



EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.  
METRO DE SANTIAGO

## **SISTEMAS DE SEGURIDAD PARA ESTACIONES, CPSS, PML Y RECINTOS TECNICOS RED METRO DE SANTIAGO**

### **Especificación Funcional y Técnica**

**DOCUMENTO EMITIDO PARA USO**

**SITS-REC-030-IB-CO-EFT-0012**

GERENCIA CORPORATIVA DE INGENIERÍA

**SANTIAGO DE CHILE**

**NOVIEMBRE 2020**

Rev.	Emitido para	Elaborado por	Revisado por	Aprobado por	Validado por	Fecha
1	Uso	CVJ	FMQ	FMR	PNA	05-01-2021

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1-8</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>2-9</b>
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>3-9</b>
3.1 Alcance General del Proyecto.....	3-9
<b>4. EXCLUSIONES .....</b>	<b>4-12</b>
<b>5. REFERENCIAS .....</b>	<b>5-12</b>
<b>6. NORMATIVA .....</b>	<b>6-13</b>
<b>7. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ACTUALES.....</b>	<b>7-14</b>
7.1 Sistema de Alarmas y Control de Acceso (ACA) .....	7-14
7.1.1 Sistema PACOM Líneas Convencionales .....	7-14
7.1.2 Sistema BIS Líneas Convencionales.....	7-19
7.1.3 Sistema de Alarmas de Líneas Automáticas .....	7-21
7.2 Sistema CCTV Líneas Convencionales .....	7-25
7.3 Sistema CCTV Líneas Automáticas.....	7-27
7.4 Proyectos en Ejecución .....	7-31
7.4.1 Sistema de Alarmas.....	7-32
7.4.2 Sistema de CCTV .....	7-33
7.4.3 Integración Sistema de Alarmas y CCTV .....	7-34
<b>8. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA .....</b>	<b>8-35</b>
8.1 Consideraciones Generales .....	8-35
8.1.1 Requerimientos Generales Sistemas de CCTV .....	8-37
8.1.2 Requerimientos Generales Sistemas de ACA .....	8-42
8.2 Recintos CPSS.....	8-44
8.2.1 Requerimientos para el Primer anillo de Seguridad .....	8-45
8.2.2 Requerimientos para el Segundo anillo de Seguridad .....	8-50
8.3 PML y Recintos Técnicos/Operacionales .....	8-52
8.3.1 Sistema de Alarmas.....	8-53
8.3.2 Integración entre sistemas .....	8-55
<b>9. REQUERIMIENTOS DE ARMARIOS, GABINETES Y CAJAS.....</b>	<b>9-57</b>
9.1 Gabinetes Interiores.....	9-57
9.2 Índice de protección .....	9-58
<b>10. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>10-59</b>
10.1 Normativa para la Eliminación de Residuos.....	10-59
10.2 Almacenamiento Sustancias Químicas.....	10-59
10.3 Comportamiento Sísmico.....	10-59
10.4 Condiciones Climáticas .....	10-60
10.5 Resistencia al Fuego.....	10-61

<b>11. REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>10-62</b>
<b>11.1 Documentación de Mantenimiento.....</b>	<b>10-62</b>
11.1.1 Manual Técnico del Sistema .....	10-62
11.1.2 Manual de Mantenimiento.....	10-62
11.1.3 Plan de Mantenimiento .....	10-63
11.1.4 Catálogo de Partes y Piezas .....	10-63
<b>12. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD .....</b>	<b>12-65</b>
12.1 Aseguramiento de Sistema .....	12-65
<b>13. PERSONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>13-66</b>
13.1 Jefe de Proyecto .....	13-66
13.2 Especialista en Sistemas de Comunicaciones .....	13-67
13.3 Asesor Medioambiental .....	13-68
13.4 Cambio de Profesionales.....	13-68
<b>14. TRANSPORTE Y EMBALAJE .....</b>	<b>14-69</b>
<b>15. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE.....</b>	<b>15-70</b>
15.1 Suministro y Montaje de Equipos .....	15-70
15.2 Rotulado .....	15-71
15.2.1 Rotulado de cables de línea .....	15-71
15.2.2 Rotulado de los cables en recintos técnicos y alrededores .....	15-71
15.2.3 Rotulados de los armarios, cajas y repartidores .....	15-72
15.3 Canalizaciones.....	15-72
15.3.1 Escalerillas y Bandejas .....	15-72
15.3.2 Cañerías de Acero Galvanizado .....	15-74
15.4 Protección de Partes Metálicas, Pintura y Galvanizados.....	15-76
15.4.1 Tratamiento Previo de Superficies Metálicas .....	15-76
15.4.2 Pinturas .....	15-77
15.4.3 Galvanizado en Caliente.....	15-77
15.4.4 Galvanizado en Frio .....	15-78
15.4.5 Instalaciones Eléctricas.....	15-79
15.4.6 Empalme de los Conductores .....	15-81
15.4.7 Tendido de los conductores.....	15-82
15.4.8 Pruebas de Conductores .....	15-82
15.4.9 Puesta a Tierra de las Partes Metálicas .....	15-83
15.4.10 Equipos y Herramientas .....	15-83
15.4.11 Pruebas Generales .....	15-84
15.5 Visitas a Terreno .....	15-84
15.6 Programación de los Trabajos.....	15-85
15.7 Horario de intervención .....	15-85
<b>16. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO .....</b>	<b>16-87</b>
<b>17. ACEPTACIÓN Y CONDICIONES DE RECEPCIÓN.....</b>	<b>17-90</b>
17.1 Recepción Provisional.....	17-90

---

17.2	Recepción Final .....	17-90
18.	CAPACITACIÓN.....	18-91
19.	GARANTIAS.....	19-92
20.	ASISTENCIA TÉCNICA .....	20-94
21.	DOCUMENTACIÓN .....	21-95
21.1	Manual de Operaciones.....	21-95
21.2	Planos de Instalación .....	21-95
21.3	Planos de Conexionado .....	21-95
21.4	Control de Calidad.....	21-96
22.	PLANOS Y DOCUMENTOS .....	22-97
23.	GESTIÓN Y CONTROL DE LA INGENIERÍA.....	23-98
23.1	Plazo Estimado.....	23-98
24.	GESTIÓN DE REPUESTOS Y OBSOLESCENCIA.....	24-99
24.1	Repuestos .....	24-99
24.2	Obsolescencia.....	24-99
25.	ANEXOS.....	25-100

## FIGURAS

Figura 1. Diagrama referencial de Conexión del actual sistema de alarmas PACOM.....	7-15
Figura 2. Niveles Funcionales de la Solución de Alarmas PACOM.....	7-15
Figura 3. Vista referencial de tarjeta central de RTU PACOM 1058 .....	7-17
Figura 4. Sistema de Alarmas y Control de Acceso .....	7-18
Figura 5. Esquema referencial de comunicación centralizada BIS.....	7-19
Figura 6. Controlador BOSCH D9412GV4.....	7-20
Figura 7. Diagrama de relaciones del sistema ACA.....	7-22
Figura 8. Diagrama de conexión sistema de alarmas BIS .....	7-23
Figura 9. Controlador Bosch B9512G .....	7-25
Figura 10. Componentes Sistema CCTV.....	7-26
Figura 11. Arquitectura sistema de CCTV Milestone .....	7-29
Figura 12. Niveles del sistema de CCTV Milestone.....	7-29
Figura 13. Nueva plataforma de alarmas Líneas Automáticas .....	7-32
Figura 14. Nueva plataforma de CCTV Líneas Automáticas .....	7-33
Figura 15. Integración nueva plataforma de alarmas y CCTV Líneas Automáticas, referencial. ..	7-34
Figura 16. Cableado entre Rack CCTV y Rack RMS no Crítica .....	8-38
Figura 17. Disco duro NVR 4TB.....	8-39
Figura 18. Pulsador de pánico, referencial.....	8-46
Figura 19. Sistema de Video Portero, referencial.....	8-51

## TABLAS

Tabla 1. Lista de abreviaturas .....	1-7
Tabla 2. Documentos de referencia.....	5-12
Tabla 3: Normativa aplicable .....	6-13
Tabla 4: Dispositivos de Campo .....	7-18
Tabla 5. Características del gabinete para interiores.....	9-57
Tabla 6. Características de Gabinetes para Exteriores.....	9-57
Tabla 7. Índice de Protección para Equipos .....	9-58
Tabla 8. Separación de los Soportes de Conduits. ....	15-75
Tabla 9. Valor del espesor del recubrimiento de Zinc.....	15-78
Tabla 10: Listado de Estaciones con CPSS .....	25-100
Tabla 11: Cantidad Propuesta de Equipos para cada CPSS.....	25-101
Tabla 12: Cantidad de Sensores propuestos para cada PML. ....	25-102
Tabla 13: Cantidad de Sensores propuestos para Recinto Técnico.....	25-102

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

A continuación, se presentan las siglas, términos y abreviaciones que serán utilizadas a lo largo de las presentes EFT.

<b>Abreviatura</b>	<b>Descripción</b>
API	Application Program Interface (Interfaz del programa de aplicación)
CDC	Centro de Distribución de Cargas
ACA	Alarmas y Control de Acceso
CC	Centro de Comunicaciones
CCS	Centro de Control de Seguridad
CIC	Centro Integrado de Control
CPSS	Centro de preparación para el Servicio de Seguridad
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
FO	Fibra Óptica
GE	Giga Ethernet
GMS	Graphical Management System (Sistema de gestión gráfica)
IdD	Ingeniería de Detalle
IHM	Interfaz Hombre Máquina
SCADA	Sistema de control y adquisición de Datos
EOL	End of Life (Fin de vida útil)
LSZH	Low Smoke Zero Halogen (Bajo nivel de humo cero halógeno)
NVR	Network Video Recorder (Grabador de video en red)
OO.CC.	Obras Civiles
PTZ	Pan – Tilt – Zoom
SDK	Software development kit (Kit de desarrollo de software)
SEAT	Subestación de Alta Tensión
SER	Subestación de Rectificación
SUP	Programa Actualización de Software
IP	Internet Protocol (Protocolo de Internet)
RTU	Remote Terminal Unit (Unidad Terminal Remota)
PIR	Sensor Infrarrojo Pasivo
RMS	Red Multiservicios
BIS	Building Integration System - Sistema de protección y seguridad del fabricante BOSCH

---

PACOM	Desarrollador y fabricante de soluciones de seguridad multisitio que integran hardware y software en una única solución
V1, V2	Vía 1, Vía 2
VMS	Video Management software (Software de Gestión de Video)
VVPP	Vigilantes Privados
Líneas Convencionales	Líneas donde circulan trenes con conductor (L1, L2, L4, L4A y L5)

**Tabla 1. Lista de abreviaturas**

## **1. INTRODUCCIÓN**

A raíz del estallido social del 18 de octubre del 2020, Metro de Santiago se vio en la necesidad de implementar mejoras de seguridad en toda su infraestructura tecnológica, con el objetivo de proteger a su personal de terreno, los pasajeros, los activos y a su vez, mantener la continuidad operacional.

En este contexto, se hace necesario mejorar diferentes sistemas de seguridad dispuestos en las estaciones, y otros recintos de Metro, entre ellos, los sistemas de seguridad para recintos al interior de estaciones.

Por ello, Metro ha dispuesto llevar a cabo un proyecto denominado SISTEMA DE SEGURIDAD PARA ESTACIONES, CPSS, PML Y RECINTOS TECNICOS, el cual busca cubrir las brechas tecnológicas existentes y así, garantizar la seguridad y operación de Metro. El mejoramiento de los sistemas de seguridad, permitirá a través de nuevos equipos, componentes y accesorios, alertar tempranamente ante la ocurrencia de un evento que atente contra la seguridad, permitiendo activar los protocolos operacionales y de seguridad correspondientes.

La implementación de esta solución a nivel de los sistemas de seguridad, debe considerar la ampliación de la solución existente en cada estación y la integración a las plataformas centrales en operación, de forma de poder garantizar su gestión centralizada y futuro mantenimiento.

La presente especificación funcional y técnica, define los lineamientos generales y los requerimientos mínimos para el desarrollo del proyecto de mejoramiento de los Sistemas de Seguridad para Estaciones, CPSS, PML y Recintos Técnicos de la red de Metro de Santiago.



## **2. OBJETIVO**

El objetivo del presente documento es establecer el marco referencial que deberá respetar el Contratista para el proyecto Mejoramiento de los Sistemas de Seguridad para Estaciones, CPSS, PML y Recintos Técnicos de la red de Metro de Santiago.

## **3. ALCANCE**

El presente capítulo describe en forma general, el alcance de los trabajos que deberá desarrollar el Contratista, para la ampliación e integración de los nuevos equipos, a los Sistemas de ACA y CCTV.

### **3.1 Alcance General del Proyecto**

El Contratista tendrá a su cargo la ingeniería, fabricación, suministro, transporte y almacenamiento, instalación, pruebas, puesta en servicio, suministro de repuestos, capacitaciones y garantía de los nuevos equipos, componentes y accesorios de los Sistemas ACA y CCTV. De manera particular, serán parte de su alcance las siguientes actividades:

- Ingeniería de Integración e implementación con los Sistemas ACA.
- Ingeniería de Integración e implementación con los Sistemas CCTV.
- Suministro, montaje y puesta de servicio de sensores magnéticos y sensores de movimiento (PIR), cámaras IP, cableado, extensores y accesorios.
- Suministro de todas las licencias requeridas para el buen funcionamiento del equipamiento correspondiente al proyecto las cuales deben quedar a nombre de Metro.
- Suministro de discos duros para ampliar capacidad actual de los NVR de estaciones intervenidas en líneas convencionales.
- Suministro y montaje de todas las canalizaciones secundarias necesarias.
- Suministro de todas las licencias de las cámaras requeridas por el proyecto,
- Suministro, montaje e integración a las soluciones vigentes en Metro, de todos los módulos y/o tarjetas expansoras de la solución ACA PACOM y BIS de BOSCH según corresponda, cableado y accesorios del sistema de Alarmas.
- Actualización de la interfaz gráfica y árbol de navegación, para la solución IndigoVision.

- Actualización de la interfaz gráfica y árbol de navegación, para la solución Milestone.
- Realización de todas las conexiones, configuraciones, integraciones, necesarias para la correcta habilitación del sistema IndigoVision y Milestone.
- Gestiones y coordinaciones necesarias con el administrador de los sistemas (ACA y CCTV), para realizar los trabajos que se requieran.
- Integración de los diferentes equipos periféricos a las plataformas ACA y CCTV existentes,
- Realizar la integración de los nuevos equipos a las plataformas de ACA y CCTV, en conjunto con los administradores de dichas plataformas.
- Actualización de la interfaz gráfica de la solución de ACA, PACOM y BIS.
- Suministros del 10% de los principales equipos nuevos, como concepto de repuestos.
- Realizar capacitación al personal de Operaciones y de Mantenimiento, respecto al uso de las nuevas funcionalidades y gráficas de las IHM de ACA y CCTV, así como su mantenibilidad,
- El Contratista deberá contar con personal Especialista en los sistemas PACOM, BIS, IndigoVision y Milestone.

Para la ampliación de los Sistemas ACA y CCTV, el Contratista deberá considerar todos los aspectos técnicos y funcionales de los componentes involucrados en el Proyecto, los que deberán estar diseñados para trabajar en las condiciones ambientales y eléctricas de los recintos de Metro. Si la solución técnica propuesta en la oferta presenta algún tipo de desviación respecto de los requerimientos indicados en esta especificación funcional y técnica, éstos deberán ser claramente detallados y explicados por el Contratista en su oferta.

El Contratista será el único responsable del suministro de todos y cada uno de los componentes y materiales que permitan tener un sistema completamente operativo, así como de la protección para el traslado y almacenaje de todos sus componentes y equipos, pruebas de funcionamiento, garantías, montajes, obras, licencias y todo lo necesario para una correcta operación del sistema, salvo en los casos expresamente descritos en este documento.

En el caso de existir algún requerimiento técnico o funcional que esté expresado en términos diferentes dentro de las distintas secciones de estas especificaciones o en otros

documentos de este proyecto, el Contratista deberá considerar como válido aquel más estricto.

Todos los programas de Operación, manuales de instalación, operación, programación y otros, guías para solución de averías y todo documento que entregue el Contratista, deberán ser entregados a Metro, en formato impreso y digital, según corresponda. La documentación deberá estar preferentemente en español, sin embargo, de no estar disponible en este idioma, ésta podrá ser entregada en inglés, previa aprobación de Metro.

#### 4. EXCLUSIONES

- **Canalizaciones Primarias**

- Las canalizaciones Primarias son las encargadas de soportar el cableado troncal de los diferentes sistemas que componen una estación.
- No será parte del alcance del Contratista, la instalación de las canalizaciones primarias en las estaciones, interestaciones y otros recintos de Metro.

#### 5. REFERENCIAS

A continuación, se presentan los documentos de referencia asociados a la presente especificación funcional y técnica.

N°	Identificación	Nombre del documento
[R1]	Sin identificación	Planimetría de CPSS
[R2]	Sin identificación	Planimetría PML

**Tabla 2. Documentos de referencia**

## 6. NORMATIVA

En la siguiente tabla se presenta la normativa de referencia asociada a la presente especificación funcional y técnica.

N°	Identificación	Nombre de la norma
[N1]	Sin identificación	Manual de Diseño de Instalaciones Eléctricas de los Recintos de Metro de Santiago.
[N2]	NCh. Elec. 4 / 2003	Instalaciones de Consumo en Baja Tensión
[N3]	ETGI -1.020	Especificaciones Técnicas Generales de Diseño Sísmico
[N4]	NCh 2369 Of. 2003	Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales
[N5]	IEC 60529	Grados de protección proporcionados por las cajas envolventes, índice de protección (IP)
[N6]	IEC 62262	Grados de resistencia a los golpes, índice de resistencia (IK)
[N7]	Norma EN-62676-4	Sistemas de video vigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad.
[N8]	Decreto Supremo N°38/11	Norma de Emisión de Ruidos por fuentes que Indica del Ministerio de Medio Ambiente
[N9]	DS 594/99	Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales básicas en los lugares de trabajo (art 18 y 19).
[N10]	DS 148/2004	Reglamento Sanitarios Sobre Manejo de Residuos Peligrosos del MINSAL.
[N11]	DFL 725/67	Código Sanitario (art 79 y 80)
[N12]	Decreto Supremo 43/2016	Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas del MINSAL
[N13]	D.S. N°38/2011	Del Ministerio de Medio Ambiente "Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica

**Tabla 3: Normativa aplicable**

## **7. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS ACTUALES**

A continuación, se presenta una breve descripción de los sistemas existentes de ACA Y CCTV a los cuales se deberán adicionar e integrar los nuevos equipos.

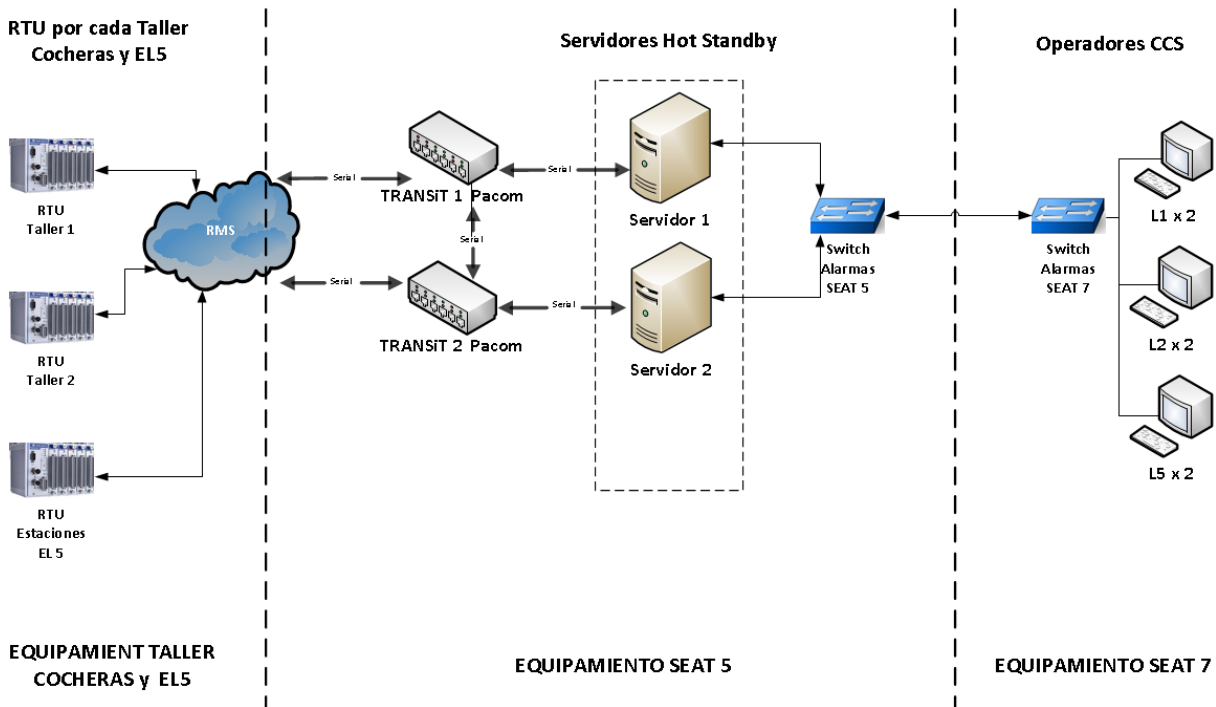
### **7.1 Sistema de Alarmas y Control de Acceso (ACA)**

#### **7.1.1 Sistema PACOM Líneas Convencionales**

En la actualidad Metro cuenta con un sistema de Alarmas y Control de Acceso denominado PACOM, para las líneas L1, L2 y L5. Este sistema permite dar apoyo a las áreas de Seguridad y Operaciones, mediante la obtención del control centralizado del estado de las alarmas en las distintas dependencias en las estaciones y sus correspondientes Talleres y Cocheras. Para alcanzar todas las Estaciones, Talleres y Cocheras, la solución es transportada por la RMS crítica disponible.

