




**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS  
METRO S.A.  
GERENCIA CORPORATIVA DE INGENIERIA**

## **TÉRMINOS DE REFERENCIA**

### **INGENIERÍA DE DETALLE DE PIQUES, GALERÍAS Y TÚNELES, LÍNEA 9 TRAMO 2, CAL Y CANTO – BIOBÍO**

<b>0</b>	<b>02-01-24</b>		<b>Gerencia de Ingeniería, Arquitectura y OO.CC</b>		
<b>REV N°</b>	<b>FECHA</b>	<b>EMITIDO PARA</b>	<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
		<b>L9-C07024-NR-0-7CO-TDR-0001</b>			<b>Página 1 de 50</b>
					<b>Revisión C</b>

Este Documento es propiedad de METRO S.A.

Código Template DPE200-00-6CA-FOR-0010, Rev. 0 del 28/12/2016

Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de METRO S.A.

El Documento, una vez impreso, se considera una copia NO CONTROLADA y puede estar obsoleta

Consulte la revisión actual en Departamento de Procesos y Calidad

---

## CONTENIDO

<b>I. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO Y DE LA CONSULTORÍA A LICITAR .....</b>	<b>6</b>
<b>I.1. Presentación del Proyecto.....</b>	<b>6</b>
<b>I.2. Presentación de la Consultoría.....</b>	<b>8</b>
<b>I.3. Objetivo y Alcance de los Presentes Términos de Referencia.....</b>	<b>9</b>
<b>II. INGENIERÍA DE DETALLES PIQUES, GALERÍAS Y TÚNELES, TRAMO 2, LÍNEA 9 ....</b>	<b>10</b>
<b>II.1. Descripción de la Consultoría.....</b>	<b>10</b>
<b>II.1.1. Etapa A: Proyecto de Ingeniería de Detalles de Piques Estación y de Construcción, Galerías de Estaciones, Ventilaciones, Túneles y OO.CC. consideradas en esta licitación .....</b>	<b>11</b>
<b>II.1.2. Etapa B: Supervisión de Obra durante la Construcción del Proyecto</b>	<b>11</b>
<b>II.2. Alcances y Aspectos Generales de la Consultoría.....</b>	<b>12</b>
<b>II.2.1. Contexto.....</b>	<b>12</b>
<b>II.2.2. Alcances Generales de la Consultoría .....</b>	<b>12</b>
<b>II.2.3. Aspectos de Interfaces y Sistemas .....</b>	<b>13</b>
<b>II.3. Aspectos de Gestión de la Consultoría.....</b>	<b>14</b>
<b>II.4. Gestión de Calidad.....</b>	<b>17</b>
<b>II.5. Instalaciones del Consultor .....</b>	<b>19</b>
<b>III. ALCANCE ETAPA A: PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE DE PIQUES DE ESTACIÓN Y DE CONSTRUCCIÓN, GALERÍAS ESTACIONES Y VENTILACIONES, TÚNELES ESTACIÓN E INTERESTACIÓN Y OCCC CONSIDERADAS EN LA LICITACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>III.1. General.....</b>	<b>19</b>
<b>III.2. Layout de Estaciones definidos por la Ingeniería Básica de L9....</b>	<b>21</b>
<b>III.3. Proyecto de Implantación .....</b>	<b>21</b>
<b>III.4. Revisión, validación y reposición de poligonal principal de Metro</b>	<b>23</b>
<b>III.5. Definición de sistemas constructivos y su impacto en el entorno de las obras .....</b>	<b>24</b>
<b>III.6. Proyecto de modificaciones de tránsito y de obras</b>	

---

<b>complementarias .....</b>	<b>25</b>
<b>III.7. Proyecto de obras previas .....</b>	<b>26</b>
<b>III.8. Proyecto de Ingeniería .....</b>	<b>26</b>
<b>III.9. Análisis Tridimensional de Edificios Patrimoniales .....</b>	<b>28</b>
<b>III.10. Modelación de Flujos de Peatones en Estaciones.....</b>	<b>29</b>
<b>III.11. Análisis estructural en singularidades: cruce de túneles bajo edificios, puentes, monumentos públicos u otros.....</b>	<b>29</b>
<b>III.12. Proyecto de Excavaciones .....</b>	<b>30</b>
<b>III.13. Proyecto de Socalzados y Entibaciones .....</b>	<b>30</b>
<b>III.14. Modificaciones de Servicios .....</b>	<b>30</b>
<b>III.15. Puentes Peatonales y Andenes .....</b>	<b>31</b>
<b>III.16. Sub Estaciones Eléctricas de Rectificación (SER) .....</b>	<b>31</b>
<b>III.17. Ventilaciones .....</b>	<b>32</b>
<b>III.18. Coordinación con Sistemas .....</b>	<b>32</b>
<b>III.19. Coordinación con Tramitación del Estudio de Impacto Ambiental</b>	<b>33</b>
<b>III.20. Talleres de Constructibilidad .....</b>	<b>33</b>
<b>IV. ALCANCE DE LOS DOCUMENTOS DE INGENIERÍA DE DETALLE.....</b>	<b>34</b>
<b>IV.1. Criterios de Diseño.....</b>	<b>34</b>
<b>IV.2. Especificaciones Técnicas .....</b>	<b>34</b>
IV.2.1. Especificaciones Técnicas Generales.....	34
IV.2.2. Especificaciones Técnicas Particulares .....	35
<b>IV.3. Planos.....</b>	<b>35</b>
<b>IV.4. Calidad de los planos .....</b>	<b>35</b>
<b>IV.5. Maquetas Digitales .....</b>	<b>36</b>
<b>IV.6. Documentos e Informes .....</b>	<b>36</b>
<b>IV.7. Itemizado de Obras .....</b>	<b>36</b>
<b>IV.8. Cubicaciones.....</b>	<b>39</b>
<b>IV.9. Bases de Medición y Pago .....</b>	<b>39</b>

<b>IV.10. Presupuesto estimativo de Construcción .....</b>	<b>40</b>
<b>IV.11. Programa general de Construcción.....</b>	<b>40</b>
<b>V. ALCANCE ETAPA B: SUPERVISIÓN DE OBRA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>42</b>
<b>V.1. Alcance de la Supervisión General .....</b>	<b>42</b>
<b>V.2. Alcance de la Supervisión Específica .....</b>	<b>43</b>
<b>VI. ALCANCE DEL PERSONAL PARA LA CONSULTORÍA .....</b>	<b>45</b>
<b>VII. ANTECEDENTES QUE PROPORCIONA METROS.A. ....</b>	<b>46</b>
<b>VII.1. Documentos para el Estudio de la Propuesta .....</b>	<b>46</b>
<b>VII.2. Documentos a entregar durante el Proceso de Licitación y/o Desarrollo del Proyecto .....</b>	<b>46</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>47</b>
<b>VIII.1. Anexo 1: Planos a Desarrollar por el Consultor.....</b>	<b>47</b>
1. <b>Planos de Topografía .....</b>	<b>47</b>
2. <b>Planos de Estructura.....</b>	<b>48</b>
3. <b>Planos de Túneles .....</b>	<b>49</b>
4. <b>Planos de modificaciones y/o sustentaciones de Servicios Públicos .....</b>	<b>49</b>
5. <b>Planos de Obras Anexas .....</b>	<b>49</b>
6. <b>Otros Planos.....</b>	<b>50</b>
7. <b>Ubicación de Puntos de Monitoreo en Edificios Patrimoniales .....</b>	<b>50</b>

---

## CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada

## **I. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO Y DE LA CONSULTORÍA A LICITAR**

### **I.1. Presentación del Proyecto**

Como parte del Plan de Inversiones en Transporte Urbano abordado por el Supremo Gobierno para la ciudad de Santiago, se ha definido realizar la incorporación de Línea 9 a la red actual de Metro, con una longitud aproximada de 27 km.

