

0	26-10-2023	Uso	Subgerencia de Ingeniería Trenes y Sistemas		
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
L9-C07016-NR-0-7CO-TDR-0001					Página 1 de 31
					Revisión 0

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO Y DE LA CONSULTORÍA	5
2. OBJETIVO Y PILARES DE LOS PRESENTES TÉRMINOS DE REFERENCIA.	9
3. ALCANCE DE LA CONSULTORIA	10
3.1 ASESORÍA TÉCNICA Y REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN	10
3.2 ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	11
3.2.1 Entregable: Análisis y Planos de Canalizaciones en Estación, Túnel y Taller.	11
3.2.2 Entregable: Trazado y ubicación de postes de catenarias de vías en taller.....	12
3.2.3 Entregable: Trazado en vías principales planta y perfil longitudinal.....	12
3.2.4 Entregable: Cortes funcionales vías principales	12
3.2.5 Entregable: Cálculo de flota y variables operacionales	13
3.2.6 Entregable: Simulación ventilación forzada modo 1D confort, efecto piston, emergencia y degradado.....	13
3.2.7 Entregable: Estudios escenario de incendio en estaciones.....	14
3.2.8 Entregable: Matriz de interfaces entre Sistemas.	15
3.2.9 Entregable: Resumen Interfaces entre Sistemas (un documento por sistema).....	15
3.2.10 Entregable: Resumen Interfaces entre Sistemas y OO.CC (un documento por Sistema)..	15
3.2.11 Entregable: Especificación Funcional y Técnica del Sistema CBTC.....	16
3.2.12 Entregable: Especificación Funcional y Técnica del Sistema de Red Multiservicio	16
3.2.13 Entregable: Especificación Funcional y Técnica del Sistema WIFI	16
3.2.14 Entregable: Especificación Funcional y Técnica del Sistema Radiocomunicaciones	17
3.2.15 Entregable: Especificación Funcional y Técnica del Sistema Red de Banda Ancha	17
3.2.16 Entregable: Especificación Funcional y Técnica del Sistema IHM-COM	17
3.2.17 Entregable: Especificación Funcional y Técnica del Sistema Comando y Supervisión	18
3.2.18 Entregable: Revisión Modelo de Proyección Vibraciones y Ruido Inducido.....	18
3.2.19 Entregable: Informe Medidas de Control de Vibraciones.....	18
3.2.20 Entregable: Especificaciones Funcionales y Técnicas Sistema de Control de Vibraciones	19
3.2.21 Entregable: Criterios de Diseño, Construcción y Recepción Sistema de Control de Vibraciones	19
3.2.22 Entregable: Presupuesto Vías.....	19
3.2.23 Entregable: Políticas RAMS	20
3.2.24 Entregable: Plan de RAM y Seguridad.....	20
3.2.25 Entregable: Plan de Evaluación Independiente de Seguridad.	20
3.2.26 Entregable: Objetivos y requerimientos RAMS.....	20
3.2.27 Entregable: PHA y requerimientos de Seguridad específicos para los sistemas	20

3.2.28	Entregable: Criterios de aceptación.....	20
3.2.29	Entregable: Análisis SIL	21
3.2.30	Entregable: Propuesta de documentos entregables RAMS y normativas.....	21
3.2.31	Entregable: Informe de seguridad Software.....	21
3.2.32	Entregable: Especificación Técnicas RAMS	21
3.2.33	Entregable: Estrategia para licitar RAMS	21
3.2.34	Entregable: Formación RAMS.....	21
3.2.35	Entregable: Plan de auditorias y seguimiento de pruebas	22
3.2.36	Entregable: Estudio de basculamiento de puesta en servicio en los diferentes tramos....	22
3.2.37	Entregable: Estudio de atenuación de ruidos al interior y exterior de las estaciones	23
3.2.38	Entregable: Evaluación SER reversible en la línea	23
3.2.39	Entregable: Normativas	24
4.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	24
5.	ORGANIZACIÓN Y PERSONAL.....	25
5.1	PERFILES DEL PERSONAL	25
5.2	DESCRIPCIÓN DE PERFILES	26
6.	PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO.....	30
7.	PLAZOS.....	31

GLOSARIO

Término	Definición
Análisis estratégicos / de mercado	Corresponde a análisis técnicos-estratégicos específicos asociados a la implementación de los sistemas o equipamientos, detalle de las condiciones de ciertos mercados y recomendaciones al respecto, estado del arte asociados a tecnologías o soluciones técnicas nuevas, Por tecnologías nuevas se entiende a proyectos desde el año 2019 .
Especificaciones Funcionales y Técnicas sistemas/equipamientos	Corresponde a documentos que describen los requerimientos técnicos, estándares, componentes, materiales y los procedimientos que se utilizarán en la implementación de un determinado sistema o equipamiento. Adicionalmente, deben describir de manera detallada las funciones, características y comportamientos que el sistema debe tener para cumplir con los requerimientos funcionales del proyecto. Lo anterior, sin explicitar o detallar soluciones técnicas específicas, de manera de no limitar el suministro a determinados proveedores. El objetivo principal de estos documentos es servir como base para la posterior licitación del contrato tipo EPC (ingeniería de detalle + fabricación + instalación + puesta en servicio) de cada uno de los sistemas/equipamientos.
Estudios y simulaciones	Entregables correspondientes a estudios, análisis y simulaciones específicas asociadas a los sistemas ferroviarios que se requieren como información de entrada para el desarrollo de las ingenierías básicas o de detalle del proyecto
Planos y esquemas	Corresponde a documentos tales como planos, documentos explicativos y/o esquemas que tienen por objeto representar de forma gráfica la organización o disposición de los elementos que componen una cierta estructura, sistema o sector del proyecto.
Presupuestos	Corresponde a un presupuesto referencial respecto de los costos de adquisición y/o implementación de un cierto sistema o equipamiento dentro del contexto de un proyecto de esta magnitud y las condiciones propias de Chile. Este presupuesto debe considerar tanto costos directos, como indirectos y, en términos de precios, deberá considerar valores actualizados al año en que se elabore. Junto al entregable presupuesto, deberán entregarse los respaldos y base de datos necesarios para su correcto entendimiento, análisis y revisión.
HP	Hora Persona: unidad de estimación del esfuerzo necesario para realizar una tarea cuya unidad equivale a una hora de trabajo.
PM	Persona Mes: unidad de estimación del esfuerzo necesario para realizar una tarea cuya unidad equivale a un mes de trabajo.
OO.CC.	Obras Civiles
UTO	Unattended Train Operation

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO Y DE LA CONSULTORÍA

Red de operación actual

Metro S.A. cuenta en la actualidad con una Red que tiene siete líneas en operación L1, L2, L3, L5, L4 y L4A y L6 de diferentes tecnologías, donde todas, a excepción de L4A, cuentan con un taller para mantenimiento y estacionamiento de trenes.

En septiembre 2023 se inauguró la extensión de Línea 3, la cual agrega tres (3) estaciones al norte hasta la Plaza de Quilicura. En el último semestre del 2023 se inaugura la extensión de la línea 2 la cual considera cuatro (4) estaciones al sur hasta el Hospital El Pino en San Bernardo.

De este modo, la Red de Metro en la actualidad está compuesta por 143 estaciones que recorren en total 149[km], ofreciendo sus servicios a 24 comunas de la Región Metropolitana, entregando una mayor conectividad a la región y una mayor calidad de vida a sus habitantes, siendo el eje principal del transporte urbano de la capital.

Próximamente, se contempla la puesta en servicio para el año 2027 de la Línea 7, la cual recorre desde Renca a Estoril y considera diecinueve (19) estaciones. Además, el proyecto considera la extensión de la línea 6 hacia el oriente, incorporando la estación Isidora Goyenechea. Por otro lado, en conjunto con la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), se encuentra en curso el proyecto que contempla extender hacia el poniente la Línea 6, agregando una estación, con el fin de conectar esta línea con el proyecto del Tren Alameda Melipilla y, de este modo, favorecer el intercambio modal de los usuarios de ambos sistemas de transporte.

Así también dentro de los próximos proyectos, se contempla la puesta en servicio de Línea 8, la cual contempla catorce (14) estaciones, este nuevo trazado unirá la comuna de Providencia y Puente Alto.

Proyecto L9

La construcción de Línea 9 interviene ocho (8) comunas y conecta a Recoleta y Puente Alto, considera 19 piques de construcción y 2 piques de ventilación, tiene una longitud de 27 [km], y cuenta con 19+1 estaciones, 5 de las cuales son de combinación. Considerando por primera vez una estación de combinación de 4 líneas en Cal y Canto.

Con estos proyectos, la Red de Metro quedaría constituida por 197 estaciones y alcanzará una longitud de 225 [km].

Respecto de Línea 9, este proyecto considera la puesta en servicio de la línea en tres (3) etapas, las que se presentan y detallan en la Figura N°1.



