




**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS  
METRO S.A.  
DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN**

**DEFINICIONES OPERACIONALES  
EXTENSIÓN LÍNEA 2**

<b>0</b>	<b>12/02/2017</b>	<b>Uso</b>	<b>Jaime Antoine Cristian Barria</b>	<b>Patricia Andrade</b>	<b>Abraham Soler</b>
<b>REV N°</b>	<b>FECHA</b>	<b>EMITIDO PARA</b>	<b>POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
		L2-150200-00-5GA-PLN-0002			<b>Página 1 de 48</b>
					<b>Revisión 0</b>

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
1.1. Antecedentes preliminares.....	7
1.2. Objetivos del documento .....	7
<b>2. PRINCIPIOS DE LA OPERACIÓN .....</b>	<b>9</b>
2.1. El servicio de transporte en Metro .....	9
2.2. Objetivos de la operación.....	9
2.3. Criterios de la producción y de la calidad de servicio.....	10
2.3.1. Seguridad.....	11
2.3.2. Comodidad.....	11
2.3.3. Aseo 12	
2.3.4. Rapidez .....	12
2.3.5. Regularidad .....	13
2.3.6. Disponibilidad de oferta.....	14
<b>3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA 2 .....</b>	<b>15</b>
3.1. Información general.....	15
3.2. Características del trazado de Extensión Línea 2 .....	15
<b>4. OPERACIÓN NOMINAL LÍNEA 2 .....</b>	<b>17</b>
4.1. Demandas proyectadas para Línea 2 con extensión.....	20
4.2. Estrategias operacionales .....	21
4.2.1. Operación con bucle.....	21
4.2.2. Operación con inyección.....	22
4.2.3. Operación Expresa.....	22
4.3. Servicios de los trenes en modo nominal.....	23
4.3.1. Horarios apertura/Cierre del servicio .....	23
4.3.2. Intervalos.....	24
4.3.2.1. Intervalo máximo de explotación.....	24

4.3.2.2.	Intervalo Hora Punta L2 .....	24
4.3.3.	Tiempo de estacionamiento en andenes.....	24
4.3.3.1.	Intervalo Hora Punta L2 .....	24
<b>5.</b>	<b>TRENES .....</b>	<b>26</b>
5.1.	Características.....	26
5.2.	Capacidad .....	26
5.3.	Número de trenes.....	27
<b>6.</b>	<b>CENTRO INTEGRADO DE CONTROL (CIC).....</b>	<b>28</b>
6.1.	Organización y rol del personal.....	28
6.1.1.	Puesto de Comando Centralizado (PCC).....	29
6.1.2.	Centro de Comunicaciones (CC) .....	29
6.1.3.	Centro de Control y Seguridad (CCS).....	30
6.2.	Sistemas CIC.....	30
6.2.1.	SCADA de tráfico - tracción .....	30
6.2.2.	SCADA de control de estaciones .....	32
6.2.3.	Lógica de Tracción.....	33
<b>7.</b>	<b>DEFENICIONES REQUERIDAS [OPERACIONALES – SISTEMAS].....</b>	<b>34</b>
7.1.	Pantallas de acceso .....	34
7.2.	Pantallas de contención.....	34
7.3.	Pantallas informativas de andén .....	35
7.4.	Pantallas interactivas de información al usuario.....	36
7.5.	Evacuación de emergencia.....	36
7.5.1.	Evacuación de emergencia en estaciones .....	36
7.5.1.1.	Consideraciones generales .....	36
7.5.2.	Evacuación de emergencia en vías - interestación .....	37
7.6.	Requerimientos técnicos ascensores.....	38
7.7.	Listado de señales y alarmas para ascensores.....	38
7.8.	Listado de señales y alarmas para escaleras mecánicas.....	39
7.9.	Telefonía - Interfonía .....	39

7.9.1. Telefonía .....	40
7.9.2. Interfonía.....	40
7.10. Control de acceso a los locales técnicos.....	41
7.11. Recinto de permanencia técnica .....	42
7.12. Movimiento trenes cocheras Vespucio Norte.....	42
7.13. Puerta barrera de control.....	43
7.14. Sistema CNF .....	44
7.15. Cierro de cocheras Vespucio Norte .....	44
7.16. Portones y puerta peatonal estaciones Extensión L2.....	45
7.17. Cerco eléctrico talleres y cocheras .....	46
7.18. Acceso a estaciones en horario nocturno.....	47
7.19. Cantidad y localización de cámaras en estaciones, cocheras y terminal .....	47

## **TABLAS**

<i>Tabla 1 : Estaciones línea 2 con Extensión.....</i>	17
Tabla 2: Variables operacionales Línea 2 con Extensión.....	20
Tabla 3: Horarios apertura/cierre del servicio.....	23
Tabla 4: Intervalo máximo actual de operación .....	24
Tabla 5: Intervalo de operación L2 – Plan Operacional 2018-2022.....	24
Tabla 6: Los tiempos de estacionamiento durante las horas de puntas.....	25
Tabla 7: Dotación de trenes L2 con Extensión.....	26
Tabla 8: Capacidad de los trenes dotación L2 .....	26
Tabla 9: Dotación de trenes Línea 2 con Extensión .....	27
Tabla 10: Antecedentes dotación de cámaras en estaciones convencionales y talleres ..	47

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema Actual de Línea 2 con Operación Expresa (incluye estaciones de Extensión) .....	18
Ilustración 2: Zonas de maniobra en Línea 2 con extensión. ....	18
Ilustración 3: Cola de maniobras estación Hospital El Pino.....	19
Ilustración 4: Perfil de carga para el año 2022 Línea 2 con extensión.....	20
Ilustración 5: Operación con bucle.....	21
Ilustración 6: Operación Expresa en Horario Punta AM y PM y Operación Horario Valle.....	23
Ilustración 7: Esquema de Organización CIC.....	28
Ilustración 8: Layout CIC.....	28
Ilustración 9: Movimiento trenes cocheras Vespucio Norte.....	42

**CONTROL DE CAMBIOS**

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes preliminares**

La Línea 2 cuenta con 22 estaciones, las cuales se verán aumentadas a 26 con la extensión al sur. Esta línea conecta la zona norte de Santiago con el sector sur, iniciando el recorrido en el sector de Av. Américo Vespucio con Av. Principal Ignacio Carrera Pinto, en la comuna de Recoleta/Huechuraba y finalizando en la intersección de las calles Padre Hurtado con Lo Blanco, en la comuna de San Bernardo. Recorre un total cercano a los 25 km y seis comunas: Recoleta/Huechuraba, Santiago, San Miguel, La Cisterna, El Bosque y San Bernardo. En esta línea se contemplan cinco estaciones de combinación con las Líneas 1, 4A, 5, 6 y con la futura Línea 3.

Con la construcción de la extensión de Línea 2, la red de Metro de Santiago se renueva, pudiendo extenderse y comunicar así nuevos territorios. Dicha extensión favorece el desplazamiento de pasajeros a través de Santiago y contribuye al desarrollo de la ciudad.

Junto con extender la red, Metro S.A. desea redefinir sus estándares de calidad: ofrecer a los usuarios mayor comodidad y una mejor atención, tanto en las estaciones como en los trenes, entregarles mejor información en cualquier circunstancia y mayor rapidez de desplazamiento en un entorno seguro tanto para los clientes, como para funcionarios, la infraestructura, equipamiento y material rodante.

En este sentido, el documento Definiciones Operacionales Extensión Línea 2 entrega los principios generales de la operación de esta Línea y entrega las definiciones requeridas por las diversas áreas que diseñan los Sistemas a implementar en este proyecto.

### **1.2 Objetivos del documento**

El presente documento tiene por objetivo describir el funcionamiento de la Línea 2, una vez que cuente con su extensión. Atendiendo a esto, los objetivos particulares de este entregable pueden sintetizarse en:

- El servicio de los trenes, del CIC y de las estaciones en modo nominal, degradado o de emergencia.
- Definiciones desde el ámbito operacional que inciden en los Sistemas a implementar como parte del proyecto Extensión Línea 2.

Se debe destacar que el alcance de este documento, es describir los procesos operativos principales, pero no un detalle de los procedimientos que se derivan de dichos procesos. Estos procedimientos serán descritos y detallados en los manuales operativos correspondientes.

Las cifras y los resultados (tiempo recorrido del viaje, tiempos de estacionamiento, número de trenes, intervalos) pueden cambiar conforme cambien los datos de entrada y las proyecciones sobre las cuales se sustentaron los análisis de la Ingeniería básica.



## **2 PRINCIPIOS DE LA OPERACIÓN**

### **2.1 El servicio de transporte en Metro**

Los objetivos generales para el transporte colectivo son los siguientes:

- Enfrentar eficientemente la demanda de transporte en términos de comodidad aceptable en los trenes y en las estaciones. Para conseguir lo anterior, la oferta tiene que ser adaptable (cambio en el programa de operación, inserción y retiro de trenes sin perturbar la operación, disponibilidad de los trenes).
- Ser lo más flexible posible para aumentar la oferta del transporte para una demanda futura: aumento de la capacidad del transporte de la línea, extensión de la línea, operación mediante bucles, entre otros.
- Maximizar la atracción de la línea y de la red de transporte público:
  - Llevar pasajeros de un punto a otro lo más rápidamente posible.
  - Aplicar una frecuencia conveniente del servicio, por lo cual Metro de Santiago establece un intervalo máximo según las horas punta, valle o fin de semana.
  - Expandir tanto como sea posible la amplitud de la oferta.
  - Proporcionar una alta calidad de servicio para satisfacer a los pasajeros y poder competir con los vehículos privados u otros medios de transporte. Consiste esencialmente en la seguridad, el aseo, la rapidez, la comodidad, la regularidad, la disponibilidad y la continuidad del transporte público.
  - Aclarar y presentar el mapa de la red simple para los pasajeros (líneas, estaciones, transferencia con otros modos).

### **2.2 Objetivos de la operación**

Los objetivos de la operación se fundan en los siguientes requerimientos:

- Realizar el intervalo mínimo en operación a través de la infraestructura de la línea. Para conseguir lo anterior, el diseño de la vía debe ser definido y elegido para asegurar el intervalo deseado, con suficientes márgenes de operación (trazado de la vía, de los terminales, el acceso de los talleres y otras zonas críticas).
- Asegurar la estabilidad de la oferta del transporte público (intervalos y servicios previstos) definiendo y eligiendo las instalaciones que serán capaces de contrapesar los retrasos recurrentes encontrados en una línea del metro,

introduciendo margen de operación en la línea y en los terminales (configuración del trazado de la vía).