Este sistema se activa mediante la acción de sensores convencionales de distintos tipos tales como, magnéticos, detectores de humo, detectores de movimiento infrarrojos, entre otros, los cuales están conectados a una central de alarma local RTU (Unidad de Terminal Remota), ubicada en la sala técnica de cada estación o taller. Cada RTU, se conecta a través de una interfaz Ethernet a la RMS de Metro, la cual transporta las señales hasta el 5° piso del edificio SEAT, permitiendo la comunicación con los servidores de Alarmas, de acuerdo a la solución de cada Línea, y posteriormente con los operadores de la red de Alarmas Centro de Control de Seguridad, ubicados en Centro Integrado de Control 7° piso del Edificio SEAT. Finalmente, es en este punto donde se monitorean y gestionan los eventos emitidos por el sistema de alarmas.

En la figura 1, se presenta un diagrama referencial de conexión del sistema PACOM.



**Figura 1. Diagrama referencial de Conexión del actual sistema de alarmas PACOM**

El sistema de alarmas PACOM, se conforma de cuatro niveles funcionales, partiendo por el módulo de operación del sistema Cliente-GMS, siguiendo por la plataforma de administración Servidor-GMS, pasando por la RTU, y finalmente llegando a los dispositivos detectores.

En la figura 2, se observan los niveles funcionales del sistema PACOM.



**Figura 2. Niveles Funcionales de la Solución de Alarmas PACOM**

A continuación, se detalla cada nivel del sistema de alarma PACOM:

#### **7.1.1.1 NIVEL 4: Puestos de Operación CCS / Cliente-GMS**

Los operadores tienen como función monitorear, gestionar alarmas mediante el Cliente-GMS, que se encuentra en el 7° del edificio central SEAT.

#### **7.1.1.2 NIVEL 3: Plataforma de Administración de Alarmas y TransIT**

En el 5° piso del edificio central SEAT se encuentran los servidores GMS. La actual solución de gestión de seguridad está diseñada para comunicarse a través de la red de transporte IP, la que permite la conectividad con las RTU instaladas en las estaciones.

La actual plataforma de administración de alarmas PACOM está dividida en 2 soluciones independientes, con la misma arquitectura y filosofía de funcionamiento (recordar Figura N°1). Cada plataforma está compuesta por dos servidores GMS, uno principal y otro secundario (en caso de falla del principal), los que están conectados con dos interfaces controladoras de comunicación, TransIT, los que se enlazan por medio de la RMS con las controladoras de campo RTU, distribuidas en cada estación, taller o cochera, según corresponda.

La solución PACOM N°1, incluye la totalidad de las estaciones de las Líneas 1, Línea 2 y el tramo de Línea 5, abarcando desde Quinta Normal hasta Vicente Valdés.

La solución PACOM N°2, incluye la totalidad de los talleres y las estaciones del tramo de extensión de L5, abarcando desde Gruta Lourdes hasta Plaza Maipú.

#### **7.1.1.3 NIVEL 2: Dispositivos de Campo RTU**

El principal dispositivo de campo, corresponde a la RTU, ya que permite centralizar las conexiones de diferentes periféricos. El parque de RTU existente en estaciones, talleres y cocheras son marca PACOM modelo 1058 y modelo 8002.

La función principal de esta RTU, es monitorear y controlar la seguridad de un sitio de forma remota. La RTU gestiona la información del estado de los periféricos conectados a través de su red de comunicación. Como se observa en la figura 3, la RTU 1058, permite la conexión de tarjetas de expansión, por medio de las cuáles es posible controlar hasta 256 entradas y 64 salidas.





**Figura 3. Vista referencial de tarjeta central de RTU PACOM 1058**

Además, el sistema permite a los operadores del CIC controlar de forma centralizada el acceso y la apertura a distancia de las puertas de ingreso a las estaciones y dependencias anexas de Metro, según corresponda mediante una interfaz con una central telefónica y el sistema de interfonía dispuesto para tal efecto.

#### **7.1.1.4 NIVEL 1: Detectores Locales**

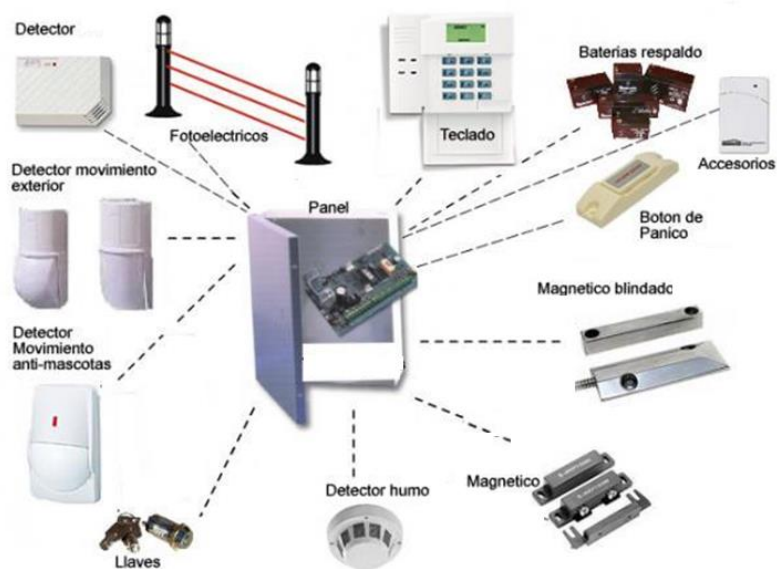
Los detectores o dispositivos locales, corresponden al último nivel de este sistema. Está compuesto por diferentes sensores convencionales tales como, magnéticos, detectores de humo, detectores de movimiento infrarrojos, entre otros, ver figura 4.

A continuación, en la tabla 4, se presentan los principales dispositivos de campo y su correspondiente ubicación (lista no exhaustiva).

Ubicación	Dispositivos Locales
Sala Técnica	Magnético normal/Detector de movimiento/Detector de humo
Boletería/sala de recaudación	Magnético normal/Detector de movimiento /Detector de humo/Botón pulsador de asalto
Otras salas/oficinas	Detector de humo
Andén	Rayo lineal
Extremo andén	Sensor volumétrico de movimiento
Acceso	Magnético extrafuerte/Detector de movimiento
Escotilla	Magnético extrafuerte
Nicho Emergencia	Magnético normal

**Tabla 4: Dispositivos de Campo**

Estos dispositivos cuentan con un contacto seco y por medio de la RTU envían información acerca del estado de su funcionamiento al GMS PACOM, según corresponda.



**Figura 4. Sistema de Alarmas y Control de Acceso**

El Control de Acceso, es controlado por personal de seguridad CCS a través de la aplicación Cliente GMS PACOM y 2 teléfonos, que les permite gestionar la apertura a distancia de las puertas de acceso a las estaciones de Metro en horario de no

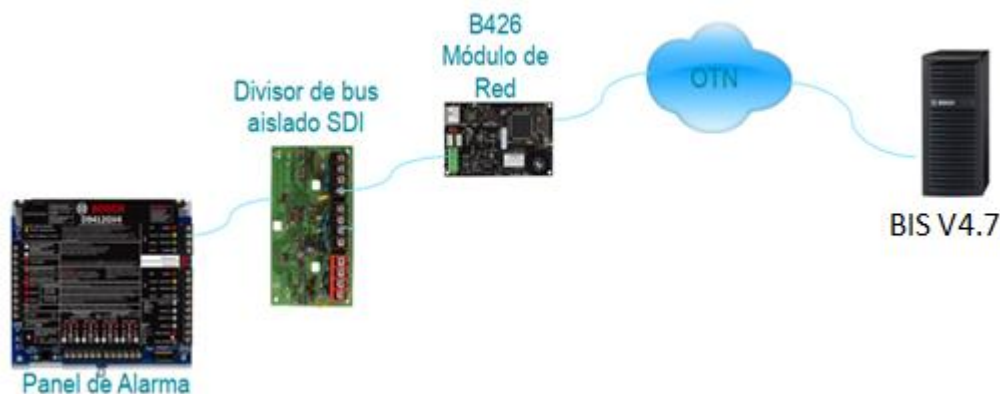
explotación comercial. En estaciones el sistema está formado por un intercomunicador, un foco halógeno con cobertura al acceso y el comando de apertura de la chapa eléctrica de puerta.

### 7.1.2 Sistema BIS Líneas Convencionales

El sistema de alarmas de L4 y L4A, corresponde a la solución de Bosch denominada BIS (Building Integration System), el cual permite obtener un control centralizado del estado de las distintas dependencias de las Líneas, Talleres y Cocheras. El sistema se activa mediante la acción de sensores de distintos tipos tales como, magnéticos, detectores de humo, detectores de movimiento, etc., los cuales son conectados a una central de alarma local RTU ubicada en salas técnicas de las estaciones.

La RTU se conecta a través de una interfaz Ethernet a la Red Multiservicio OTN X3M, la cual transporta las señales hasta el edificio central SEAT, permitiendo la comunicación con los servidores BIS V2.x y clientes de la red de alarmas ubicados en el CIC, en el 7º piso del Edificio SEAT, desde donde los operadores del CCS gestionan los eventos emitidos por el sistema de alarmas.

Producto de ejecución de un proyecto de renovación del sistema de CCTV en las estaciones de L4 y L4A, se realizó una actualización de la solución BIS, pasando desde la versión BIS V2.x a la versión BIS V4.7. Con lo cual fue posible garantizar la integración entre el sistema de ACA y CCTV (para la preposición de las cámaras, ante la detección de alguna alarma).



**Figura 5. Esquema referencial de comunicación centralizada BIS**

### 7.1.2.1 Constitución del Gabinete del Controlador

Los gabinetes del controlador de las estaciones de L4 y L4A son idénticos, siendo sus principales componentes los siguientes:

- D9412GV4 Controlador de Detección de Intrusos.
- Divisor de bus aislado SDI.
- Módulos de red B426.

### D9412GV4 Controlador de Detección de Intrusos

El controlador D9412GV4, permite la integración de los sistemas de acceso, incendios e intrusión. Proporciona hasta 246 puntos con una combinación de dispositivos cableados o inalámbricos a fin de disponer de mayor flexibilidad de instalación y hasta 32 áreas. Cada controlador, está equipado de un módulo de enlace Ethernet RJ45 para la conexión a la Red RMS.



Figura 6. Controlador BOSCH D9412GV4

### 7.1.3 Sistema de Alarmas de Líneas Automáticas

En la actualidad Metro cuenta para sus líneas automáticas L3 y L6, de una plataforma de Alarmas y Control de Acceso (ACA) del fabricante BOSCH el cual está conectado al Sistema SCADA a Nivel Central y Local que es el sistema encargado de informar a los operadores de los estados de los equipos del terreno, el sistema SCADA supervisa en tiempo real estos equipos.

Este sistema permite dar apoyo a las áreas de Seguridad y Operaciones, mediante la obtención del control centralizado del estado de las alarmas en las distintas dependencias en las estaciones y sus correspondientes talleres y cocheras. Para alcanzar todos estos recintos, el sistema se apoya en la solución del transporte multiservicio (RMS) disponible en cada línea.

La misión principal del sistema ACA, es ofrecer los medios para incrementar la seguridad física de equipos e instalaciones (infraestructura, edificios, entre otros), mediante la restricción del ingreso a la propiedad (edificio o recinto), permitiendo solamente el acceso de personal debidamente autorizado.

El sistema ACA de L3 y L6, se activa mediante la acción de sensores convencionales de distintos tipos tales como, magnéticos, detectores de humo, infrarrojos detectores de movimiento, entre otros, los cuales están conectados a una central de alarma local RTU, ubicada en la sala técnica de cada estación, taller y/o cochera. Cada RTU, se conecta a través de una interfaz Ethernet a la RMS de Metro, la cual transporta las señales hasta el Data center de L3 y L6, ubicado en la estación Ñuñoa, en la intersección de Av. Pedro de Valdivia con Av. Irrazábal, permitiendo la comunicación con los servidores de Alarmas, y posteriormente con los operadores del CCS, ubicados en Centro de Control Operacional CCO ubicado en la misma estación, desde donde se monitorean y gestionan los eventos emitidos por el sistema de alarmas

En el dominio de aplicación de los sistemas de transporte, la seguridad física puede ser definida de la siguiente manera:

- **Gestión del Control de Acceso (SCA):** Misión garantizada por un conjunto de dispositivos y sistemas de gestión que permiten realizar las siguientes funciones comunes:

- Autorizar/negar la entrada a las instalaciones y locales técnicos de acuerdo a la estrategia de control de acceso de las líneas 3 y 6 (perfil de operador, clasificación del recinto, horarios, etc.).
  - Registrar y archivar las autorizaciones de acceso realizadas en instalaciones y locales técnicos para permitir que posteriormente se puedan realizar investigaciones (en caso de presentarse un evento anormal o un incidente mayor).
- **Sistema de Detección de Intrusos (SDI):** Su misión es detectar e informar al operador del sistema sobre un evento anormal o alguna condición en correlación con la estrategia del SCA. Al mismo tiempo, se encarga de registrar y archivar las alarmas relacionadas a la detección de intrusos.



**Figura 7. Diagrama de relaciones del sistema ACA**

#### **7.1.3.1 Sistema de Alarmas BIS (Bosch)**

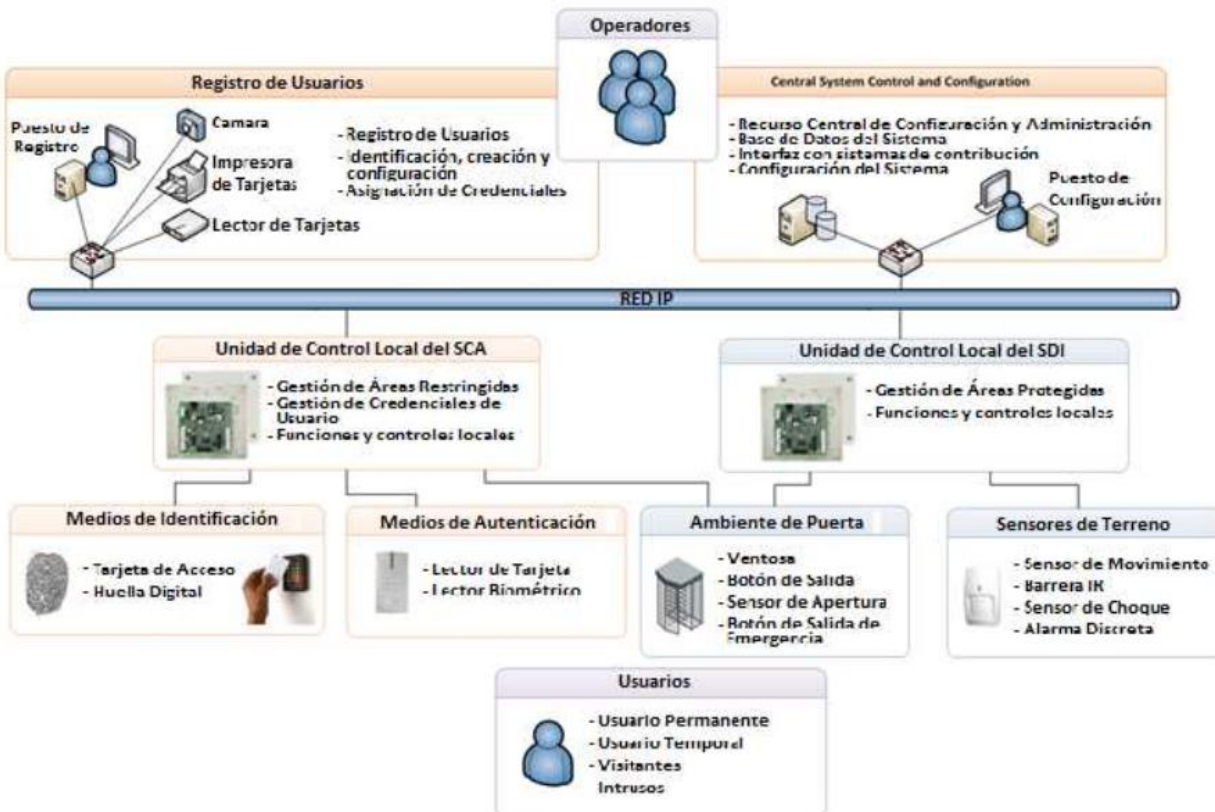
El sistema de alarmas de líneas automáticas, corresponde a la solución BIS de Bosch la cual es un sistema integral que proporciona las herramientas necesarias para el control y la supervisión de las instalaciones Metro, así como también la supervisión de las áreas sensibles a sufrir cualquier intento de intrusión o sabotaje.

Las características principales de este sistema son las siguientes:



### Sistema de Detección de Intrusos (SDI):

- Monitorear intrusiones sobre áreas protegidas.
- Monitorear intrusiones de perímetro (acceso a las estaciones).
- Levantar alarmas en caso de cualquier intrusión en base a periodos de tiempo preestablecidos.



**Figura 8. Diagrama de conexión sistema de alarmas BIS**

La unidad de control local denominado SDI es el equipo que gestiona los dispositivos de terreno con el fin de alertar sobre intrusiones en áreas protegidas definidas. El controlador recibe información de los sensores en terreno la cual utiliza para determinar exactamente en cual área protegida se detecta una intrusión. Basado en dicha información, el controlador puede bloquear/desbloquear puertas, activar alarmas sonoras, y comunicar el estatus a una aplicación de supervisión para alertar al operador del Sistema.

La unidad de control local del SDI, actualmente soporta los siguientes dispositivos de intrusión:

- Sensor de movimiento volumétrico.
- Sensor de apertura de puerta.
- Alarma discreta (Botón de Pánico).
- Sensor de haz infrarrojo.

Los armarios, configurados a partir de sus elementos principales, el controlador para el control de acceso y el controlador para la detección de intrusos, están dedicados a la gestión de las funciones de "adquisición y mandos" del sistema control de acceso y detección de intrusos.

#### **7.1.3.2 Constitución del Gabinete del Controlador IDS**

Los gabinetes del controlador IDS de las estaciones de L3 y L6 son idénticos, siendo sus principales componentes los siguientes:

- D8103 Gabinete IDS.
- B9512G Controlador de Detección de Intrusos.
- D1640 Alimentación.
- D126 Batería 12 Ah.
- D208 Tarjeta de extensión de 8 inputs.

#### **B9512G Controlador de Detección de Intrusos**

El controlador B9512G, permite la integración de los sistemas de acceso, incendios e intrusión. Proporciona hasta 599 puntos con una combinación de dispositivos cableados o inalámbricos a fin de disponer de mayor flexibilidad de instalación y hasta 32 áreas y 32 puertas para hasta 2000 usuarios. Cada controlador, está equipado de un enlace Ethernet RJ45 para la conexión a la Red RMS.





