentos preliminares en iteraciones sucesivas, metodologías de trabajo que se propondrán y se implantarán para garantizar la calidad del diseño, planificación de desarrollos hardware y software que constituirán el subsistema, y toda la ingeniería de detalle (haciendo especial hincapié en documentos de especificaciones y de requerimientos, procedimientos de desarrollo, generación y producción, índices de contraste, etc.) para que el subsistema se construya según los más modernos estándares internacionales.	EJECUCIÓN	**1**	1	0	0