- Realizar el programa de operación previsto (nivel de servicio según tipo de día y horario). Para conseguir lo anterior, se necesita:
  - Asegurar las inserciones y retiros de trenes sin perturbar la operación, (en caso de necesidad, la variación del intervalo).
  - Asegurar la disponibilidad de los trenes en las localizaciones previstas para la necesidad de operación y del mantenimiento.
- Prever los modos de operación degradados (uso del servicio provisional, uso de modo de sustitución, etc.) en caso de falla, para asegurar un servicio tan similar como sea posible al normal:
  - Operar las zonas con vías disponibles con la mejor calidad de servicio.
  - Asegurar la continuidad de viaje de los pasajeros en caso de un incidente o de una indisponibilidad que afecte a una sección de la línea, tomando otro itinerario o usando otro medio de transporte tal como autobuses.
- Simular los métodos de operación (regulación de tráfico) para definir las instalaciones y guardar reservas de tiempo. Todos esos datos son necesarios para permitir al supervisor realizar los modos degradados de la operación.
- Minimizar los costos implica que las redes deben ofrecer al público el menor costo, brindando al mismo tiempo seguridad, regularidad, comodidad y rapidez. Por ejemplo, se puede reducir el número de trenes sin pasajeros, hacer economía de energía.

## **2.3 Criterios de la producción y de la calidad de servicio**

Los objetivos operacionales son definidos en base a los criterios de calidad de servicio directamente percibidos por los pasajeros de Metro y a los criterios de producción, que son los siguientes:

- Seguridad
- Comodidad
- Aseo
- Rapidez
- Regularidad
- Disponibilidad de Oferta

### **2.3.1. Seguridad**

La seguridad es un valor esencial para Metro. La garantía de la seguridad impone medidas muy especiales. Afecta tanto a los desplazamientos de los trenes como a los desplazamientos de los pasajeros, cuando circulan en los andenes de la estación o cuando suben o bajan de los trenes.

El mantenimiento de la seguridad se refiere por un lado, a la fiabilidad de los equipos mecánicos, eléctricos, neumáticos y electrónicos y en segundo lugar, a la presencia del personal (agente de información, personal de mantenimiento, etc.) capacitados para tomar todas las medidas necesarias, tanto en el funcionamiento normal como en caso de falla de los equipos o de las instalaciones (reglas y procedimientos). Tanto el diseño y materialidad de trenes, túneles, estaciones y otros recintos contemplan el cumplimiento de estándares de seguridad, como asimismo se elaboran protocolos para actuar ante incidentes, averías u otros eventos que pongan en riesgo la integridad de los pasajeros o la seguridad en la operación de la Red.

### **2.3.2. Comodidad**

La comodidad de los pasajeros se traduce en:

- Las estaciones cuentan con una estética acogedora, con espacios bien distribuidos y limpios y las disposiciones funcionales forman un conjunto armonioso y coherente.
- Tener facilidades de desplazamiento a través de una identificación visual simple y eficaz, especialmente cuando se realiza una combinación a otras líneas de metro o a otro modo de transporte (buses y trenes de superficie).
- La disponibilidad de informaciones fijas en estaciones y trenes, tales como mapas de la red y planos del entorno.
- La disponibilidad de informaciones dinámicas por medio auditivo y/o visual en las estaciones y trenes, para difundir informaciones generales, normas, informaciones turísticas y también informaciones sobre el programa de operación, de modo de avisar oportunamente sobre servicios parciales, remodelaciones en accesos de las estaciones, contenciones en torniquetes o zonas de combinación, entre otras.
- El diseño interior del tren (luz, ausencia de ruido, climatización, etc.) y su diseño exterior (ausencia de ruido en estación).
- La distribución de la flota en cada línea se planifica de modo que la cantidad de pasajeros realice su viaje con una comodidad aceptable, lo cual se mide mediante la densidad (número de pasajeros por m<sup>2</sup>) cuyo estándar es de 5,5 pax/m<sup>2</sup>.

### **2.3.3. Aseo**

El aseo contribuye a dar a los pasajeros una sensación de comodidad y de seguridad, por consiguiente confianza en la red de Metro. El aseo se refiere tanto al interior y al exterior de las estaciones y los trenes, así como de toda la infraestructura, las instalaciones y los equipos, los cuales deben estar limpios, sin grafitis, en buenas condiciones y sin olores molestos.

Por esto, el aseo debe contar con:

- La accesibilidad y la disponibilidad de la máquina de lavado de los trenes.
- La disponibilidad de los equipos de aseo (en las estaciones, en los trenes).
- La calidad de los materiales capaces de:
  - mantener la limpieza durante períodos predefinidos.
  - proteger las instalaciones y los equipos contra los grafitis, los daños climáticos, el efecto del tiempo.
  - resistir al vandalismo.
  - ser compatible con los productos de aseo y de lavado.
- Los recursos humanos y la organización de los equipos y materiales deben ser capaces de realizar las acciones previstas de limpieza, e intervenir con eficacia y en forma oportuna en caso de daño o de manchas imprevistas.

### **2.3.4. Rapidez**

La distancia media entre el lugar de trabajo y el domicilio sigue creciendo en las ciudades. La rapidez de desplazamiento se vuelve una necesidad, porque el transporte es generalmente percibido como una obligación en el horario diario. La rapidez del servicio es importante para entregar un servicio de buena calidad y contribuir a una alta satisfacción por parte de los pasajeros.

No es necesario tener una velocidad máxima muy alta. En la operación, el tiempo se pierde principalmente por velocidades muy bajas debido a curvas y a los movimientos de entrada/de salida en los terminales. Esta pérdida de tiempo no se puede compensar aumentando la velocidad máxima porque la longitud de las interestaciones no permite lograr esa velocidad. Por lo tanto, las restricciones extremadamente severas de la velocidad deben ser permitidas solamente donde sean absolutamente inevitables. Las paradas innecesarias deben también ser evitadas. El tiempo de recorrido de una estación a una otra se debe reducir al mínimo en la mayor medida posible para aumentar la velocidad comercial y la atracción del servicio.

La reducción del tiempo de viaje se traduce no solo a través del aumento de la velocidad comercial, sino también operando con un intervalo regular y pequeño entre los trenes de modo de disminuir el tiempo de espera de los pasajeros. Por otro lado, también inciden en el tiempo total de viaje las disposiciones funcionales de las estaciones, cuyos accesos deben ser rápidos y simples, logrando combinaciones entre líneas lo más favorables posible de modo que sea suficientemente atractivo combinar entre líneas de Metro y así lograr que los tiempos de trasbordo sean menores a cambiar a otro modo de transporte.

### **2.3.5. Regularidad**

El criterio de la regularidad es de importancia fundamental para Metro, ya que determina la frecuencia, la rapidez, la comodidad y la calidad del servicio ofrecido a los pasajeros, permitiéndoles tener un grado de certeza del tiempo de viaje al destino, el cual es uno de los atributos mejor evaluados y valorados por los clientes de Metro.

Para una línea de Metro, donde se puede reducir relativamente el intervalo, la regularidad se entiende como la regularidad del flujo de pasajeros y en la producción de un intervalo entre los trenes que sea lo más regular posible.

Para mantener esta regularidad se utilizan diversas estrategias que se refieren a:

- La disponibilidad de los equipos como el material rodante y los otros equipos fijos, dando como resultado una mayor fiabilidad de los sistemas, de una organización racional del mantenimiento, de las medidas permanentes relativas a las reservas requeridas de estos equipos y de las posibilidades de operar en modo degradado.
- La gestión del personal, dando como resultado una buena organización y una buena capacitación para que el personal pueda ser capaz de reaccionar rápidamente y eficazmente en los incidentes.
- A los elementos de operación:
  - Al respeto de los horarios previstos y tiempo de operación añadido de los márgenes de operación para completar el recorrido desde la salida prevista hasta la estación terminal.
  - A la centralización de los medios de comunicación, de comando y de control, para responder lo más rápido posible frente a las perturbaciones y a los imprevistos.
  - Los procedimientos operativos utilizados durante los incidentes.

### **2.3.6. Disponibilidad de oferta**

Un objetivo de Metro es ser capaz de recoger pasajeros en cualquier estación de la red respetando la calidad de servicio predefinida, cualesquiera sean las circunstancias. Para cumplir con una disponibilidad de oferta de alto nivel, se deben respetar los requerimientos siguientes:

- Cumplir con los programas de horario previstos para el año.
- Cumplir con el programa de horario del día (número de salidas de la estación terminal, disponibilidad de los trenes, recorrido de la línea completa sin servicio parcial).
- Cumplir con la producción de kilómetros planificada.
- Cumplir con la disponibilidad prevista de los equipos para los pasajeros (equipos electromecánicos como ascensores, equipos de información, equipos de peaje).
- Cumplir con el servicio esperado además del transporte (acogida y asistencia de los pasajeros, respuesta a los reclamos de los pasajeros, entre otros).

Todos estos puntos deben ser medidos periódicamente a través de diversos indicadores, contrastando el resultado real de la operación versus el resultado teórico. La mejora continua sobre las eventuales diferencias en estos indicadores es la base del sistema de calidad ISO 9001:2008 por el cual está certificada la Gerencia de Operaciones y Servicios.

### **3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA 2**

#### **3.1 Información general**

Santiago de Chile es la capital y el principal centro urbano de Chile. La ciudad se divide en 37 comunas que albergan a más de 7 millones de habitantes, lo que equivale a un tercio de la población total del país.

Santiago dispone de un sistema muy denso de buses urbanos y de taxis colectivos, buses interurbanos y desde marzo de 2017 se encuentra en operación el tren suburbano Alameda-Nos. Adicionalmente cuenta con una red de Metro de 6 líneas, compuesta por 118 estaciones que recorren en total 118,8 km, ofreciendo sus servicios a 23 comunas de la Región Metropolitana.

Metro de Santiago en su necesidad de expansión y de satisfacer mayores requerimientos de conectividad de la capital, incorpora a la red cuatro nuevas estaciones en Línea 2 hacia el sur.