Figura N°1: Tramos Proyecto L9

En términos de funcionalidades, Línea 9 considera una operación de trenes automática UTO. Además, el proyecto contempla la inclusión de puertas de andén, circuito cerrado de televisión embarcado y fijo, sistema de electrificación mediante catenaria, puertas de barrera de control, máquinas de ticketing autoservicio, entre otras características similares a la red automática actual.

En términos del estado de avance de los estudios asociadas a Línea 9, en la Tabla 1 se resumen el estado de avance de las ingenierías de obras civiles para cada tramo. Por parte de sistemas, se realizó una ingeniería preliminar o conceptual que cubrió el tramo 1 y 2. Dado esto, los análisis preliminares asociados al tramo 3 son parte del alcance de la presente ingeniería básica de sistemas.

Tramo	Ingeniería Básica Obras civiles
1: Bio-Bio a Plaza la Pintana	Completa.
2: Cal y Canto a Bio-Bio	Completa.
3: Plaza la Pintana a Puente Alto	Inicia primer semestre 2024

Tabla 1: Estado Ingeniería Obras Civiles (OO.CC)

Especialidades consideradas dentro de la Ingeniería Básica de Sistemas

De forma referencial, se muestra a continuación una descripción general de las especialidades que se desarrollarán dentro de la Ingeniería Básica. Sin embargo, el Consultor debe considerar que el alcance detallado de la presente consultoría se encuentra desarrollado en el capítulo 3.

Ciberseguridad: Conjunto de políticas, prácticas, tecnologías y procedimientos implementados con el fin de proteger sistemas informáticos, redes, datos y recursos digitales contra amenazas cibernéticas, ataques maliciosos y accesos no autorizados. La ciberseguridad busca garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, así como la protección de los activos digitales contra posibles vulnerabilidades y riesgos, a través de medidas como autenticación, autorización, cifrado, monitoreo de eventos y respuesta a incidentes de seguridad. Esta especificación técnica debe cumplir con las normativas y estándares de seguridad aplicables a Metro de Santiago.

Control de Vibraciones: corresponde a los sistemas de control vibraciones, para que tanto el nivel de vibraciones mecánicas y el ruido inducido que se produce por el tránsito del material rodante sean menores que los límites normativos que acoja Metro.

Eficiencia Energética: corresponde a componentes cumplan con estándares y requisitos que permitan optimizar el uso de la energía, reducir el desperdicio y minimizar la huella ambiental. Esto implica la selección de componentes, materiales y tecnologías que sean energéticamente eficientes.

Material Rodante: coches que forman el núcleo de los sistemas de transporte ferroviario, permitiendo el desplazamiento eficiente de pasajeros. El material rodante está compuesto por diversas partes, incluyendo el chasis, las ruedas, los sistemas de tracción, los compartimentos para pasajeros o carga, y los sistemas de control.

Modelo de Operación: corresponde a los principios de operación y especificaciones generales funcionales que se deben considerar para el diseño del resto de los sistemas en los modos de operación nominales, degradados y de emergencia. Considera la creación de los perfiles del personal que deberá capacitarse, los procedimientos de operación a considerar de forma preliminar, los movimientos en vías principales y secundarias para los trenes y los requerimientos de espacios físicos necesarios. Además, dentro del modelo operacional se considera el estudio de cálculo de flota y variables operacionales, con sus respectivas simulaciones.

Modelo de Mantenimiento: corresponde a las estrategias principales de gestión del mantenimiento, de forma de definir cómo se mantendrá la fiabilidad de los sistemas adquiridos y los sistemas de monitoreo para esto. Adicionalmente, corresponde a las estrategias asociadas a la contratación, a las garantías, externalización del mantenimiento, política de repuestos y obsolescencia, maquinarias y herramientas para el mantenimiento, dimensionamiento de espacios físicos necesarios, criterios RAM, entre otros. Además, el modelo de mantenimiento considera el estudio de los requerimientos de equipamientos y layout de talleres y de permanencias técnicas.

RAMS (Reliability, Availability, Maintainability & Safety) es un indicador cuantitativo y cualitativo sobre la confianza en un sistema, subsistema o los componentes que lo forman para que funcione como se ha diseñado o especificado, esté disponible a tiempo y sea seguro basado las normas UNE 50126, 50128 y 50129.

Sistema de Vías: corresponde al sistema compuesto por todos aquellos elementos que forman la superestructura de la vía y que sirven para el desplazamiento y rodado del material rodante.

Sistema de Catenarias: corresponde al sistema electromecánico que servirá para entregar la energía eléctrica al material rodante para su funcionamiento.

Sistema Eléctrico: corresponde a todos los sistemas y medios que permiten alimentar eléctricamente al alumbrado y fuerza de estaciones, túneles y taller, así como al sistema de tracción para la alimentación de los trenes. Se incluyen todos los sistemas de almacenamiento de energía que permitan optimizar o mantener la operación.

Sistema CBTC: corresponde al sistema de control automático del tren. Incluye los subsistemas de conducción automática, regulación y supervisión de la operación de trenes, enclavamientos y las redes de comunicaciones que los conecta.

Sistema de Comando y Supervisión: corresponde al sistema de supervisión y control de los sistemas auxiliares que darán soporte a la operación de las nuevas líneas. Este sistema considera la habilitación de una solución SCADA para el monitoreo de los equipos electromecánicos (escaleras mecánicas, ascensores, sistema de bombeo de agua, ventilación forzada, entre otros). El sistema de Comando y Supervisión, también considera la habilitación del subsistema de corte de emergencia de energía de tracción (denominado lógica de tracción).

Sistemas de Comunicaciones: corresponde a un conjunto de sistemas de supervisión y apoyo a la operación de la línea. Entre estos sistemas se encuentran las redes multiservicio servicio (RMS) dentro está se dividen en redes de comunicación de datos administrativas (TI) y redes operacionales (TO), el sistema de anuncios al pasajero (SAP), el sistema de información al pasajero (SIP), el sistema de telefonía/interfonía (TEL), el sistema de radio comunicaciones digitales (TETRA), el circuito cerrado de televisión (CCTV) y el sistema de red de banda ancha (RBA), WIFI, Control de Asistencia y la comunicación tren-tierra.

Sistemas de Ventilación Forzada: Corresponde al sistema de renovación de aire y extracción de humos producto de un incendio en el túnel o andén por medio de la inyección y extracción de aire. Este movimiento de aire ocurre tanto en túnel estación como en túnel inter-estación. Este sistema está diseñado para funcionar en distintos modos de operación tales como confort, free cooling, emergencia, entre otros.

Interfaces e integración: Una interfaz se puede definir como el punto en el cual dos o más especialidades se encuentran, interactúan y/o se comunican para lograr una cierta funcionalidad. El desarrollo de las interfaces durante la ingeniería se materializa a través de la gestión de un conjunto de requerimientos que deben ser traspasados, y acordados, entre las distintas

componentes del proyecto. Adicionalmente, se requiere de un trabajo de integración que verifique la incorporación de estas funcionalidades y asegure que se cumplen los requerimientos esperados a nivel del sistema de transporte en su conjunto.

Normas de referencia control de vibraciones

Con relación al control de las vibraciones conforme al trabajo desarrollado por el Metro de Santiago para el Estudio de Impacto Ambiental, el diseño del proyecto L9 debe considerar las siguientes normativas:

	Metodología	Modelación y Proyección	Límites
GBV	Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual FTA Report No.0123(2018) Federal Transit Administration	ISO 14837-1:2005 Mechanical vibration - Ground-borne noise and vibration arising from rail systems - Part 1: General guidance International Organization for Standardization	Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual FTA Report No.0123(2018) Federal Transit Administration
GBN		& Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual FTA Report No.0123(2018) Federal Transit	EPA Guidelines for the assessment of noise from rail infrastructure(2013) Environment Protection Authority

Tabla 2: Normativas a considerar en términos del control de vibraciones .

2. OBJETIVO Y PILARES DE LOS PRESENTES TÉRMINOS DE REFERENCIA.

El presente Término de Referencia, en adelante TR, tienen como objetivo principal establecer las condiciones bajo las cuales el proponente deberá presentar su oferta técnica para el desarrollo de la Consultoría.

Para esta Consultoría se destacan los siguientes pilares de gestión, en base a los cuales el proponente debe desarrollar su oferta técnica:

1. Asesoría y revisión de documentación técnica.
2. Elaboración de documentación técnica.

3. ALCANCE DE LA CONSULTORIA

El alcance de la Consultoría comprende, los servicios de asesoría, revisión y la elaboración de documentación técnica, indicada en el TR, dentro del contexto de la Ingeniería Básica de Sistemas del Proyecto de la Línea 9. Lo anterior, desde la mirada de cada especialidad ferroviaria, así como la integración entre sistemas y OO.CC.