**Figura 9. Controlador Bosch B9512G**

## 7.2 Sistema CCTV Líneas Convencionales

En la actualidad Metro cuenta con un sistema de CCTV centralizado para sus líneas convencionales, orientado a cubrir las necesidades de las áreas de Seguridad, Flujos y Operaciones, entre otras.

El sistema CCTV permite disponer de visibilidad en tiempo real y diferido los eventos que se están produciendo en la Red de Metro, de forma centralizada en el CIC, ubicado en el 7° piso del edificio SEAT, ubicado en Lord Cochrane, desde donde se observan y controlan todas las cámaras de las líneas convencionales.

El sistema CCTV está conformado por una plataforma de administración centralizada, con almacenamiento de video distribuido en cada estación y en los talleres, lo que permite un funcionamiento local sin afectar el funcionamiento normal en caso de fallas en la plataforma de administración central, o pérdida de comunicación con el CIC.

A continuación, se describe la estructura actual del sistema CCTV existente en la red de Metro.

### 7.2.1.1 Componentes del Sistema CCTV Líneas Convencionales

El sistema de CCTV se compone de cinco niveles funcionales, como se aprecia en la figura 5.

Nivel 5	• Puestos de operación CIC (IHM-CCTV)
Nivel 4	• Plataforma de administración del video en red (VMS)
Nivel 3	• Grabadores de video en red (NVR)
Nivel 2	• Cámaras de video en Red
Nivel 1	• Interfaces con otros sistemas

**Figura 10. Componentes Sistema CCTV**

#### **7.2.1.2 Nivel 5: Puestos de Operación CIC (IHM-CCTV)**

De acuerdo al perfil que poseen estos operadores es posible controlar las cámaras PTZ mediante preposiciones o control de mando manual, junto con seleccionar qué cámaras se verán en cada IHM de CCTV. Los operadores, dependiendo de su perfil en la IHM del CCTV, pueden acceder a las imágenes en tiempo real, tiempo diferido, y exportación de videos.

#### **7.2.1.3 Nivel 4: Plataforma de Administración del Video en Red (VMS)**

El sistema CCTV utiliza la aplicación de administración y configuración dedicada VMS Control Center, marca IndigoVision, para gestionar la visualización de cámaras en tiempo real y diferido, que permite alertar a los operadores en caso de incidentes en los diferentes puntos que se están monitoreando.

#### **7.2.1.4 Nivel 3: Grabadores de Video en Red (NVR)**

La principal función de estos NVR es la de almacenar las grabaciones provenientes de las cámaras de video vigilancia. Esta grabación está disponible de forma íntegra en los respectivos NVR, sin modificaciones y con una calidad que permite el análisis de video relacionado a investigaciones de incidentes dentro de las dependencias Metro.

El sistema CCTV, actualmente cuenta con un NVR por estación, taller o cochera, de manera que se encuentra grabando las cámaras locales y almacenan durante al menos treinta días consecutivos y sin interrupción las grabaciones. Al cabo de este tiempo, las grabaciones más antiguas son reemplazadas por las nuevas grabaciones.

En caso de falla, permite una configuración de redundancia para los NVR, o Failover, lo que garantiza no interrumpir en ningún momento las grabaciones de video proveniente de los diferentes NVR distribuidos en estaciones, talleres o cocheras.

#### **7.2.1.5 Nivel 2: Cámaras de Video en Red**

En líneas convencionales, el sistema CCTV cuenta en todas sus estaciones con cámaras IP, PTZ o fija, las cuales se codifican, se graban localmente en un NVR y se visualizan de forma centralizada en el CIC, mediante un VMS Control Center, marca IndigoVision.

#### **7.2.1.6 Nivel 1: Interfaces con Otros Sistemas**

Adicionalmente, el sistema CCTV se intercomunica con los sistemas siguientes:

- **Red Multiservicios (RMS):**

Esta interfaz tipo física permite la conectividad y distribución del sistema de CCTV en la RMS, correspondiente a una red de tecnología IP, compatible con las versiones IPv4 e IPv6.

- **Cronometría**

La interfaz del sistema de CCTV con el sistema de cronometría es de tipo física e informática. El objetivo de esta interfaz es sincronizar a través del protocolo NTP, la hora de referencia de todos los dispositivos que forman parte del sistema de CCTV de Metro.

- **Sistema de Alarmas y Control de Acceso (ACA)**

La interfaz del sistema de CCTV con el sistema ACA es lógica e informática. El objetivo de esta interfaz es pre-posicionar las cámaras ante la aparición de una alarma particular.

### **7.3 Sistema CCTV Líneas Automáticas**

En la actualidad Metro cuenta para sus líneas automáticas, con una plataforma de CCTV denominada Milestone, la cual permite cubrir las necesidades de las áreas de Seguridad, Flujos y Operaciones.

Estos sistemas permiten dar apoyo a las áreas de Seguridad y Operaciones, mediante la obtención del control centralizado del estado de las alarmas en las distintas

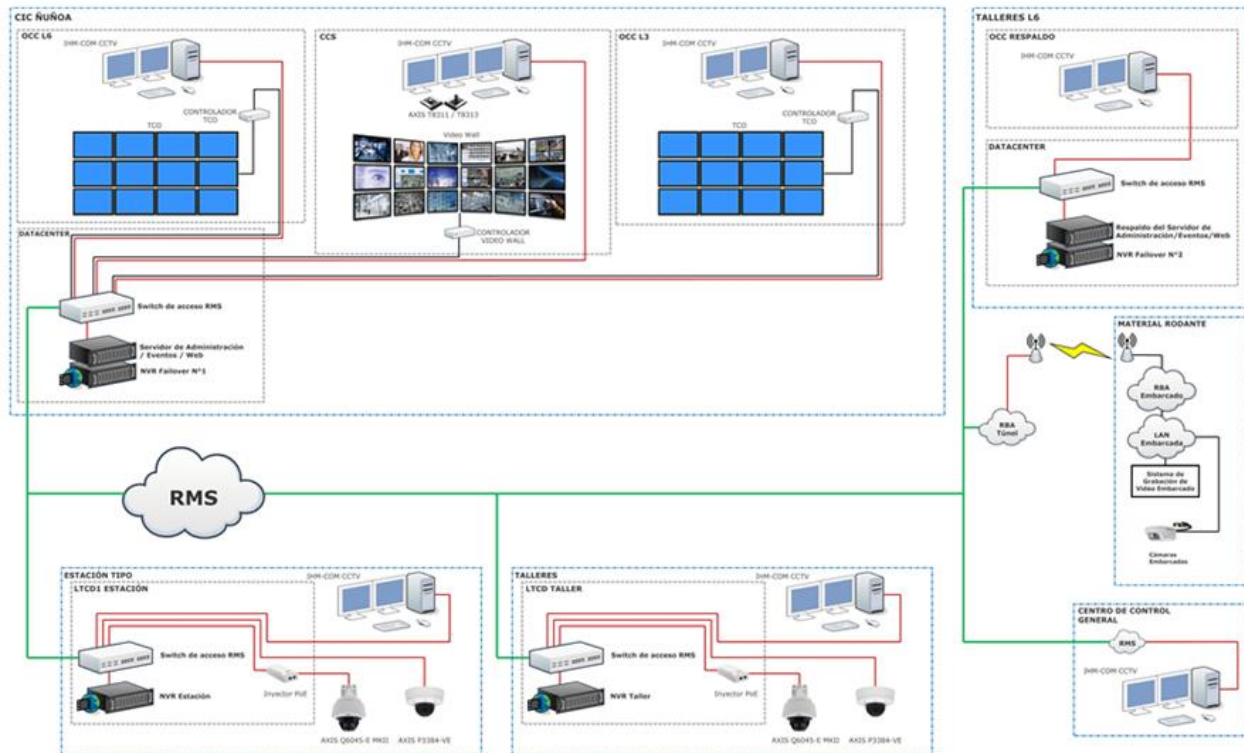
dependencias en las estaciones y sus correspondientes talleres y cocheras. Para alcanzar todos estos recintos, el sistema se apoya en la solución es transporte multiservicio (RMS) disponible en cada línea.

#### **7.3.1.1 Sistema de CCTV Milestone**

La arquitectura del sistema de CCTV de líneas automáticas, es una arquitectura basada completamente en tecnología IP, compatible con las versiones IPv4 e IPv6. El detalle general de esta arquitectura se encuentra representado en la siguiente figura, en donde se muestra un conexionado general de todos los componentes que forman parte de esta arquitectura.

Este sistema se compone de una plataforma de administración centralizada y redundante en los respectivos centros de control, con almacenamiento de video distribuido por cada estación, taller y tren, lo que permite un funcionamiento local sin afectar el funcionamiento normal en caso de fallas en la plataforma de administración central, o pérdida de comunicación con los centros de control OCC u OCCR.

Para poder realizar la visualización de las distintas zonas de estaciones, talleres y trenes, se disponen de dos tipos de cámaras de CCTV: cámaras fijas y PTZ para estaciones, y cámaras fijas para el material rodante.



**Figura 11. Arquitectura sistema de CCTV Milestone**

El sistema de CCTV se conforma de cuatro niveles funcionales, desde el módulo de operación del sistema (IHM-COM CCTV), siguiendo por la plataforma de administración (VMS), pasando por el almacenamiento del video, llegando hasta la cámara de circuito cerrado de televisión. Los niveles funcionales se dividen en:

<b>Nivel 4</b>	• Puestos de operación CCO (IHM-COM CCTV)
<b>Nivel 3</b>	• Plataforma de administración del video en red (VMS)
<b>Nivel 2</b>	• Grabadores de video en red (NVR)
<b>Nivel 1</b>	• Cámaras de CCTV

**Figura 12. Niveles del sistema de CCTV Milestone**

En la siguiente figura, se observa la arquitectura funcional del sistema de CCTV, separada en los cuatro niveles funcionales que componen el sistema, desde el nivel más alto, que

corresponde al módulo de operación de la IHM-COM CCTV, hasta el nivel más bajo correspondiente a la cámara de CCTV.

#### **7.3.1.2 Nivel 4: Puestos de Operación CCO (IHM-COM CCTV)**

Este nivel corresponde a la interfaz gráfica de la IHM-COM para administrar, configurar y operar el sistema de CCTV. La IHM-COM CCTV no constituye un sistema por sí sola, sino más bien, corresponde a una capa superior que depende de la interacción con las capas inferiores del sistema de CCTV para poder funcionar.

El objetivo de la IHM-COM, es proporcionar una interfaz gráfica amigable al operador, pudiendo desde una misma aplicación operar la totalidad de los sistemas COM. Para el caso específico del módulo funcional IHM-COM CCTV, según el perfil del operador, es posible exportar las imágenes provenientes de todas las cámaras del sistema CCTV en tierra.

#### **7.3.1.3 Nivel 3: Plataforma de Administración del Video en Red (VMS)**

Este nivel consiste en el VMS que administrará centralizadamente la gestión del sistema proveniente de las cámaras, grabadores, operadores y equipos de CCTV externos (como por ejemplo, cámaras de ascensores). Existe un servidor principal que aloja la plataforma de software de administración de video, y un servidor de respaldo para otorgar redundancia al sistema.

Esta plataforma de video, o VMS, realiza la gestión y configuración del sistema de CCTV. Por medio de esta plataforma se le da a la IHM-COM CCTV privilegios de operación deseados para cada perfil de usuario. De acuerdo a estos perfiles, es posible controlar las cámaras PTZ mediante preposiciones o control de mando, junto con seleccionar qué cámaras se visualizan en la IHM-COM CCTV.

El VMS también recibe las alarmas funcionales gatilladas por la IHM para enclavar la cámara asignada a este evento. De esta forma, siempre que se genere una alarma, será visible desde la IHM-COM CCTV una imagen de una cámara que permitirá a los diferentes operadores en los OCC, CCS, PMT, u otro, ver lo que sucede y el motivo de la generación de esta alarma.

#### **7.3.1.4 Nivel 2: Grabadores de Video en Red (NVR)**

Este nivel corresponde a los NVR en tierra, talleres y en trenes. La configuración de estos NVR de tierra corresponde a una arquitectura de almacenamiento distribuido, diseñada para que en cada lugar exista una grabación local.

La asociación de las cámaras a los distintos NVR locales se configura directamente desde el VMS del sistema, y en caso de falla de un NVR, el flujo de video pasará directamente desde la cámara hacia el NVR de respaldo ubicado en el Datacenter del CIC de Ñuñoa o hacia el NVR de respaldo ubicado en el Datacenter de Cerrillos. Estos NVR de respaldo están inactivos hasta que el sistema detecte una falla en un NVR de estación, en este caso el VMS redirigirá el flujo de las cámaras que estaban asociadas al NVR en falla, a uno de los dos NVR de respaldo ubicados en los Datacenter respectivos.

#### **7.3.1.5 Nivel 1: Cámaras de CCTV**

Este nivel hace referencia a las cámaras de CCTV, las cuales deben visualizar en todo momento y sin puntos ciegos todos los niveles de estaciones, trenes y talleres. Estas cámaras serán fijas o móviles (PTZ) según sea el caso.

### **7.4 Proyectos en Ejecución**

En la actualidad Metro se encuentra implementando diferentes proyectos de seguridad, los cuales son complementarios al proyecto descrito en las presentes especificaciones funcionales y técnicas, estos proyectos complementarios tienen alcance tanto en líneas convencionales como en líneas automáticas. Particularmente para las líneas automáticas, existe un proyecto en el cual se implementará una nueva solución centralizada de Alarmas y CCTV.

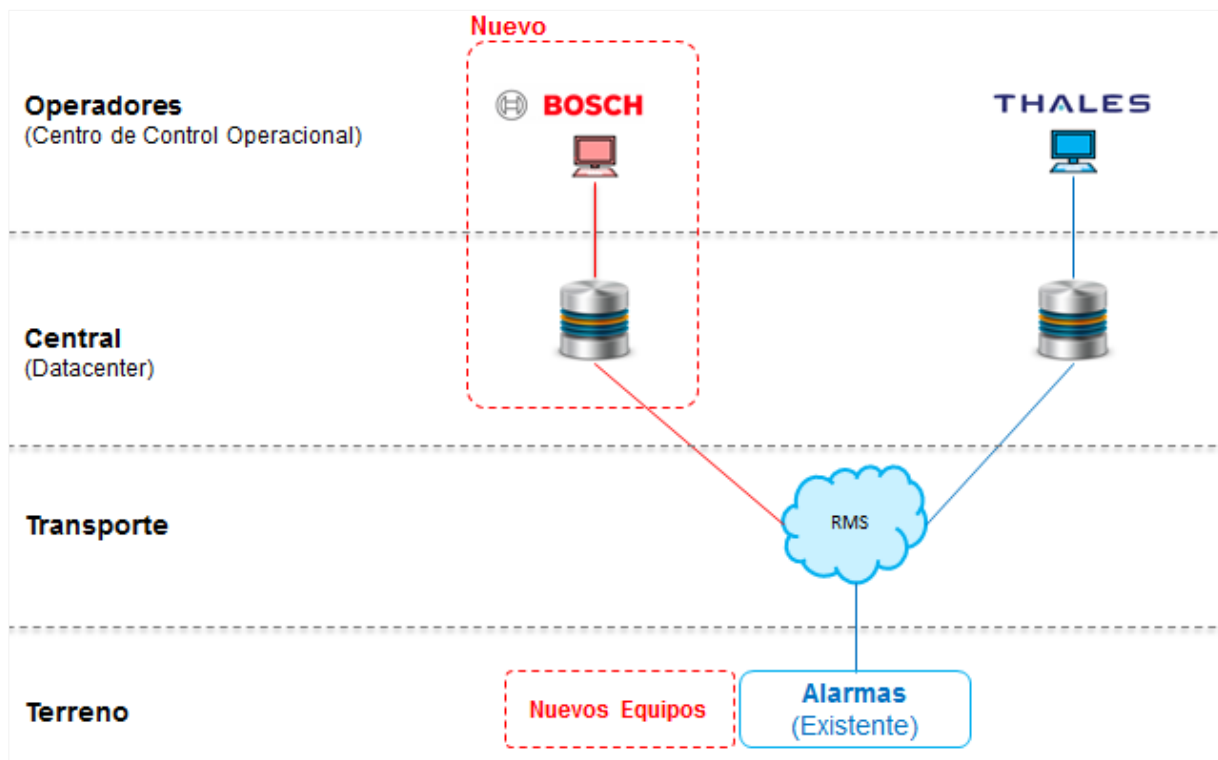
Como se indicó en los capítulos anteriores, las plataformas centrales de los sistemas de Alarmas y CCTV, están basados en soluciones de software propietarios, lo cual impide que un tercero pueda realizar las modificaciones que se requieren a la hora de ampliar las capacidades de dichos sistemas. Es por esto que uno de los proyectos de seguridad complementarios implementará una nueva plataforma central, mediante la cual se logrará una independencia de las actuales soluciones.



### 7.4.1 Sistema de Alarmas

El nuevo sistema de Alarmas, se basará en una solución centralizada del fabricante BOSCH, denominada BIS.

La nueva plataforma de alarmas aprovechará toda la infraestructura disponible a nivel de terreno a la que se conectará por medio de la RMS. La información proveniente desde terreno, se almacenará en nuevos servidores centralizados, los cuales darán soporte a las nuevas IHM de Operación. Las nuevas IHM de Operación, contarán con la interfaz gráfica BIS en su versión comercial más reciente.



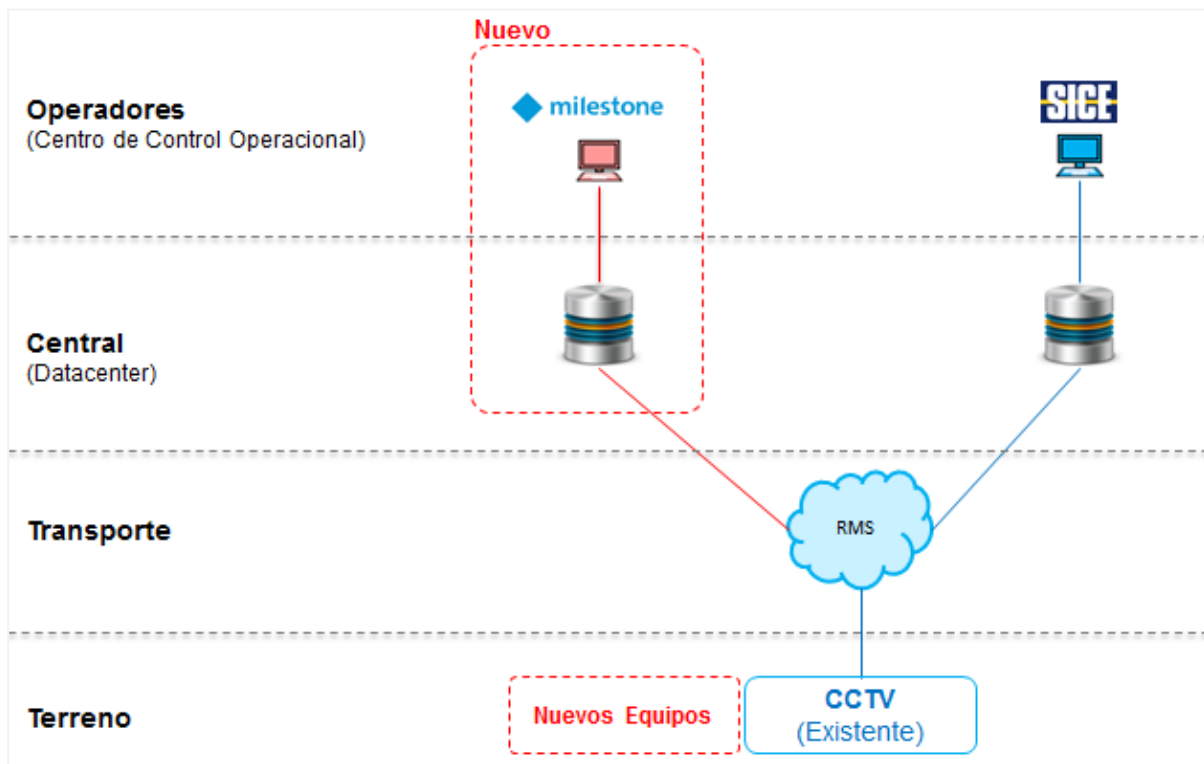
**Figura 13. Nueva plataforma de alarmas Líneas Automáticas**



## 7.4.2 Sistema de CCTV

El nuevo sistema de CCTV, se basará en una solución centralizada del fabricante MILESTONE.