#### **3.2 Características del trazado de Extensión Línea 2**

El trazado de la extensión de Línea 2 se proyecta en túnel en toda su longitud que es de aproximadamente 5,1 km. Se inicia en la actual cola de maniobras de la estación terminal La Cisterna y contará con cuatro estaciones: la primera de ellas ubicada en la comuna de La Cisterna, las dos siguientes en la comuna de El Bosque y la futura estación terminal de la Línea 2 en la comuna de San Bernardo, en el entorno del Hospital El Pino.

Las características y la configuración de la vía y los andenes de línea permiten lograr:

- Servicio del tren rápido y frecuente.
- Servicio del tren seguro.
- Servicio de calidad en modo normal y en modo degradado.

Los aparatos de cambio de vía, están ubicados de manera de permitir el retorno de los trenes en el caso de obstrucción de la vía (debido a falla de tren o falla de un equipo), permitiendo así, mantener la continuidad operacional. Habitualmente, estos aparatos de cambio de vía se sitúan en las estaciones de combinación con otras líneas de metro, con otros medios de transporte (buses o trenes de superficie) o con estaciones con importante

flujo de pasajeros. Para la extensión de Línea 2 sólo se contemplan aparatos de vía en la estación terminal Hospital El Pino.

Para enfrentar el aumento de la dotación necesaria para satisfacer la demanda proyectada y mantener el estándar de densidad de Metro ( $5,5 \text{ pax/m}^2$ ), es que se construirán cocheras en la zona norte de la línea, comunicadas con la Línea a través de la cola de maniobras del terminal Vespucio Norte; esta cochera cuenta con 10 posiciones de estacionamiento para trenes más una vía de mantenimiento menor. Complementando lo anterior, cocheras Lo Ovalle verá incrementada su capacidad con la implementación de dos posiciones adicionales.

Las posiciones de estacionamiento estarán en las cocheras, en fosos de mantenimiento y en las estaciones terminales. Cuando la flota en operación no pueda aparcar en su totalidad en estas posiciones de estacionamiento, será posible disponer aproximadamente 4 trenes a lo largo de Línea 2.

La configuración de las estaciones terminales es estratégica para asegurar la regularidad del tráfico. La estación terminal debe permitir el retorno de trenes con respecto al intervalo mínimo deseado, y debe también proporcionar suficiente margen de tiempo para recuperar un retraso de menor magnitud y así mantener el intervalo previsto.



## 4 OPERACIÓN NOMINAL LÍNEA 2

El trazado de la Línea 2 va en túnel y trinchera por las vías de operación. Solamente las cocheras y los talleres están en la superficie. El trazado de Línea 2 comprende las siguientes estaciones:

N°	ESTACIÓN	SIGLA	TIPO	N°	ESTACIÓN	SIGLA	TIPO
1	Vespucio Norte	VN	Terminal	14	Franklin	FR	Combinación L6
2	Zapadores	ZA	De paso	15	El Llano	LL	De paso
3	Dorsal	DO	De paso	16	San Miguel	SM	De paso
4	Einstein	EI	De paso	17	Lo Vial	LO	De paso
5	Cementerios	CE	De paso	18	Departamental	DE	De paso
6	Cerro Blanco	CB	De paso	19	Ciudad del Niño	CN	De paso
7	Patronato	PA	De paso	20	Lo Ovalle	LO	De paso
8	P. Cal y Canto	CA	Combinación L3	21	El Parrón	EP	De paso
9	Santa Ana L2	AN	Combinación L5	22	La Cisterna L2	LC	Combinación L4A
10	Los Héroes L2	HE	Combinación L1	23	Riquelme/Lo Espejo	RI	De paso
11	Toesca	TO	De paso	24	Observatorio	OB	De paso
12	P. O'Higgins	PO	De paso	25	Lo Martínez	MA	De paso
13	Rondizzoni	RO	De paso	26	Hospital el Pino	HP	Terminal

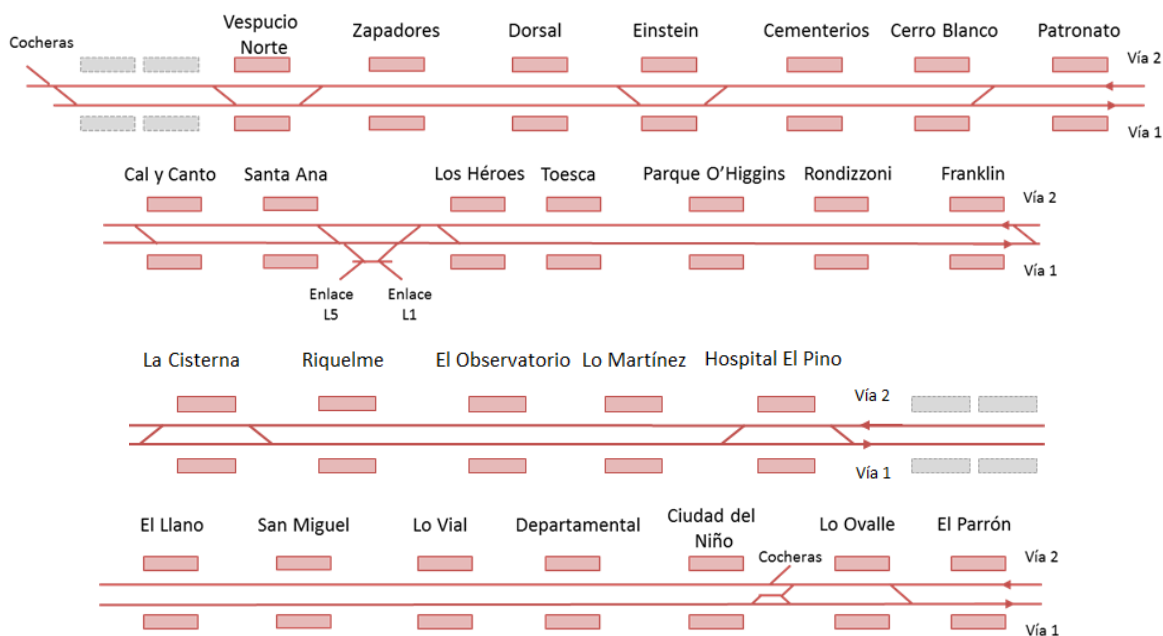
**Tabla 1** : Estaciones línea 2 con Extensión

Para satisfacer los requerimientos de la operación y sus principios, se muestra a continuación el esquema de Línea 2 considerando la extensión y la actual operación expresa existente entre las estaciones Vespucio Norte y La Cisterna en horario punta mañana y punta tarde:



**Ilustración 1:** Esquema Actual de Línea 2 con Operación Expresa (incluye estaciones de Extensión)

La siguiente ilustración corresponde a una representación de la extensión y las zonas de maniobras:



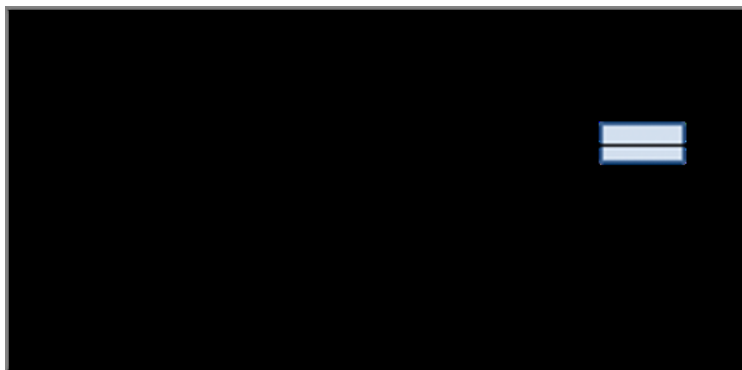
**Ilustración 2:** Zonas de maniobra en Línea 2 con extensión.

En Línea 2, las zonas de retorno están ubicadas en las siguientes estaciones:

- Einstein
- Cerro Blanco
- Cal y Canto
- Santa Ana
- Los Héroes
- Franklin
- Lo Ovalle
- La Cisterna

El enlace con las nuevas cocheras Vespucio Norte se encuentra emplazado en la cola de maniobras del terminal Vespucio Norte. Además, existe un enlace que permite conexión con Línea 1 y Línea 5 en la interestación Santa Ana - Los Héroes, y en la zona sur de la Línea existe el enlace con cocheras Lo Ovalle en la interestación Ciudad del Niño - Lo Ovalle.

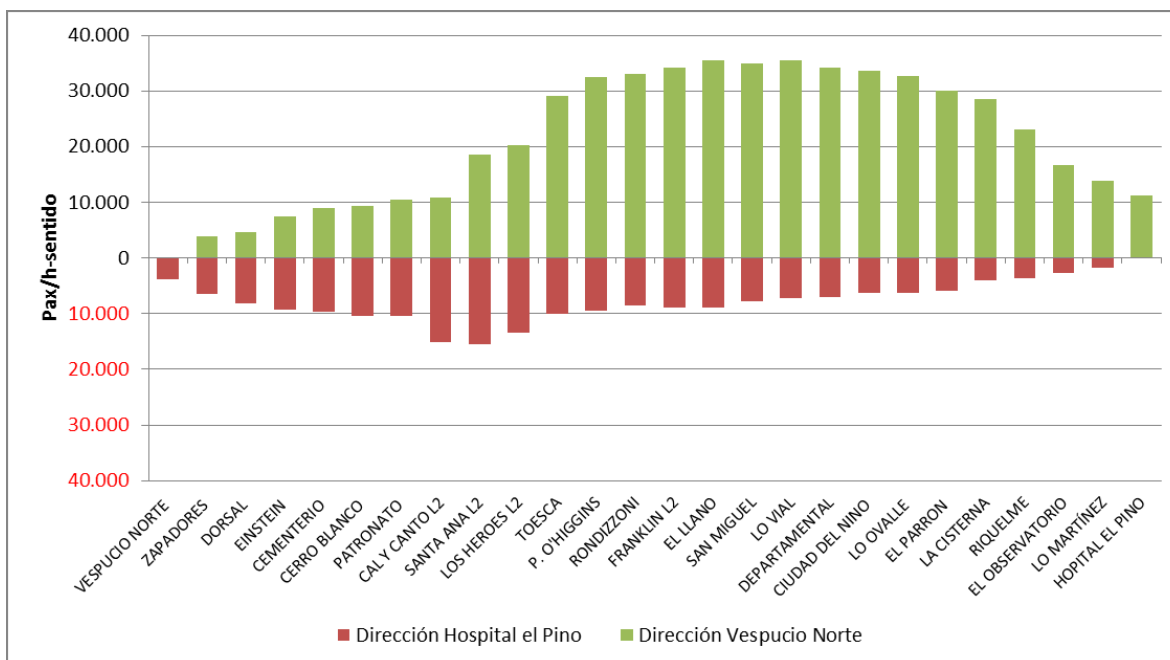
Cabe mencionar que en Hospital El Pino debe incorporarse un foso de visita, tal como se visualiza en el siguiente esquema:



**Ilustración 3:** Cola de maniobras estación Hospital El Pino

## 4.1 Demandas proyectadas para Línea 2 con extensión

Para el año 2022, la estimación de demanda para el mes más cargado es de 35.494 (pax/h-sentido), con esto es posible además, construir el perfil de carga para el año 2022 para la hora punta de mañana es:



**Ilustración 4:** Perfil de carga para el año 2022 Línea 2 con extensión

El punto más cargado de la línea se desplaza a la interestación San Miguel - El Llano. Utilizando como inputs el perfil de carga y la estrategia operacional de Línea 2, se estima que la cantidad de trenes necesaria para cumplir con los estándares definidos por Metro en cuanto a densidad en hora punta AM ( $5,5 \text{ pax/m}^2$ ) es de 39 trenes a un intervalo de 135 segundos, para generar una oferta de 37.781 (pax/h-sentido).