Conceptualmente, se establece que esta nueva Línea conectará, en sus extremos a las comunas de Recoleta y Puente Alto, pasando en su desarrollo por las comunas de Santiago, San Miguel, San Joaquín, San Ramón, La Granja y la Pintana. El trazado de esta nueva Línea incluye aspectos tales como: se incorpora a la red de metro la comuna de La Pintana; ofrece intercambios con Líneas 2; 3 y 7 en estación Cal y Canto, Línea 1 en estación Santa Lucía, Línea 3 en estación Matta, Línea 6 en estación Biobío, Línea 4A en estación Santa Rosa y Línea 4 en estación Plaza Puente Alto.

El proyecto, se divide en tres tramos. El tramo 2, del cual trata este T.R, se desarrolla desde estación Cal y Canto hasta la estación Biobío. Tramo B (1), comienza en la estación existente Biobío y se desarrolla hasta la comuna de La Pintana en la estación plaza La Pintana. Y finalmente, el tramo C que se desarrolla desde estación plaza La Pintana hasta la estación existente de Plaza Puente Alto.

El trazado para la Línea 9 se proyecta en túnel en toda su longitud. Se inicia en el extremo de la cola de maniobras en la comuna de Independencia; bajo Avda. Santa María, en la calzada norte el río Mapocho. Sigue por esta misma hasta Avda. Recoleta, en la comuna de Recoleta, donde comienza una curva hacia el sur hasta encontrarse con calle Mac Iver en la comuna de Santiago. Continúa en dirección sur hasta cruzar la Avda. Libertador General Bernardo O'Higgins, para continuar su trayecto por la Avda. Santa Rosa. Por esta avenida recorre las comunas de Santiago, San Miguel, San Joaquín, San Ramón, La Granja, La Pintana y Puente Alto hasta calle Sargento Menadier. En esta intersección se direcciona hacia el oriente, cruza el Acceso Sur y continúa hasta calle Concha y Toro donde torna al norte para terminar en Plaza Puente Alto.

Contará con un total de 19 estaciones habilitadas al público más una estación de factibilidad para habilitación futura. También, con 17 piques de construcción y 2 piques de ventilación forzada.

En el tramo sur de avenida Santa Rosa, luego del PC-01, en la comuna de La Pintana, se

generará un desvío hacia el poniente, para desarrollar los Talleres y Cocheras de esta nueva línea, en un terreno al sur de calle Paicaví. El Taller de mantenimiento albergará las Cocheras e infraestructura para realizar la pequeña y gran revisión del Material Rodante de la Línea 9.

Metro ha decidido adoptar la metodología constructiva NATM (New Austrian Tunnelling Method) para todo el trazado. No obstante, por motivos de planificación y metodología constructiva, se ha dividido el proyecto en tres (3) tramos, divididos de la siguiente manera:

**Tramo 2:** Estaciones Cal y Canto, Santa Lucia, Matta y Ñuble.

**Tramo 1:** Estaciones Biobío, Pedro Alarcón, La Legua, Departamental, Lo Ovalle, Linares, Santa Rosa, Hospital Padre Hurtado, Observatorio, Lo Martinez y Gabriela.

**Tramo 3:** Estaciones Primavera, Eyzaguirre, Juanita, Ejercito y Plaza Puente Alto.

En la tabla a continuación, se indica la ubicación de las Estaciones y Piques de Construcción desarrolladas en la Etapa de Ingeniería Básica de los tramos 2 y 1, y la ubicación preliminar de las estaciones del tramo 3 en la Etapa de Ingeniería Conceptual.

TIPO OBRA	NOMBRE	COMUNA	CALLE/AVENIDA	INTERSECCIÓN	P.K.
Tramo 1					
Pique de construcción	PC-01	La Pintana	Av. Santa Rosa	Av. Lo Blanco	0+549,456
Estación	Plaza La Pintana	La Pintana	Av. Santa Rosa	Baldomero Lillo	1+175
Pique de construcción	PC-02	La Pintana	Av. Santa Rosa	Baldomero Lillo	1+295,647
Estación	Lo Martinez	La Pintana	Av. Santa Rosa	Av. Lo Martinez	1+781,509
Pique de construcción	PC-03	La Pintana	Av. Santa Rosa		1+991,507
Estación	Observatorio	La Pintana	Av. Santa Rosa	Av. Observatorio	3+075,733
Pique de construcción	PC-04	La Granja	Av. Santa Rosa	Sofia Carmona	4+005,160
Estación	Padre Hurtado	San Ramon	Av. Santa Rosa	Esperanza	4+399,280
Pique de construcción	PC-05	San Ramon	Av. Santa Rosa	Vicuña Mackenna	5+090,416
Estación	Santa Rosa	San Ramon	Av. Santa Rosa	Av. Américo Vespucio	5+668,591
Pique de construcción	PC-06	La Granja	Av. Santa Rosa	Manutara	6+486,627
Estación	Linares	La Granja	Av. Santa Rosa	Linares	7+206,625
Pique de construcción	PC-07	San Ramon	Av. Santa Rosa	Lima Millán	8+104,058
Estación	Lo Ovalle	San Ramon	Av. Santa Rosa	Av. Lo Ovalle	8+339,732
Pique de construcción	PC-08	San Miguel	Av. Santa Rosa	Varas Mena	8+977,976
Estación	Departamental	San Joaquín	Av. Santa Rosa	Av. Departamental	9+608,676
Pique de construcción	PC-09	San Joaquín	Av. Santa Rosa	San Nicolás	10+153,870
Estación	La Legua	San Joaquín	Av. Santa Rosa	Av. Salvador Allende	11+014,962
Estación	Pedro Alarcón	San Joaquín	Av. Santa Rosa	Alcalde Pedro Alarcón	12+867,29
Pique de construcción	PC-10	San Miguel	Av. Santa Rosa	Dr. Roberto Koch	12+264,848