Se excluye del alcance de esta consultoría la elaboración de documentación de carácter administrativo, tal como bases de licitación, contratos, formularios, entre otros.

3.1 ASESORÍA TÉCNICA Y REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

El Consultor tendrá como responsabilidad trabajar en una relación de colaboración con la Ingeniería de Sistemas y de Obras Civiles a través del intercambio de información técnica para el correcto desarrollo y coordinación de los trabajos relacionados a la Ingeniería Básica indicando recomendaciones técnicas, revisando y complementando los requerimientos a través de análisis, notas técnicas y/o estudios que sean sugeridos por el Consultor o por Metro.

Dentro de este rol, el Consultor deberá revisar la documentación técnica elaborada por Metro, en particular las Especificaciones Funcionales y Técnicas de los sistemas indicados más abajo, con el fin de levantar observaciones, incluir modificaciones y complementar la redacción en caso de requerirse. Así mismo, y durante todo el proceso de desarrollo de esta documentación, deberá desempeñar el rol de asesor técnico en las distintas instancias de discusión y definición que Metro solicite.

A continuación, se listan aquellos sistemas en que las Especificaciones Funcionales y Técnicas serán desarrolladas por Metro y revisadas/validadas por el consultor:

- Material Rodante.
- Vías.
- Catenarias.
- Puertas de Andén.
- Ventilación Forzada.
- Escaleras Mecánicas.
- Ascensores.
- Sistema Eléctrico.
- Puertas de Barrera Control.
- Máquinas de Autoservicio.
- SCADA Energía .
- Comunicaciones (SAP; SIP; Telefonía; CCTV).
- Sistema Eléctrico.

3.2 ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Una de las labores del Consultor será la elaboración de la documentación técnica descrita en este capítulo, la cual se realizará con una activa participación de Metro S.A., de forma tal de complementar los requerimientos del proyecto y el alcance de éstos.

Es parte de la elaboración del entregable todas las actividades necesarias para la redacción, lo cual incluye como mínimo las horas de los profesionales necesarios para desarrollarlos, las reuniones de coordinación, técnicas tanto internas como con Metro, las revisiones necesarias para subsanar las desviaciones y observaciones encontradas en cada una de sus versiones, con fin de completar el alcance completo descrito en este capítulo.

Metro considerará que todas las actividades relacionadas al desarrollo del entregable están incluidas dentro de la oferta propuesta por el consultor.

Además, en el caso que alguno de los entregables requiera input del otro y no este explícitamente solicitado en el presente TR es responsabilidad del Consultor considerarlo dentro del desarrollo de dicho entregable.

Metro S.A., como contraparte técnica, deberá revisar y aprobar la documentación elaborada por el Consultor, incorporando y solicitando durante la revisión los cambios que sean necesarios para alcanzar la calidad esperada del entregable.

A continuación, se presentan las descripciones de los documentos técnicos que deberá elaborar el Consultor.

3.2.1 ENTREGABLE: ANÁLISIS Y PLANOS DE CANALIZACIONES EN ESTACIÓN, TÚNEL Y TALLER.

Tramo: 1,2,3

Descripción:

Presenta los principios y ubicación de pasadas de cables y canalizaciones requeridas por los diferentes sistemas en túneles, estación e inter-estación. Se debe realizar un análisis de las interfaces asociadas a estas las canalizaciones y pasadas de cable de los Sistemas de vías, catenarias, comunicaciones, comando centralizado, cbtc, sistema eléctrico, puertas de anden, y ventilación forzada con la Obra Civil, con el fin de tener una buena integración en la zona. Como mínimo, el documento debe:

- Definir el nivel de ocupación de las distintas canalizaciones propuestas.
- Estimar cantidad de cables necesarios para la implementación de los sistemas. Lo anterior, respaldado con memorias de cálculo.
- Estimar cantidad de canalizaciones necesarias para la implementación de los sistemas (Bandejas, escalerilla, ductos, entre otros.) Lo anterior, respaldado con memorias de cálculo.
- Definir la conexión cableada entre recintos técnicos para un determinado sistema, y la cantidad de ductos/cables que deben seguir las distintas canalizaciones, precisando el responsable de suministrarla. No confundir con el camino físico o trazado final, lo cual es parte del desarrollo otro proyecto.

- Definir los sistemas que utilizan cada una de las canalizaciones.
- Indicar radios de curvatura de los cables.
- Definir esquemas de canalizaciones para los cruces de vías.
- Definir conexión entre la bandeja del túnel y la canalización de la nariz del andén de manera que la solución facilite el tendido de cableado que no debe ser enhebrado.
- Indicar claramente quien es el responsable del suministro y montaje de las respectivas canalizaciones.
- Ingreso de cables troncales a CDC
- Salida de los cables de MT SAF y SER
- Ingreso y salida de cables troncales por estaciones. (pasar por debajo de escalera removible, etc)
- Cruce por nariz de andén (o en bandeja) de cables troncales por estación.
- Inyección de positivos y negativos desde las SER.

3.2.2 ENTREGABLE: TRAZADO Y UBICACIÓN DE POSTES DE CATENARIAS DE VÍAS EN TALLER

Tramo: Taller 9

Descripción:

Este entregable tiene la finalidad de actualizar el trazado de vías en talleres desarrollado en la Ingeniería Conceptual, el Consultor deberá buscar optimizaciones en el diseño de los radios de curvatura para acercarse a las curvas de 130 m en lugar 100 m, deberá entregar restricciones a la operación, mantenimiento en el caso de existir, con una mirada integral del proyecto y siempre conservando la infraestructura dispuesta por la OO.CC. Una vez validado deberá ubicar la posición de los macizos que deberá montar la Obra Civil para luego instalar sobre ellos los postes de catenarias definitivos.

3.2.3 ENTREGABLE: TRAZADO EN VÍAS PRINCIPALES PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

Tramo: 1; 1+2; 1+2+3

Descripción:

Basado en los criterios de diseño y características geométricas y dinámicas de las vías y aparatos de vías en línea, se deberán elaborar láminas en formato DWG y PDF del trazado de vías completo, tanto para V1 como para V2, en planta y del perfil longitudinal con las pendientes y puntos bajos para el sistema de vías incorporando como referencia los puntos característicos de la OO.CC, los cuales serán base para el desarrollo posterior de la Ingeniería de Detalle. Estos planos deben incluir el alineamiento horizontal y parámetros geométricos para el sistema de vías incorporando como referencia los puntos característicos de la OO.CC y las velocidades máximas de diseño en cada curva del trazado

3.2.4 ENTREGABLE: CORTES FUNCIONALES VÍAS PRINCIPALES

Tramo: 3

Descripción:

Basado en el trazado de vías, las dimensiones de gálibo de trenes, equipamientos de los otros sistemas y elementos ubicados en las cercanías a las vías como bandejas, canaletas, cofres, postes entre otros. Se elaborarán láminas en formato DWG y PDF de las secciones transversales para los puntos más representativos del trazado que permitan definir las dimensiones civiles de los túneles con especial consideración al punto de llegada a estos sectores.

- Trincheras
- Enlace a taller L9
- Curvas
- Túnel de 3 vías

3.2.5 ENTREGABLE: CÁLCULO DE FLOTA Y VARIABLES OPERACIONALES

Tramo: 1; 1+2; 1+2+3

Descripción:

Este estudio debe determinar, a partir de una simulación, las principales variables operacionales de la línea, como frecuencia, cantidad de trenes circulando, intervalos, duración de la vuelta, velocidad comercial, coches-kilómetros, velocidad marcha real, entre otros, que permitan determinar con mayor precisión los requerimientos funcionales de las líneas y su integración con la red actual. Estas variables se deberán calcular para el año 0, 5 y 20 de operación, considerando los datos entrada indicados por Metro.

3.2.6 ENTREGABLE: SIMULACIÓN VENTILACIÓN FORZADA MODO 1D CONFORT, EFECTO PISTON, EMERGENCIA Y DEGRADADO

Tramo: 1+2+3

Descripción:

Estas simulaciones tienen como objetivo verificar el funcionamiento integral del sistema en términos de sus criterios de operación, así como definir número, ubicación, caudal, velocidad crítica, velocidad de confinamiento, pérdidas de carga y potencia eléctrica de ventiladores, considerando criterios de diseño del sistema y las restricciones de obras civiles; Las simulaciones se deberán realizar, tanto a nivel de estaciones como de túnel y para los modos confort, efecto pistón y emergencia (escenario de incendio) considerando la topología de la línea y los equipos de ventilación instalados a lo largo de ésta. Para el modo confort, la simulación deberá realizarse de acuerdo con los criterios de temperatura que entregará Metro al Consultor adjudicado.