Variables Operacionales	Línea 2
Demanda (pax/h-sentido)	35.494
Trenes Operando	39
Intervalo (seg)	135
Oferta (pax/h-sentido)	37.781
Densidad proyectada ( $\text{pax/m}^2$ )	5,5

**Tabla 2:** Variables operacionales Línea 2 con Extensión

## 4.2 Estrategias operacionales

En la red de Metro, para lograr entregar el nivel de servicio actual, se emplean 3 estrategias de acuerdo a la realidad de cada línea.

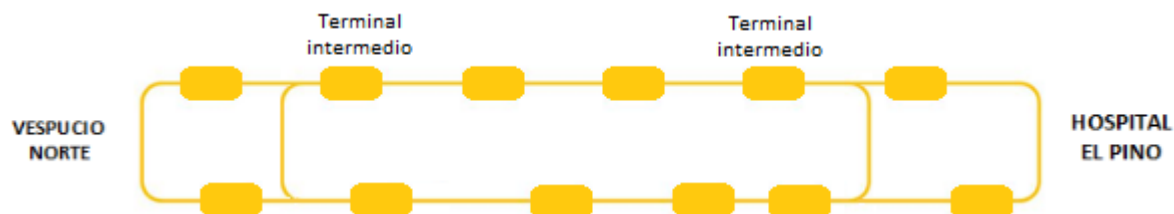
### 4.2.1. Operación con bucle

El bucle es una operación programada mediante la cual uno o más trenes realizan recorridos más cortos, sin llegar necesariamente hasta los terminales, efectuando el cambio de vía e invirtiendo su sentido de marcha a través de un aparato de vía o una vía Z contiguo a una estación intermedia. Dependiendo de la configuración de los cambios de la estación intermedia elegida para realizar el bucle, el cambio de vía se realizará con una maniobra AD o AT. De esta forma, podemos decir que una estación de bucle es una forma de terminal intermedio.

La decisión de operar con este esquema, está dado por distintas variables:

- Demanda y Perfil de Demanda: el perfil de demanda puede justificar la operación con bucle, dada las variaciones de demandas existentes tanto por la vía contraria como por la misma vía de circulación.
- Número de Trenes: cuando la demanda no es cubierta por la oferta entregada por el número de trenes en circulación, se puede tomar la decisión de operar con bucle para dar una mayor oferta en el tramo más cargado de la vía, en un esquema tal, que la baja de oferta en la zona fuera de bucle no supere el estándar de calidad de servicio definido para el periodo.

Una de las características de la operación con bucle, es que al ser una operación programada, debe estandarizar la frecuencia de realización, es decir, se debe explicitar su frecuencia NxM. Donde para cada N trenes que circula con normalidad, M trenes realizan una maniobra para invertir el sentido de marcha.



**Ilustración 5:** Operación con bucle

Actualmente en línea 2 no se realiza operación con bucle, pero una vez que se cuente con la extensión de la línea, no se descarta su utilización al analizar la magnitud de la demanda y el perfil de carga a lo largo de la línea.

#### **4.2.2. Operación con inyección**

La inyección de trenes es una maniobra no necesariamente programada que consiste en insertar trenes adicionales en una estación determinada, con la finalidad de aumentar la oferta entregada. Esta adición de oferta en una estación puede realizarse de dos formas:

- Traslado de tren sin pasajeros desde un terminal hasta la estación donde se ha decidido iniciar el servicio con pasajeros.
- Realización de bucle no programado en una estación intermedia, dotada de zona de maniobras.

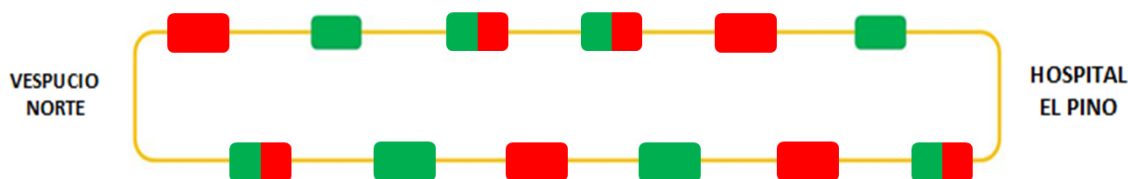
Una de las características que comparte la operación con inyección con el de bucle es la frecuencia de realización, es decir, también es posible definir una inyección explicitando su frecuencia NxM. Sin embargo, al ser principalmente una maniobra no programada, no es un requisito de esta forma de operar.

#### **4.2.3. Operación Expresa**

La Operación Expresa contempla que los trenes que realizan servicio de pasajeros, se detengan sólo en algunas estaciones. Esta detención está determinada por la ruta a la cual pertenece el tren, y de manera alternada con los trenes de la otra ruta. Esta forma de operación se caracteriza por una mayor velocidad comercial, producto de que el tren no se detiene en todas las estaciones, lo que también se traduce en una mejor percepción del servicio por parte de los pasajeros.

A lo largo de la línea se establecen rutas de viaje de trenes que involucran estaciones propias de una ruta, estaciones saltadas por una ruta y estaciones comunes a 2 rutas. Siempre la suma de las rutas debe cumplir con la totalidad de las estaciones de la línea, de este modo no se dejan estaciones sin servicio. La definición de la ruta de cada estación dependerá de la afluencia de la estación, de la matriz origen-destino de los viajes realizados en Metro y que exista una carga similar en ambas rutas.

- Operación expresa en período punta AM y PM:



- Operación resto del día



**Ilustración 6:** Operación Expresa en Horario Punta AM y PM y Operación Horario Valle

### 4.3 Servicios de los trenes en modo nominal

#### 4.3.1. Horarios apertura/Cierre del servicio

El horario de funcionamiento de la operación comercial de la Línea 2 es:

TIPO DE DÍA	HORARIO DEL SERVICIO
Días Laborales (lunes a viernes)	06:00 a 23:35 horas
Sábados	06:30 a 23:35 horas
Domingos y Festivos	08:00 a 23:20 horas

**Tabla 3:** Horarios apertura/cierre del servicio

Sin perjuicio de la información anterior, para Línea 2 están contempladas extensiones horarias asociadas a eventos determinados, tal como en la actualidad se realiza en el resto de la red de Metro. Las extensiones pueden ser adelantos en el inicio de la explotación, como por ejemplo para los días de eventos electorales, o retrasos en el término de la explotación, como por ejemplo para la noche de año nuevo.

Las horas punta son:

- Mañana: 7:00 a 9:00 hrs.
- Tarde: 18:00 a 20:00 hrs.

### 4.3.2. Intervalos

#### 4.3.2.1. Intervalo máximo de explotación

Dentro del día y debido a los distintos flujos de demanda en las estaciones, se hace necesario ser flexibles en la oferta, por lo cual se enfrentan los distintos niveles de demanda aumentando y disminuyendo la oferta.

Para ofrecer un servicio atractivo y de buena calidad, Metro de Santiago requiere un intervalo máximo para las horas punta y las horas valle.

El intervalo máximo actual de operación para la línea se resume en la siguiente tabla:

TIPO DIA Y HORARIO	INTERVALO [s]
Laboral hora Valle	240
Laboral hora Punta AM	180
Laboral hora Punta PM	180
Sábado (todo el día)	270
Domingo (todo el día)	390

**Tabla 4:** Intervalo máximo actual de operación

#### 4.3.2.2. Intervalo Hora Punta L2

Con la capacidad del tren y el PPHPD previsto para la Línea 2, se calcula la frecuencia máxima de trenes necesaria (número requerido de trenes por hora) durante las horas punta en el tramo más cargado de la línea y por tanto, el intervalo mínimo necesario entre los trenes.

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Intervalo	186	178	171	156	135

**Tabla 5:** Intervalo de operación L2 – Plan Operacional 2018-2022

### 4.3.3. Tiempo de estacionamiento en andenes

#### 4.3.3.1. Intervalo Hora Punta L2

Los tiempos de estacionamiento son calculados para las horas punta. El flujo de pasajeros subiendo a los trenes o bajando de ellos está repartido uniformemente al largo del tren. El criterio de cortesía es normal.

Los tiempos de estacionamiento son los siguientes:



Estación	Tiempo de estacionamiento	
	Vía 1	Vía 2
Vespucio Norte	40	0
Zapadores	17	16
Dorsal	17	16
Einstein	17	16
Cementerios	17	16
Cerro Blanco	17	16
Patronato	20	18
Puente Cal y Canto	25	25
Santa Ana L2	30	30
Los Héroes L2	30	35
Toesca	17	17
Parque O'Higgins	17	17
Rondizzoni	17	17
Franklin	25	25
El Llano	17	17
San Miguel	17	17
Lo Vial	17	17
Departamental	17	17
Ciudad del Niño	17	16
Lo Ovalle	17	17
El Parrón	16	16
La Cisterna L2	30	35
Riquelme	17	30
Observatorio	17	30
Lo Martínez	17	30
Hospital el Pino	0	40

**Tabla 6:** Los tiempos de estacionamiento durante las horas de puntas

Los mayores tiempos de estacionamiento se presentan en los terminales, en estaciones de combinación y en aquellas estaciones que presenten alta transferencia de usuarios entre los que suben y bajan de los trenes.