TIPO OBRA	NOMBRE	COMUNA	CALLE/AVENIDA	INTERSECCIÓN	P.K.
Estación	Biobío	San Miguel	Av. Santa Rosa	C. Centenario	12+995,975
Tramo 2					
Pique de construcción	PC-11	Santiago	Av. Santa Rosa	Arauco	13+649,620
Estación	Ñuble	Santiago	Av. Santa Rosa	Av. Ñuble	13+874,639
Pique de construcción	PC-12	Santiago	Av. Santa Rosa	Miguel Leon Prado	14+506,535
Estación	Matta	Santiago	Av. Santa Rosa	Av. Manuel Antonio Matta	15+176,416
Pique de construcción	PC-13	Santiago	Av. Santa Rosa	Eyzaguirre	15+862,796
Estación	Santa Lucia	Santiago	Av. Santa Rosa	Av. Libertador Bernardo O'Higgins	16+774,741
Estación	Cal y Canto	Recoleta	Av. Santa María	Av. Recoleta	18+265,213
Tramo 3					
Estación	Primavera	La Pintana	Av. Santa Rosa	La Primavera	
Estación	Eyzaguirre	Puente Alto	Av. Santa Rosa	Av. Eyzaguirre	
Estación	Juanita	Puente Alto	Sargento Menadier	Av. Juanita	
Estación	Ejercito	Puente Alto	Sargento Menadier	Av. Ejercito Libertador	
Estación	Plaza Puente Alto	Puente Alto	Av. Concha y Toro	Jose Luis Coo	

**Tabla 1: Estaciones y Piques Línea 9.**

## **I.2. Presentación de la Consultoría**

La presente Consultoría contempla el desarrollo de la Ingeniería de Detalle de los Proyectos de Piques, tanto de Estaciones como de Construcción, Galerías y Túneles, tanto de estación como de interestación, de la Línea 9, **para el tramo 2**. El límite sur lo constituye el tímpano del túnel de interestación ubicado a 300 metro al norte de la estación Biobío en el P.K. 13+350, en la comuna de Santiago. Por el norte el tímpano del túnel de interestación de la cola de maniobras al poniente de la estación Cal y Canto en el P.K. 18+618, en la comuna de Recoleta. Recorriendo una longitud aproximada de 5,3 Km, incluyendo en dicho tramo, cuatro (4) Estaciones, tres (3) Piques de Construcción y un (1) pique de ventilación.

La Ingeniería Básica de Sistemas es ejecutada por Metro S.A., por lo cual existirán interfaces que deberán ser abordadas a través del desarrollo de esta Consultoría con las herramientas y procedimientos solicitados más adelante.

Para desarrollar el estudio el Consultor contará con los siguientes antecedentes principales, los cuales serán entregados por Metro S.A.:

- Ingeniería Básica de OOC Línea 9.
- Mecánica de Suelos y parámetros geotécnicos de diseño proporcionados por Metro S.A.



- Aerofotogrametría, restitución y PR monumentados del Sector, proporcionada por Metro S.A.
- Criterio de Diseño de Trazado y Vías entregado por Sistemas de Metro S.A.
- Catastros de Servicios Secos y Húmedos.
- Requisitos para la elaboración de un plan de Gestión de Requerimientos e Interfaces entre Sistemas y Obras Civiles en I.D

### **I.3. Objetivo y Alcance de los Presentes Términos de Referencia**

El objetivo de los presentes Términos de Referencia (T.R.) es establecer las condiciones bajo las cuales el proponente deberá presentar su oferta técnica, para el desarrollo de su Consultoría.

El Estudio (o la Oferta) debe comprender todos los antecedentes, elementos, documentos, planos y demás aspectos que permitan a Metro S.A. llamar a licitación de la construcción de Piques de Estaciones, de Construcción y de Ventilación forzada; Galerías de Estación, de Construcción y de Ventilaciones; Túneles Estación e Interestación; Obras Civiles para Andenes Estación, Puentes Mesanina, Radieres de Túneles y Galerías y Subestaciones Eléctrica Rectificadora (SER), según la tipología definida por la Ingeniería Básica entregada por Metro S.A. para la Línea 9.

El Consultor deberá verificar el trazado definitivo, a partir del trazado desarrollado por Metro S.A. en la Ingeniería Básica, confirmando la ubicación de las Estaciones, los Piques de Construcción y las Ventilaciones a lo largo del recorrido. Respecto de los espacios disponibles para el desarrollo de las obras, se debe considerar la información entregada, no existiendo posibilidad de aumentar las superficies. Es por ello que el Consultor adjudicado deberá restringirse al espacio disponible y diseñar las obras de manera que su ejecución sea compatible con los costos y plazos previstos en el proyecto.

Una vez confirmado el trazado y las implantaciones de piques de Estaciones, de Construcción y de Ventilaciones, e incluyendo los antecedentes de Sistemas y Operaciones de Metro S.A., el Consultor deberá verificar que lo definido hasta esta instancia es coherente con lo indicado en los documentos con que se ha solicitado a la autoridad ambiental la tramitación del **Proyecto Completo (Piques, Galerías, Túneles, Ventilaciones, Andenes, Puentes Mesanina,)** que permita la licitación y posterior construcción de la obra.

El Consultor deberá desarrollar la Ingeniería de Detalle de Piques de Estaciones y de Construcción; Galerías de Estación, de Construcción y de Ventilaciones; Túneles Estación e

Interestación; Obras Civiles para Andenes Estación, Puentes Mesanina, Radieres de Túneles y Galerías. Adicionalmente se deberá considerar el diseño de los recintos SER, incluyendo canalizaciones de fuerza y alumbrado y todos los antecedentes que permitan comenzar con la instalación de los equipos eléctricos.

El desarrollo de esta ingeniería deberá emitir todos los antecedentes necesarios que permitan a Metro S.A. licitar, cotizar y materializar las obras del proyecto, sin adicionar nuevas instancias de ingeniería a posteriori.

La presente Consultoría se divide en las siguientes dos (2) etapas:

- Etapa A: Ingeniería de Detalle Piques, Galerías y Túneles.
- Etapa B: Supervisión de Obra en terreno durante la construcción de las obras.

## **II. INGENIERÍA DE DETALLES PIQUES, GALERÍAS Y TÚNELES, TRAMO 2, LÍNEA 9**

### **II.1. Descripción de la Consultoría**

La Consultoría se refiere al desarrollo de la Ingeniería de Detalle de Piques de Estaciones, Piques de Construcción, Galerías y Túneles Estación e Interestaciones, y las restantes obras antes citadas, lo cual incluye el proyecto completo, es decir, la elaboración de todos los planos y documentos que permitan a Metro S.A. construir los Piques de Estación, Piques de Construcción, Galerías, Túneles Estación e Interestación, Ventilaciones, Andenes, Puentes Mesanina, Radieres de Túneles y Galerías y Recintos SER para el tramo 2 de la Línea 9.