Además, se deberán estudiar implantaciones del tren de ventilación en galería/pique que permitan tener el mejor desempeño del sistema tanto en la operación, como para el mantenimiento, verificando espacios disponibles para mantenimiento, estudios de optimización de flujo (por ejemplo, menor pérdida de carga en trayecto a recorrer).

Con relación a la elección del escenario y condiciones consideradas para el modo emergencia, se deberá llegar a un acuerdo entre Metro y el Consultor para definirlo. Para esto, el Consultor en base a su experiencia en otros proyectos deberá proponer los escenarios a estudiar en base a su probabilidad de ocurrencia.

Para el modo degradado, la simulación deberá considerar el caso de falla de un ventilador, y se deberán recomendar los escenarios de operación a aplicar en cada caso e indicar que sectores se debiesen reforzar. Esto, aplicado a los modos confort y emergencia.

El Consultor debe considerar que en el caso que las condiciones que se presentan en el proyecto no puedan cumplir con el estándar establecido, se debe considerar la iteración de la simulación hasta encontrar una solución técnica factible que cumpla con los criterios de diseño de ventilación forzada. Además, en los análisis, resultados y conclusiones deberá considerar que esta línea se

pondrá en operación por tramos y en cada uno de estos tramos se deberá asegurar el correcto desempeño del sistema de ventilación.

Para las distintas simulaciones a realizar, se requiere que el consultor entregue, además de los informes de resultados, los archivos de carga de datos de entrada utilizados en las simulaciones.

3.2.7 ENTREGABLE: ESTUDIOS ESCENARIO DE INCENDIO EN ESTACIONES

Tramo: 1, 2

Descripción:

Estudio que tiene como objetivo caracterizar el escenario de incendio en la estación y el comportamiento del humo y las variables ambientales al interior de éstas. La simulación de las estaciones se deberá abordar bajo las siguientes consideraciones:

- Simulación incendio en andén en 5 (cinco) estaciones.

En base al número, ubicación, y características de los ventiladores definidos para el Proyecto L9 y considerando los diseños a nivel de obras civiles, deberá realizar modelaciones en 3D tipo CFD (dinámica computacional de fluidos) considerando el caso de incendio de un tren ubicado en el andén. Lo anterior, considerando las variables asociadas a la calidad de aire (concentración de contaminante, temperatura, visibilidad, renovaciones, velocidad, entre otros), a la potencia de radiación (flujo radiante), y otras que el consultor considere relevante.

Previo al inicio de la simulación, el consultor deberá analizar las variables a considerar como datos de entrada y deberá justificar los valores razonables para cada una de estas. Así mismo, se deberá acordar los supuestos de tiempos de desarrollo del evento del incendio (inicio incendio, arribo a estación, tiempo en alcanzar máxima carga, etc). Los escenarios de análisis deberán ser acordados previamente con Metro, de tal forma que los supuestos de las variables involucradas sean definidos en rangos reales esperados y no en escenarios extremadamente pesimistas con baja probabilidad de ocurrencia.

La simulación deberá ser capaz de diferenciar las distintas variables entre los sectores de circulación cercanas al incendio y la zona segura.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos, el consultor deberá proponer medidas para retardar la circulación del humo y mejorar el desempeño de la estación frente al escenario de incendio.

- Simulación ventilación normal y emergencia al interior en estación Cal y Canto

El consultor deberá desarrollar como parte del estudio y las simulaciones, el cálculo térmico de toda la zona pública de la estación, de tal modo de determinar las condiciones de ventilación y las temperaturas esperadas (invierno – verano) producto del efecto pistón y según la operación de la ventilación forzada de la línea.

Del mismo modo, deberá entregar los resultados correspondientes a la simulación para las situaciones de emergencia, entregando las condiciones resultantes en toda la zona pública, detallando de forma particular la zona segura. En base a estos resultados, deberá indicar si se

deberán implementar medidas adicionales para asegurar la evacuación del público bajo condiciones normativas y con seguridad.

La propuesta metodológica debiera incluir un análisis diferenciado para la situación de ventilación bajo el régimen normal de operación de la estación, identificando el grado de impacto de las propuestas para reducir la propagación de humos, en el caso que las hubiese, y analizando la necesidad de contar con un sistema adicional de ventilación (independiente) para el sector del pique o zona segura.

Para las distintas simulaciones a realizar, se requiere que el consultor entregue, además de los informes de resultados, los archivos de carga de datos de entrada utilizados en las simulaciones.

3.2.8 ENTREGABLE: MATRIZ DE INTERFACES ENTRE SISTEMAS.

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Se deberá realizar un levantamiento e identificación de todas las interfaces entre sistemas la cual deberá contener a lo menos: tipo de interfaz, fronteras, protocolos, descripción, alcance por sistema, consideraciones adicionales. Lo anterior, deberá plasmarse en un documento de trabajo tipo matriz que deberá permitir llevar una trazabilidad de las interfaces durante el desarrollo del proyecto, y realizar un control/seguimiento durante toda la ingeniería básica, asegurando la coherencia e integración en cada una de las especificaciones técnicas.

De manera referencial se entregará los documentos de interfaces de la Ingeniería Básica de Sistemas de L7 y la Matriz de Interfaces de Ingeniería de Detalle de L7 elaborada por Metro.

3.2.9 ENTREGABLE: RESUMEN INTERFACES ENTRE SISTEMAS (UN DOCUMENTO POR SISTEMA)

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

En base a la información incorporada en el entregable "Matriz de Interfaces entre Sistemas", se deberá generar para cada sistema un documento que resuma el listado total de interfaces entre éste y los otros sistemas (y los alcances definidos para cada una). Este documento tiene como objetivo ser parte de los antecedentes de la licitación de cada uno de los contratos de ejecución por lo que debe contar con toda la información técnica necesaria para lograr aclarar los límites de responsabilidad en las licitaciones de los distintos contratos.

3.2.10 ENTREGABLE: RESUMEN INTERFACES ENTRE SISTEMAS Y OO.CC (UN DOCUMENTO POR SISTEMA)

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

En base a un documento tipo matriz de "Interfaces entre los sistemas y OOCC" (que será entregado por Metro), el consultor deberá generar para cada sistema un documento que resuma el listado total de interfaces entre éste y las componentes de OOCC que apliquen. Este documento tiene como objetivo ser parte de los antecedentes de la licitación de cada uno de los contratos

de ejecución por lo que debe contar con toda la información técnica necesaria para lograr aclarar los límites de responsabilidad en las licitaciones de los distintos contratos.

3.2.11 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA CBTC

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Definición de los requerimientos, simulación del intervalo de circulación (según los criterios operacionales) y restricciones funcionales del sistema CBTC, el cual permite que todas las maniobras en estaciones y vías, incluidas las maniobras de retorno en terminales se realicen de manera automática, controladas centralizada y completamente desatendidas, descripción de su arquitectura, compatibilidad electromagnética, diseño de red, pruebas, ensayos y puesta en marcha. Se deberá también asegurar el cumplimiento con las leyes y normativas técnicas de regulación, entre otros aspectos normativos. Además, se deberá especificar con las últimas tecnologías que se encuentren en el mercado ferroviario, desde 2019.

De manera referencial se entregarán las Especificaciones Funcionales y Técnicas de la Ingeniería Básica de L7 al Consultor adjudicado con comentarios realizados por Metro, de acuerdo con las lecciones aprendidas del proyecto.

3.2.12 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA SISTEMA DE RED MULTISERVICIO

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Definición de los requerimientos y restricciones funcionales de los sistemas RMS OT que permiten gestionar el transporte de datos entre los diferentes servicios que soportan la operación comercial de una línea UTO y los sistemas RMS TI que permiten gestionar el transporte de datos entre servicios departamentales. Ambas RMS deberán garantizar la redundada y disponibilidad adecuada para los servicios que transportan. Se deberá considerar a lo menos, la definición de tecnología transmisión, ancho de banda del backbone, compatibilidad electromagnética, interfaces, descripción de su arquitectura, diseño de red, protocolos, pruebas, ensayos y puesta en marcha. Se deberá también asegurar el cumplimiento con las leyes y normativas técnicas de regulación, entre otros aspectos normativos.

De manera referencial se entregarán las Especificaciones Funcionales y Técnicas de la Ingeniería Básica de L7 al Consultor adjudicado con comentarios realizados por Metro, de acuerdo con las lecciones aprendidas del proyecto.

3.2.13 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA WIFI

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Definición de los requerimientos y restricciones funcionales del sistema WIFI, que permitan garantizar una conectividad inalámbrica fiable y segura. Considera la definición tecnológica de los equipos en estaciones, puntos de acceso, nivel de descripción de su arquitectura, compatibilidad electromagnética, diseño de red, pruebas, ensayos y puesta en marcha. Se deberá también asegurar el cumplimiento con las leyes y normativas técnicas de regulación, entre otros aspectos normativos.