La nueva plataforma de CCTV aprovechará toda la infraestructura disponible a nivel de terreno a la que se conectará por medio de la RMS. La información proveniente desde terreno, se almacenará en nuevos servidores centralizados, los cuales darán soporte a las nuevas IHM de Operación. Las nuevas IHM de Operación, contarán con la interfaz gráfica de Milestone en su versión comercial más reciente.

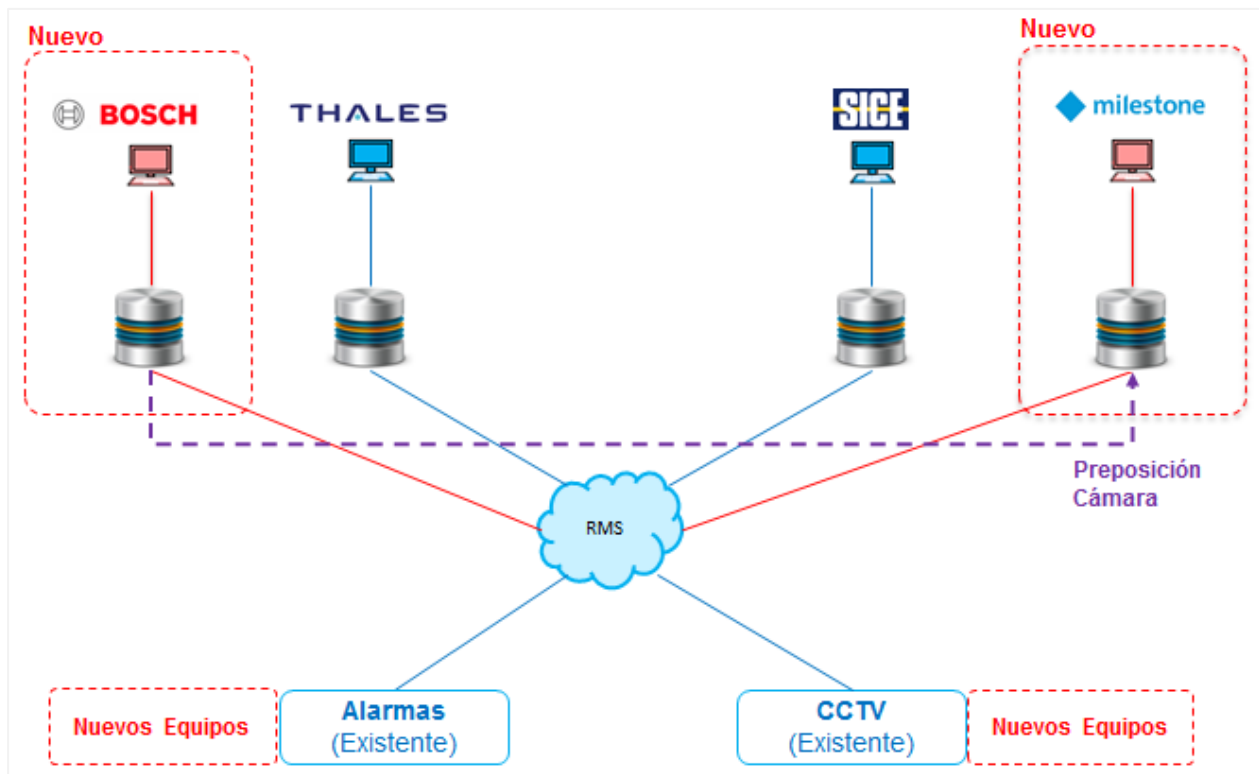


**Figura 14. Nueva plataforma de CCTV Líneas Automáticas**

### 7.4.3 Integración Sistema de Alarmas y CCTV

Para garantizar la integración entre las nuevas plataformas centralizadas de Alarmas y CCTV, se hará uso de los conectores de software desarrollados en conjunto por ambos fabricantes,

Bosch/Milestone han desarrollado soluciones de software que permiten la integración de los sistemas de CCTV (video seguridad), detección de intrusión, control de acceso, detección de incendio, entre otros.



**Figura 15. Integración nueva plataforma de alarmas y CCTV Líneas Automáticas, referencial.**

## **8. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA**

A continuación, se presentan los requerimientos funcionales y técnicos para el mejoramiento de los Sistemas de Seguridad para Estaciones, CPSS, PML y Recintos Técnicos de la Red de Metro de Santiago.

### **8.1 Consideraciones Generales**

#### **REC-INT-01**

A nivel de las condiciones y requerimientos operacionales, los nuevos equipos, componentes y accesorios, deberán ser compatibles con las plataformas existentes a modo de mantener el modelo operacional de los operadores del CCS y CCO según corresponda para líneas convencionales y automáticas.

#### **REC-INT-02**

El Contratista tendrá a su cargo la ingeniería, fabricación, suministro, transporte y almacenamiento, instalación, modificación, integración, pruebas, puesta en servicio, garantía, suministro de repuestos, capacitaciones y garantías, relacionadas con los nuevos equipos a ser integrados a los sistemas de ACA y CCTV de este proyecto.

#### **REC-INT-03**

El Contratista deberá considerar y suministrar todos los trabajos, materiales, software, licencias, herramientas y equipos, entre otros, y efectuar todas las operaciones o actividades para diseñar, construir, instalar, configurar, probar y poner en servicio los nuevos equipos de acuerdo a lo especificado en el presente documento.

#### **REC-INT-04**

Será responsabilidad del Contratista proveer todo suministro y habilitar toda la operatividad especificada en el presente documento, necesaria para lograr el alcance del de las presentes EFT.

#### **REC-INT-05**

El Contratista deberá considerar en su diseño que la operación de los nuevos equipos, componentes y accesorios de los sistemas ACA y CCTV, será durante las 24 horas al día, los 365 días del año.

**REC-INT-06**

Todos los equipamientos, elementos de montaje, cables, conectores, y accesorios que componen los sistemas de CCTV y ACA, de las presentes EFT, deben ser nuevos y sin uso y de última generación aprobada comercialmente.

**REC-INT-07**

Ante un corte franco de energía prolongado, los equipamientos y dispositivos de campo deben levantarse de manera automática y quedar operativos una vez reestablecida la energía sin necesidad de intervención de operadores o administradores.

**REC-INT-08**

Para la energización del equipamiento, el Contratista deberá realizar la conexión eléctrica de todos sus equipos y dispositivos, incluyendo Memoria de Cálculo, el suministro de tablero, cables y protecciones eléctricas. Metro proveerá un punto de energía eléctrica en el recinto técnico de cada estación.

**REC-INT-09**

El Contratista deberá considerar en su propuesta, sólo tecnologías de última generación al momento de implementar y que lleven en producción un mínimo de dos (2) años. No serán aceptados los prototipos. El Contratista deberá acreditar mediante un documento las referencias de la tecnología implementada.

**REC-INT-10**

Por defecto, se deben desactivar las funciones de actualización automática de cualquier sistema o equipo; sin embargo, el Contratista deberá proponer una solución para administrar esta función.

**REC-INT-11**

Todo el hardware de campo debe ser compatible con las plataformas existentes de ACA y CCTV.

**REC-INT-12**

Será alcance del Contratista el suministro de los sistemas de alarmas y CCTV (API, SDK y documentación) necesarias para el desarrollo de los módulos de integración. Este deberá ser entregado como parte de la Documentación Técnica a Metro.

**REC-INT-13**

Será responsabilidad del Contratista el suministro e instalación de las canalizaciones secundarias necesarias para la correcta operación de los sistemas de seguridad descritos en las presentes EFT. Las canalizaciones secundarias corresponden a las que se encuentran entre el dispositivo final y la Bandeja o canalización primaria.

**REC-INT-14**

Las canalizaciones secundarias, ya sean bandejas, ductos, tuberías, escalerillas o cañerías, deberán ser de acero galvanizadas y deberán cumplir con lo indicado en el numeral 8.2 de la norma NCh. Elec. 4/2003 [N2].

**REC-INT-15**

Las pasadas de muros y losas para bandejas y escalerillas luego de la instalación de los conductores, se deberán sellar con un material resistente a la llama en base a una espuma de silicona expandible, RTV 3-6548 de Mathiesen o similar.

**8.1.1 Requerimientos Generales Sistemas de CCTV****REC-INT-16**

La solución de CCTV diseñada para el proyecto, permitirá visualizar en tiempo real y en tiempo diferido todas las imágenes provenientes de las cámaras de CCTV, por los Operadores de la Red Metro de acuerdo a su perfil.

**REC-INT-17**

Las cámaras a implementar deberán ser completamente en tecnología IP.

**REC-INT-18**

Los rangos de direccionamiento IP, máscara de red y puerta de enlace, serán asignados por Metro. En caso de no existir disponibilidad, es responsabilidad del oferente suministrar lo necesario para implementar la solución.

**REC-INT-19**

Todas las conexiones de los equipos de CCTV se deberán interconectar con la RMS al menos con cables STP CAT6A, con conectores RJ-45.

**REC-INT-20**

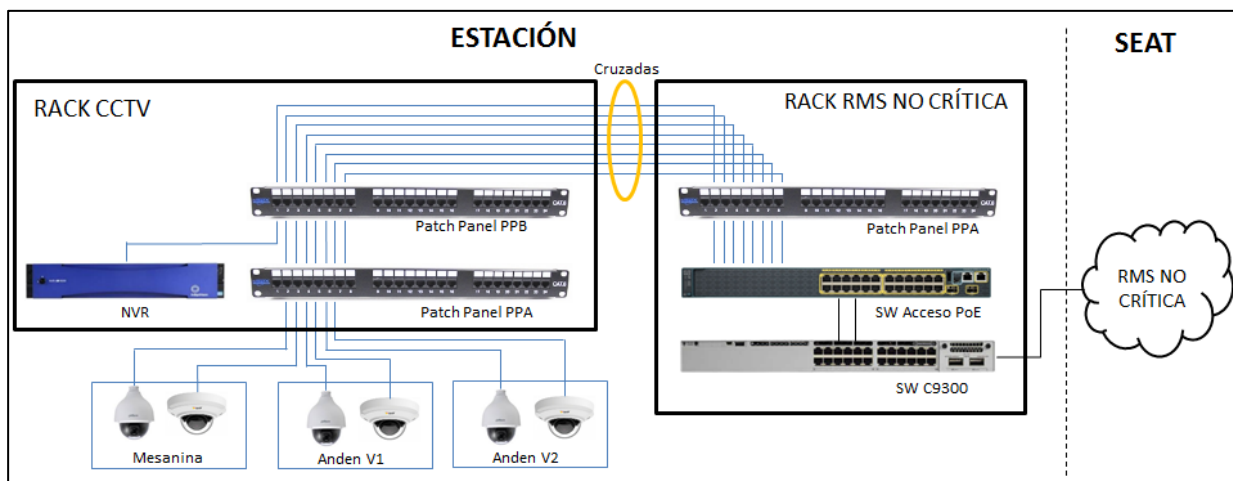
Se deberán editar y/o crear los mapas de ubicación de cámaras en el VMS. Para ello, deberán usar las opciones de mapas nativas de los VMS IndigoVision y Milestone.

**REC-INT-21**

La solución de CCTV deberá considerar el diseño y suministro del sistema e interfaces de acuerdo a las plataformas centrales que posee Metro actualmente.

**REC-INT-22**

Todas las cámaras deberán ser cableadas hasta el patch panel del rack CCTV actual ubicado en sala técnica de la estación, posterior a esto, realizar la cruzada al patch panel reflejo del rack de RMS no crítica. Será trabajo del Contratista, suministrar todos los elementos necesarios para asegurar esta conexión.



**Figura 16. Cableado entre Rack CCTV y Rack RMS no Crítica**

**REC-INT-23**

El Contratista deberá considerar el suministro de un Patch panel de 24 interfaces, 19", para cada estación donde se encuentre el recinto a securizar.

**REC-INT-24**

Para la conexión de las cámaras a la RMS, se podrán considerar enlaces de fibra óptica con conversor de medio, o mediante cobre, en éste último caso, si la distancia entre la cámara y algún nodo de la RMS sea superior a las establecidas por las normativas de cableado estructurado, el Contratista deberá considerar un elemento de tipo extensor para garantizar la comunicación entre equipos

**REC-INT-25**

El contratista debe hacerse cargo de incluir dispositivos extensores de red ethernet para CCTV, que permitan desde un mismo puerto del Switch conectar más de una cámara.

**REC-INT-26**

Los nuevos flujos de video se deberán almacenar en el NVR existente de la estación correspondiente.

**REC-INT-27**

Dentro del alcance de éste proyecto, se debe considerar el suministro de un disco duro por NVR por cada estación intervenida de líneas convencionales; para estaciones de líneas automáticas no se requieren discos duros.

Este disco duro deberá ser de idénticas características a los discos actualmente en uso. Como referencia, considerar 4TB 7.2K RPM SATA 6GBPS DELL.

La instalación y actualización del arreglo RAID del NVR, no será parte del Alcance de éste proyecto. Este trabajo será realizado por Metro S.A. o a quien Metro S.A. designe.



**Figura 17. Disco duro NVR 4TB**

**REC-INT-28**

El Contratista deberá suministrar licencias para las cámaras IP que se adicionarán a la grabación a través del software IndigoVision y Milestone.

**REC-INT-29**

Las cámaras a suministrar deberán contar con SUP, mínimo de 1 año a partir de la recepción provisional.

**REC-INT-30**

El Contratista deberá efectuar un estudio o foto montaje de cobertura en planos 2D o 3D para validar la ubicación y rango de visión de cada cámara antes de su implementación.

**REC-INT-31**

Las cámaras a suministrar deberán cumplir Norma EN-62676-4 correspondiente a Sistemas de video vigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad.

**REC-INT-32**

Se deberá escoger el tipo de cámara según las necesidades profesionales y el entorno (obstáculos, luminosidad, variación de luminosidad, distancias involucradas, amplitud de campo, entre otros). Toda característica que no sea especificada técnicamente en este documento, debe ser diseñada de acuerdo a las características funcionales indicadas anteriormente.

**REC-INT-33**

Las cámaras deberán ser configurables o programadas de forma remota, a través de una interfaz provista por el fabricante.

**REC-INT-34**

Las cámaras deberán ser configuradas para recibir la hora proporcionada por la central horaria de Metro S.A., a través de protocolo NTP. Esta transmisión de la señal horaria se realizará a través de la RMS no crítica dispuesta en estaciones.



**REC-INT-35**

Las nuevas cámaras fijas, deberán cumplir como mínimo con las siguientes características:

- Cámara IP, Color Día/Noche,
- Sensor CMOS,
- Lente Varifocal rangos de 2,7 a 12 mm,
- Resolución 1920 x 1080,
- Conexión Ethernet nativa de fábrica 100Base-TX, para streaming de video en vivo y vía Web Browser,
- Compresión mínima H.264,
- 3 Stream de video simultáneos,
- Velocidad de imágenes desde 10 hasta 30 FPS,
- Gestión del ancho de banda (CBR/VBR).
- ONVIF Con Perfil S,
- Rango Dinámico desde 85dB,
- Balance de blanco automático,
- Housing exterior mínimo IP56 e IK10,
- Visión Nocturna 20m,
- Sensibilidad hasta 0.15 lux en (Color) y hasta 0.03 lux (Blanco/Negro),
- Temperatura de Operación mínima entre -10°C y 50°C,
- MTBF >50.000 hrs,
- Menú en inglés o español,
- Analítica de video: Como mínimo tampering, detección de movimiento.

**REC-INT-36**

La solución de CCTV debe ser compatible 100% con el VMS INDIGOVISION o VMS MILESTONE versión según corresponda:

- L1: INDIGOVISION versión 13
- L2: INDIGOVISION Versión 16.0.3
- L4: INDIGOVISION Versión 16.0.3
- L5: INDIGOVISION Versión 16.0.3
- L3: MILESTONE versión XProtect Corporate Versión 2019R2
- L6: MILESTONE versión XProtect Corporate Versión 2019R2

O la versión vigente en Metro al momento de la implementación.

## **8.1.2 Requerimientos Generales Sistemas de ACA**

### **REC-INT-37**

El mejoramiento de los sistemas de seguridad, deberá permitir monitorear y gestionar las alarmas, de forma centralizada desde el puesto de operadores CCS correspondiente, ubicados en el piso 7° del SEAT para líneas convencionales y el CCO ubicado en la estación Ñuñoa para líneas automáticas.

### **REC-INT-38**

Los diferentes dispositivos de alarmas que implementará el proyecto en líneas L1, L2 y L5, deberán ser incorporadas a la solución PACOM N°1 o PACOM N°2, según la estación que corresponda.

### **REC-INT-39**

Los diferentes dispositivos de Alarmas que implementará el proyecto en líneas L4, L4A, L3 y L6 deberán ser incorporadas a la solución de BOSCH – BIS locales, e integradas a las plataformas centrales (CIC y CCO) correspondientes para su supervisión y control.

### **REC-INT-40**

Los sensores deberán ser compatibles 100% con la versión del sistema de alarmas correspondiente, vigente en Metro, al momento de la implementación.

### **REC-INT-41**

El Contratista debe proveer un solo modelo para cada tipo de dispositivo de campo, de acuerdo a su funcionalidad y ubicación, para unificar el parque.

### **REC-INT-42**

El Contratista deberá suministrar e instalar una tarjeta de expansión, junto al suministro de un cofre o gabinete, para sistemas de Alarmas PACOM o BOSCH - BIS según corresponda, en cada estación la cual deberá ser adicionada en su propuesta.

### **REC-INT-43**

Las nuevas tarjetas expansoras deberán contar con una solución que permita realizar un reset a distancia. Esta solución deberá ser equivalente a la implementada en la actualidad para cada solución (PACOM y BOSCH - BIS).

**REC-INT-44**

Cada RTU y/o CPU de alarmas existentes, deberá ser actualizada para incorporar los nuevos dispositivos de campo conectados.

**REC-INT-45**

Los dispositivos de campo deben cumplir al menos con los siguientes requerimientos, para garantizar la durabilidad y fiabilidad:

- Grado de protección IP65 (como, por ejemplo: detectores de movimiento)
- Tiempo de vida de los contactos: 10 millones de ciclos (magnéticos)
- Certificación UL / FM (Todos).

**REC-INT-46**

La alimentación eléctrica de los dispositivos de campo debe ser provista desde el armario RTU y/o CPU de alarmas de la estación.

**REC-INT-47**

Dependiendo del lugar de la instalación y del tipo de dispositivo de campo, de ser necesario, éstos serán montados con diferentes tipos de soportes: ya sea a muro, a techo, u otro, dependiendo del lugar y tipo de superficie donde se instalen.

**REC-INT-48**

El Contratista deberá demostrar mediante la emisión de un documento (al momento de la presentación de su oferta) que los dispositivos de campo ofertados se pueden integrar a las plataformas centrales existentes, de acuerdo a lo solicitado en estas especificaciones.

**REC-INT-49**

El Contratista deberá editar y actualizar los mapas de ubicación y nombres de los dispositivos en el PACOM y BOSCH - BIS de las estaciones, incorporándolas a las IHM correspondientes. Lo anterior incluye:

- Actualizar o generar un nuevo esquema o imagen donde incorpore los nuevos dispositivos.
- Incorporar en el esquema, símbolos para identificar cada uno de los equipos.

**8.2 Recintos CPSS**

En Metro existen recintos que son utilizados por los Vigilantes Privados de Seguridad llamados Centro de Preparación para el Servicio de Seguridad (CPSS), en los cuales surge la necesidad de estandarizar los sistemas de seguridad tecnológicos mínimos que permitan asegurar el resguardo del equipamiento de seguridad que se disponen en los CPSS para el servicio de los Vigilantes Privados (VVPP).

Actualmente, a lo largo de la red de Metro existen 17 recintos CPSS, los cuales disponen de sistemas de seguridad y monitoreo, con diferentes tecnologías y funcionalidades. Estos sistemas de monitoreo son necesarios, dado que el acceso sin autorización a estos recintos, podría implicar un robo del equipamiento de seguridad, lo que potencialmente pondría en peligro la seguridad de usuarios y personal de Metro, así como los impactos indirectos relacionados con el daño de la imagen corporativa de Metro.

A través de este proyecto se pretende mitigar los riesgos de accesos no autorizados a recintos en donde se almacena el equipamiento del personal de seguridad

En el Capítulo 25 anexo 1 de las presentes EFT, se encuentra el listado de las Estaciones que poseen CPSS.