El Consultor debe incluir el apoyo a Metro S.A. en todas las instancias de asistencia técnica que se requieran para el efecto, lo mismo en la participación y preparación de presentaciones en todas las reuniones ante instancias privadas o públicas, y eventualmente, en instancias de participación ciudadana, si fuera requerido. Dentro de las entidades antes indicadas se encuentran: Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), SEA, SERVIU, SEREMITT, Municipalidades, MOPTT, Metro Operador y DTPM, entre otras. El Consultor deberá considerar todas las entidades adicionales según su experiencia en proyectos de Metro. Para cada proyecto específico (reposición pavimentos, cambios de servicio, etc.), la responsabilidad del Consultor concluye con la obtención de la aprobación de los proyectos presentados en los organismos respectivos.

Como idea delineante de la actual Consultoría, se explicita que el rol de Metro S.A. durante el desarrollo de la Consultoría, tiene como tarea verificar que se incluyan todas las condiciones y requerimientos de diseño que permitan la correcta construcción para la

posterior operación de la Línea 9. En ningún caso corresponde a un revisor o validador de la Ingeniería contratada, esto queda a absoluta responsabilidad del Consultor adjudicado. Parte de las tareas de Metro S.A. es verificar que el proyecto se desarrolle en forma, según estándares y normativa nacional, sumado a los criterios de diseño corporativos del proyecto.

En lo que respecta a la Ingeniería Básica de Sistemas del proyecto, ésta, es parte del alcance de Metro S.A., por lo cual la presente Consultoría debe contemplar la gestión y coordinación de interfaces de OO.CC. con Sistemas, a lo largo del desarrollo de su Estudio.

A continuación, se definen las diferentes Etapas de Ingeniería que conforman la Consultoría.

El alcance y contenido específico de cada una de éstas, se detalla en el Capítulo III y IV:

- Etapa A: Ingeniería de Detalle de Piques de Estaciones, de Construcción y de Ventilación forzada; Galerías de Estación, de Construcción y de Ventilaciones; Túneles Estación e Interestación; Obras Civiles para Andenes Estación, Puentes Mesanina sobre las vías; Obras de entibación o galerías anexas a los Piques de Estación; Radieres de Túneles y Galerías y Subestaciones Eléctrica Rectificadora (SER), incluyendo canalizaciones de fuerza y alumbrado.
- Etapa B: Supervisión de Obra en terreno durante la construcción de las obras.

#### **II.1.1. Etapa A: Proyecto de Ingeniería de Detalles de Piques Estación y de Construcción, Galerías de Estaciones, Ventilaciones, Túneles y OO.CC. consideradas en esta licitación**

Esta etapa comprende el desarrollo de todos los planos y documentos que permitan a Metro S.A. llamar a Propuestas Públicas para construir todas las OO.CC. antes citadas de la Línea 9, bajo las modalidades de contratos de Suma Alzada y de Serie de Precios Unitarios, debiendo alcanzar un nivel de detalle tal, que permita su materialización sin adicionar nuevas instancias de Ingeniería. La duración considerada de esta Etapa se indica en el anexo de Hitos incluido en los antecedentes para esta licitación.

Los antecedentes que el Consultor tendrá en la Etapa A de Ingeniería de Detalle serán documentos de interfaces por especialidad que identifican los sistemas involucrados en los Túneles, Galerías y Recintos Técnicos, junto con los requerimientos de Sistemas a las obras civiles de la Línea 9 que incluyen definiciones generales de los sistemas e interfaces involucrados.

#### **II.1.2. Etapa B: Supervisión de Obra durante la Construcción del Proyecto**

Esta etapa corresponde al seguimiento y control que el Consultor debe ejercer y mantener

durante la construcción de cada uno de sus diseños, al objeto de verificar que se cumplan los conceptos y métodos constructivos considerados. Su alcance incluye la proyección de los ajustes y modificaciones que sean necesarios para la correcta ejecución de todas las obras, además de resolver de modo oportuno eventuales errores y omisiones del diseño de la Ingeniería de Detalle. Se compone de una instancia de Supervisión General a cargo del equipo directivo de la Consultoría y de una instancia de Supervisión Específica con dedicación exclusiva durante toda la ejecución de las obras, donde los túneles son la prioridad mayor. También se debe considerar en esta etapa, el desarrollo de los proyectos de detalle de las Ventilaciones, incluyendo radiers, fundaciones para los equipos, muros y tabiques divisorios, sistema de evacuación de aguas, así como también, considerando las canalizaciones de fuerza y alumbrado para estos recintos.

Para la Etapa B, los profesionales a considerar son los que se detallan en el punto V.1 de los presentes T.R.

## **II.2. Alcances y Aspectos Generales de la Consultoría**

### **II.2.1. Contexto**

En adelante se describen los alcances generales de Obra y aspectos generales de Interfaces y Sistemas. Estas descripciones tienen como objetivo la contextualización de la Consultoría, por lo que la ausencia de conceptos y obras no comprometen el alcance total de la Asesoría.

### **II.2.2. Alcances Generales de la Consultoría**

En la actualidad se cuenta con un trazado a nivel de Ingeniería Básica que deberá ser validado por el Consultor y proceder con el desarrollo del trazado geométrico definitivo, verificando la implantación de las Estaciones, de los Piques de Construcción y las opciones de implantaciones definitivas de las Ventilaciones del proyecto, tanto de los piques como de sus galerías.

El Consultor podrá considerar optimizaciones al proyecto de Ingeniería Básica, orientados a la reducción de costos y plazos de la obra, las que serán autorizadas por Metro S.A. Para fines de esta autorización, el Consultor deberá presentar estas modificaciones antes del vencimiento del Hito asociado a proyecto de implantación y criterios de diseño.

Se debe considerar, para esta Consultoría, que las obras comienzan con la construcción de los Piques, Galerías y Túneles Estación e Interestación (incluyendo galerías en túnel y en pique para ventilaciones), debiendo considerar en la Ingeniería de Detalle de Obras Civiles el sostenimiento y revestimiento de éstos, además de las OOC correspondientes a los

Andenes, los Puentes Mesanina, Ventilaciones y obras recintos SER.

Respecto de los Piques de Estaciones, la presente Consultoría debe incluir como parte de su alcance, los refuerzos necesarios a dejar en los muros o mantos perimetrales de los piques, con el fin de permitir la rotura de los muros para la llegada de las escalas o vías de acceso a las estaciones (a diseñar en la siguiente etapa de ingeniería – ID de Estaciones).

Para el caso de los Piques de Construcción y Ventilaciones, se deben considerar los proyectos de cubiertas definitivas (brocales, losas, rejillas) junto con los sostenimientos definitivos en todas las OOCC. Para esto y con la finalidad de estar en correcto diseño con el entorno, se deben considerar los diseños y gestiones de aprobación (según corresponda la tutela de los terrenos) de los proyectos de terminación superficial, pavimentación, topografía y todo lo necesario para su completa ejecución.