## 5 TRENES

### 5.1 Características

Cuando entre en operación la extensión de Línea 2, la flota de trenes que circularán, estará compuesta por tres tecnologías:

- Trenes NS-74 provenientes del Proyecto "Overhaul", en configuración de 7 coches
- Tren NS-88 de 5 coches, utilizado como reserva operacional.
- Trenes NS-04 en configuraciones de 7 y 8 coches.
- Trenes NS-16 en configuración de 7 coches.

Distribución de Flota	Línea 2
NS-88 de 5 coches	1
NS-74 de 7 coches	18
NS-04 de 7 coches	3
NS-04 de 8 coches	8
NS-16 de 7 coches	13
TOTAL	43

**Tabla 7:** Dotación de trenes L2 con Extensión

### 5.2 Capacidad

La capacidad del tren para cada una de las tecnologías es descrita en la tabla siguiente:

Capacidad viajeros	NS-74	NS-04 7c	NS-04 8c	NS-16
Asientos	186	164	188	162
PMR	2	-	-	2
De pie (6 pax /m <sup>2</sup> )	1132	1097	1259	1178
TOTAL	1320	1261	1447	265

**Tabla 8:** Capacidad de los trenes dotación L2

Para calcular la capacidad de la flota se considera un estándar de densidad de 6,0 pax /m<sup>2</sup>, pero la definición de la cantidad de trenes en circulación considera una densidad de operación de 5,5 pax/m<sup>2</sup>.

### 5.3 Número de trenes

La cantidad de trenes necesarios para operar Línea 2 con extensión, para el primer año de operación, y a partir de marzo en adelante para el periodo punta mañana es la siguiente:

Año	2022
Trenes en operación	39
Trenes de reserva y mantenimiento	4
Total	43

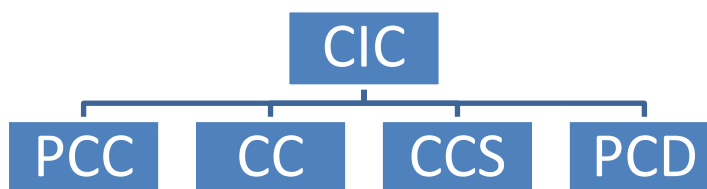
**Tabla 9:** Dotación de trenes Línea 2 con Extensión

## 6 CENTRO INTEGRADO DE CONTROL (CIC)

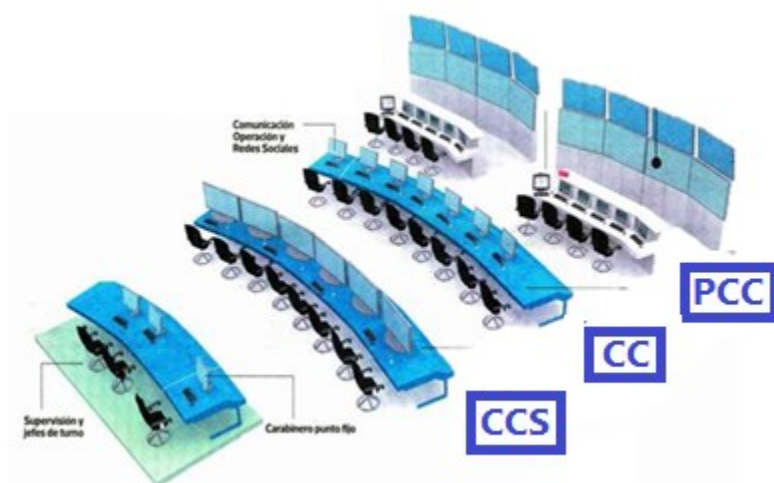
### 6.1 Organización y rol del personal

El Centro Integrado de Control (CIC) comprende cuatro áreas operativas integradas entre sí:

- Puesto de Control y Comando (PCC), dependiente de la Subgerencia de Control de Operaciones.
- Centro de Comunicaciones (CC), dependiente de la Subgerencia de Control de Operaciones.
- Centro de Control y Seguridad (CCS), que es parte de la Subgerencia de Seguridad.
- Puesto de Comando y Distribución de energía eléctrica (PCD), perteneciente a la Gerencia de Mantenimiento.



**Ilustración 7:** Esquema de Organización CIC



**Ilustración 8:** Layout CIC

La configuración del CIC en tres niveles permite la integración de las distintas áreas operativas; en primera línea de operación, de cara al Tablero de Control Óptico se encuentra el PCC, a continuación en el segundo nivel, se encuentra desplegado el CC y finalmente en tercer nivel se encuentra el CCS. Esta configuración es utilizada para las Líneas 1, 2, 4, 4A y 5, ya que las líneas automáticas poseen otra configuración y otros roles asociados.

El CIC presta servicio los 365 días del año, las 24 horas del día en tres rotaciones y 4 fases de trabajo.

#### **6.1.1 Puesto de Comando Centralizado (PCC)**

El Regulador de PCC tiene como misión principal regular la circulación de trenes de la línea asignada, tomando en consideración lo que ocurre en el resto de líneas convencionales, de modo que exista una coordinación que permita minimizar los riesgos a personas, trenes y equipos en la red, en forma eficiente y de acuerdo a los estándares definidos por la planificación de la oferta. Además, debe restablecer en el menor tiempo posible el servicio de transporte ante una disrupción, asegurando la continuidad operacional y cumplimiento del Programa de Circulación de Trenes.

El Puesto de Comando Centralizado de Metro, actualmente, cuenta con una dotación de 46 personas distribuidos en 4 fases de 10 de personas, más 6 Reguladores en la modalidad Horario Normal.

#### **6.1.2 Centro de Comunicaciones (CC)**

El Agente del CC tiene como objetivo la transmisión de información operativa a los distintos actores, tanto internos como externos sobre las distintas medidas operativas que se adoptan ante incidentes o averías, cumpliendo el rol de enlace ante los organismos de emergencia, definiendo su concurrencia según el tipo de disrupción. Canalizan además, la recepción de averías o incidentes, de manera de coordinar la concurrencia de los distintos estamentos técnicos. Además tienen la facultad de sonorizar las estaciones, entregando información relevante a los pasajeros a nivel de estaciones, para la línea completa o para la red.

El Centro de Comunicaciones, actualmente cuenta con un total de 28 personas de dotación, cubriendo las 24 horas del día, en tres turnos durante los 365 días del año.

### **6.1.3 Centro de Control y Seguridad (CCS)**

El Operador del CCS realiza la supervisión de las estaciones mediante circuitos de CCTV, realiza actividades preventivas, identificando situaciones de riesgo, incidentes de seguridad o delitos flagrantes de modo de actuar oportunamente, informando al personal de seguridad de la instalación ( Guardias, Vigilantes) el personal de Carabineros es a solicitud ante la ocurrencia de un evento. Durante la noche son los encargados de la seguridad de las instalaciones y realizar acciones preventivas con el objeto de evitar el ingreso de terceras personas a grafitar o bien a robar especies, por lo tanto la labor que se desarrolla durante este turno es primordial, consecuente con lo anterior cierra las instalaciones al término de la explotación y autoriza los ingresos nocturnos a las diferentes instalaciones de la Red., en especial de contratistas cuyos ingresos deben ser previamente coordinados por medio del acta de trabajos nocturnos.

El Centro de Control y Seguridad cuenta actualmente con un total de 48 personas de dotación, cubriendo las 24 horas del día, en tres turnos durante los 365 días del año.

## **6.2 Sistemas CIC**

El CIC debe controlar un gran volumen de información tanto de la operación misma, como de los sistemas de apoyo a ésta, debiendo interactuar con distintos sistemas, tales como SCADA Estación, SCADA Tráfico-Tracción, entre otras, que permiten supervisar e intervenir en la operación ya sea a nivel de trenes como de estaciones.

### **6.2.1 SCADA de tráfico - tracción**

Se encarga de la ejecución y control de las tareas relativas al movimiento de los trenes así como el control y supervisión de las alarmas técnicas de los sistemas de estaciones (alumbrado, ventilación, boletería, etc.) y los telemandos que se centralizan en el CC y en el PCC.

El SCADA Tráfico es un sistema computacional dependiente del PCC, que se encarga de la ejecución y control de las tareas relativas al movimiento de los trenes. Entre tales tareas se encuentran:

- Mando y control de equipos.
- Asignar un número a cada tren para su identificación en el TCO durante su circulación.
- Mando y control de equipos.
- Asignar un número a cada tren para su identificación en el TCO durante su circulación.
- Comandar y controlar las partidas de los trenes desde cada terminal.
- Efectuar las maniobras de cambios de vías de los trenes en los terminales.
- Identificación y seguimiento de los trenes con su número de explotación.
- Gestión del Programa de explotación • Mando automático de itinerarios.
- Regular el tráfico de los trenes en la línea, de modo que el paso de estos por las estaciones se efectúen en intervalos de tiempo constantes u horarios preestablecidos, conforme a la demanda de viajes definida en el Programa de Explotación. Además de regular la cantidad de trenes en circulación.
- Regulación de las salidas en las estaciones terminales.
- Gestión de maniobras en las estaciones terminales.
- Regulación terminal y salidas de trenes de talleres
- Gestión de servicios provisionales
- Reunir información estadística de la circulación de los trenes.
- Control de la demanda de energía
- SIP (Sistema de Información al Pasajero)
- Alarmas y eventos.

SCADA de Tracción realiza las siguientes funciones:

- Gestión de la recepción de la energía eléctrica en alta tensión (AT) para el SEAT Lord Cochrane, mediante el mando y control de interruptores de Media Tensión (ITM) y equipos asociados a tres transformadores de 40 MVA.
- Gestión de recepción de la energía eléctrica en Media Tensión (AT) para CDC VV/TNP mediante el mando y control de equipos de Chilectra que suministran los 20KV en los CDC VV/TNP.
- Distribución de la Media Tensión y Supervisión de las Subestaciones de Rectificación (SER).
- Distribución de la Media Tensión y Supervisión de las Subestaciones Alumbrado y Fuerza (SAF).
- Supervisión del funcionamiento de equipos Auxiliares de Alimentación (cargadores de batería para las S/ER, transformadores auxiliares para los CDC entre otros).

- Gestión del Control de Demanda que permite no sobrepasar los consumos contratados por Metro.
- Supervisión del funcionamiento de las SER y SAF.
- Control de Alarmas de SER y SAF.
- Gestión de estadísticas y presentación gráfica de los consumos.