El sistema de seguridad requerido para los CPSS consistirá en dos anillos de seguridad, los que se describen a continuación:

**REC-INT-50**

El primer Anillo de Seguridad consistirá en la instalación de cámaras fijas de CCTV, en conjunto con sensores magnéticos y sensores de movimiento tanto en las salas de Coordinadores como en los pasillos interiores de acceso a estas salas y al acceso principal, además de pulsadores de pánico en las salas de Coordinadores, los cuales se integrarán por medio del sistema de Alarma PACOM o BOSCH - BIS, según corresponda.

**REC-INT-51**

El segundo anillo estará constituido por un interfono con video portero para la puerta de acceso principal al CPSS, donde su funcionamiento será de forma local.

**8.2.1 Requerimientos para el Primer anillo de Seguridad**

El Sistema de Seguridad correspondiente al primer anillo de Seguridad para Recintos CPSS deberá cumplir con lo siguiente:

**REC-INT-52**

El Contratista deberá editar y/o crear los mapas en el Sistema de Alarmas correspondiente (PACOM o BOSCH - BIS), para agregar los nuevos sectores correspondientes a Recintos CPSS y la ubicación de los dispositivos de campo, según corresponda considerando la estación en la que se encuentra el CPSS.

**REC-INT-53**

Los trabajos de habilitación del primer anillo de seguridad, no deberán interrumpir ni afectar el normal funcionamiento de ningún sistema actualmente en servicio, incluido el ACA.

**8.2.1.1 Sensores de campo****REC-INT-54**

Para cada Recinto CPSS, el Contratista deberá considerar la habilitación de:

- Sensores Volumétricos de Movimiento.
- Sensores Magnéticos Extrafuerte.
- Pulsadores de Pánico.

En el Capítulo 25 anexo 1 de las presentes EFT, se encuentra la cantidad estimada de sensores magnéticos, pulsadores de pánico y sensores de movimiento a instalar en cada recinto CPSS, así como la cantidad de sala de coordinadores.

**REC-INT-55**

El Contratista deberá garantizar a través del diseño de su solución, que los sensores de campo ubicados en cada recinto, se puedan activar o desactivar de forma remota desde el CCS correspondiente (CIC o CCO) por medio de la IHM de operación.

**REC-INT-56**

El Contratista deberá presentar una propuesta de ubicación de todos los sensores volumétricos y magnéticos en concordancia con el objetivo principal del sistema de alarmas, el cual es controlar el ingreso no autorizado a los recintos CPSS. La ubicación propuesta deberá ser aprobada por Metro antes de su implementación.

**REC-INT-57**

El Contratista deberá instalar un pulsador de pánico en cada Sala de Coordinador de cada uno de los recintos CPSS. La ubicación final será propuesta por el Contratista, la que será revisada y validada por Metro.

**REC-INT-58**

El pulsador de pánico deberá contar como mínimo con las siguientes características:

- Pulsador con Retención (rearme manual sin uso de llave).
- 1 contacto normalmente abierto, y 1 contacto normalmente cerrado,
- Permitir su instalación sobre muro u otra superficie plana.

Como referencia, se presenta un pulsador de pánico en la siguiente imagen:



**Figura 18. Pulsador de pánico, referencial.**

**REC-INT-59**

El pulsador de pánico, al ser accionado, deberá conectarse al actual Controlador BIS de BOSCH o PACOM, ubicado en la sala técnica de cada estación.

**REC-INT-60**

Cuando se registre una alarma proveniente de los nuevos pulsadores de pánico, el operador del CCS correspondiente, podrá reconocer la alarma a través de su IHM.

**REC-INT-61**

Se debe escoger el tipo de dispositivo de campo para proporcionar la mayor cobertura, según las necesidades de los recintos y el entorno (obstáculos, distancias, condiciones ambientales), ya que se encontrarán instaladas en Recintos CPSS (al interior de la estación).

**REC-INT-62**

El Contratista deberá proveer un solo modelo para cada tipo de dispositivo de campo, de acuerdo a su funcionalidad y ubicación, con objeto de unificar el parque.

**8.2.1.2 Sistema de CCTV**

La solución de video vigilancia definida por Metro permitirá mediante el uso de cámaras fijas que permitan detectar, reconocer e identificar personas en zonas al interior de los Recintos CPSS.

**REC-INT-63**

Las cámaras a instalar en los recintos CPSS, deben estar ubicadas en cada una de las salas de Coordinadores, y el pasillo interior para la visualización del acceso principal. En el Capítulo 25 anexo 1 de las presentes EFT, se encuentra el listado de la cantidad estimada de cámaras para cada recinto y estación indicada anteriormente.

**REC-INT-64**

La orientación y ubicación definitiva de las cámaras IP fijas que serán implementadas en los Recintos CPSS deberán ser propuestas por el Contratista y aprobadas por Metro S.A. durante la Ingeniería de detalle, antes de su implementación.

**REC-INT-65**

Se deberá optimizar y adecuar la posición de las cámaras para ofrecer la mayor cobertura posible, para el caso particular de los Recintos CPSS estas deberán ser capaces de registrar el acceso a las diferentes dependencias al interior de estos recintos.

**REC-INT-66**

Los trabajos de incorporación de cámaras al sistema de CCTV actual, no deberán afectar el normal funcionamiento de ningún sistema que se encuentre en operación en las estaciones.

**REC-INT-67**

El Contratista deberá incorporar las nuevas cámaras al sistema de IndigoVision o Milestone según corresponda considerando su conectividad dentro del recinto o estación a intervenir.

**REC-INT-68**

El Contratista deberá editar y actualizar los mapas de ubicación y nombres de cámaras en el VMS de IndigoVision o Milestone para los recintos CPSS, incorporándolas a las IHM correspondientes de los CCS.

**REC-INT-69**

Las cámaras deberán estar conectadas a la RMS (Red Multiservicio) de estaciones, el cual dispondrá de un switch acceso marca Cisco con puertos disponibles para su conexión y con soporte al estándar PoE+. La gestión calidad de servicio (QoS) y priorización de tráfico la realizará Metro.

**REC-INT-70**

El Contratista deberá coordinarse con Metro para la conexión de las cámaras en la RMS dispuesta en las estaciones.

**REC-INT-71**

El Contratista deberá garantizar a través de la elección de la cámara que ésta se adecuará al entorno, presente en los Recintos CPSS.

**REC-INT-72**

Las cámaras fijas del proyecto se deberán montar en un soporte acorde a las condiciones particulares de cada Recinto CPSS, el cual será proporcionado por el



fabricante o por el contratista con su correspondiente memoria de cálculo, previa validación de Metro.

### **8.2.1.3 Integración entre Sistemas**

#### **REC-INT-73**

La solución de CCTV a instalar deberá tener las mismas interfaces y ser capaz de integrarse con las correspondientes prestaciones de la Red CCTV actual en funcionamiento, esto es RMS, Control de Acceso/Alarmas y Cronometría.

#### **REC-INT-74**

El Contratista deberá desarrollar, modificar, actualizar, reconfigurar, adecuar y/o mejorar módulo de integración existente entre sistema de alarmas (PACOM o BIS) y el CCTV IndigoVision o Milestone.

#### **REC-INT-75**

La comunicación entre IndigoVision - Milestone y PACOM-BIS, según corresponda, será unidireccional, es decir el software:

- PACOM o BIS será capaz de enviar información a IndigoVision o Milestone según corresponda, desencadenando efectos en este último (por ejemplo, enviar flujo de video hacia pantalla IHM del CCS).

#### **REC-INT-76**

El Contratista deberá realizar una propuesta de la duración, posición y otros parámetros de eventos generados por las alarmas en el VMS del operador de IndigoVision o Milestone y Metro definirá.

#### **REC-INT-77**

Al momento que los sensores volumétricos y/o magnéticos detecten una intrusión, o se active el pulsador de pánico, se deberá activar una alarma en el CCS, reflejándose en la IHM del operador PACOM o BOSCH - BIS. Dichos dispositivos permanecerán activos hasta que el operador reconozca y comande su apagado.

## **8.2.2 Requerimientos para el Segundo anillo de Seguridad**

Para el segundo Anillo se debe considerar la instalación de un Interfono con video Portero, controlado de forma Local.

### **8.2.2.1 Sistema de Video Portero**

#### **REC-INT-78**

La puerta de acceso principal al Recinto CPSS, debe considerar el suministro de un sistema de interfono con video portero ubicado al exterior del acceso principal.

#### **REC-INT-79**

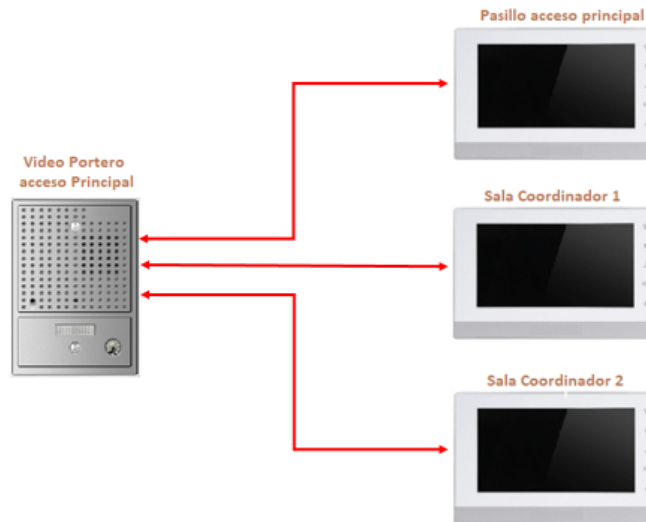
La solución de Interfono con Video portero deberá ser una solución local.

#### **REC-INT-80**

El Contratista deberá entregar una propuesta mediante data sheet, planos o esquemas, con la solución y disposición de la solución de interfono con video portero, sus monitores y otros componentes. Estos serán evaluados y aprobados por Metro.

#### **REC-INT-81**

Para la visualización y comunicación del video portero ubicado en el exterior del CPSS, el Contratista deberá suministrar, instalar y habilitar 1 monitor ubicado en el pasillo interior de cada CPSS, y 1 monitor en cada Sala de Coordinadores. A modo de referencia, se presenta la siguiente figura del sistema:



**Figura 19. Sistema de Video Portero, referencial.**

#### **REC-INT-82**

En cada CPSS, el sistema de video portero exterior deberá contar con un botón de llamada, por medio del cual se habilitará el encendido automático de los monitores al interior del CPSS, generando un tono audible de llamada, para habilitar la comunicación.

#### **REC-INT-83**

El video portero deberá ser instalado sobre muro u otra superficie plana, lo más cercana a la puerta de acceso principal de cada CPSS. Se deberá considerar que la sujeción del video portero permita un anclaje tal, que impida su desmontaje producto de acciones de terceros o vandalismo.

#### **REC-INT-84**

El monitor deberá ser como mínimo una pantalla 7" HD, a color, con audio incluido. La comunicación de audio debe ser bidireccional (full dúplex), entre un monitor y el video portero.

#### **REC-INT-85**

El monitor deberá permitir la activación manual de la cámara exterior del video portero.

**REC-INT-86**

El video portero deberá contar con micrófono y parlante; éste último con un volumen ajustable, y que alcance los 70 dB a un metro de distancia del interfono. Considerar que la comunicación será bidireccional.

**REC-INT-87**

Para la comunicación del audio, el video portero deberá soportar al menos los siguientes protocolos: SIP, 802.1x y ONVIF S.

**REC-INT-88**

La cámara del video portero deberá cumplir como mínimo con las siguientes características:

- Resolución - HD camera 1280 x 960
- Resolución - SD camera 640 x 480
- Ángulo de Visión 135° (H), 109° (V).
- Visión Nocturna.

**REC-INT-89**

El video portero deberá contar con un diseño resistente a los actos de vandalismo, con carcasa de acero inoxidable o similar técnico de alta resistencia con un IK 10.

**REC-INT-90**

La superficie frontal del interfono con video portero deberá estar fijada por medio de tornillo de seguridad tipo Torx o equivalente.

**8.3 PML y Recintos Técnicos/Operacionales**

Los Puestos de Maniobra Local (PML) son recintos técnicos/administrativos que se encuentran en las estaciones terminales y en algunas estaciones de maniobra, los cuales pueden ser utilizadas como puestos de operación local del tráfico de los trenes. Permiten la gestión del personal de conductores y velar por el cumplimiento de la programación de circulación de los trenes (N° de trenes, horarios, maniobras, entre otros). En él se gestiona el tablero de presencia de conductores, donde se indica cada tren que debe tomar un conductor según horario y vuelta, asociado.

Los recintos técnicos/operacionales, corresponden a espacios físicos destinados a albergar equipamiento informático específico para la explotación del servicio de trenes en Línea 1, En caso de pérdida de la conexión centralizada, los equipamientos asociados a estos recintos técnicos/operacionales se encontrarán disponibles para su utilización.

Por lo anterior, se requiere securizar algunos de estos recintos PML y recintos técnicos/operacionales, mediante la implementación de dispositivos de alarmas de intrusión, como sensores magnéticos en su acceso principal y sensores de movimiento (PIR) en su interior.

Los Puestos de Maniobra Local que forman parte del alcance de este proyecto son los siguientes:

- PML Pajaritos L1.
- PML Manquehue L1.
- PML Pudahuel L5.
- PML Quinta Normal L5.

El recinto técnico/operacional que forma parte del alcance de este proyecto es el siguiente:

- Sala CBTC Estación Universidad de Chile L1.

Para dar cumplimiento al objetivo anterior, la solución de Seguridad para los PML y Recintos técnicos/operacionales, se deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

### **8.3.1 Sistema de Alarmas**

#### **REC-INT-91**

El Contratista deberá editar y/o crear los mapas en el Sistema de Alarmas correspondiente, incorporando en los nuevos sectores la ubicación de los dispositivos de campo de los PML y Recintos técnicos/operacionales asociados a cada estación.

#### **REC-INT-92**

El Contratista deberá entregar planos con la disposición y conexionado de los equipos de campo en los PML y sala CBTC correspondientes.

**REC-INT-93**

Los trabajos de habilitación de los diferentes elementos que componen el sistema de Seguridad, no deberán interrumpir ni afectar el normal funcionamiento de ningún Sistema actualmente en servicio, incluido el ACA.

**8.3.1.1 Sensores de campo****REC-INT-94**

Para cada PML y Recinto técnico, el Contratista deberá considerar la habilitación de:

- Sensores Volumétricos de Movimiento.
- Sensores Magnéticos.

En el Capítulo 25 anexo 2 de las presentes EFT, se encuentra el listado con la cantidad estimada de dispositivos para cada PML y sala CBTC. Para el caso de los PML de PJ y QN, se considera securizar 2 puertas de acceso.

**REC-INT-95**

El Contratista deberá garantizar a través del diseño de su solución, que los sensores de campo ubicados en cada PML y recinto técnico, se puedan activar o desactivar de forma remota desde el CCS por medio de la IHM correspondiente.

**REC-INT-96**

El Contratista deberá presentar una propuesta de ubicación de todos los sensores volumétricos y magnéticos en concordancia con el objetivo principal del sistema de alarmas, el cual es controlar el ingreso no autorizado a los PML y Recintos técnicos/operacionales de Metro. La ubicación propuesta será validada por Metro antes de su implementación.

**REC-INT-97**

Se debe escoger el tipo de dispositivo de campo, según las necesidades y el entorno (obstáculos, distancias, condiciones ambientales), ya que se encontrarán instaladas al interior de los PML y Recintos técnicos/operacionales.

### **8.3.2 Integración entre sistemas**

#### **REC-INT-98**

El Contratista deberá integrar los diferentes Elementos que componen el sistema de Seguridad correspondientes a los PML y Recinto Técnico definidas en estas especificaciones.

#### **REC-INT-99**

- El Contratista deberá animar los equipos y alarmas dispuestos en el esquema en función de las alarmas del Sensor magnético y del Sensor de Movimiento en las plataformas centrales de PACOM y BOSCH - BIS. Lo anterior incluye (lista no exhaustiva): Animar los símbolos de los equipos de acuerdo a las alarmas de falla de equipo. Si un equipo dispone de dos alarmas de falla distintas, tales como pérdida de energía y tamper, la animación del símbolo deberá permitir distinguir el tipo de falla.
- Animar los símbolos de los equipos de acuerdo al estado del equipo (activado, desactivado, etc.), según corresponda.
- Animar el símbolo de las alarmas en base a su estado (activa, inactiva, reconocida, no reconocida o combinaciones de éstas).
- La animación de los símbolos deberá ser, en principio, en base a cambios en el color del símbolo.
- En caso que sea necesario o sea indicado por Metro S.A., dicha animación podrá ser conseguida de otra forma (por ejemplo, parpadeo del símbolo).
- Los símbolos, animación y ubicación en el esquema de los equipos y alarmas serán definidos en grupos de trabajo conformados por el Contratista y Metro S.A.
- El Contratista deberá entregar una propuesta el cual estará sujeta la aprobación de Metro.

#### **REC-INT-100**

El Contratista deberá desarrollar, modificar, actualizar, reconfigurar, adecuar y/o mejorar módulo de integración existente entre sistema de alarmas (PACOM - BOSCH BIS) y el CCTV IndigoVision existente.

**REC-INT-101**

La comunicación entre IndigoVision y PACOM - BOSCH BIS será unidireccional, es decir el software:

- El PACOM o BOSCH BIS será capaz de enviar información a IndigoVision, desencadenando acciones en este último (por ejemplo, la preposición o zoom de una cámara).

**REC-INT-102**

El Contratista deberá poner a disposición el zoom de las cámaras al activarse alguna alarma proveniente del Sistema de Alarmas (Sensor de movimiento volumétrico y/o Sensor magnético) que se incorporarán con este Proyecto.

**REC-INT-103**

Metro definirá al Contratista la duración, posición y otros parámetros de eventos generados por las alarmas en el VMS del operador de IndigoVision.

**REC-INT-104**

Será alcance del Contratista el suministro de los sistemas de alarmas y CCTV (API, SDK y documentación) necesarias para el desarrollo de los módulos de integración. Este deberá ser entregado como parte de la Documentación Técnica a Metro.

**REC-INT-105**

Al momento que los sensores volumétricos y/o magnéticos detecten una intrusión, se deberá activar una alarma en el CCS, reflejándose en la IHM del operador PACOM o BOSCH - BIS. Dichos dispositivos permanecerán activos hasta que el operador reconozca y comande su apagado.



## 9. REQUERIMIENTOS DE ARMARIOS, GABINETES Y CAJAS

### 9.1 Gabinetes Interiores

#### REC-INT-106

Los equipos del sistema de detección y grabación perimetral que deban ser instalados en las salas técnicas o al interior de los diferentes recintos, deberán ser alojados en armarios o gabinetes con las siguientes descripciones:

Características	Descripción del gabinete
Grado de Protección	IP55
Material	Acero o Aluminio
Terminación	Pintura electrostática
Certificación	ETL
Llave	Maestra (2 copias al menos)
Color	Beige (RAL a determinar durante la ejecución)
Tierra	Los gabinetes deben estar conectados a tierra

**Tabla 5. Características del gabinete para interiores**

La especificación de los gabinetes que deban alojar equipos del Alarmas ubicados en el exterior, se adjunta a continuación:

Características	Descripción
Grado de Protección	IP65
Material	Acero o Aluminio
Terminación	Pintura electrostática
Certificación	ETL
Llave	Maestra (2 copias al menos)
Color	Beige (RAL a determinar durante la ejecución)
Tierra	Los gabinetes exteriores deben estar conectados a tierra

**Tabla 6. Características de Gabinetes para Exteriores**

**REC-INT-107**

Estos gabinetes deberán tener ventilación forzada si es que alojan equipos que no resistan las altas temperaturas a las que estarán expuestos por acción de la radiación solar. Alternativamente, el Contratista podrá definir otra opción para hacer frente a esta condición previa validación con Metro.

**REC-INT-108**

El armario debe contar con un tratamiento superficial (pintura u otros) para protegerlo de la corrosión y del desgaste frente a condiciones de servicio.

**REC-INT-109**

Todos los gabinetes deben tener chapas que actúen con una sola llave maestra.

**9.2 Índice de protección****REC-INT-110**

El índice de protección, definido según la aplicación de la norma EN 60529 depende de las condiciones de uso de los equipos y del ambiente en el que operan.