### **II.2.3. Aspectos de Interfaces y Sistemas**

Especial preocupación se debe tener en lo relativo a las Interfaces y su desarrollo para con los diferentes Sistemas presentes en Túneles, Estaciones, Recintos Técnicos y en general, todas las Obras Civiles del Proyecto y que deben ser abordadas en esta etapa de los trabajos. Para ello, Metro S.A. pondrá oportunamente a disposición del Consultor, los documentos de Interfaces que servirán de guía y permitirán considerar y cuantificar los requerimientos que se desprenden de éstos. El Consultor deberá considerar el documento: *Requisitos para la elaboración de un plan de Gestión de Requerimientos e Interfaces entre Sistemas y Obras Civiles en I.D (M-1IF-RQM-0002)*.

El Consultor debe incorporar todas las interfaces definidas, y la complementación que estime, previa aprobación de Metro S.A., en un Plan de Gestión de Interfaces entre Sistemas y Obras Civiles, según documento entregado como antecedente de licitación.

El Consultor debe considerar la metodología de trabajo desarrollada en el Plan de Gestión de Interfaces dentro de todos sus entregables, especialmente incorporar estos aspectos en el desarrollo de su Plan de Ejecución de Proyecto enclavado en los Hitos contractuales.

El Plan de Gestión de Interfaces elaborado por el Consultor debe sentar las bases para que Metro S.A., licite la Construcción de todo el proyecto, considerando los entregables necesarios para que los acuerdos, requisitos y soluciones definidas en etapa de Ingeniería de Detalles se respeten y prosperen en la construcción del Proyecto.

Los entregables mínimos a considerar por el Consultor en el Plan de Gestión de interfaces se detallan en el acápite III.18.

Los Hitos asociados a la presente licitación se establecen en el anexo de cuadro de Hitos. Se deben incluir todas las obras en el tramo antes descrito, tales como galerías de ventilación, SER, etc.

### **II.3. Aspectos de Gestión de la Consultoría**

El Consultor debe contemplar en su oferta todos los procedimientos y recursos necesarios para una adecuada gestión de la Consultoría, tales como un Plan de Aseguramiento de Calidad, Plan de Gestión de Riesgos, una Plataforma y procedimientos de Gestión Documental, una Plataforma de Control de Avance, Plan de Gestión de Cambios y un Plan de Gestión de Interfaces entre Sistemas y Obras Civiles. Además, el Consultor deberá ajustarse a las Políticas de Comunicación y de Reuniones que establezca Metro S.A., al inicio del Contrato.

Previo al desarrollo del proyecto, el Consultor debe presentar su Plan de Aseguramiento de Calidad, indicando todas las prácticas específicas respecto de sus procesos y recursos, contemplando las distintas acciones que realizará para cumplir con los objetivos del Contrato. El plan de Aseguramiento de Calidad del Consultor debe cumplir a cabalidad con lo establecido en el Anexo "Requisitos de Gestión, Aseguramiento y Control de Calidad para Consultores de Ingeniería".

El Consultor debe presentar su Plan de Gestión de Riesgos, considerando todas las etapas y metodología utilizada por Metro S.A. El plan de Gestión de Riesgos del Consultor debe cumplir a cabalidad con lo establecido en el punto Anexo "Requisitos para la Gestión de Riesgos"

El Consultor debe poner especial énfasis en asegurar a Metro S.A. la trazabilidad y seguimiento a los requerimientos, observaciones y modificaciones solicitadas a lo largo de la Consultoría. La metodología planteada deberá considerar a lo menos el uso de marcas en los documentos y planos que permitan identificar claramente los cambios realizados en cada versión y etapa de trabajo de los entregables.

El Consultor deberá presentar, para revisión de Metro S.A., su metodología para asegurar el análisis de interferencias entre las especialidades civiles, las interferencias por la incorporación de los requerimientos de los diferentes Sistemas y otras que puedan presentarse durante la Consultoría. El Consultor debe asegurar que los requerimientos incorporados en algunas de las especialidades se analizan con una visión integral, de modo de dejarlos plasmados en todas las especialidades que correspondan. El mismo cuidado se deberá tener con las observaciones generadas a partir de las revisiones a ser realizadas.

Respecto de la Gestión Documental, Metro usa el sistema Aconex. Sin perjuicio de la plataforma que utilice el Consultor, Metro S.A. solicitará a éste que la entrega de los planos y documentos de la Consultoría y la recepción de las revisiones realizadas por Metro S.A. a estos entregables se ajuste a los estándares de Metro S.A. Es decir, la comunicación y la gestión documental serán a través de Aconex durante todas las etapas del proyecto. Metro S.A. proporcionará al Consultor todas las cuentas Aconex que sean necesarias, para asegurar la correcta gestión documental, sin costo para el Consultor.

Las revisiones, observaciones y aceptaciones de Metro S.A. a los entregables emitidos por el Consultor serán gestionados a través de la misma plataforma Aconex, según los plazos definidos en las Bases y Contrato de la Licitación. El método de revisión será de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento de Codificación y emisión de entregables de Proyectos de Metro.

Respecto a la gestión documental del proyecto, a continuación, se explicitan las principales generalidades a considerar y que son detalladas y complementadas con los *Procedimientos e Instructivos de Gestión Documental de Metro S.A.*:

- A. Si durante el desarrollo del proyecto se hace necesario aumentar la cantidad de cuentas Aconex, esta situación se analizará en conjunto con cada Consultor.
- B. Metro S.A., si así lo estima, podrá cambiar el software de gestión documental en cualquier etapa del Proyecto y el Consultor deberá adaptarse y adoptar el nuevo software definido por Metro S.A. como nueva herramienta de gestión documental para el proyecto, considerando los tiempos adecuados para un cambio de plataforma.
- C. Toda entrega o emisión de planos o documentación técnica que forma parte del proyecto, en cualquiera de sus etapas, solo se debe entregar a través de un transmittal Aconex, medio oficial del proyecto. La entrega debe contemplar para cada uno de los documentos que componen el listado de entregables del contrato su correspondiente archivo nativo además de una copia fiel en formato PDF. Toda entrega de información técnica entregada por cualquier otro medio, se entiende como entrega informal.
- D. 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 Consultor).



- E. Para sustentar la utilización de Aconex se entregará a todo Contratista, Consultor o tercero con acceso a Aconex, los procedimientos e Instructivos de Gestión Documental definidos por Metro, los que se encuentran enumerados en el punto VII.2, letra o. Estos procedimientos tienen el carácter de uso obligatorio, y pueden si Metro S.A. lo define, sufrir modificación o creación de nuevos procedimientos que se entregarán de manera oportuna a cada Contratista y Consultor para su utilización durante todas las etapas del proyecto.
- F. El Consultor tendrá un plazo máximo de 15 (quince) días corridos para incorporar los comentarios realizados por Metro S.A. a los entregables emitidos para revisión de Metro S.A. como regla general y base.
- G. El Contratista o Consultor no puede emitir una nueva revisión si aún no recibe, a través de Aconex, los comentarios o aceptación de Metro S.A.
- H. Todo plano emitido en Aconex, independiente del motivo de emisión, no puede contener referencias. El plano debe estar en calidad de consolidado en todos sus layers, o capas, con las escalas y formatos definidos en el Anexo 1 de los Términos de Referencia.