### **6.2.2 SCADA de control de estaciones**

El SCADA de Control de Estaciones controla y comanda a distancia los sistemas los equipos de las estaciones y de las Líneas de Metro. Realiza la supervisión de las alarmas técnicas y mandos que se centralizan en el CC. Las alarmas y controles de los equipos fijos de estación se centralizan en el grupo funcional de "Comunicación" desde el Centro de Comunicaciones (CC). Las funciones que realiza son:

- Mando y control de las comunicaciones en CC.
- Control del pedal de alarma de boleterías y otras alarmas de estaciones.
- Mando y control del alumbrado de estaciones.
- Supervisión de las alarmas técnicas relativas a las instalaciones fijas de estación:
  - Alumbrado básico y general de las estaciones
  - Sonorización o Alumbrado de emergencia
  - Equipos de telecomunicaciones (identificación de fallas)
  - Accionamiento de los ruptores vía 1 y vía 2 en la estación (Identificación de ruptor operado)
  - Pedal de alarma (actuación del pedal)
  - Escaleras mecánicas (por cada escalera en estación)
  - Salva escaleras (stairlife) y ascensores
  - Ventiladores
  - Bombas de aguas servidas
  - Bombas de aguas lluvia
  - Escotilla en zona del túnel
  - Tótem de estaciones (Falla de Tótem de estaciones, relación horario-tarifa)
  - Teléfono nicho de emergencia
  - Torniquete (Identificación de torniquete en falla)

Su función principal consiste en la supervisión de las alarmas relacionadas directamente con el funcionamiento de algunos equipos que requieren, si se presenta alguna falla, una intervención rápida del personal de operación de estación.



### 6.2.3 Lógica de Tracción

El sistema de la lógica de tracción permite asegurar el comando y control de la distribución de alimentación eléctrica a nivel de 750Vcc en las vías principales y talleres. El sistema realiza la desconexión general de línea, si las condiciones no son las correctas en cada una de ellas. Deben estar presentes todas las condiciones de seguridad para permitir la energía de línea y zona. Las condiciones a cumplir son:

- Desconexión General, Condición de línea, DG.
- Desconexión de Zona, DZ.
- Bucle de Corte de Emergencia, ruptores o en su defecto el bucle de Corte de Emergencia de Fuera de Servicio, CEFS.
- Relé de Seguridad, RS.
- Interruptores automáticos de la SER, IA, mediante el efecto de auto-mantenimiento.

El sistema comprende el comando y controles informáticos y la propia lógica de Tracción, y esta comprende:

- Mando y Control de Tracción.
- Lógica de Seguridad (Lógica de Tracción).

Realiza las siguientes funciones:

- Asegura el comando y control de la distribución de alimentación eléctrica en las vías, en línea o en los talleres.
- Control de presencia de Tensión en las vías.
- Control de alarmas de equipos Tracción.
- Sistema Desconexión General (DG) energización de vías.
- Mando y control de sistemas Corte de Emergencia (CEFS y Ruptores).
- Mando y control de interruptores Alimentación de vías (IA).
- Mando y control de interruptores Alimentación de vías Talleres (IAT).
- Mando y control de seccionador de aislamiento telecomandado (SAT).

Mando y control de interruptores de Contactor terminal (CT)

## **7 DEFENICIONES REQUERIDAS [OPERACIONALES – SISTEMAS]**

### **7.1 Pantallas de acceso**

Este tipo de pantalla es un canal de información que permite informar a los pasajeros sobre el estado de la red y su operación, previo al ingreso de la estación, de manera que pueda tomar una decisión informada sobre usar el servicio de Metro o buscar otras alternativas de transporte para llegar a su destino.

Las características principales son las siguientes:

- Las pantallas se ubican en el acceso principal de todas las estaciones, por lo que cuentan con protección anti vandálica, son de tipo digital y presentan un panel flexible que permite subdividir la pantalla en distintas zonas, dependiendo de la información a proyectar (texto e imágenes).
- El horario de visualización debe estar asociado al inicio y término de la operación de las estaciones (6:00 a 23:00 Hrs aproximadamente), por lo que deben estar programadas para iniciar y finalizar su funcionamiento de forma automática.
- Los mensajes a proyectar durante su funcionamiento corresponden a la programación diaria que se establezca y en caso de eventos se podrán enviar mensajes contingentes de forma local o remota.

A continuación se detallan los contenidos que se entregarán por medio de esta pantalla:

- Fecha, hora y temperatura.
- Información sobre el estado de la red, línea, estación y acceso programable y en tiempo real.
- Mensajes de cortesía.
- Mensajes de contingencia.

Las estaciones contempladas en la extensión de línea 2, deben incorporar estas pantallas en sus accesos.

### **7.2 Pantallas de contención**

Las pantallas de contención ubicadas en la línea de control permiten entregar información a los pasajeros, previo al ingreso a zona paga, por medio de distintos mensajes e imágenes que varían según las condiciones operacionales que presente la estación.

Las características principales de estas pantallas son las siguientes:

- En regularidad, los pasajeros pueden visualizar las imágenes que captan las cámaras ubicadas en esta zona, cuyo propósito es disminuir la evasión.
- En caso de que se realicen contenciones en este nivel (para controlar situaciones de alta ocupación de los andenes, disponibilizar oferta en los trenes, entre otras situaciones de contingencia), se mejoran las condiciones de espera de los usuarios informándoles y entregando contenido de entretenimiento o educativo durante los períodos de contención.
- Estas pantallas se ubican sobre la línea de control.

Al igual que las pantallas de acceso, es necesario contar con pantallas de contención en las estaciones de la extensión de Línea 2, de modo de asimilar el estándar de las líneas 6 y 3, mejorando de esta manera la experiencia de viaje de los clientes.

### **7.3 Pantallas informativas de andén**

Estas pantallas permiten entregar información del servicio, en tiempo real, a los pasajeros que se encuentran en el andén durante la espera del tren. En total se consideran 4 pantallas en cada andén de las estaciones, excepto en las estaciones terminales, que sólo cuentan con pantallas informativas en el andén de salida de los trenes.

A continuación se detallan los contenidos que se entregarán por medio de esta pantalla:

- Fecha y hora
- Estación actual
- Información en regularidad: próxima estación, destino del tren
- Ruta del próximo tren (en caso de tener activa la operación expresa)
- Tiempo de llegada del próximo tren y próximo tren de la ruta
- Tiempo estimado hasta las próximas estaciones, próximas combinaciones y terminal
- Información en quiebre: retrasos, servicios parciales, tren sin servicio

A nivel de andén, se utilizarán 4 pantallas por vía, ubicadas espacialmente para cubrir la mayor área posible dentro del andén. Este criterio no aplica para vía de llegada en la estación Hospital El Pino.

## **7.4 Pantallas interactivas de información al usuario**

Se utilizarán pantallas interactivas de información al usuario, las cuales entregarán información en formato digital mediante el uso de paneles interactivos. Estos dispositivos deben incorporar bandeja porta conductores para alimentación eléctrica y corrientes débiles.

La ubicación de las pantallas interactivas de información, no deben interferir con el libre flujo de pasajeros, ni con la posición de cámaras del sistema CCTV de vigilancia. La información a pasajeros, debe considerar los criterios de accesibilidad universal, considerando además, información bilingüe (inglés-español).

Siguiendo el criterio tomado para líneas 6 y 3, las pantallas interactivas de información de pasajeros, estarán ubicadas en el acceso (Mesanina), en zona no paga, siguiendo la circulación de entrada.

## **7.5 Evacuación de emergencia**

### **7.5.1 Evacuación de emergencia en estaciones**

El diseño de las estaciones debe ser tal que permita manejar situaciones de emergencia y en particular llevar a cabo una evacuación en condiciones controladas para los usuarios.

Frente a esto se recurre a la norma NFPA 130, la cual especifica los requisitos para la protección contra incendios y seguridad de pasajeros en sistemas de transporte ferroviario y bajo la que se rigen los Metros más importantes del mundo.

#### **7.5.1.1 Consideraciones generales**

- Deben existir al menos 2 rutas de evacuación desde la estación a la superficie.
- Los pasajeros deben poder evacuar el andén en máximo 4 minutos.
- La evacuación desde el punto más lejano del andén a una zona segura se debe realizar en máximo 6 minutos.
- El ancho mínimo de una ruta de evacuación (escalera de emergencia) debe ser 1,12 metros.
- La máxima distancia permitida a una salida desde cualquier punto del andén no debe superar los 91,4 metros.
- Cada andén debe contar con un mínimo de 2 rutas de evacuación.

- En las estaciones deben haber dispositivos contra incendio basados en la instalación de una red seca, certificada y probada por Bomberos de Chile, distribuida en todos los niveles.
- Se deben utilizar materiales incombustibles, o en su defecto, aquellos cuya combustión produzcan una mínima cantidad de gases y humos compatible con las Normas NFF16101, 16102, 16103 o equivalentes, o recomendaciones vigentes de NFPA 130 y 101.
- Las vías de evacuación deberán contar con señalética de evacuación fotoluminiscente. De igual forma, los peldaños de las escaleras deberán incorporar franja fotoluminiscente (en la contrahuella si son de subida y en la huella de material antideslizantes si son de bajada).
- La línea amarilla que limita el pasillo de seguridad del andén también debe ser fotoluminiscente.
- Para el caso de una evacuación en interestación, debe existir una vía libre de desplazamiento de al menos 0,9 metros de ancho y 2 metros de alto libre. Se recomienda que esta vía esté al nivel de las puertas del tren y debe contar con un pasamano.

En caso de evacuación por algún siniestro, se debe interrumpir la operación de las escaleras mecánicas y de los elevadores. Esto se hará a través del Sistema SCADA, utilizando las funcionalidades de comando general de paro.

Por otro lado, la señalética de evacuación o de emergencia, estará dispuesta en el recorrido completo de la evacuación, en cada uno de los niveles de la estación desde el andén hasta la salida a la superficie.

### **7.5.2 Evacuación de emergencia en vías - interestación**

El sistema de señalética en vías de evacuación deberá estar de acuerdo a la normativa chilena NCH Elec. 4/2003. El sistema de señalización de vías de evacuación se deberá implementar con señales lumínicas que indican la dirección en que se deben desplazar las personas para ascender a la superficie en casos de emergencias como cortes de energía o incendio.