**REC-INT-111**

Los equipos a los cuales no se les haya especificado un índice en particular, instalados en andén, locales técnicos o a la intemperie, deben cumplir con los índices de protección (IP) indicados en la siguiente tabla:

<b>Ubicación</b>	<b>Caja de derivación</b>	<b>Caja de distribución</b>	<b>Otros equipamientos</b>
En la vía	56	56	54
Andén	54	54	54
Local Técnico	54	41	41
Intemperie	66	56	56

**Tabla 7. Índice de Protección para Equipos**

## **10. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES**

En este capítulo se presentarán los requerimientos ambientales que deberá cumplir el proyecto, entre ellos los asociados a la normativa para la eliminación de residuos, así como los relacionados con el almacenamiento de sustancias peligrosas.

### **10.1 Normativa para la Eliminación de Residuos**

Por la naturaleza de este proyecto, no se considera como parte del alcance del Contratista, la eliminación de residuos electrónicos o peligrosos.

### **10.2 Almacenamiento Sustancias Químicas**

#### **REC-INT-112**

Si el Contratista considera que para el desarrollo de los trabajos encomendados se requiere utilizar sustancias químicas como pintura, diluyente, adhesivo epóxico, entre otros, deberá dar cumplimiento a lo establecido en D.S. 43 MINSAL. El Contratista deberá asumir los costos respectivos de las medidas que deberá tomar para dar cumplimiento a dicho decreto. Para lo anterior, el Contratista podrá almacenar los insumos asociados al uso diario, sin superar en ningún caso los 600 Kg, considerando las restricciones específicas por cada clase a almacenar. (Artículos N° 19 y 20 del D.S. 43).

### **10.3 Comportamiento Sísmico**

#### **REC-INT-113**

La ciudad de Santiago debe ser considerada una zona propensa a sufrir sismos. Por este motivo se requiere que las instalaciones cumplan con los criterios antisísmicos definidos en el documento "Especificaciones técnicas generales de Diseño Sísmico, ETGI-1.020 de ENDESA" y con las modificaciones correspondientes a las normativas sísmicas (NCh 2369).

#### **REC-INT-114**

Todos los equipos mecánicos, las tuberías, las redes de ductos y sus fijaciones, postes o soportes suministrados deberán ser diseñados para soportar las tolerancias de movimiento permitidas, siendo su detalle el siguiente:

**Movimiento Horizontal**

- Bajo 0,2076 Hz: 30 cm como de nuevo desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
- Entre 0,2076 y 1,3 Hz: Velocidad máxima 60 cm/s.
- Sobre 1,3 Hz: Aceleración máxima 0,5 g.

**Movimiento Vertical**

- Bajo 0,78 Hz: 30 cm como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
- Sobre 0,78 Hz: Aceleración máxima 0,3 g.

**REC-INT-115**

Los equipos y sus fijaciones o soportes correspondientes serán diseñados para soportar los esfuerzos originados por las aceleraciones sísmicas especificadas cuando dichos esfuerzos se suman a los esfuerzos estáticos y dinámicos generados en funcionamiento normal. Todos los equipos mecánicos y eléctricos serán diseñados para permitir el funcionamiento normal de dichos equipos tanto durante como después del sismo.

**10.4 Condiciones Climáticas**

La ciudad de Santiago tiene un clima templado cálido con lluvias invernales, según definición de Koeppen. En verano se producen variaciones de 20 °C entre las temperaturas máximas y mínimas absolutas. Esta variación en invierno llega a 10 °C.

En condiciones extremas, las precipitaciones alcanzan una intensidad de 40 mm en 24 horas. Los vientos son escasos y de alcance limitado y tienen la característica de cambiar de sentido en el día y en la noche. Su dirección predominante es Sur - Oeste, alcanzando velocidades de 2 o 3 nudos y esporádicamente 8 a 10 nudos.

**REC-INT-116**

Los equipos que formarán parte del sistema de Seguridad en Estaciones, deberán ser capaces de funcionar sin que su rendimiento se vea alterado con las condiciones climáticas, considerando una higrometría de hasta 99 % de humedad relativa.

**REC-INT-117**

La temperatura de operación de todos los dispositivos debe ser de al menos: -5°C a +55°C.

**10.5 Resistencia al Fuego****REC-INT-118**

En términos generales, todos los materiales (cables, tarjetas, terminales, chasis, etc.) deben ser escogidos en función de la conformidad de su inflamabilidad, opacidad y velocidad de la producción de humo y toxicidad de los gases de combustión con la reglamentación y las especificaciones vigentes al momento del diseño del material.

**REC-INT-119**

Para los productos industriales que no sean específicos del sector ferroviario, el Contratista deberá emplear aislantes (materiales y cableados) libres de halógeno y baja emisión de humos.

## **11. REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO**

A continuación, se describen los principales requerimientos asociados a los datos de entrada que requiere el área de mantenimiento y que se relacionan con la solución y suministros del proyecto Sistema de Seguridad para Estaciones, CPSS, PML y Recintos Técnicos de la Red de Metro.

### **11.1 Documentación de Mantenimiento**

De acuerdo a los requerimientos y consideraciones descritas en los puntos anteriores y en conjunto con la puesta en marcha del sistema, el Contratista debe hacer entrega como mínimo de la siguiente documentación As-Built.

#### **11.1.1 Manual Técnico del Sistema**

##### **REC-INT-120**

El documento Manual Técnico del Sistema debe describir en detalle de los nuevos equipos, componentes y accesorios, el cual debe contemplar lo siguiente:

- Datos de fabricación, como fabricante, origen, año de fabricación, modelo y serie, dimensiones, peso, capacidad, requisitos de potencia, entre otros,
- Descripción de componentes a nivel modular e interno,
- Procedimientos de verificación a nivel modular y componentes internos (placas electrónicas, sistemas mecánicos, entre otros), incluyendo puntos de prueba, con datos de referencia. Este documento debe contener la información suficiente para realizar un proceso de detección y corrección de fallas,
- Debe hacer correcta referencia a planos, esquemáticos, diagramas y otros documentos que lo complementen.

#### **11.1.2 Manual de Mantenimiento**

##### **REC-INT-121**

El documento Manual de Mantenimiento corresponde a un descriptivo de las actividades de mantenimiento preventivo para cámaras, Sensores, componentes y accesorios requieran, incluyendo procedimientos de verificación y diagnóstico a nivel funcional, uso de interfaces y todo recurso asociado al mantenimiento. Este documento debe hacer referencia a toda otra documentación complementaria, incluido el plan de mantenimiento. Este manual debe incluir una sección dedicada a fallas típicas y soluciones a estas fallas (troubleshooting).

### **11.1.3 Plan de Mantenimiento**

#### **REC-INT-122**

El documento de Planificación de Mantenimiento, debe incluir una descripción de todas las actividades preventivas necesarias para mantener los Sensores, cámaras, componentes y accesorios en operación normal. En este plan se debe considerar los siguientes aspectos mínimos:

- Se debe incorporar las actividades necesarias para mantenimiento preventivo (inspecciones, calibraciones/ajustes, limpieza, sustitución de componentes, entre otros) y la frecuencia con la que deben ser ejecutados, esto para cada uno de los componentes del sistema.
- Deberá generar un protocolo de verificación funcional del sistema y sus subcomponentes, incluyendo un árbol de fallas para la identificación de estas (árbol causa-efecto). Se debe incluir las instrucciones para desmontaje/montaje y reparaciones.
- Deberá confeccionar un listado de las herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo y correctivo.
- Se deberán describir los perfiles y/o certificaciones relativas al personal que realizará el mantenimiento.
- Se deberá entregar la arquitectura del sistema y su descomposición funcional a nivel general.

### **11.1.4 Catálogo de Partes y Piezas**

#### **REC-INT-123**

El documento de Catálogo de Partes y Piezas debe incluir un listado completo de todos los nuevos elementos y componentes del sistema. Por cada uno de ellos se debe indicar:

- Equipo, elementos de nivel superior y su desglose como arborización,
- Descripción de los componentes y elementos,
- Nivel de criticidad, según árbol de fallas y funcionalidad,
- Vida útil estimada para cada elemento/componente según aplique,
- Indicar modelo, fabricante y Contratista,
- Alternativas de Contratista para su reemplazo. Cuando no sea posible, indicar motivo,
- Alternativas de fabricante y modelo equivalente. Cuando no sea posible, indicar motivo.

- Plano esquemático donde se identifique cada sistema, sus componentes y para cada uno de estos, sus elementos,
- Clasificación como parte "reparable" o "desechable",
- Clasificación como parte "Intercambiable" o "No Intercambiable". En caso de ser intercambiable, se debe mencionar si fuese necesaria alguna reconfiguración o su intercambio es directo.

**REC-INT-124**

Metro proporcionará un formulario de codificación, en el que el Contratista deberá codificar los suministros de esta especificación funciona y técnica, de acuerdo a lo que solicite Metro. Dicho formulario, deberá considerar cuando corresponda, los siguientes ítems:

- Nombre elemento
- Modelo del equipo
- Fabricante del equipo
- Número de serie del equipo
- Tipo
- Código designación
- Número de parte
- Equipo del que es parte
- Voltaje (v)
- Corriente (a)
- Rango frecuencia
- Conectividad
- Numero canales
- Dimensiones
- Tipo conexión
- Temperatura operación
- Uso designado
- Estándares y especificaciones
- Marcas sugeridas
- Numero plano
- Número revisión
- Número ítem plano
- Características adicionales.



## **12. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD**

La ampliación del sistema ACA y CCTV debe mantener los estándares de calidad de los sistemas existentes.

### **12.1 Aseguramiento de Sistema**

#### **REC-INT-125**

El Contratista deberá garantizar que el aseguramiento del sistema es una parte integral del proceso de diseño, fabricación, instalación, pruebas y puesta en servicio. El Contratista deberá realizar las tareas del Aseguramiento de Sistema con el fin de:

- Garantizar que el sistema esté operativo y sea apto para el uso que está previsto que se haga de él,
- Garantizar que los requerimientos operacionales, técnicos y funcionales del sistema se cumplan con lo requerido.

#### **REC-INT-126**

El Contratista elaborará y mantendrá un análisis preliminar de riesgo. El análisis de riesgo será un documento independiente. El Contratista deberá obtener la aceptación de su análisis preliminar de riesgo por parte de Metro. El propósito de este análisis es identificar y registrar todos los peligros razonablemente previsibles en la operación del trabajo y evaluar el riesgo que cada peligro representa.

---

### **13. PERSONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

#### **REC-INT-127**

El Contratista deberá presentar el organigrama específico que establecerá en sus oficinas para la materialización de los trabajos, indicando los nombres, cargos/roles que desempeñarán y acreditando experiencia por medio de su correspondiente currículum vitae.

#### **REC-INT-128**

El Contratista deberá contar con personal calificado, de experiencia, preparación, certificación y grado de especialización requerido para ejecutar los servicios solicitados por Metro y declarados en su Oferta, considerando al menos los perfiles que se describen a continuación:

##### **13.1 Jefe de Proyecto**

#### **REC-INT-129**

El Contratista deberá designar un jefe de proyecto para administrar el contrato. Éste profesional deberá contar con un título profesional afín con el proyecto y los trabajos a realizar (Ingeniero Eléctrico, Electrónico, Informático o Telecomunicaciones), el cual será aprobado por Metro S.A.

#### **REC-INT-130**

La experiencia del jefe de proyecto del Contratista debe incluir haber tenido al menos 2 proyectos o 3 años de experiencia como mínimo y además la responsabilidad de la planificación, programación, estimaciones y presupuesto, asignación de recursos y la solución de problemas, en proyectos de ACA, CCTV e integraciones entre sistemas. El contratista deberá suministrar los antecedentes y las acreditaciones para la validación por parte de Metro.

#### **REC-INT-131**

El jefe de proyecto del Contratista representará a éste durante las reuniones administrativas y técnicas con Metro, incluyendo, entre otros, reuniones de avance, reuniones de coordinación y negociaciones de cambios o modificaciones al contrato.

#### **REC-INT-132**

El jefe de proyecto del Contratista debe tener todos los poderes en representación necesarios para tomar decisiones a nombre del Contratista referente a temas técnicos.

**REC-INT-133**

En caso de no-disponibilidad transitoria del jefe de proyecto del Contratista, por ejemplo, periodo de vacaciones, el Contratista deberá proponer con al menos, una semana de antelación, un reemplazante para el cargo, el cual estará sujeto a la aprobación de Metro.

**13.2 Especialista en Sistemas de Comunicaciones****REC-INT-134**

Ingeniero Civil o Ejecución, con un mínimo de 3 años de experiencia en el diseño y desarrollo comprobable de sistemas de Comunicaciones como ACA (SDI) BOSCH y PACOM, CCTV Milestone e IndigoVision, y sus integraciones entre sistemas. El Contratista deberá suministrar los antecedentes y las acreditaciones para la validación por parte de Metro.

**REC-INT-135**

El frente de trabajo deberá estar a cargo de un Supervisor apoyado de un Especialista en sistemas de Comunicaciones con experiencia en sistemas de ACA BOSCH - BIS y PACOM, CCTV Milestone e IndigoVision, y sus integraciones entre sistemas.

**REC-INT-136**

El Especialista, será responsable de las actividades de coordinación de las tareas y la documentación técnica necesaria, Integración de todos los sistemas del proyecto a los sistemas existentes y puesta en marcha de estos, respetando siempre las normativas internas de Metro, deberá estar presente en sitio durante la ejecución de las actividades.

**REC-INT-137**

Metro podrá suspender la ejecución de los trabajos, toda vez que este profesional no se encuentre en la obra, sin que ello signifique justificación alguna de atraso para el Contratista.

---

### **13.3 Asesor Medioambiental**

#### **REC-INT-138**

Profesional especialista ambiental, ingeniero ambiental, ingeniero de ejecución ambiental, geógrafo, ingeniero en recursos naturales, o afín, al que se le exigirá acreditar a lo menos 6 años de experiencia demostrable en seguimiento y control ambiental, para desempeñarse como Asesor Medioambiental, y dar apoyo en tema ambiental al proyecto una vez a la semana.

#### **REC-INT-139**

Este profesional deberá contar con experiencia en área ambiental, principalmente en gestión ambiental de proyectos en terreno tales como: seguimiento y control en terreno de compromisos ambientales de Estudios de Impacto Ambiental con reportabilidad a la Superintendencia del Medio Ambiente en proyectos de infraestructura urbana pública y/o privada, desarrollo de informes ambientales de auditorías ambientales internas, preparación de procedimientos ambientales de capacitación para control operacional de aspectos ambientales, desarrollo y seguimiento de planes de manejo específicos para residuos, bodegas de materiales y maquinarias, manejo de medidas de mitigación de ruido y relación con la comunidad, entre otros.

### **13.4 Cambio de Profesionales**

#### **REC-INT-140**

En los casos que el Contratista desee reemplazar a un profesional declarado deberá someter a aprobación por parte de Metro dicho cambio, el cual deberá informado con al menos una semana de antelación, teniendo en cuenta que debe cumplir con el perfil requerido.

## **14. TRANSPORTE Y EMBALAJE**

A continuación, se presentan los principales requerimientos asociados al transporte embalaje de los equipos, componentes e insumos que el proyecto requiera.

### **REC-INT-141**

Respecto al transporte y embalaje de los equipos, estos deberán ser de cargo del Contratista. Metro podrá verificar que estos se encuentren en óptimas condiciones al momento de arribar a las instalaciones de Metro.

### **REC-INT-142**

Todos los materiales y equipos que suministre el Contratista serán de aplicación industrial de primer uso, no reutilizados y de tecnología vigente. En consecuencia, Metro y/o la I.T. podrán rechazar cualquiera de estos elementos que a su simple juicio no cumpla con lo anterior. Todo material o equipo rechazado debe ser renovado con cargo y a cuenta del Contratista.

### **REC-INT-143**

El Contratista debe garantizar que el sistema de embalaje de los nuevos equipos, proporcione la protección necesaria para asegurar su integridad y que estos no presenten deformaciones, golpes ni fisuras. En caso de que los nuevos equipos presenten algunas de las condiciones anteriores Metro podrá rechazar el equipo, sin perjuicio de lo anterior todos los suministros son responsabilidad del Contratista hasta la recepción provisional.

### **REC-INT-144**

Metro y/o la I.T. efectuará la revisión del suministro antes de iniciar el proceso de instalación. Será causal de rechazo cualquier deformación encontrada, por ejemplo, producto de fallas en el transporte, cortes, roturas, contaminación con productos químicos, aceites u otros. Los trabajos no se podrán iniciar si no se cuenta con todos los elementos necesarios para realizar los trabajos.

## **15. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE**

Este capítulo establece las condiciones, en términos genéricos, para la ejecución de los trabajos de Instalación, Pruebas y Puesta en Servicio de los equipos.

### **REC-INT-145**

Los trabajos de montaje se realizarán siguiendo estrictamente las recomendaciones de los respectivos fabricantes de los equipos. Cualquier modificación que sea necesaria realizar debido a las interferencias u otros motivos, deberá contar con la aprobación previa de la I.T. o del personal designado por Metro.

### **15.1 Suministro y Montaje de Equipos**

#### **REC-INT-146**

El Contratista deberá suministrar y montar todos los equipos indicados en el diseño, parte del Alcance del Proyecto.

#### **REC-INT-147**

El montaje de los equipos comprenderá la instalación, soportes especiales, conexión y pruebas de funcionamiento de cada equipo y software. Además, incluirá la remoción de los elementos que se utilicen para el transporte de equipos, cuerpos extraños y completa limpieza del sector intervenido.

#### **REC-INT-148**

Será responsabilidad del Contratista realizar las verificaciones en terreno necesarias, para que la instalación de los nuevos equipos cumpla con requerimientos de las presentes especificaciones.

#### **REC-INT-149**

Antes de dar por recibidos y proceder al montaje de los equipos, el Contratista deberá:

- Dar cumplimiento al requerimiento que establece, durante la etapa de ingeniería, el Contratista deberá verificar y demostrar la factibilidad de su solución.
- Comprobar el buen estado general de los suministros y su correcto funcionamiento.
- Antes y después de instalados y hasta la Recepción Provisional total, los equipos deben ser protegidos de daños o golpes provenientes del desarrollo de las obras propias o de terceros (se excluyen daños producto de vandalismo originado por

protestas sociales). En ningún caso deben ser usados para otros fines que no sean los propios definidos por el Proyecto.

**REC-INT-150**

El Contratista deberá dar fiel cumplimiento a cualquier acción correctiva que la I.T. estime conveniente realizar, como consecuencia de anomalías detectadas o por aplicación de su criterio técnico.

**15.2 Rotulado**

Con el fin de facilitar el seguimiento de los diversos elementos, cables, armarios, u otros componentes, el Contratista deberá identificar cada uno de ellos de forma indeleble:

**REC-INT-151**

- Todos los cables, bornes, cajas, etc., estarán identificados por etiquetas, según un sistema de Rotulado coherente a someter a aprobación de Metro S.A.;
- Para el cableado, la identificación punto a punto debe ser realizada por medio de etiquetas (tipo bridas) y por cada 3 metros (Desde - Hasta) y se deben respetar las reglas de cableado estructurado EIA/TIA 568.

**15.2.1 Rotulado de cables de línea****REC-INT-152**

Las etiquetas de línea estarán colocadas sobre los cables, principalmente:

- En los extremos o en las cajas de bornes,
- En todas las derivaciones y cruces en el recorrido de los cables (incluyendo a nivel de los tramos de continuidad, de división o de derivación),
- En las entradas y salidas de estación.

**15.2.2 Rotulado de los cables en recintos técnicos y alrededores****REC-INT-153**

La identificación se hace mediante etiquetas bajo porta etiquetas plásticos (del tipo dilófano) grabados en negro sobre fondo blanco, fijados por abrazaderas plásticas. Considerar identificación en cada extremo.

### **15.2.3 Rotulados de los armarios, cajas y repartidores**

#### **REC-INT-154**

Así, las identificaciones utilizadas deberán ser de acuerdo a las ya utilizadas en Metro. El material a identificar comprende principalmente a:

- Todos los armarios y cajas de mando, de alimentación,
- Todas las cajas y tomas de tierra,
- Todas las cajas de derivación hacia los equipos,
- Otros.

### **15.3 Canalizaciones**

#### **REC-INT-155**

La mayoría de las canalizaciones a utilizar son existentes. No obstante, lo anterior, en los casos en que se requiera (sin espacio o muy saturada en canalización existente o cuando ésta no exista), el Contratista deberá instalar nuevas canalizaciones secundarias, ya sean bandejas, ductos, tuberías, escalerillas o cañerías, todas ellas de acero galvanizadas.