De manera referencial se entregarán las Especificaciones Funcionales y Técnicas de la Ingeniería Básica de L7 al Consultor adjudicado con comentarios realizados por Metro, de acuerdo con las lecciones aprendidas del proyecto.

3.2.14 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA RADIOCOMUNICACIONES

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Definición de los requerimientos y restricciones funcionales del sistema de radiocomunicaciones TETRA, que permitan garantizar una comunicación fiable y segura entre diferentes grupos de usuarios. Considera la definición tecnológica de los nodos en estaciones, antenas BTS (Bases Transceiver Station), cable radiante, equipos móviles, radio frecuencias, zonas de cobertura, compatibilidad electromagnética, descripción de su arquitectura, diseño de red, evaluar distintos tipos de interoperabilidad, pruebas, ensayos y puesta en marcha. Se deberá también asegurar el cumplimiento con las leyes y normativas técnicas de regulación, entre otros aspectos normativos.

De manera referencial se entregarán las Especificaciones Funcionales y Técnicas de la Ingeniería Básica de L7 al Consultor adjudicado con comentarios realizados por Metro de acuerdo con las lecciones aprendidas del proyecto.

3.2.15 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA RED DE BANDA ANCHA

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Definición de los requerimientos y restricciones funcionales del sistema RBA, que permitan garantizar una comunicación bidireccional tren-tierra de forma fiable y segura. La solución debe considerar la capacidad de ancho de banda para satisfacer las necesidades de transporte de servicios de los diferentes sistemas. Considera la definición tecnológica de los equipos en estaciones, antenas, definición de frecuencias, descripción de su arquitectura, compatibilidad electromagnética, diseño de red, pruebas, ensayos y puesta en marcha. Se deberá también asegurar el cumplimiento con las leyes y normativas técnicas de regulación a lo establecido en la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

De manera referencial se entregarán las Especificaciones Funcionales y Técnicas de la Ingeniería Básica de L7 al Consultor adjudicado con comentarios realizados por Metro, de acuerdo con las lecciones aprendidas del proyecto.

3.2.16 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA IHM-COM

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Definición de los requerimientos y restricciones funcionales de la IHM COM, que permitan garantizar la gestión de manera centralizada de diversos sistemas como por ejemplo: CCTV, SAP, TETRA, Telefonía, Interfonía, sistemas de grabación, SIP, entre otros. La solución deberá considerar la integración con un sistema de video wall, parlantes multimedia, micrófonos y teléfonos,

definición tecnológica de los equipos IHM, arquitectura, compatibilidad electromagnética, diseño de red, pruebas, ensayos y puesta en marcha. Se deberá también asegurar el cumplimiento con las leyes y normativas técnicas de regulación, entre otros aspectos normativos.

De manera referencial se entregarán las Especificaciones Funcionales y Técnicas de la Ingeniería Básica de L7 al Consultor adjudicado con comentarios realizados por Metro, de acuerdo con las lecciones aprendidas del proyecto.

3.2.17 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA COMANDO Y SUPERVISIÓN

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Definición de los requerimientos y restricciones funcionales del sistema de comando y supervisión, el cual permite la gestión centralizada de múltiples sistemas. Deberá considerar la definición de principios generales y funcionales de la lógica de tracción en la Línea y Talleres, interfaces entre la lógica tracción, el sistema de energía, CBTC, y otros sistemas, la descripción de su arquitectura, compatibilidad electromagnética, diseño de red, pruebas, ensayos y puesta en marcha. Se deberá también asegurar el cumplimiento con las leyes y normativas técnicas de regulación, entre otros aspectos normativos.

De manera referencial se entregarán las Especificaciones Funcionales y Técnicas de la Ingeniería Básica de L7 al Consultor adjudicado con comentarios realizados por Metro, de acuerdo con las lecciones aprendidas del proyecto.

3.2.18 ENTREGABLE: REVISIÓN MODELO DE PROYECCIÓN VIBRACIONES Y RUIDO INDUCIDO.

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

La Consultoría Vibraciones y Ruido Inducido Líneas 9 que el Metro de Santiago desarrolló para el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Línea 9 considera dentro de sus alcances un Modelo de Proyección de Vibraciones (GBV) y Ruido Inducido (GBN) en cada uno de los Receptores del área de influencia. El Consultor debe validar este modelo y sólo si fuera estrictamente necesario, proponer a Metro alguna modificación de éste. El consultor debe elaborar un informe que dé cuenta de su revisión y que contenga como Anexo el Modelo de Proyección de GBV y GBN validado.

3.2.19 ENTREGABLE: INFORME MEDIDAS DE CONTROL DE VIBRACIONES.

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este alcance tiene como objetivo calcular y/o presentar, para la futura condición de operación de Línea 9, lo siguiente:

- Los procedimientos utilizados para determinar los niveles de control de GBV y GBN a fin de eliminar las brechas en cada receptor
- La determinación de funciones objetivo de pérdidas por inserción (IL) que sean capaces de satisfacer los objetivos de control del proyecto (en tablas y en gráficos)
- La determinación de funciones de frecuencias de desacoplamiento (f_0) capaces de cubrir las funciones objetivo de pérdidas por inserción (en tablas y en gráficos)

- La determinación a lo largo del trazado, en ventanas de un metro, de las frecuencias de desacoplamiento máximas admisibles que se requieren para cubrir los objetivos de control del proyecto (en tablas y en mapas)
- La verificación de que las frecuencias de desacoplamiento descritas en el punto anterior satisfacen en un 100 % el cumplimiento de los límites normativos de GBV y GBN (en tablas y en mapas)

Una propuesta de sistema de control de vibraciones en base a soluciones de control genéricas existente en la industria que satisfaga los objetivos de control del proyecto, verificando que sus frecuencias de desacoplamiento y sus funciones de pérdidas por inserción satisfacen en un 100 % el cumplimiento de los límites normativos de GBV y GBN (en tablas y en mapas)

Para cada una de las soluciones de control de vibraciones se debe estimar la deformación de los rieles y la deformación de los elementos de control (pad, mantas, bandas, etc), lo mismo que los descensos que experimentará el material rodante. También se debe estimar el desgaste ondulatorio que experimentará el riel en cada solución y junto a ello, la estimación de los niveles de ruido aéreo que se pueden producir. Esta tarea es parte principal del informe, por lo que se deben considerar y/o adjuntar los elementos de respaldo para las estimaciones.

3.2.20 ENTREGABLE: ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS SISTEMA DE CONTROL DE VIBRACIONES

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento tiene como objetivo rescatar del Informe Medidas de Control de Vibraciones Línea 9, los elementos justos y necesarios para licitar la construcción de las vías con control de vibraciones cumpliendo los objetivos de control de vibraciones y de ruido inducido.

Este documento debe especificar las interfaces que habrá con las obras civiles y los sistemas en general, como la evacuación de aguas, las canaletas de cables, zonas de transición de rigidez, etc.

3.2.21 ENTREGABLE: CRITERIOS DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y RECEPCIÓN SISTEMA DE CONTROL DE VIBRACIONES

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento es un complemento a las Especificaciones Funcionales y Técnicas de Control de Vibraciones, teniendo como objetivo listar las normativas y procedimientos que se requieren para validar cada una de las soluciones de control en las etapas de diseño, construcción y recepción del sistema de control de vibraciones. La recepción debe contemplar la marcha blanca y la operación propiamente tal.

3.2.22 ENTREGABLE: PRESUPUESTO VÍAS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este entregable tiene como objetivo elaborar un presupuesto detallado de la construcción del sistema vías considerando el control de vibraciones y del sistema de catenarias. El presupuesto debe contener el detalle de cada uno de los sistemas y en particular de cada medida de control requerida para el sistema de control de vibraciones.

3.2.23 ENTREGABLE: POLÍTICAS RAMS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe establecer una Política RAMS para el Proyecto L9, según la normativa EN50126.

3.2.24 ENTREGABLE: PLAN DE RAM Y SEGURIDAD

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe establecer un Plan RAM y de Seguridad para el Proyecto L9, según la normativa EN50126.

3.2.25 ENTREGABLE: PLAN DE EVALUACIÓN INDEPENDIENTE DE SEGURIDAD.

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe establecer, una propuesta para que Metro realice la planificación, y seguimiento del proceso una Evaluación Independiente de Seguridad. Deberá definir, por ejemplo, herramientas, hitos y entregables necesarios para la realización

3.2.26 ENTREGABLE: OBJETIVOS Y REQUERIMIENTOS RAMS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe contener propuesta de objetivos RAM para cada sistema, para lo cual será responsable de entregar un benchmarking considerando implementaciones de estos sistemas en proyectos similares y la memoria de cálculo que respalden con los objetivos RAM definidos.

3.2.27 ENTREGABLE: PHA Y REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD ESPECÍFICOS PARA LOS SISTEMAS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe contener una propuesta de requerimientos de seguridad específicos para cada sistema, realizando para ello, un análisis de riesgos del tipo PHA (preliminary hazard analysis).