Los sistemas de señalética serán del tipo iluminados y estarán alimentadas mediante los circuitos de emergencia dedicados desde los bancos de baterías de cada estación. Además, la señalética deberá estar de acuerdo a la normativa vigente en cuanto a su calidad certificada y reglamentación.

En interestación, se requieren señaléticas fotoluminiscentes cada 50 metros, intercambiadas entre V1 y V2, bajo las iluminarias, las cuales deben indicar la dirección y la cantidad de metros a las dos estaciones más próximas.

## **7.6 Requerimientos técnicos ascensores**

Técnicamente deben ser equipos electromecánicos, sin sala de máquinas y equipados con sistema de alarmas, monitoreo remoto del status del equipo, intercomunicación y video vigilancia.

Deben contar con alarma por sobrepeso, sistema de bloqueo y un sistema de rescate eléctrico de fácil operación. Deben tener un adecuado sistema de evacuación de aguas lluvias, con el fin de evitar ascensores no operativos durante el invierno. A su vez, los ascensores contarán con una función bombero, que ante la detección de humo durante la operación, llevarán a las personas que están en la cabina, hasta el nivel superior que dispone el equipo.

La capacidad de los ascensores será dada por los resultados de los estudios de flujos operacionales. En particular en la red de Metro se han considerado ascensores de 630 kg, 1.000 kg y 1.600 kg de capacidad. Para la estación Hospital el Pino – por la gran cantidad de flujo que recibirá – debe contemplarse idealmente ascensores de 1.600 kg de capacidad, mientras que para las estaciones de paso de la extensión Línea 2 pueden considerarse ascensores de 1.000 kg.

Deberán diseñarse para uso de alto tráfico, con al menos 180 partidas/hora, y una velocidad de desplazamiento de 1 m/s. Debiendo contar con facilidades para el uso de minusválidos y personas con movilidad reducida.

El acceso a los ascensores debe contemplar huella podotáctil para orientar a personas con visión reducida, y las botoneras deben incorporar sistema Braille.

## **7.7 Listado de señales y alarmas para ascensores**

Los controles transmitidos son:

- Estado técnico del ascensor: OK / FS / Desconocido.
- Modo control del aparato (SCADA/Mantenimiento/Local).
- Estados funcionales del ascensor:
  1. En servicio / Parado / Detenido (En caso de incendio)

2. Posición: N° de nivel

3. Movimiento: Fijo en el N° de nivel / Descenso hacia el N° de nivel / Ascenso hacia el N° de nivel.

- Estados detallados.

Las alarmas de los ascensores y la interfonía deben ser derivados a la Oficina de Control/Jefe de Estación, pero también debe ser factible la derivación al CIC que podría gestionar la respuesta o solución a algún problema.

## **7.8 Listado de señales y alarmas para escaleras mecánicas**

Los controles transmitidos son:

- Estado técnico del ascensor: OK / FS / Desconocido.
- Modo control del aparato (SCADA/Mantenimiento/Local).
- Estados funcionales del ascensor:
  1. En servicio / Parado / Detenido (En caso de incendio)
  2. Posición: N° de nivel
  3. Movimiento: Fijo en el N° de nivel / Descenso hacia el N° de nivel / Ascenso hacia el N° de nivel.
- Estados detallados.

## **7.9 Telefonía - Interfonía**

La red de telefonía e interfonía cumple 2 funciones principales:

- Función de telefonía operativa,
- Función de interfonía.

Esta red asegura las comunicaciones telefónicas internas operativas entre distintos abonados. Las redes de telefonía e interfonía deben ser independientes, aunque tienen el mismo sistema central IPBX (redundante) y un enlace con la red telefónica administrativa.

En el caso de una implementación futura del sistema TETRA, esta deberá tener un enlace entre la red telefónica y la red radioeléctrica TETRA. De este modo, es posible dirigir la red radioeléctrica desde los puestos telefónicos de la red de explotación. Esta funcionalidad permitirá emitir y recibir llamados desde/hacia la red radioeléctrica.

Las comunicaciones telefónicas o de interfonía destinadas o procedentes del CIC serán grabadas. El grabador estará instalado en el CIC.

### **7.9.1 Telefonía**

La función de telefonía administrativa permite a los abonados del Metro comunicarse entre sí y llamar al exterior como en una red pública. Este tipo de telefonía no se define como prioritario y las conversaciones no son grabadas.

Las funciones de la telefonía operativa son las mismas que las de la telefonía administrativa, excepto que no se permite realizar llamados entre ambos sistemas y, además:

- Tiene una función de registro de comunicaciones para grabar todas las conversaciones que afecten directamente a la explotación de la línea;
- Una función que permite distinguir una llamada prioritaria según el aparato de quien llame, permitiendo, en caso de congestión de la red telefónica, asegurar las llamadas que se definan como prioritarias.

### **7.9.2 Interfonía**

Estos aparatos están destinados a los usuarios o al control de acceso y permiten:

- Comunicar a los pasajeros con el personal de estación, el centro de llamada o los operadores del CIC.
- Comunicar a los trabajadores que participan en el buen funcionamiento del Metro (técnicos de mantenimiento, contratistas, etc.) con los operadores en el CIC o el CCS, para tener acceso a las estaciones fuera del horario comercial.
- Complementar el sistema de control de acceso en aquellos accesos en que además se requiere solicitar la autorización del CIC para acceder a un determinado recinto.
- A los operarios, escuchar los ruidos del ambiente a través de micrófonos e interfonos.

Los teléfonos e interfonos son ubicados:

- En cada señal de maniobra existente, fácilmente accesible desde la cabina y desde el nivel vías. Con comunicación Directa a PCC, donde su ubicación no interfiera con la visibilidad de la señal y el traslado por el pasillo de circulación.
- En PML, uno con comunicación directa a PCC y otro con posibilidad de marcar anexos y recibir llamados del exterior.



- En los nichos de emergencia, con comunicación exclusiva con CC.
- A nivel de las MAS y MASC para la comunicación entre los pasajeros y el operador de ventas (Call Center).
- En las oficinas Control/Jefe de Estación, los cuales podrán hacer y recibir llamadas internamente y desde el exterior.
- En cada local técnico. Estos deben contar con anexo que permita la comunicación internamente.
- En vías, junto a los equipos eléctricos. Estos deben contar con anexo, siendo posible recibir llamadas desde el exterior.
- En el foso de visita, tres al interior del foso (en cada extremo + uno intermedio), con comunicación a PCC y PML. Y otro al exterior del foso (en el extremo) junto a la señal de foso, con comunicación a PCC y PML.
- En estación Terminal/De paso, teléfono de tímpano conectado en paralelo, anexo propio y con posibilidad de recibir llamados del exterior. Esto en cada extremo del andén (Lado punta del tren).
- En el ascensor el interfono debe permitir la comunicación con la oficina de Control/Jefe de Estación y en caso de no tener respuesta al cabo de un tiempo determinado la llamada debe pasar al CIC, o a un operador a definir dependiendo del modelo del centro de control a utilizar.

## **7.10 Control de acceso a los locales técnicos**

Los locales técnicos requerirán control de acceso, tal como se lleva a cabo actualmente en Línea 6. Para ello, se deberá contar con cerraduras controladas por credenciales que, conectadas al sistema de alarmas, sólo permitan el ingreso de personal autorizado, desactivando las zonas de alarmas correspondientes.

Tener en cuenta que al implementar este sistema en extensiones Línea 1 y 5, se dispuso además que las puertas cuenten con cerradura con llave para evitar divergencias entre la extensión misma y el resto de la línea.

Considerar además, la definición del contrato de mantenimiento del dispositivo a implementar.

### 7.11 Recinto de permanencia técnica

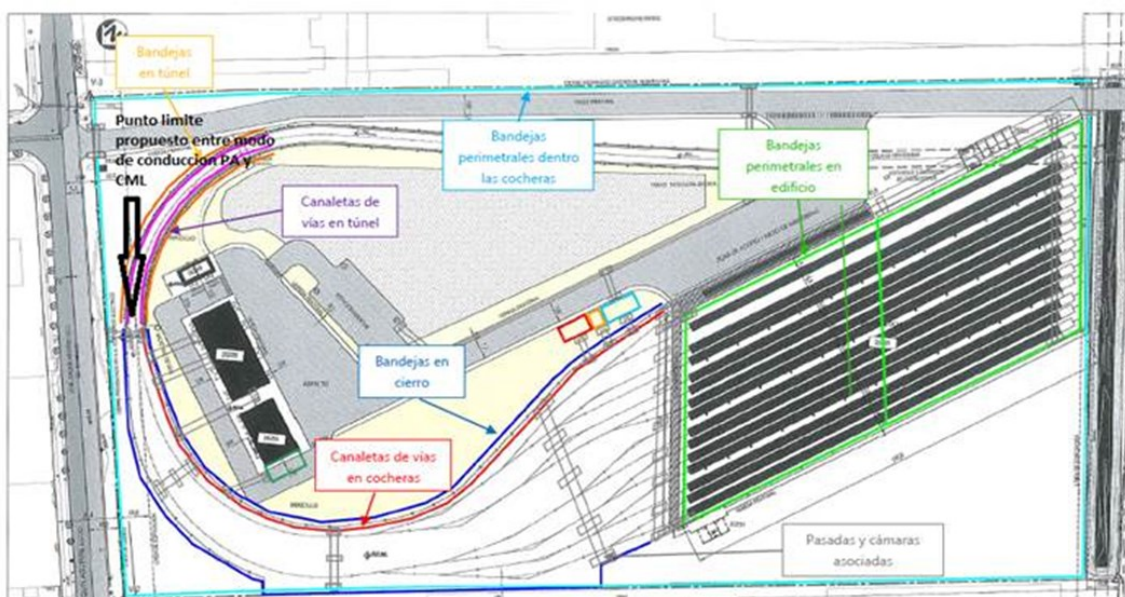
Los recintos de permanencias técnicas son instalaciones donde de forma cotidiana, las personas que conforman los equipos técnicos se encuentran presentes, de manera de responder de forma óptima y oportuna ante incidentes.

Debido a lo anterior, la iluminación debe ser configurable como un recinto técnico, con una iluminación mayor a 300 Lux, y como sala de descanso, con una iluminación menor a 100 Lux.

## 7.12 Movimiento trenes cocheras Vespucio Norte

El comando de los itinerarios debe ser a través de comando automático desde PMT de Cocheras Vespucio Norte N y con la posibilidad de comando manual ante fallas.