#### **REC-INT-156**

Las pasadas de muros y losas para bandejas y escalerillas luego de la instalación de los conductores, se deberán sellar con un material ignífugo, el cual debe tener como mínimo, una resistencia a la temperatura de 100° Celsius.

#### **REC-INT-157**

Todos los materiales necesarios para desarrollar las canalizaciones deben ser proporcionados por el Contratista a su costo y cargo.

#### **15.3.1 Escalerillas y Bandejas**

#### **REC-INT-158**

Las escalerillas y bandejas serán de acero galvanizado en caliente, al igual que sus componentes y elementos de soporte. Se exigirá ausencia total de asperezas en la superficie de apoyo de los conductores. El espesor del acero antes de galvanizar será de 1,9 mm, los laterales de las escalerillas tendrán un espesor de 2,5 mm y los palillos se construirán con un espesor de 1,5 mm.



**REC-INT-159**

Las piezas que se corten o modifiquen en terreno no deberán contener aristas que puedan dañar los cables, se suavizarán y se terminarán con antióxido y pintura para galvanizado en frío.

**REC-INT-160**

Los soportes, se instalarán de acuerdo a las condiciones del terreno y de manera tal que las bandejas y escalerillas puedan soportar una carga vertical de cien (100) kilos, en cualquier punto, sin presentar deformación.

**REC-INT-161**

Las separaciones entre los soportes de las escalerillas, no deberán exceder las distancias indicadas en los planos o recomendadas por el fabricante y en ningún caso ser mayores a 1,5 metros.

**REC-INT-162**

Las escalerillas se fijarán a los rieles de soporte con mordazas u otros elementos adecuados de la misma línea de fabricación de las escalerillas o bandejas.

**REC-INT-163**

Los componentes de los soportes para escalerilla y sus elementos de fijación serán tipo estándar (rieles, pernos, mordazas, abrazaderas, entre otros). En tramos rectos que superen los cincuenta (50) metros de longitud, las bandejas y escalerillas deberán llevar juntas de dilatación y, además, en los recorridos o disposición vertical, se deberá considerar tapas que cubran la bandeja.

**REC-INT-164**

Todas las bandejas y escalerillas deberán conectarse sólidamente a la tierra de protección, a través de un conductor definido en la norma NCh Elec. 4/2003. Este conductor se afianzará a la bandeja o escalerilla mediante prensas de bronce cada seis (6) metros de recorrido lineal. En el caso de llevar rack de bandejas o escalerillas, se unirán a este cable las restantes cada nueve (9) metros.

### **15.3.2 Cañerías de Acero Galvanizado**

#### **REC-INT-165**

En los lugares que se requiera, el Contratista podrá instalar ductos metálicos de tipo cañería de pared gruesa, ya sea a la vista, embutidos y/o preembutidos. Estos ductos serán de acero galvanizado en caliente para uso eléctrico tipo conduits Norma ANSI C80-1. Por ningún motivo se permitirán otro tipo de ductos metálicos o no metálicos. Solo en los casos, donde el equipo periférico, este montado en una estructura móvil, como puerta de acceso, u otras similares, se podrá utilizar un flexible de tipo metálico.

#### **REC-INT-166**

Los diámetros mínimos de los ductos metálicos serán los siguientes:

- 1" para conduits subterráneos.
- 3/4" para conduits a la vista o preembutidos en circuitos de fuerza.

#### **REC-INT-167**

Las curvas por terreno sólo se ejecutarán con herramientas o curvadoras aprobadas por la I.T., de modo de no dañar ni disminuir el diámetro efectivo de los conduits. Se deberá tener especial cuidado de respetar el radio de curvatura mínimo exigido por las normas.

#### **REC-INT-168**

En todo caso no se permitirán más de dos curvas de 90° entre cajas o accesorios o más del equivalente a 180° en curvas. Si así ocurriera deberán usarse cajas de paso y/o condulets.

#### **REC-INT-169**

Los conduits se unirán con coplas roscadas galvanizadas, con a lo menos cinco hilos pasados en la copla; estas uniones deberán sellarse con masilla especial o con pintura de zinc. En el caso de conduits embutidos en concreto no se aceptarán uniones no herméticas.

#### **REC-INT-170**

La superficie interior de los conduits debe ser suave y limpia. Antes de instalarse debe revisarse para eliminar rebabas o incrustaciones interiores. No se aceptarán ductos con incrustaciones que puedan dañar la aislación de los conductores.

**REC-INT-171**

Los conduits que lleguen a cajas sin entradas con hilo, se afianzarán a éstas mediante contratuerca por el exterior y por el interior de las cajas con tuerca y boquilla o busching galvanizados. La terminación en bandejas o escalerillas también se hará con boquillas o busching.

**REC-INT-172**

Las cañerías que no se usen y las de reserva deben quedar protegidas con tapa-gorro y en su interior un pasacable, el cual debe poseer una punta o buscador flexible con ojal en uno de sus extremos y en el otro, una puntera rígida con su respectivo ojal, permitiendo tirar los cables desde cualquiera de los dos extremos.

**REC-INT-173**

Los conduits a la vista se fijarán a los soportes con abrazaderas de acero galvanizado tipo estándar para montaje a riel Unistrut. La separación máxima de los soportes de conduits será la siguiente:

Conduits	Separación [metros]
1" de diámetro o menos	1.5
1 1/4" de diámetro o más	2.0
Grupos de Conduits	1.5

**Tabla 8. Separación de los Soportes de Conduits.**

**REC-INT-174**

Todas las cajas de paso o derivación deberán ser estancas, a prueba de polvo y humedad. El soporte de las cajas debe ser independiente de los ductos que llegan a ellas.

**REC-INT-175**

Los conduits a la vista deberán disponerse en forma ordenada, los recorridos serán verticales u horizontales y quedar estéticamente presentables.

**REC-INT-176**

No podrán efectuarse perforaciones a las estructuras metálicas para el soporte de la canalización sin la aprobación de la I.T. La fijación de soportes a estructuras metálicas se hará preferentemente mediante soldaduras o prensas adecuadas para este uso.

**REC-INT-177**

Cuando los soportes se suelden a las estructuras se deberá tener especial cuidado de usar la corriente adecuada para no perforar la pared de los perfiles. Una vez soldados, se removerá la escoria y se hará limpieza con escobilla de acero y se pintará la superficie afectada con dos (2) manos de pintura antióxido y dos (2) manos de pintura para galvanizado en frío.

**REC-INT-178**

Las pasadas de muros en salas, canaletas o cámaras deben ser selladas. El tamaño de la pasada deberá ser suficiente para disponer de espacio para el sello.

**REC-INT-179**

Por cada conjunto de ductos, que siguen una trayectoria común, se dejarán ductos de reserva por el equivalente al 30% del conjunto, los diámetros de los ductos de reserva serán iguales al del ducto utilizado de mayor diámetro.

**REC-INT-180**

Para los ductos instalados a la vista u ocultos, los soportes deberán instalarse a una distancia no superior a 1,5 metros.

**15.4 Protección de Partes Metálicas, Pintura y Galvanizados**

A continuación, se presentan los requerimientos para el tratamiento previo de las superficies, el galvanizado en caliente, la recuperación por galvanizado en frío y las pinturas anticorrosivas y de terminación que deben ser aplicadas a las distintas piezas según corresponda.

**15.4.1 Tratamiento Previo de Superficies Metálicas****REC-INT-181**

En las superficies metálicas deberán eliminarse previamente todos los elementos extraños, que impidan una buena adherencia y la larga duración del recubrimiento que se aplicará sobre ellas, como son grasas, aceites y polvo; capas de óxido de laminación y óxido rojo; estimulantes de la corrosión tales como cloruros, sulfatos, sales orgánicas, etc.

**REC-INT-182**

Las uniones soldadas deberán estar libres de escoria y poros. Será importante, para evitar una terminación superficial imperfecta, eliminar las gotas de acero provenientes del proceso de soldadura y esmerilar todas las asperezas existentes en los bordes.

**REC-INT-183**

El tratamiento que debe efectuarse para la preparación de las superficies metálicas es el siguiente:

- Desengrasado: Destinado a eliminar las grasas, aceites y suciedad existentes en la superficie de la pieza. Se hará un desengrase con solventes clorados, Tricloroetano o Percloroetileno.
- Decapado: Destinado a eliminar los óxidos rojos y de laminación por inmersión de las piezas en una solución de ácido fosfórico. Posteriormente la superficie deberá lavarse y neutralizarse eliminando restos de ácido.
- Arenado: Destinado a preparar el metal base para la adecuada adherencia del tratamiento anticorrosivo. Se usará arena limpia, no salina y seca. El arenado se hará hasta metal blanco.

**15.4.2 Pinturas****REC-INT-184**

El Contratista deberá respetar las indicaciones dadas por el fabricante de los distintos productos; en todo lo que se refiera a métodos de pintura, mezclas, vida útil de las mezclas, tiempos de secado y repintado, diluyentes, entre otros.

**REC-INT-185**

El color de las pinturas será definido oportunamente por la I.T. de acuerdo a cartas de colores o muestras según corresponda.

**15.4.3 Galvanizado en Caliente****REC-INT-186**

Todas las piezas y estructuras metálicas que el Contratista deba galvanizar serán sometidas al proceso de galvanización en caliente de acuerdo a las prescripciones de la Norma ASTM A-123-84. El espesor del recubrimiento de zinc deberá ser como mínimo el que se indica en la tabla 9 (dichos valores deberán ser confirmados con la documentación correspondiente):

Espesor de la Pieza	Espesor del recubrimiento de zinc ( $\mu$ m)
Bajo 2	47
2 – 3	65
3 – 6	86
Sobre 6	99

**Tabla 9. Valor del espesor del recubrimiento de Zinc****REC-INT-187**

La composición del metal fundido en el baño de galvanizado no debe ser menor que 98% de zinc por peso.

**REC-INT-188**

El recubrimiento deberá ser continuo y liso, con espesor uniforme y libre de excesos en los agujeros, juntas y bordes. Además, no deben quedar áreas sin recubrimiento o con ampollas o depósitos de ácidos, manchas negras o escorias.

**REC-INT-189**

El recubrimiento de zinc deberá tener una adherencia que resista el manejo asociado al normal uso de la pieza de modo que no resulten en ella ralladuras o escamas. Esta adherencia se verificará aplicando sobre la superficie galvanizada, la presión de la punta de un cuchillo; si el recubrimiento se desprende en forma de capas que dejen expuesto el metal base, se rechazará la pieza.

**15.4.4 Galvanizado en Frio****REC-INT-190**

Todas las zonas de partes metálicas que hayan sufrido daño en su galvanizado en caliente después de su instalación, causados por soldaduras, cortes, doblado, manejo descuidado u otra razón, deberán ser sometidas a una reparación de su galvanizado en frío, de acuerdo a Norma ASTM A-780-80.

**REC-INT-191**

El material a usar será en base a pinturas enriquecidas de zinc en vehículo orgánico, premezcladas y formuladas específicamente para el uso en superficie de acero. La película seca debe contener un mínimo de 94% de zinc polvo por peso. Una aplicación

de pintura de galvanizado en frío debe asegurar un recubrimiento de al menos 50  $\mu\text{m}$  y el total debe corresponder a los valores de la tabla de galvanizado en caliente.

**REC-INT-192**

Cualquier área dañada requerirá de un tratamiento superficial previo al galvanizado en frío, deberán estar limpias, secas; libres de grasas, productos corrosivos y escorias.

**15.4.5 Instalaciones Eléctricas****REC-INT-193**

Los circuitos eléctricos de baja tensión que se pondrán en servicio estarán constituidos por cables con conductores de cobre con aislamiento en seco, tipo RZ1 o RZ1-K.

**REC-INT-194**

Todos los cables de baja tensión, deberán estar certificados de acuerdo a la reglamentación vigente establecida por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), considerando los procedimientos de certificación para conductores eléctricos indicados en los Protocolos de Análisis y/o Ensayos de seguridad de Producto Eléctrico (PE N°2/16 y/o PE N°2/17) según corresponda.

Además de lo anterior, como mínimo, para todo carrete o rollo de conductores eléctricos, utilizados para las instalaciones de Metro, deberá presentar la siguiente documentación:

- Certificado de tipo.
- Certificado de seguimiento de la producción, emitido por una empresa certificadora reconocida por la SEC.
- Certificado de Aprobación (según corresponda).

Así mismo, se solicitará que en la chaqueta de los cables venga impresa, a lo más cada 6m, la siguiente información:

- N° del Certificado de Aprobación.
- Lugar de fabricación.
- Mes/año de fabricación u otro medio de trazabilidad.

**REC-INT-195**

Si se trata de cables importados, estos deberán estar certificados por una entidad chilena reconocida por la SEC, y se exigirá que éstos sean sometidos a ensayos en laboratorios autorizados por la SEC. Los ensayos a efectuar serán los indicados en los ítems N° 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11 y 16 de la Tabla A del Capítulo II, de los Protocolos PE 2/16 y/o PE N°2/17, según corresponda. La aprobación de dichos conductores deber estar bajo el sistema de Certificación expuesto en el Capítulo III de los protocolos de análisis de ensayos.

**REC-INT-196**

Los conductores de los alimentadores a utilizar deberán ser de formación cableada de cobre blando, para tensión nominal no inferior a 600 V, como complemento utilizar reglamento de instalaciones de baja tensión de metro [N1], monoconductores o multiconductores, para temperatura máxima de servicio de 90° C, apropiados para instalar en bandejas, escalerillas y a la intemperie, además, según donde se utilicen deberán cumplir lo siguiente:

- La aislación debe ser libre de halógenos, baja emisión de humos y que no produzcan gases tóxicos ni corrosivos, retardante a la llama. Este conductor será fabricado bajo norma IEC 60502 o similar.
- La sección mínima de los conductores en Alumbrado y Fuerza debe cumplir con la Norma Chilena de instalaciones de consumo de baja tensión NCh. Elec. 4 / 2003
- El uso de conductores, en el tendido y conexión de los circuitos de alumbrado y fuerza deberá respetar el código de colores de la NCh Elec. 4/2003, artículo 8.0.4.15.
  - Fase 1, A o R: Azul
  - Fase 2, B o S: Negro
  - Fase 3, C o T: Rojo
  - Neutro o tierra: Blanco
  - Tierra Protección: Verde o verde/amarillo

**REC-INT-197**

El código de colores deberá respetarse en todas las instalaciones. La I.T. rechazará toda instalación que contravenga el código de colores debiendo el Contratista cambiar los conductores por otros que, si lo cumplan, a su cuenta y cargo.



**REC-INT-198**

Si el tipo de aislación de algunos conductores no es coloreado, ésta se podrá indicar con los colores del código mediante cintas coloreadas (cinta aisladora plástica). No se permitirá el uso de letras para indicar los colores del código.

**REC-INT-199**

Los cables de datos utilizados para la instalación del sistema CCTV y ACA, en estaciones e internaciones, al interior de túneles, como a la intemperie, deberán responder a los siguientes criterios:

- No propagador de llamas, según Norma IEC 60332-1 / UNE EN 50265-2-1.
- No propagador de incendios, según Norma IEC 60332-3 / EN 50266-2-3 o superior.
- Baja emisión de halógenos o Low Smoke Zero Halogen (LSZH), según Norma IEC 60754-1 / EN 50267-2-1 o superior.
- Nula emisión de gases corrosivos, según Norma IEC 60754-2.
- Baja emisión de humos opacos, según Norma IEC 61034 -1 y -2 / EN 50268.
- En el caso de cableado a la intemperie en bandejas en zonas de trinchera, deberán poseer protección UV.

**15.4.6 Empalme de los Conductores****REC-INT-200**

La unión o empalme de los conductores a equipos o cajas, debe efectuarse de acuerdo a la norma NCH Elec. 4/2003 punto 5.4.3.2. Otras uniones entre conductores, que surjan como necesarias, se ejecutarán con soldadura de plomo-estaño. Se exceptúa esta exigencia en aquellos casos en que el equipo traiga sus propios elementos de conexión o las regletas sean del tipo mordaza.

**REC-INT-201**

Las conexiones flexibles de cableado deberán tener suficiente juego para permitir cualquier maniobra.

**REC-INT-202**

Se evitará que los conductores tengan uniones en su recorrido. Si esto no fuera posible, se pondrá en conocimiento de la I.T. esta situación, quien podrá autorizar la ejecución de un empalme mediante conectores de compresión en mufas tipo Scotch-Cast marca 3M,

o equivalente. Bajo ninguna circunstancia quedarán uniones de conductores dentro de ductos.

**REC-INT-203**

La conexión de la alimentación eléctrica y todos sus elementos asociados, serán de responsabilidad del Contratista. Metro aprobará y supervisará esta conexión.

**15.4.7 Tendido de los conductores****REC-INT-204**

En términos generales, los conductores se tenderán en canaletas, bandejas y ductos. Los conductores deben fijarse a sus soportes mediante collares inaflojables de material aislante flexible. Si los esfuerzos lo exigen se usarán collares de cerrado mecánico.

**REC-INT-205**

Fuera de los rack, las amarras de los conductores deberán ubicarse al menos cada cuatro (4) metros, en cada cambio de dirección y cambio de nivel. Dentro de los rack se debe aplicar el mismo principio pero cada 30 cm de recorrido de cableado. De la misma manera, las marcas de los circuitos deberán estar presentes en cada cambio de dirección u otra situación en que se requiera.

**15.4.8 Pruebas de Conductores****REC-INT-206**

Antes del conexionado definitivo de los conductores deberán realizarse las pruebas funcionales. Para estos efectos el Contratista someterá a aprobación de la I.T. los protocolos de las pruebas que se realizarán.

**REC-INT-207**

El Contratista deberá demostrar, a plena satisfacción de la I.T., que:

- Todos los conductores de cada circuito. sean continuos y estén libres de cortocircuitos,
- Todos los conductores están libres de conexiones a tierra no especificadas,
- La resistencia a tierra de todos los conductores, no conectados a tierra, no sea inferior a mil (1.000) Ohm por Volt de régimen de servicio del conductor,

- La resistencia a tierra de la aislación de todos los conductores, no conectados a tierra, de los circuitos múltiples, no sea inferior a un (1) Mega-Ohm,
- Los conductores estarán de acuerdo a las indicaciones de los planos y de las especificaciones, correspondiendo la sección, código de colores, identificación, entre otros.

#### **15.4.9 Puesta a Tierra de las Partes Metálicas**

##### **REC-INT-208**

El Contratista deberá aterrizar, mediante cables de calibres adecuados según NCh 4/84, todas aquellas estructuras y partes metálicas susceptibles de estar en contacto con los usuarios o personal de mantenimiento. Para ello se hará una prolongación del circuito de puesta a tierra existente en las bandejas de Alumbrado y Fuerza que se encuentre más accesible.

#### **15.4.10 Equipos y Herramientas**

##### **REC-INT-209**

El Contratista deberá disponer de todas las herramientas que necesite su personal, debiendo ser de primera calidad, encontrarse en buen estado y con sus calibraciones vigentes. Además, deberá disponer de equipos especiales tales como soldadoras, dobladoras hidráulicas de tubos, taladros y cualquier otro equipo o maquinaria que se necesite para la correcta ejecución de las obras, como vehículos de transporte y equipos alza hombres para trabajos en altura.

##### **REC-INT-210**

El Contratista deberá estar en condiciones de proporcionar todos los instrumentos que se requieran para efectuar las pruebas, controles y mediciones.

##### **REC-INT-211**

En todos aquellos lugares en que se genere algún deterioro producto de los trabajos, el Contratista deberá estucar nuevamente, repintando o reponiendo el revestimiento de acuerdo al estado primitivo de la zona afectada. Del mismo modo, en todos aquellos lugares en que se produzcan derramamientos de solventes o lubricantes, el Contratista deberá reponer todo aquello que resulte dañado a su entero costo.

### **15.4.11 Pruebas Generales**

#### **REC-INT-212**

El Contratista estará obligado a participar en horario diurno y nocturno, en todas las pruebas y los controles destinados a garantizar la buena ejecución de las instalaciones.

#### **REC-INT-213**

Será responsabilidad del Contratista presentar a la I.T. el protocolo de pruebas, incluyendo los medios y programación para la ejecución paso a paso, que permita desarrollar las mediciones y comprobaciones necesarias para verificar el correcto montaje, funcionalidad, operación, seguridades, respuesta a solicitudes máximas, etc. de todas y cada una de las instalaciones realizadas por el Contratista. El protocolo de pruebas deberá contar con la aprobación de la I.T. y el Contratista asumirá las sugerencias y observaciones que plantee.