3.2.28 ENTREGABLE: CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento técnico debe contener un plan de evaluación y validación (Criterios de aceptación) de los requisitos de seguridad, un listado de los elementos críticos que deben ser considerados por el contratista para RAM y Seguridad.

3.2.29 ENTREGABLE: ANÁLISIS SIL

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento técnico debe establecer una propuesta del nivel de integridad de la seguridad (SIL) adecuado para cada función de seguridad de los sistemas del proyecto

3.2.30 ENTREGABLE: PROPUESTA DE DOCUMENTOS ENTREGABLES RAMS Y NORMATIVAS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe describir una propuesta de documentos entregables RAMS y su secuencia lógica de entrega (entrada requerida y salida de documentos), lo cual debe considerar las distintas fases a lo largo del ciclo de vida del proyecto, hasta su puesta en servicio y período de garantía. Adicionalmente, se deberá generar una propuesta de todas las normativas que el área RAMS de Metro debiese manejar para cumplir adecuadamente sus funciones dentro de su organización y también como contraparte de las áreas RAMS de los contratistas de los sistemas ferroviarios de su alcance.

3.2.31 ENTREGABLE: INFORME DE SEGURIDAD SOFTWARE

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe contener una propuesta para abordar el proceso de Seguridad Software, de acuerdo con la normativa EN 50128 durante todo el ciclo de vida (Programación, hitos, entregables, procesos, auditorías, etc.). Además, se deberá incluir una propuesta de definición de requerimientos asociados a la Seguridad de Software basado en la norma EN50128, para que sean parte íntegra de las especificaciones técnicas RAMS.

3.2.32 ENTREGABLE: ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS RAMS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento debe permitir asegurar el cumplimiento de las tareas RAMS durante todo el ciclo de vida del proyecto, de acuerdo con lo que se establece en la normativa EN 50126.

3.2.33 ENTREGABLE: ESTRATEGIA PARA LICITAR RAMS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento deberá contener una propuesta de los documentos necesarios a solicitar a los oferentes de cada licitación de sistemas y establecer una propuesta de cuáles son los requerimientos relevantes para considerar durante la evaluación técnica de las ofertas.

3.2.34 ENTREGABLE: FORMACIÓN RAMS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Se deberá realizar una formación en el especialidad RAMS, que deberá contener una introducción, principios generales de la gestión RAMS, una explicación y formación de conocimientos en la utilización de procedimientos, metodologías, programas computacionales y herramientas que permitan justificar los valores de cumplimiento de los objetivos RAM para un sistema y del proyecto ferroviario total, y de la realización de los análisis de seguridad y asignación SIL, como así también los criterios de aceptación de los riesgos que sean reconocidos y ocupados comúnmente por los Contratistas para los proyectos RAMS ferroviarios.

Además, se deberá dar a conocer concepto ciclo en V en seguridad y RAM para todo el proyecto, incluyendo la operación, mantenimiento y retiro del servicio y los procesos y metodologías para la demostración RAM.

La formación deberá tener un enfoque en las normas CENELEC EN 50126, EN 50128 y EN 50129. Conceptos generales de las normas comúnmente usadas para implementar RAMS en un proyecto. Conceptos de LCC (costos del ciclo de vida)

Esta formación será de manera online y el relator tendrá que contar con acreditación que respalde el curso propuesto, se deberá considerar realizar una evaluación final y entrega de certificado de participación. También deberá entregar un manual en digital libre de toda contraseña y bloqueos, en español y que contenga la información tratada en el curso.

3.2.35 ENTREGABLE: PLAN DE AUDITORIAS Y SEGUIMIENTO DE PRUEBAS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento deberá presentar una propuesta en relación con lo que Metro debería auditar a los contratistas de sistemas en temas de seguridad para el proyecto desde la etapa de diseño, hasta la etapa de puesta en servicio. Además, deberá indicar una estrategia para el seguimiento de las pruebas relacionadas con la seguridad, que son necesarias para seguimiento y control para validación de los requerimientos de seguridad de los sistemas.

3.2.36 ENTREGABLE: ESTUDIO DE BASCULAMIENTO DE PUESTA EN SERVICIO EN LOS DIFERENTES TRAMOS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

Este documento deberá realizar un análisis técnico-económico, el cual deberá indicar cuales son las consideraciones que debe tener cada sistema en su diseño para entrar en servicio en cada tramo, es decir, todas las condiciones, modificaciones, y pruebas de migración a realizar en los sistemas que soportan la operación, que permitan incorporar cada tramo a la línea principal, con todos los estándares de seguridad y confort necesarios, en línea y taller, manteniendo el estándar operativo de los sistemas que apoyan a la operación comercial (CCO Backup y DC de respaldo). Para ello, se deberá revisar la mejor estrategia de implementación del proyecto, elaborar un programa preliminar de las actividades y etapas, requerimientos generales y particulares sobre los sistemas críticos, riesgos de la implementación, impactos tanto operacionales como de mantenimiento, requerimientos de documentación para los contratistas, entre otros. Lo anterior incluye la integración de la operación de la extensión al Centro de Control de L9.

Adicionalmente a lo anterior, el entregable debe contener una secuencia paso a paso de los trabajos de integración de los sistemas ferroviarios en operación (tramo 1 y 2) al nuevo sistema ferroviario construido (tramos 2 y 3 respectivamente). El entregable versión preliminar de la secuencia de trabajo debe ser desarrollado en formato presentación donde se pueda verificar gráficamente tareas que debe hacer cada uno de los sistemas para integrar a la zona de operación, esta información será el documento de entrada para el desarrollo del programa de basculamiento y presupuestos. El programa preliminar de basculamiento debe ser acorde a la secuencia de trabajos indicadas la presentación preliminar.

3.2.37 ENTREGABLE: ESTUDIO DE ATENUACIÓN DE RUIDOS AL INTERIOR Y EXTERIOR DE LAS ESTACIONES

Tramo: 3 y sector Cal y Canto a Santa Lucía.

Descripción:

Estudio que busca obtener las características necesarias que debe tener los atenuadores en cada uno de los equipos de ventilación forzada en los tramos indicados. Para esta estimación se debe incluir la operación de las ventilaciones forzadas en modo confort incluyendo el ruido propio de la circulación de aire y ruidos de otros equipos del sistema como el variador de frecuencia, por ejemplo, los cuales deberán dar cumplimiento a la normativa de ruido vigente D.S. N°38/2011 del MMA. Además, incorporar el análisis de la operación de las ventilaciones forzadas en modo confort incluyendo el ruido propio de la circulación de aire y ruidos de otros equipos del sistema como el variador de frecuencia, deberá dar cumplimiento al criterio de ruido para estaciones establecido por Metro S.A, correspondiente a no sobrepasar los 70 dB(A) a 10 metros del tímpano de la estación, para la condición sin trenes en la estación.

3.2.38 ENTREGABLE: EVALUACIÓN SER REVERSIBLE EN LA LÍNEA

Tramo: 1 y 2

Descripción:

Evaluación que busca ROI en relación con la utilización de Subestaciones de Rectificación (SER) reversibles en vez de utilizar SER tradicional en el tramo mencionado, para este estudio se entregarán los pk de SER, el trazado de línea, características del tren, demandas al adjudicado. El estudio debe considera simular un escenario, el cual debe ser consensuado con Metro.

Dentro del informe deberá considerar:

- Limitaciones de mantenimiento, indicando a lo menos las diferencias de una SER tradicional a una reversible;
- Impacto en la instalación, indicando a lo menos los aspectos a considerar en términos de montaje, necesidades de espacio adicional, recinto con características especiales, u otros aspectos relevantes.
- Análisis normativo, indicando a lo menos las normas y requisitos mínimos que se deberían solicitar en caso de especificar una SER de tipo reversible.
- Estimación de cuanto energía se podría recuperar en un horizonte de 10 años.
- Impactos al presupuesto, estimar las diferencias de costos de una SER de tipo reversible en comparación con una SER tradicional. Lo anterior, en términos de suministro y mantenimiento.
- Posibilidad de considerar una alimentación mixta (utilizando SER tradicional y reversible en alguna configuración propuesta por contratista)

3.2.39 ENTREGABLE: NORMATIVAS

Tramo: 1, 2 y 3

Descripción:

De un listado definido por entre Metro y el Consultor, se definirá 50 normas que deberá comprar el Consultor a nombre de Metro y entregar durante el desarrollo de la Ingeniería.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo de la documentación técnica elaborada por el Consultor, deberá proponer una metodología de trabajo que asegure una reducción significativa de revisiones y retrabajos, la cual debe entregar resultados de calidad desde el inicio, velando por obtener la mayor eficiencia en la ejecución de la Ingeniería Básica, además de ir incorporando la mejora continua en el mismo proceso.