Respecto del punto de traspaso a CML, se solicita realizarlo pasado el punto señalado en la siguiente ilustración, lo más cercano posible a las posiciones de cochera. Se solicita, al menos, que el conductor tenga visión de las cocheras desde el punto de transferencia.



**Ilustración 9:** Movimiento trenes cocheras Vespucio Norte

### **7.13 Puerta barrera de control**

Las Puertas de peaje o Puertas de Barrera de Control (PBC) permiten el flujo de pasajeros desde la zona no paga a la zona paga, y viceversa.

Para ingresar a la zona paga, el pasajero debe validar su Cuota de Transporte con la tarjeta Bip! El paso de la zona paga a la zona no paga se realizará sin la necesidad de validar.

Se contemplan dos tipos de equipamientos:

- Puertas barreras de control (PBC).
- Puertas barreras de control de paso para personas con movilidad reducida (PBC-PMR).

Entre sus objetivos, se encuentran las siguientes funciones:

- Permitir el paso de pasajeros por las líneas de control, mediante la validación de cuotas de transporte.
- Permitir controlar el flujo de pasajeros, cambiando el sentido de paso y los tiempos de apertura y cierre.
- Visualizar el saldo remanente en la tarjeta Bip!
- Garantizar la evacuación de las personas.
- Entregar accesibilidad universal a los pasajeros.
- Configurar una(s) PBC para el ingreso de menores bajo 1,40 m – que ingresan gratis a Metro – y para funcionarios.

En un contexto de emergencia con necesidad de evacuación, la liberación de las puertas debe ser factible de realizar desde la oficina de Control/Jefe de Estación y desde el CIC.

Las puertas Barrera de Control (PBC) deben poder ser configuradas de forma individual (por puerta según requerimiento) y grupal (por horario), esto siguiendo el criterio utilizado para líneas 6 y 3.

En este sentido, lo deseable es que el comando de las PBC y de los torniquetes de toda la Línea sea a través de una misma interfaz. En el caso que lo anterior no sea factible, el comando de las PBC será a través de la IHM, tal como se hace actualmente en la Línea 6; los torniquetes seguirían siendo comandados desde su interfaz actual.

## **7.14 Sistema CNF**

Desde el punto de vista de la operación, es fundamental contar con un CNF cerca de los terminales, ya que detectar alguna complicación con un CNF ubicado en otro sector de la línea, implicaría un impacto importante en la operación y en cómo trasladar dicho tren al terminal respectivo. Aumentando además las probabilidades de posibles accidentes con consecuencias graves.

Dentro de las señales o alarmas que se pueden generar a través del sistema CNF, se encuentran la medición de la presión de los neumáticos portadores y la detección y medición de los flotadores de masa. En ambos casos la detección de una falla o un problema relacionado a estos factores en un tren, proporcionan una necesidad de término de su circulación, lo cual se vería facilitado si fueran detectados cerca de los terminales de la Línea.

Es importante evacuar estos trenes por los siguientes motivos:

- En el caso de la detección de un problema relacionado a la presión en los neumáticos portadores, se busca evitar el desgaste y posterior pérdida del neumático portador, el cual podría proporcionar continuos cortes eléctricos en su contacto con el riel.
- En el caso de la detección de un problema relacionado a los flotadores de masa, si no se detecta un flotador en alguno de los extremos del tren, se procura no perder el control y visualización de la posición y el CDV utilizado desde SACEM, parte vital del funcionamiento y operación de los trenes en la Línea.

Por lo tanto, se hace necesario contar con la infraestructura y sistemas necesarios para la instalación de un CNF en la extensión de la línea, lo más cercano a la estación terminal Hospital El Pino.

## **7.15 Cierro de cocheras Vespucio Norte**

Para el cierro perimetral de las cocheras Vespucio Norte, se utilizará doble anillo de seguridad, con pasillo de seguridad alarmado.

El cierro perimetral del primer anillo debe ser metálico que permita observar al exterior, de diseño antiescalamiento, robusto contra la arremetida delictual, que dificulte la práctica de perforaciones para su escalamiento y traspasar el material. El diseño del cierro debe ser liso, sin entrantes ni salientes que faciliten el escalamiento, tanto por el exterior e interior, que no permita ingresar dedos ni pies para escalarlo. De altura de tres (3) metros en

ambas direcciones (desde el exterior e interior). El cierre debe rematar con bardas en diagonal al exterior con concertinas de alta concentración y resistentes. Posterior a este cierre en dirección a la vía pública, se debe asegurar una calle a nivel piso, de a lo menos 6 metro de ancho.

El Segundo Anillo de Seguridad debe contar con un muro de material sólido, robusto, de resistencia anti vandálica, que evite la práctica de horadaciones o perforaciones. De altura no menor a 4 (cuatro) metros en ambas direcciones (desde el exterior e interior). Rematar con bardas en diagonal hacia el exterior con una inclinación de 60 grados y pulido con cemento. El diseño del muro debe ser liso, sin entrantes ni salientes que faciliten el escalamiento, tanto por el exterior e interior. Sobre el muro se considera un cerco eléctrico.

Entre ambos anillos de seguridad ya citados, debe haber un pasillo de seguridad de a lo menos 3 metros de ancho, el que posteriormente debe alarmarse y en el cual el personal de seguridad podrá realizar rondas e inspecciones. El piso en toda la extensión del pasillo de seguridad del cierre perimetral, debe ser lo suficientemente robusto, para dificultar y retrasar la intrusión bajo nivel.

## **7.16 Portones y puerta peatonal estaciones Extensión L2**

El diseño de portones debe contar con su respectiva puerta peatonal, con visibilidad y anti-escalamiento. De apertura y cierre operativo con solamente una persona. Con sistema de cerradura, aldabas, picaporte y estructura protectora de candados, de material robusto. Para el cierre, candados de alta seguridad, con sus respectivos protectores anti-corte del arco. Diseño de los portones y puerta peatonal, robusto y resistente a actos vandálicos.

Independiente del diseño, este debe minimizar el riesgo de intrusión y asegurar una fácil operación para su apertura y cierre, por lo tanto, las características deben ser:

- Diseño anti-escalamiento para evitar que antisociales se afiancen a su estructura.
- Robusto y resistente contra la arremetida delictual.
- Deseable material sólido cuando amerite, para que dificulte: la práctica de perforaciones (cortes, aperturas, etc.), el riesgo de alunizajes (ej. estación Manuel Montt), escalamiento y traspasar el material.
- Los portones con sus sistemas de aldabas, picaportes, espáñoletas y similares, deben ser por el interior, debidamente afianzado al portón con cordones de soldaduras, de material robusto y sólidos, y contar con planchas metálicas protectora por el exterior que dificulte manipulaciones vandálicas.

- Estos sistemas de aldabas, picaportes, espáñoletas y similares, deben ser consistentes al tamaño del portón que se pretenda resguardar, y que permita fijarlas con candado o con la estructura del portón, deben anclarse al piso y cielo.
- El sistema de cierre con los candados, debe contar con su estructura de protección para reducir el riesgo de corte, independiente de las características de los candados.
- Por el exterior diseño liso, sin entrantes ni salientes que faciliten el escalamiento.
- Para controlar el riesgo de lanzamiento de objetos contundentes, considerar la instalación de reja o malla de protección resistente al vandalismo, de tramado pequeño, que no permita ingresar dedos ni pies para escalarlo.
- Los candados para los portones deben ser de alta seguridad, robusto, llave anticopia, con protector anti corte del arco.
- La cerradura eléctrica de la puerta peatonal, debe ser del modelo con cerrojo, debe contar con una plancha metálica protectora por el exterior que dificulte manipulaciones vandálicas. Considerar cableado acorde al sistema para minimizar el riesgo de corte de cables.
- Se debe contar en los portones de la puerta peatonal, con una plancha transparente, debidamente consolidada a la estructura, para proteger de líquidos, escupitajos y otros, en los procesos de control de acceso ante contingencia.

Debe contar con un Sistema de alarma de intrusión, monitoreado por el CCS, con magnéticos instalados en los portones y puerta peatonal, y canalización apropiada.

### **7.17 Cerco eléctrico talleres y cocheras**

El cerco eléctrico debe inhibir las intrusiones de personas, dando cumplimiento a la normativa legal vigente que regula estos equipos:

- De seis hebras.
- Por zonas alarmadas, audible y visible de no más de 100 metros y en línea recta para la observación de la vigilancia.
- Materiales óptimos para las condiciones climáticas y contra el vandalismo.
- Monitoreo que debe ser centralizado en el CCS y local por el servicio de seguridad del recinto. Central auditable.

Todos los sistemas de alarma de intrusión asociados al cerco eléctrico, deben contar con una alarma audible (sirenas, bocinas, etc.) y visible (luces estroboscópica, balizas, focos, etc.) en las área amagadas. Esto implica especificar zonas para las alarmas visibles y audibles.

Se recomienda hacer pruebas de campo para las zonas recomendadas. Todos estos elementos deben tener su debida protección y sujeción contra hechos vandálicos.

El sistema de control operativo debe ser de fácil interpretación ante la eventualidad de activaciones continuas, de una misma o distinta zona, o ante intrusiones masivas para las verificaciones posteriores en terreno y cctv.

Debe contemplar autonomía mínima de 6 horas en todos los sistemas de seguridad ante corte de energía.

### **7.18 Acceso a estaciones en horario nocturno**

Para el acceso a las estaciones en horario nocturno, se debe considerar el mismo estándar con el que se opera en la actualidad en las líneas convencionales. Debido a que actualmente no es posible unificar sistemas distintos, se sugiere contar con acceso Viking, con magnéticos, cámara, foco de luz al momento de presionar el botón de acceso y con sistema de alarma BIS (Pacom o Bosch).

### **7.19 Cantidad y localización de cámaras en estaciones, cocheras y terminal**

De acuerdo al criterio utilizado en las líneas automáticas, las estaciones pequeñas deben contar con una cantidad de 40 cámaras (12 PTZ y 28 Fijas), estaciones medianas 60 (24 PTZ y 46 Fijas) y estaciones grandes 120 (24 PTZ y 96 Fijas).

Con respecto a las estaciones convencionales y a los actuales talleres, los antecedentes son los siguientes:

Recinto	Estación	Taller
PTZ	5	10
Fija	8	15

**Tabla 10:** Antecedentes dotación de cámaras en estaciones convencionales y talleres