#### **REC-INT-214**

El resultado de las pruebas deberá ser entregado por el Contratista en un informe técnico que incluya valores y aspectos verificados y la correspondiente comparación con los estándares propios de instalaciones nuevas. No se permitirán discrepancias por bajo los estándares. El informe se presentará a la I.T. para su aprobación.

#### **REC-INT-215**

Las pruebas se deberán fijar en detalle para los diferentes equipos y tendrán como fin verificar la calidad del montaje y el buen funcionamiento de la instalación. Como mínimo se deberán considerar pruebas de verificación de cableados, pruebas de integración local con los sistemas existentes, pruebas de integración a nivel central (servidores e IHM).

### **15.5 Visitas a Terreno**

Debido al escenario actual de emergencia sanitaria, es que no está previsto realizar visitas a terreno.

## **15.6 Programación de los Trabajos**

### **REC-INT-216**

El Contratista deberá presentar para aprobación de Metro un Plan de desarrollo de los trabajos y todos los entregables del proyecto, el cual deberá incluir un cronograma actualizado con todas las etapas del desarrollo de las diferentes actividades.

### **REC-INT-217**

El plan de desarrollo deberá ser entregado dentro de los primeros 5 días contados después de la firma del contrato. Además, deberá presentar semanalmente al I.T. o al personal definido por Metro, el programa semanal de acuerdo al plan de desarrollo de la ingeniería básica.

### **REC-INT-218**

El programa de trabajo será revisado por el I.T. o personal definido por Metro, los que podrán rechazar, modificar o aprobar el programa presentado. Sólo en esta última condición, el Contratista podrá llevar adelante los trabajos programados.

### **REC-INT-219**

Dentro de los alcances del Contratista, se debe considerar la coordinación directa con otros Contratistas y áreas de Metro que se encuentren trabajando en áreas comunes, dando y gestionando las facilidades que resulten necesarias para el adecuado cumplimiento de los plazos y programas del Contrato.

## **15.7 Horario de intervención**

### **REC-INT-220**

El Contratista debe considerar, dentro de los costos globales de su oferta, que todas las actividades que implique un impedimento a la normal explotación, deberán ser realizadas en jornadas nocturnas, en coordinación con Metro. Los horarios disponibles para dichos trabajos serán desde las 00:30 hrs., hasta las 04:00 hrs., considerando en este horario la preparación de los equipos de trabajo, el aseo del sector intervenido y la habilitación de espacios para la operación diaria de zonas y recintos, entre otras actividades que son parte de la ejecución de los trabajos.

**REC-INT-221**

El Contratista podrá considerar realizar trabajos en horario diurno, previa probación de Metro, la que estará sujeta a que existan las condiciones de seguridad mínimas para trabajar en estaciones y sus alrededores.

**REC-INT-222**

Para las estaciones cerradas al público, se podrán realizar trabajos en cualquier horario, previa a probación de Metro, la que estará sujeta a que existan las condiciones de seguridad mínimas para trabajar en estaciones y sus alrededores.

**REC-INT-223**

Estarán disponibles para el Contratista, el calendario con el detalle de las prolongaciones de energía semanales por Línea, las cuales deberán ser consideradas por el Contratista para programar las intervenciones asociadas al proyecto.

## **16. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO**

A continuación se describen los requerimientos para las pruebas y puesta en servicio de las nuevas cámaras del sistema implementado.

### **REC-INT-224**

El Contratista será el responsable de efectuar todas las pruebas necesarias para verificar el correcto funcionamiento del nuevo equipamiento (pruebas en fábrica del sistema, pruebas de no afectación con los demás sistemas, entre otros), en condiciones nominales y degradadas. Una vez que finalice satisfactoriamente las pruebas, se podrá acceder a poner en servicio el sistema.

### **REC-INT-225**

Se requiere que el Contratista, para la implementación de los componentes requeridos y su puesta en marcha, entregue un plan de trabajo especificando las actividades, recursos a utilizar y tiempo asociado a cada tarea, los trabajos de ampliación deben ser coordinados con personal de Metro y se realizarán en horario donde no impacten la operación comercial.

### **REC-INT-226**

El Contratista estará obligado a participar en horario diurno y nocturno, en todas las pruebas y los controles destinados a garantizar el buen desempeño del sistema.

### **REC-INT-227**

El Contratista deberá entregar un Plan de Pruebas y Puesta en Servicio que describa, entre otros:

- Descripción y alcance de cada una de las actividades que serán realizadas por concepto de pruebas y puesta en servicio.
- Requisitos de las actividades que serán realizadas por concepto de pruebas, marcha blanca y puesta en servicio. Por ejemplo:
  - Personal que participará de las actividades.
  - Suministro y materiales.
  - Instrumentos y herramientas.
- Instrumentos y herramientas.
- Matriz de riesgo con sus correspondientes mitigaciones.
- Documentación de entrada o necesaria para ejecutar las actividades.
- Identificar y cuantificar el impacto de los riesgos que podrían presentarse debido a la ejecución de las actividades, junto con las medidas de mitigación respectivas.

- Planificación de etapas y actividades que serán desarrolladas por concepto de pruebas, marcha blanca y puesta en servicio.
- Procedimientos y protocolos de pruebas.
- Entregables de las pruebas y puesta en servicio.

**REC-INT-228**

El plan de pruebas y puesta en servicio deberá ser aprobado por Metro, antes de iniciar las actividades.

**REC-INT-229**

Previo a realizar una actividad en terreno, el Contratista deberá entregar el procedimiento de pruebas aprobados por Metro. Metro solicitará, adicionalmente (en caso de ser necesario), una matriz de riesgos que describa los riesgos de la actividad, su impacto y propuesta para mitigarlo.

**REC-INT-230**

El Contratista deberá identificar y cuantificar el impacto de los riesgos operacionales que podrían presentarse debido a la ejecución de las actividades. Deberá entregar las medidas de mitigación respectivas.

**REC-INT-231**

Será responsabilidad del Contratista presentar a Metro y/o la I.T. el protocolo de pruebas, incluyendo los medios y programación para la ejecución paso a paso, que permita desarrollar las mediciones y comprobaciones necesarias para verificar el correcto montaje, funcionalidad, operación, seguridades, respuesta a solicitudes máximas, entre otras, de todas y cada una de las instalaciones realizadas por el Contratista. El protocolo de pruebas deberá contar con la aprobación de Metro y/o la I.T., el Contratista asumirá las sugerencias y observaciones que plantee.

**REC-INT-232**

El resultado de las pruebas deberá ser entregado por el Contratista en un informe técnico que incluya valores y aspectos verificados y la correspondiente comparación con los requerimientos en las presentes especificaciones técnicas. El informe se presentará a Metro y/o la I.T. para su aprobación.



---

**REC-INT-233**

Las pruebas se fijarán en detalle para los diferentes equipos y tendrán como fin verificar la calidad del montaje y el buen funcionamiento de la instalación, además de comprobar la ausencia de impacto del sistema a implementar con los demás sistemas.

**REC-INT-234**

Previo a realizar una actividad en terreno, el Contratista deberá entregar el procedimiento de pruebas aprobados por Metro S.A. Adicionalmente se solicitará una matriz de riesgos que describa los riesgos de la actividad, su impacto y propuesta para mitigarlo.

---

## **17. ACEPTACIÓN Y CONDICIONES DE RECEPCIÓN**

El nuevo equipamiento del sistema estará sujeto a Recepción Provisional y a Recepción Final por parte de Metro.

### **17.1 Recepción Provisional**

#### **REC-INT-235**

Después de terminadas y aprobadas todas las actividades, incluyendo la entrega y aprobación de toda la documentación, el Contratista podrá solicitar a Metro, la emisión del Certificado de Recepción Provisional del nuevo equipamiento, la que se podrá realizar por estación.

#### **REC-INT-236**

Metro podrá determinar la necesidad de supervisión y/o soporte adicional con la ayuda y recomendaciones del Contratista, si se estime necesario.

#### **REC-INT-237**

Metro no aceptará la entrega oficial en funcionamiento de ningún suministro ni equipo antes de la Recepción Provisional.

### **17.2 Recepción Final**

#### **REC-INT-238**

Para la Recepción Final, el Contratista deberá remitirse a lo dispuesto en las Bases Administrativas del proyecto.

## **18. CAPACITACIÓN**

A continuación, se describen los requerimientos asociados a la capacitación que deberá realizar en Contratista tanto a personal de Operaciones, como de Mantenimiento.

### **REC-INT-239**

Las capacitaciones a personal de Operaciones y Mantenimiento, se deberán ajustar a las rotaciones de los turnos disponibles de ambos equipos de trabajos.

### **REC-INT-240**

Para los Operadores, se requiere capacitación en el correcto uso de las nuevas funcionalidades y vistas gráficas de las IHM actualizadas por el proyecto.

### **REC-INT-241**

Para la capacitación de los Operadores, favor considerar a modo de referencia 4 grupos para líneas convencionales y 4 grupos para líneas automáticas, cada uno de 10 personas. Tanto los grupos, como cantidad de participantes finales se acordarán entre Metro y el Contratista durante la etapa de ingeniería de detalle del proyecto.

### **REC-INT-242**

Para el personal de Mantenimiento, se requiere capacitación en el correcto funcionamiento y reparación del sistema.

### **REC-INT-243**

Para la capacitación del personal de Mantenimiento, favor considerar a modo de referencia 4 grupos para líneas convencionales y 4 grupos para líneas automáticas, cada grupo será de 10 personas. Tanto los grupos, como cantidad de participantes finales se acordarán entre Metro y el Contratista durante la etapa de ingeniería de detalle del proyecto.

## **19. GARANTIAS**

A continuación, se describen los requerimientos asociados a la aplicación de la garantía técnica de los nuevos equipos, componentes y accesorios.

### **REC-INT-244**

Se entenderá la aplicación de la garantía cuando la especificación de los trabajos a realizar entregada por el Contratista, contenga errores en diseño o falla de cálculos y estimaciones, que requieran la reestructuración del sistema generado o cualquier cambio en topología, conexiones y direcciones previstas por la misma ingeniería, ya sea a nivel de software o hardware.

### **REC-INT-245**

Se entenderá la aplicación de la garantía cuando el equipo sufre una falla que lo deja fuera de servicio.

### **REC-INT-246**

También se aplicará el concepto de garantía a los equipos que se destaquen por su tasa de fallas claramente por encima de los demás equipos, considerando el tipo y número de ellas, así como la naturaleza de la falla, estarán afectos al concepto de "Falla Sistemática", la cual puede producirse aun cuando no afecte a la confiabilidad global de los equipos a instalar. Se tendrá una falla sistemática, si la misma avería afecta en forma recurrente al mismo componente en más del diez por ciento (10%) de los equipos o elementos de ese tipo instalados. La comprobación será verificada a partir de la puesta en servicio del primer equipo instalado.

### **REC-INT-247**

El Período de Garantía será de 12 meses, a contar de la Recepción Provisional de la totalidad de las obras.

### **REC-INT-248**

Será responsabilidad del Contratista entregar los servicios y suministros (repuestos) necesarios para dar cumplimiento a los requerimientos establecidos para el Periodo de Garantía.

### **REC-INT-249**

Durante el período de garantía el Contratista deberá considerar un SLA no mayor a 24 (veinticuatro) horas desde el aviso de Metro S.A. ante eventuales averías y/o fallas de

cualquier componente que conforme parte de los equipos y que afecten el funcionamiento de este.

**REC-INT-250**

El Contratista deberá emitir un informe detallado por cada atención indicando como mínimo: horario de atención, tiempo de inicio de atención, tiempo de fin de atención, evidencia fotografía, causas y la solución.

**REC-INT-251**

El Contratista deberá asumir todos los gastos asociados al momento de dar solución a averías y/o problemas que se presenten dentro del periodo de garantía, tales como suministros, actividades, transporte, etc.

---

## **20. ASISTENCIA TÉCNICA**

A continuación, se describen los requerimientos asociados a la asistencia técnica que deberá entregar el Contratista desde la puesta en servicio del sistema.

### **REC-INT-252**

El Contratista deberá garantizar la continuidad de los nuevos equipos, componentes y accesorios desde la puesta en servicio del primer recinto y hasta la recepción final, para ello deberá mantener un servicio de asistencia técnica que permita resolver cualquier problema que se presente en los nuevos sistemas. El tiempo de respuesta del servicio de asistencia, no debe exceder las 72 horas, desde el reporte o detección de la anomalía.

### **REC-INT-253**

El Contratista deberá mantener la continuidad operacional de la solución implementada, hasta la Recepción Provisional de la totalidad de las obras. Para ello deberá mantener un stock de repuestos completo de cada tipo de equipo. Estos repuestos no se consideran dentro del suministro del 10% de los principales equipos del sistema que el Contratista debe suministrar a Metro.

### **REC-INT-254**

El Contratista deberá emitir un informe detallado por cada asistencia técnica indicando como mínimo: horario de Asistencia, tiempo de inicio, tiempo de fin, evidencia fotografía, causas y la solución.

## **21. DOCUMENTACIÓN**

De acuerdo a los requerimientos y consideraciones descritas en los puntos anteriores y en conjunto con la puesta en marcha del sistema, el Contratista debe hacer entrega de todos los softwares y la siguiente documentación As-Built (tal como está construido) en español o inglés, como mínimo deberá considerar:

### **21.1 Manual de Operaciones**

#### **REC-INT-255**

El documento Manual Operativo del Sistema debe describir en detalle la forma de operar de los sistemas de alarmas y CCTV (Sensores, Cámaras, componentes y accesorios) el cual debe contemplar lo siguiente:

- Descripción gráfica de los nuevos mapas de las estaciones con la ubicación de los nuevos componentes del sistema de alarmas y CCTV.
- Descripción de los cambios en el sistema de alarmas (nuevos iconos, botones, etc.).
- Procedimiento de las condiciones generales del sistema y posibles alarmas.

### **21.2 Planos de Instalación**

#### **REC-INT-256**

Los Planos de Instalación CAD deben incluir el detalle de montaje de cada uno de los componentes, indicando su ubicación, soportes, fijaciones, espacios utilizados, etc. Para los planos de instalación, se deben incorporar a los planos de Metro, considerando nomenclatura y estándares de Metro.

### **21.3 Planos de Conexión**

#### **REC-INT-257**

Los Planos de Conexión CAD deben incluir diagramas esquemáticos de conexión de módulos, identificando con su etiquetado correspondiente, las señales involucradas. Debe considerar los puntos de conexión eléctrica. Para los planos de conexión, se deben incorporar a los planos de Metro, considerando nomenclatura y estándares de Metro.

---

## **21.4 Control de Calidad**

### **REC-INT-258**

El documento de Control de Calidad debe incluir una copia de toda la documentación relativa al control de calidad del sistema llevado a cabo durante su ejecución, lo que debe incluir como mínimo:

- Procedimientos de pruebas realizados, que debe incluir una descripción de los puntos de inspección, variables verificadas, valores de referencia esperados, etc.
- Checklists de verificación de cada componente, que muestre el resultado de cada prueba.
- Actas o Certificados de recepción provisional.



---

## **22. PLANOS Y DOCUMENTOS**

A continuación, se describen las consideraciones relacionadas con los planos y documentos que se utilizarán como información referencial para este proyecto.

### **REC-INT-259**

Metro pondrá a disposición del Contratista toda la información que dispone en el estado en que se encuentre. Si no existe documentación, o ésta es insuficiente, o no es precisa, el Contratista coordinará con Metro, el desarrollo de grupos de trabajo, para generar la información que se requiera, donde podrá participar personal de Metro.

### **REC-INT-260**

El Contratista deberá revisar y verificar los datos entregados por Metro, los cuales deben ser considerados como referenciales. Estos datos podrán contener información que incluye documentos descriptivos, diagramas y planos.

---

## **23. GESTIÓN Y CONTROL DE LA INGENIERÍA**

A continuación, se describen los requerimientos asociados a la gestión y el control de la ingeniería desarrollada para este proyecto.

### **REC-INT-261**

El contratista deberá presentar un plan de ingeniería preliminar, el cual deberá ser aprobado por Metro previo al inicio de las actividades. Este plan deberá ser complementado y actualizado con los documentos de ingeniería As Built.

### **REC-INT-262**

Previo a realizar una actividad en terreno, el Contratista deberá entregar el procedimiento de actividades de ingeniería, aprobados por Metro. Metro solicitará, adicionalmente, una matriz de riesgos que describa los riesgos de la actividad, su impacto y propuesta para mitigarlo.

### **REC-INT-263**

El Contratista será el responsable de efectuar todas las actividades de ingeniería necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos establecidos por Metro.

## **23.1 Plazo Estimado**

### **REC-INT-264**

El Contratista deberá considerar el plazo de ejecución de los trabajos y sus frentes de trabajo, de forma de garantizar que la habilitación del sistema se realice de acuerdo a los tiempos de desarrollo del proyecto civil. Para mayor claridad, Metro suministrará como referencia, los planos disponibles a la fecha.

---

## **24. GESTIÓN DE REPUESTOS Y OBSOLESCENCIA**

A continuación, se describen los requerimientos para la gestión de los repuestos y la obsolescencia.

### **24.1 Repuestos**

#### **REC-INT-265**

El Contratista deberá considerar como parte del Alcance del proyecto, el suministro del 10% de los principales equipos como concepto de repuesto.

#### **REC-INT-266**

La lista de los repuestos propuestos por el Contratista deberá ser presentada a Metro para la aprobación.

### **24.2 Obsolescencia**

#### **REC-INT-267**

Los equipos, componentes o accesorios del sistema que debe proporcionar el Contratista no deben estar declarados en EOL.

#### **REC-INT-268**

El Contratista debe indicar la vida útil de los equipos; además, deberá especificar las condiciones generales de conservación, almacenaje, mantenimiento y otras que deban ser consideradas concernientes a asegurar la vida útil declarada.

## 25. ANEXOS

### Anexo 1

N°	Línea	CPSS	Cantidad Sala Coordinadores
1	Línea 1	Los Dominicos	1
2	Línea 1	Tobalaba	1
3	Línea 1	U de chile	1
4	Línea 1	Los Héroes	1
5	Línea 1	San Pablo	1
6	Línea 2	Zapadores	1
7	Línea 3	Cal y canto A	2
8	Línea 3	Cal y canto B	2
9	Línea 2	Santa Ana	1
10	Línea 2	La Cisterna	1
11	Línea 6	Ñuñoa	2
12	Línea 3	Plaza Egaña	2
13	Línea 4	Vicente Valdes	2
14	Línea 4	Plaza Puente Alto	1
15	Línea 5	Bellavista La florida	1
16	Línea 5	Del sol	1
17	CCA	SEAT	1

**Tabla 10: Listado de Estaciones con CPSS**

Línea	CPSS	Sensor Magnético	Sensor Movimiento	Video Portero	Monitor	Pulsador de pánico	Cámaras fijas
Línea 1	Los Dominicos	3	1	1	2	1	2
Línea 1	Tobalaba	2	1	1	2	1	2
Línea 1	U de Chile	2	1	1	2	1	2
Línea 1	Los Héroes	2	1	1	2	1	2
Línea 1	San Pablo	5	1	1	2	1	2
Línea 2	Zapadores	2	1	1	2	1	2
Línea 3	Cal y canto A	3	2	1	3	2	3
Línea 3	Cal y canto B	3	2	1	3	2	3
Línea 2	Santa Ana	2	1	1	2	1	2
Línea 2	La Cisterna	2	1	1	2	1	2
Línea 6	Ñuñoa	3	2	1	3	2	3
Línea 3	Plaza Egaña	5	3	1	3	2	4
Línea 4	Vicente Valdes	3	3	1	3	2	4
Línea 4	Plaza Puente Alto	2	1	1	2	1	2
Línea 5	Bellavista La Florida	2	1	1	2	1	2
Línea 5	Del Sol	2	1	1	2	1	3
CCA	SEAT	1	1	1	1	1	1
Total		44	24	17	38	22	41

**Tabla 11: Cantidad Propuesta de Equipos para cada CPSS.**

**Anexo 2**

Línea	PML	Sensor Magnético	Sensor Movimiento
L1	Pajaritos	2	1
L1	Manquehue	1	1
L5	Pudahuel	1	1
L5	Quinta Normal	2	1

**Tabla 12: Cantidad de Sensores propuestos para cada PML.**

Línea	Recinto técnico	Sensor Magnético	Sensor Movimiento
L1	Sala CBTC U de Chile	1	1

**Tabla 13: Cantidad de Sensores propuestos para Recinto Técnico.**