El Consultor deberá indicar en su propuesta a lo menos como abordará:

- **Planificación:** indicar una planificación exhaustiva con objetivos, actividades y asignación de recursos (HP) del consultor.
- **Comunicación:** indicar como se realizará la comunicación entre los equipos para la revisión de la documentación.
- **Control de Calidad:** indicar como realizará la verificación y validación de la calidad y trazabilidad en cada uno de los entregables del proyecto, tanto los elaborados como revisados.

En particular, para el desarrollo de:

- a. Especificaciones Funcionales y Técnicas:** en el caso que el consultor utilice como base para su documentación la Ingeniería Básica de L7 entregada por Metro, deberá indicar a lo menos, como realizará: la actualización de los requerimientos, lo cual deberá considerar desde el seguimiento y consolidar la justificación de las modificaciones y/o porque se mantiene un requerimiento; indicar como se hará cargo de las observaciones realizadas por Metro; proponer la interacción más eficiente con los especialistas de Metro; la estructura
- b. Matriz de Interfaces entre Sistemas:** Documento de trabajo desarrollado durante toda la Ingeniería Básica, basada en la información entregada por Metro, en la cual se puedan ir identificando, según la experiencia del consultor, todos los cambios (requerimientos nuevos, agregados, modificados, etc.) con su debida justificación y trazabilidad de comentarios, realizando una propuesta para el desarrollo de este trabajo.
- c. Interfaces entre Sistemas/OOCC:** De acuerdo a la información entregada por Metro, el consultor deberá revisar, validar y/o modificar estos requerimientos según experiencia y desviaciones particulares que puedan existir durante la Ingeniería de OOCC, obteniendo como resultado de esta revisión, al final de la Ingeniería Básica, los documentos de licitación por sistema con OOCC.

- d. Control de vibraciones y Ruido Inducido:** Los informes requeridos deben contemplar al menos la siguiente estructura:
- Resumen ejecutivo
 - Índice de contenido, figuras y tablas
 - Objetivos generales y específicos
 - Breve introducción explicando el contexto del documento
 - Metodología de trabajo: Consistente en indicar de qué manera se abordó el trabajo y las consideraciones y limitantes que presentó. Asimismo, presentar los aspectos normativos a evaluar y lineamientos de éstos. En este mismo sentido, se debe considerar como parte de la metodología:
 - Normativa, consideraciones y justificación de adopción
 - Análisis y evaluación de los resultados: Deben quedar reflejados en el informe todos los análisis desarrollados, pudiendo quedar el detalle de éstos como anexos en caso de ser extensos. El análisis y su evaluación deben ser presentados de manera clara y ordenada mediante tablas, gráficos, mapas u otras formas. En este mismo sentido se deben considerar como parte del análisis:
 - Descripción de todas las fórmulas y correcciones consideradas
 - Descripción de los niveles proyectados hacia los receptores presentes en el AI
 - Mapas coloreados para representar los resultados alcanzados en planta
 - Tablas resumen y comparativas con resultados, utilizando los descriptores y escalas afines para una mejor descripción, y con entrega de resultados en bandas de frecuencia de tercio de octava y/o rangos de frecuencia respectivos de acuerdo al agente ambiental
 - Conclusiones: Indicando los aspectos más importantes y relevantes del estudio
 - Anexos: Corresponden a todos los datos de respaldo, e información adicional relevante para el proyecto y entendimiento de éste, según corresponda. Dentro de este ítem se incluye la entrega de los archivos con modelos de simulación realizados en softwares especializados.
 - Cada informe para el que aplique debe contar con la entrega de un archivo KMZ (Google Earth) con la identificación de los receptores y los principales resultados alcanzados.
 - Cada informe debe contar con la entrega de un resumen en formato presentación (powerpoint-PPT).
- e. Formación RAMS:** Deberá diseñar un esquema de contenido en base a lo descrito en el en el capítulo 3, indicando como mínimo la duración de la actividad, profesional(es) que participaran en la actividad y la metodología de la formación.

5. ORGANIZACIÓN Y PERSONAL

5.1 PERFILES DEL PERSONAL

Los requerimientos expuestos en el presente apartado, hacen referencia a los perfiles profesionales del personal que, a juicio de Metro S.A., son necesarios para llevar a cabo

adecuadamente las actividades correspondientes al desarrollo de la Ingeniería Básica de la línea 9 descrito en el alcance del presente documento.

Los perfiles expuestos en este documento no se refieren necesariamente a la cantidad de personas que deben designarse para la ejecución del contrato, sino que se limita a definir el nivel de conocimiento y experiencia laboral de el o los profesionales que deben participar en el desarrollo del proyecto.

Todos los perfiles deben tener capacidad para comunicarse de manera fluida en español, lo cual puede ser reflejado en las experiencias previas en entornos laborales relacionados.

Se han determinado los siguientes tipos de perfiles para los profesionales, cuya experiencia y especialización debe ser acorde al sistema que desarrollará en la ingeniería (columna Experiencia y Años de Experiencia), la formación debe estar relacionada con el área de trabajo desempeñada. Estos perfiles se muestran en la siguiente tabla:

Perfil	Experiencia	Años de Experiencia
Ingeniero Senior A	Haber trabajado en al menos tres (3) proyectos de líneas de metro UTO.	10 años en Ingeniería o diseño de la especialidad requerida.
Ingeniero Senior B	20 años de experiencia en proyectos para líneas de metro o ferroviarios.	10 años en Ingeniería o diseño de la especialidad requerida.
Ingeniero Senior C	20 años de experiencia en proyectos para líneas de metro o ferroviarios.	5 años en Ingeniería o diseño de la especialidad requerida.
Ingeniero Junior	Haber trabajado en al menos un (1) proyecto de líneas de metro.	4 años en proyectos para líneas de metro en la especialidad requerida.

5.2 DESCRIPCIÓN DE PERFILES

Rol	Jefe de Proyecto
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>
Descripción	Responsable del proyecto a nivel administrativo y técnico, el cual debe conseguir una homogeneidad entre las disciplinas y asegurar una secuencia apropiada de las actividades de producción y revisión, además deberá actualizar mensualmente el avance físico del programa de trabajo, generando de manera anticipada las gestiones y alertas correspondientes de modo de asegurar el cumplimiento del plazo del proyecto. Deberá tener experiencia liderando y administrando contratos de proyectos de ingeniería de sistemas multidisciplinarios, en el levantamiento, especificación y desarrollo de interfaces sistemas/obras civiles y medio ambiente en proyectos de metros.
Rol	Especialista Control de Vibraciones
Perfil	<i>Ingeniero Senior B</i>

Descripción	Experiencia en la gestión del control de vibraciones relacionado con el modelamiento, simulación, aislamiento, absorción de vibraciones, control activo de las mismas, en normativas y regulaciones.
--------------------	--

Rol	Especialista Vías
Perfil	<i>Ingeniero Senior B</i>
Descripción	Experiencia en Ingeniería, diseño y montaje en proyectos de sistemas de vías ferroviarias de Metro, ferrocarriles y/o tranvía. En particular diseño y montaje de vías y aparatos de vías. Experiencia en desarrollo de trazados de vías y conocimientos en topografía.

Rol	Especialista Catenarias
Perfil	<i>Ingeniero Senior B</i>
Descripción	Experiencia en los diseño, materialidad y montaje de catenarias rígidas y convencionales, en redes de metro y/o sub urbanos.

Rol	Especialista Material Rodante
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>
Descripción	Experiencia en los procesos de diseño y fabricación de vehículos ferroviarios para pasajeros, incluyendo la selección de materiales adecuados, sistemas de suspensión, sistemas de frenado y sistemas de tracción, entendimiento los principios de la dinámica de los trenes, las vías férreas y la interacción entre ambos.

Rol	Especialista Sistema Eléctrico
Perfil	<i>Ingeniero Senior B</i>
Descripción	Experiencia en modelación y desarrollo de sistemas eléctricos aplicados a sistemas ferroviarios, en sistemas de baja, media tensión y tracción. Así también, experiencia en la integración con el sistema de comando centralizado.

Rol	Especialista Puertas de Andén
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>
Descripción	Experiencia en diseño del sistema considerando materialidad e integración tanto con la obra civil como con el control automático para la apertura y cierre de puertas de andén en sincronización con la llegada de los trenes y la seguridad de los pasajeros.

Rol	Especialista Ventilación Forzada
Perfil	<i>Ingeniero Senior B</i>
Descripción	Experiencia en diseño, modelos y simulaciones computacionales fluidodinámicas (CFD) y especificación de sistemas de ventilación forzada para

	condiciones de confort y de emergencia (sistema de evacuación humos y pasajeros en caso de incendio) en Metros y Túneles. Integración del sistema de ventilación forzada a otros sistemas y Obra Civil.
--	---

Rol	Especialista Equipos Electromecánicos
Perfil	<i>Ingeniero Senior C</i>
Descripción	Especialista en diseño, operación e instalación de ascensores y escaleras mecánicas, integración de estos equipos con el sistema de comando, e interfaces con las obras civiles.