Respecto del Control de Avance, el Consultor debe elaborar un Programa de Trabajo y presentarlo en su oferta, en Primavera P6 (.xer y .pdf) y adjuntar el listado de entregables con sus fechas respectivas programadas en formato MS Excel (.xls). Luego, al inicio del proyecto (Hito asociado al programa) deberá entregar el programa y listado de entregables levantando las observaciones que pudiera presentar su programa de la oferta el cual será revisado y aprobado por Metro S.A. Esta entrega debe ser independiente para las Etapas A y B, previo al cumplimiento del primer Hito contractual de cada una de éstas y de acuerdo a lo establecido en las Bases de Licitación.

El programa debe mostrar claramente el desarrollo, en todas sus revisiones, de todos los documentos y planos. Estos entregables deben estar agrupados en actividades e hitos y desglosados de acuerdo a su sector y su especialidad. Además, tanto en formato "portable document format" (.pdf) como en archivo electrónico nativo (.xer), se deben incluir las Horas Hombre (HH) asociadas a estas labores y su respectiva Curva de Avance Acumulado Programado (Curva "S"). La elaboración de este programa debe ser coherente también con lo indicado en Anexo M-1PG-RQM-0002, "Requerimientos Generales Programas de Construcción", acotado a ingeniería.

De modo mensual, se deben elaborar informes que sustenten los avances y entreguen alertas



y se informe ante eventuales retrasos, proponiendo medidas correctivas si es que fuesen necesarias. La actualización mensual del Programa de Trabajo debe ser una fiel representación de lo ocurrido y ser la mejor estimación a término de cada una de las labores. También el Consultor deberá elaborar una planilla Excel, en donde debe presentar todos los entregables del proyecto, desglosada por sector, hitos y especialidades, cada uno con su asignación respectiva de HH. Esta planilla será solo de control de avance físico, paralela al sistema ACONEX, siendo esta última, la herramienta oficial del proyecto.

Tanto para el avance programado, como también para las actualizaciones de avance físico semanal y mensual, del Programa de Trabajo, serán de acuerdo a los entregables y la maqueta 3D en su última revisión, según lo indicado en Anexo **M-1PG-RQM-0001, Seguimiento y Control de Programas de Construcción**, acotado a ingeniería y la siguiente tabla:

Revisión	Propósito	%
Inicio	Trabajo	10
Revisión A	Revisión Interna	30
Revisión B	Revisión Metro	60
Revisión 0 Emitida	Revisión aprobada por Metro	100

**Tabla 2: Avances para planos y documentos.**

Esta planilla debe reflejar perfectamente lo informado en Aconex y en la carta Gantt mensual.

El Consultor debe presentar su Plan de Gestión de Cambios, considerando todas las etapas, procedimientos y metodología, que asegure un adecuado control en la emisión y corrección de todos los documentos emitidos durante el Contrato.

#### **II.4. Gestión de Calidad**

Previo al desarrollo del proyecto, el Consultor debe presentar su Plan de Aseguramiento de Calidad, indicando todas las prácticas específicas respecto de sus procesos y recursos, contemplando las distintas acciones que realizará para cumplir con los objetivos del Contrato. Es importante que los objetivos de Calidad del contrato sean acordes al tipo de servicio a desarrollar, de tal manera de poder hacerle seguimiento periódico a éstos.

El Plan de Aseguramiento Calidad del Consultor debe cumplir a cabalidad con lo establecido en el documento **M-15CA-RQM-0001, Anexo "Requisito para la Elaboración del Plan de Aseguramiento y Control de Calidad Consultores de Ingeniería"**. Además de cumplir con

lo indicado en el documento antes mencionado, el Consultor debe incorporar como parte de sus entregables del Contrato (listado de entregables) lo siguiente:

- **Plan de Inspección y Ensayos**, preparar documentos individuales para cada una de las especialidades (arquitectura, estructura, túneles, sanitaria, mecánica y eléctrica) de acuerdo al formato estándar elaborado y entregado al inicio del contrato por Metro (M-15CA-FMT-0022)

El consultor debe elaborar los Planes de Inspección y Ensayo, describiendo a lo menos los puntos críticos para asegurar el correcto control de calidad en terreno por cada especialidad, considerando a lo menos las especialidades mencionadas anteriormente. Estos planes de inspección y ensayo deben ser elaborados en conjunto y en concordancia a las especificaciones técnicas desarrolladas a lo largo del contrato, y contar con la validación de los especialistas respectivos. Como puntos críticos deben considerarse a lo menos, todo lo relacionado con hormigones, acero, marcos reticulados, paraguas y pernos, suministros (material o equipo) que pueda afectar el cumplimiento del programa de obra, por ejemplo, por plazos de fabricación, importación, certificación, entre otros.

En caso de ser necesario, Metro puede solicitar la realización de talleres de trabajo liderados por el Consultor, con el objetivo de entender cómo fueron seleccionados los puntos críticos antes mencionados y como debiera ser el control de éstos.

- Implementar una **Metodología de Lecciones Aprendidas** que asegure una correcta captura y gestión de éstas. El Consultor, durante el Proyecto (definir instancias al inicio del contrato) y al finalizar éste, deberá entregar y presentar formalmente a Metro estas Lecciones Aprendidas.

Formalmente al finalizar el contrato debe desarrollar un taller final de Constructibilidad, evidenciando donde fueron incorporadas a lo largo de la consultoría.

- Implementar una **metodología de revisión documental**, que asegure la calidad de planos y documentos emitidos por el Consultor, en relación a dimensionamiento, formatos, verificación de referencias, calidad de la información contenida en los planos, etc., enfocado en que los requerimientos y necesidades de la información sean suficiente y estandarizados para la construcción y fabricación, conforme a una ingeniería de detalle. Este proceso de revisión corresponde a la verificación posterior a la aprobación del jefe de especialidad, incorporando una mirada más detallista de la información, verificando que la documentación incorpore toda la información y detalles requeridos para la construcción, y cumpla con las

definiciones de calidad comprometidas. Esta metodología debe estar alineadas con los procedimientos de gestión documental Metro entregados al inicio del contrato.

- Para la **gestión de las No Conformidades** el consultor deberá utilizar como canal de registro, comunicación y cierre de las No Conformidades generadas a lo largo del Contrato el Módulo de Hallazgos Metro. Es responsabilidad de Metro capacitar al inicio del contrato para el correcto uso de este módulo.

## **II.5. Instalaciones del Consultor**

El Consultor deberá implementar, para el personal del proyecto, una oficina permanente en Santiago en el entorno de una estación de Metro y a no más de 30 minutos de viaje desde las oficinas de metro, ubicadas en Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1414, Santiago. Se deberá privilegiar el trabajo presencial en las oficinas del Consultor, contando con la disponibilidad de asistir a reuniones presenciales semanales con Metro.

Dicha oficina deberá contar con toda la implementación necesaria, incluyendo una sala de reunión con capacidad para 20 personas, disponible para cuando Metro S.A. lo solicite e implementada con proyector, equipamiento para videoconferencia con pantallas y parlantes, teléfono, red interna, Internet y Wifi.

Adicionalmente, se deberá disponer en sus instalaciones de una oficina de 10 m<sup>2</sup> con dos puestos de trabajo para ser utilizados por personal de Metro S.A., con mobiliario (escritorio, sillas, estante, teléfono, equipo de aire acondicionado, calefacción), acceso a Internet y acceso a fotocopidora multifuncional (impresora, scanner, envío de correo).

## **III. ALCANCE ETAPA A: PROYECTO DE INGENIERÍA DE DETALLE DE PIQUES DE ESTACIÓN Y DE CONSTRUCCIÓN, GALERÍAS ESTACIONES Y VENTILACIONES, TÚNELES ESTACIÓN E INTERESTACIÓN Y OOC CONSIDERADAS EN LA LICITACIÓN**

### **III.1. General**

Como ya se señaló, la presente Etapa comprende el desarrollo de todos los planos y documentos que permitan a Metro S.A. llamar a Propuestas Públicas para construir los Proyectos de Piques de Estaciones, de Construcción y de Ventilación forzada; Galerías de Estación, de Construcción y de Ventilaciones; Túneles Estación e Interestación; Obras Civiles para Andenes Estación, Puentes Mesanina, Radieres de Túneles y Galerías y Subestaciones

Eléctrica Rectificadora (SER), debiendo alcanzar un nivel de detalle tal, que permita la materialización de los proyectos de construcción sin adicionar nuevas instancias de Ingeniería.

En esta Etapa se requiere del Consultor la entrega de diseños optimizados, es decir, la mejor solución técnico-económica para cada una de las obras. El no cumplimiento de esta exigencia implicará que el Consultor ejecute a su cargo trabajos de optimizaciones posteriores.

Al objeto de facilitar los llamados a las Propuestas Públicas referidas (Licitaciones de Construcción), el Consultor debe elaborar todos los planos y documentos compartimentados por sectores, ya sean tramos de túneles, piques y galerías de construcción de acuerdo a las indicaciones que entregue Metro S.A. Además, el Consultor debe contemplar su apoyo en la preparación de las respuestas a las consultas que presenten los oferentes durante los procesos de licitación, lo mismo en las aclaraciones que sean necesarias. El Consultor deberá elaborar una presentación que describa los alcances de las obras que considera el proceso de licitación de construcción.

El Consultor favorecido con la adjudicación del contrato deberá diseñar todos los ítems que se describen en el presente capítulo. La ausencia de conceptos en esta descripción y obras no comprometen el alcance total de la Consultoría.

Según sea la naturaleza de los ítems, los documentos a preparar por el Consultor consisten en: Especificaciones Técnicas Generales, Especificaciones Técnicas Especiales, Planos de Diseño, Listado de Obras, Cubicaciones Detalladas, Presupuesto, Criterios de Diseño, Memorias de Cálculo, Bases de Medición y Pago, Bases de Licitación, Planos de Instalación de Faena, Presupuestos de las obras y Programas de Construcción de la Obra (Carta Gantt) los cuales deben estar en coherencia con lo indicado en punto IV.11 Programa general de Construcción del presente documento, en software Primavera P6 versión 7, para estimar la factibilidad y plazos de los Contratos de OO.CC.

Lo anterior deberá considerar las actividades más relevantes tales como Hitos, secuencias constructivas, normas, métodos de construcción, etc. Además, se incluyen los documentos que sean necesarios para el desarrollo del Proyecto como, por ejemplo: medidas de seguridad y prevención de riesgos ante la aparición de lentes de arena, agua, materiales no compactados, de modo de garantizar la estabilidad de los taludes y fundaciones. En el capítulo siguiente se describe el alcance del contenido.

---

### **III.2. Layout de Estaciones definidos por la Ingeniería Básica de L9**

Como parte de los antecedentes de la Consultoría, Metro S.A. proporciona el desarrollo de la Ingeniería Básica de la Línea 9, en todas sus especialidades. En lo que respecta a los Layout, Implantación y Funcionalidad de las Estaciones ya se encuentran estudiadas y validadas por Metro S.A. Sin perjuicio de lo anterior, dentro del alcance de la presente Consultoría de Ingeniería de Detalle se deberá verificar la solución de ingreso de pasajeros a la estación, gálíbos y cortes generales de arquitectura, evaluando optimizaciones y mejoras, siempre y cuando se mantenga y respete la filosofía de circulación y evacuación definida, (funcionalidad de la infraestructura), tanto en operación como en escenarios de evacuación de emergencia y restringiéndose a los espacios o áreas ya definidas. Lo anterior, se resume en la entrega para cada estación, de planos generales de arquitectura (plantas y cortes) que permitan verificar las posibilidades de optimizaciones y/o mejoras al proyecto. Sin perjuicio de lo anterior y entendiendo que los antecedentes entregados corresponden a los desarrollados en la Ingeniería Básica, en el caso que como resultado del proceso de optimizaciones de ingeniería se deba modificar alguna estación (reubicación o desplazamientos de piques y/o galerías), el proyecto de ingeniería de detalles de piques, galerías y túneles deberá desarrollarse en base al proyecto optimizado aprobado por Metro de Santiago

Adicionalmente, se solicita al consultor un análisis de cabida, factibilidad y análisis técnico económico para la adición de un segundo ascensor en todos los niveles de todas las estaciones del tramo.

Luego de este desarrollo, y posterior estudio, análisis y aceptación del proyecto de Arquitectura optimizado por parte de Metro S.A., se desarrolla la Etapa de Ingeniería de Detalle de Piques y Túneles que componen el alcance de la presente Consultoría.

### **III.3. Proyecto de Implantación**

Basado en lo indicado en la Ingeniería Básica de la Línea 9, el Consultor deberá confirmar u observar el trazado, considerando no sólo la definición de los túneles, sino que proceder a revisar la factibilidad de implantar el trazado ferroviario en su interior. Se deberá revisar y, eventualmente corregir, los PK y las coordenadas de vértices; en caso de que sea razonable, se debe ajustar el trazado y radios de curvas (sin exceder los mínimos aceptables) para reducir, en todo lo que sea posible, expropiaciones, servidumbres y optimizar el uso de Bienes Nacionales de Uso Público.

El Consultor deberá desarrollar en detalle perfiles escala 1:500 - 1:50 (H - V), indicando en

ellos la geometría de las obras proyectadas, e indicando también los números de los planos principales o "llaves" de cada una de las secciones u obra a construir, según lo utilizado en los Proyectos de Metro S.A.