Rol	Especialista CBTC
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>
Descripción	Experiencia en los principios y desarrollo de la ingeniería del sistema CBTC, tanto en IXL, DCS, ATS, ATC, además de haber participado en la planificación de pruebas, en los aspectos técnicos y operativos de los sistemas de control y señalización basados en comunicaciones para sistemas de transporte ferroviario. Deseable experiencia en la cual haya participado en puesta en servicio.

Rol	Especialista Corrientes Débiles 1
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>
Descripción	Especialista en telecomunicaciones industriales. Experiencia en sistema de comunicación tierra, integrados al sistema CBTC, sistema de radio comunicaciones digital (TETRA), sistema de red de banda ancha (RBA) y redes de multiservicios para sistemas de misión crítica (RMS), routing, switching de redes (layer 2, layer 3), redes MPLS-TP, redes inalámbricas, planificación, diseño y protocolos. Conocimiento en seguridad de perímetro e intrusiones, protección avanzada de amenazas y seguridad de contenido, conectividad segura y segmentación, administración de identidades, intercambio de información y control de acceso, seguridad de infraestructura, virtualización y automatización.

Rol	Especialista Corrientes Débiles 2
Perfil	<i>Ingeniero Senior B</i>
Descripción	Especialista en telecomunicaciones industriales. Experiencia en sistema de comunicación tierra, integrado al sistema CBTC, sistema de información al pasajero (SIP), sistema de anuncios al pasajero (SAP), sistema de grabación de voz, circuito cerrado de televisión digital (CCTV) y sistemas de telefonía operativa e interfonía y desarrollo de IHM de comando y supervisión, que permita la integración de diferentes sistemas de telecomunicaciones. Conocimiento en seguridad de perímetro e intrusiones, protección avanzada de amenazas y seguridad de contenido, conectividad segura y segmentación, administración de identidades, intercambio de información y control de acceso, seguridad de infraestructura, virtualización y automatización.

Rol	Especialista TIC
Perfil	<i>Ingeniero Senior C</i>
Descripción	<p>Conocimiento en redes industriales, Sistemas de Automatismos, Sistemas Informáticos, diseño de software, infraestructura, tecnologías de Ciberseguridad e ISO 27001.</p> <p>Conocimiento e interpretación de las siguientes normas y/o marcos de referencia: ISO 27001, 27002, 27005; IEC 62443, 62443-2-1, 62443-2-2, 62443-2-3, 62443-2-4, 62443-2-5, 62443-3-2; NIST; ANSI</p> <p>Conocimiento generales redes TI/OT y mecanismos de protección de las mismas.</p> <p>Conocimiento en Desarrollo e implementación de Planes de continuidad de negocio (BCP) y Planes de Recuperación ante desastres (DRP)</p> <p>Conocimiento en evaluación de riesgos de sistemas</p>

Rol	Especialista Modelo Operacional y Mantenimiento
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>
Descripción	<p>Diseño del funcionamiento y explotación operacional, tanto en sistemas de circulación como de estaciones de una línea de Metro. Comprobable al menos en dos estudios de ingeniería y puesta en servicio de una línea de Metro automática (GoA4-UTO) y que opere bajo esquema de bloque móvil (CBTC).</p> <p>Además, de estudios sobre diseño de modelos, estrategias de mantenimiento de tipo correctivo, preventivo y predictivo en sistemas ferroviarios de tipo UTO.</p> <p>Conocimiento del equipamiento presente en los talleres de este tipo de líneas, habiendo participado en el diseño e instalación de los sistemas ferroviarios, comprobando su operatividad y funcionalidad.</p>

Rol	Especialista Interfaces Sistemas/OOCC
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>
Descripción	Experiencia en el levantamiento, especificación y desarrollo de interfaces entre sistemas y sistemas/obras civiles en las distintas etapas de ingeniería y montaje en proyectos de metros.

Rol	Dibujante / Proyectista
Perfil	<i>Ingeniero Junior</i>
Descripción	Dibujante con experiencia en construcción de planos de sistemas ferroviarios.

Rol	Especialista RAMS
Perfil	<i>Ingeniero Senior A</i>

Descripción

Experiencia en el desarrollo de especificaciones RAMS de seguridad en proyectos ferroviarios acorde a las normas EN-50126, EN-50128 y EN-50129 y experiencia en la implementación RAMS de proyectos con operación UTO. Dominio de normas CENELEC.

6. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO

Los aspectos de planificación y control de proyectos se consideran labores de programación, control de calidad y gestión documental y sus responsabilidades se encuentran definidas por la siguiente descripción de actividades:

Programación: Con la finalidad de estructurar el inicio de la Ingeniería Básica de la línea 9, el Consultor y Metro de Santiago deberán fijar, dentro de los primeros días de trabajo, una planificación conjunta en un Programa de Trabajo, con el fin de establecer los documentos técnicos, actividades, datos de entrada, fechas y contenidos de común acuerdo entre las partes, debe mostrar claramente el desarrollo y las responsabilidades de cada una de las partes y mostrar todas las revisiones y actividades para llegar a la revisión 0. El programa de trabajo se actualizará. Como producto de esta actividad se desprenderán los siguientes documentos:

- Programa de trabajo.
- Riesgos y temas relevantes necesarios para poder desarrollar el proyecto de Ingeniería Básica de Sistemas.

Seguimiento y Control: De modo mensual se deben elaborar informes que sustenten los avances y entreguen las alertas de los eventuales retrasos en la elaboración de la documentación técnica por parte del consultor, para este último caso, deberá proponer medidas correctivas que debiesen implementar para evitarlos. La actualización mensual del programa de trabajo debe ser fiel representación de lo ocurrido y ser la mejor estimación a término de cada una de las labores realizadas, deberá indicar el cumplimiento mensual del programa relacionado a las actividades del consultor, el cual deberá estar sobre el 90%. En el caso de tener dos meses seguidos bajo lo indicado podrá ser sujeto a multas por incumplimiento. Como producto de esta actividad se desprenderá los siguientes reportes:

- Informe mensual.
- Seguimiento de entregables y HP.

Reuniones de trabajo: De manera de fomentar al máximo la participación de Metro S.A., asegurar la incorporación de requerimientos de las áreas de interesadas y un adecuado control de avance, se deberá establecer un programa de reuniones por sistema, con el objeto de asegurar la incorporación de los requerimientos y el aporte de la experiencia de Metro S.A. en las definiciones y documentación de la Consultoría.

En estas instancias, se materializará la transmisión de antecedentes, discusión técnica, toma de conocimientos, aclaraciones y otros temas afines, por lo que será de carácter obligatorio la participación del Consultor a través del personal especialista responsable de los temas a tratar. Por parte de Metro S.A., las reuniones deberán contar con la presencia del equipo de trabajo constituido para cada uno de los temas de acuerdo con la planificación.

Metro S.A. se reserva el derecho para programar reuniones extraordinarias, en la medida que estime necesario profundizar algunos antecedentes relevantes para el correcto desarrollo del proyecto.

Gestión Documental: Con respecto a la Gestión Documental, Metro usa el sistema Aconex o el sistema que Metro determine. Sin perjuicio de la plataforma que utilice el asesor, Metro S.A. solicitará a éste que la emisión de sus entregables y documentos de gestión u administración del contrato, sea través de Aconex. Metro proporcionará al asesor todas las cuentas Aconex que sean necesarias para asegurar la correcta gestión documental, sin costo para éste.

Para el correcto uso y administración de la herramienta Aconex, el área de control documentos (Jefe del área como responsable) coordinará y entregará todas las capacitaciones y el soporte necesario (oficinas Metro – oficinas Contratista o asesor). De la misma manera, se entregarán los procedimientos e Instructivos de Gestión Documental definidos por Metro, los cuales tienen el carácter de uso obligatorio, y pueden si Metro lo define, sufrir la modificación o creación de nuevos procedimientos que se entregarán de manera oportuna al asesor para su utilización durante el proyecto.

7. PLAZOS

Una vez entregada la carta de adjudicación se indicará el inicio del contrato, el cual su primer hito será una reunión inicio (Kick Off Meeting), la cual tiene como objetivo dar a conocer la metodología de trabajo, la organización de Metro y el Consultor, las comunicaciones entre las partes y los principales desafíos de la consultoría.

El Consultor deberá considerar los plazos los siguientes plazos para el desarrollo de su oferta técnica y para la ejecución de la Ingeniería Básica:

- Revisión documentación por parte de Metro: 10 días hábiles en cada una de sus revisiones.
- Fecha R0B y R00 documentación técnica: Hitos del Contrato - L9-C07016-NR-0-6PG-ANX-0001