El Consultor deberá incluir en sus planos de ubicación las distintas particularidades del Proyecto, tales como la definición de cada Sección de Túnel, Zonas de aparato de cambios, Estaciones, Ventilaciones, Estación de Bombeo de Aguas Servidas y Aguas Lluvias, Sistemas de Drenaje, Alimentaciones Eléctricas, Pasadas de Cables, Recintos SER, Cámaras seccionadoras en túnel, Nichos, Recesos para el sistema de vías, como por ejemplo zonas de maniobras, servicios provisorios, entre otros. Además, se deben entregar plantas y secciones de arquitectura en que se verifiquen los gálibos de los túneles estación, galerías principales y secundarias, se confirmen las soluciones de conectividad con estaciones existentes y todas las definiciones propias de la ingeniería de detalle de las obras civiles que son alcance de esta consultoría.

Se debe considerar la solución de interferencias con nudos viales y cualquier otra particularidad del Proyecto, en relación con el entorno actual y en la carpeta de proyectos próximos.

Se deberá desarrollar un perfil longitudinal indicando en él, la geometría de las obras proyectadas, Túnel estación, Túnel interestación, Zonas de aparato de cambios y principalmente la cota de riel. También deberán quedar representadas en el perfil longitudinal las estructuras existentes que inciden en la definición del trazado y todas las singularidades de los proyectos de Metro.

Igualmente, las obras que proyectará el Consultor deberán quedar debidamente relacionadas topográficamente con obras existentes o con proyectos de servicios públicos como vialidad urbana, puentes, metros suburbanos, ferrocarriles existentes y proyectados, obras sanitarias, canales, acueductos, redes de gas, telecomunicaciones, energía u otros, que se encuentren en las vecindades de la zona de Proyecto. Para este efecto el Consultor deberá informarse oportunamente de los proyectos respectivos.

El Consultor deberá especificar la instalación, por parte del contratista de Obras Civiles de Túneles, de las marcas topográficas concernientes a la implantación de las vías y supervisar, durante la Etapa B, su instalación en el interior del túnel, las que deberán estar materializadas adecuadamente, tanto en su forma como en la oportunidad requerida, para la ejecución de los trabajos de construcción de las vías. Estas marcas no deben ser susceptibles a alteraciones por efecto de los trabajos de implantación de vías o de otros equipamientos en el túnel.

Las marcas aludidas corresponden al eje teórico de la línea y al nivel del plano de rodadura por la cabeza de rieles de las vías, tales como son definidas mediante coordenadas topográficas en los planos de trazado. Estas definiciones deberán ser emitidas con posterioridad a la validación del sistema de vías al trazado planteado por la Consultoría.

Las marcas necesarias deberán señalar los principios y fines de las curvas (circulares en planta y parabólicas en perfil) y de las curvas de transición en planta (clotoides). En línea recta solamente serán necesarias marcas cada 200 m.

El Consultor deberá especificar la mejor forma de materializar la monumentación de cada punto en terreno, asociadas a coordenadas X e Y para los puntos en planta y coordenadas Z para las marcas de nivelación. Asimismo, coordinará durante la Etapa B, el traspaso por escrito a Metro S.A. de la entrega de las marcas realizadas por el contratista en terreno, información que deberá estar debidamente visada por el Consultor.

El Consultor debe evaluar las condiciones de cada entorno de implantación para Estaciones y Piques, evaluando los cierres perimetrales existentes y sus respectivos proyectos de refuerzo donde aplique. Para el caso de construcciones cercanas situadas en los ejes medianeros contiguos, se deberá realizar una evaluación de las estructuras existentes definiendo su condición de conservación estructural y constructiva, lo que se traspasará a una ficha de evaluación por cada propiedad contigua.

Se incluye en esta etapa la elaboración de los documentos necesarios para la licitación de las obras previas de cada frente de trabajo incluyendo demoliciones, cierros de faena, portones, etc., con sus respectivos Términos de Referencia, Itemizado de Obra, Programa y Presupuesto.

### **III.4. Revisión, validación y reposición de poligonal principal de Metro**

Metro entregará poligonal principal del proyecto basado en un sistema PLANO con origen UTM, el cual deberá ser validado por el proponente adjudicado, a través de la utilización de estaciones totales con precisión angular de 0.3 gon y en distancia de 1 mm + 2 ppm. La metodología consiste en controlar cada uno de los vértices que conforman la poligonal (70 PR's), verificando entre pares consecutivos distancias y ángulos en directa y tránsito de acuerdo con lo indicado en el manual de carretera Vol2.

- Verificar existencia de los PR's que conforman la poligonal principal.
- Reposición de los PR's dañados.
- Control de poligonal a través de al menos 4 reiteraciones de ángulos y distancias en directa y tránsito.

- Medición de ángulos complementario.
- Control altimétrico de la totalidad de la red topográfica, utilizando niveles de precisión 0.6 mm.
- Certificados de calibración inferior a 6 meses.
- Informe con cálculos, resultados y conclusiones del servicio.

Estos trabajos deberán ser entregados al día 45 de iniciado los trabajos de la consultoría.

### **III.5. Definición de sistemas constructivos y su impacto en el entorno de las obras**

El Estudio contempla la elaboración de las secuencias y métodos constructivos, la disposición de todos los aspectos relacionados con el monitoreo y control de deformaciones durante el proceso constructivo y la definición de restricciones particulares a que esté afecto. El monitoreo durante el proceso constructivo está referido a las estructuras proyectadas y a las existentes que puedan verse afectadas por las primeras.

Por otra parte, los métodos constructivos deberán ser compatibles con las restricciones ambientales, establecidas en el EIA, considerando a lo menos, los siguientes aspectos:

- Secuencias Constructivas.
- Ciclos de avance y tipos de suelo.
- Maquinarias y equipos de las obras civiles.
- Excavaciones y monitoreo arqueológico.
- Medidas locales de fortificación eventual según sección y tipo de suelo.
- Procedimiento y especificación del sello en la frente.
- Modificaciones de servicios como actividad previa.
- Retiro de excedentes desde el frente de trabajo, elevación desde el pique hasta carguío de camiones (estimación de áreas mínimas necesarias), frecuencias y su impacto en el tránsito vehicular.
- Normativa vigente sobre emisiones acústicas y calidad del aire.
- Aminorar el impacto de los trabajos en el entorno.
- Ventilación en etapa constructiva de túneles considerando silenciadores tipo splinter para el control y mitigación de ruido.
- Socializados, entibación y/o refuerzos de estructuras existentes, cuando corresponda,



de acuerdo con estimación de asentamiento o movimientos (modelos predictivos suelo- estructura) originados por las excavaciones de túneles u otras.

- Diseño e instalación del sistema de evacuación y drenaje de aguas.
- Diseño e instalación de sistemas que aminoren el impacto de las emisiones de ruido.

Para las obras subterráneas el Consultor basará su diseño en el Método Austríaco (NATM) en base a excavación convencional y deberá considerar técnicas de excavación viables que privilegien la simplicidad técnica, maquinaria y equipos disponibles que cumplan con las características declaradas en el EIA y que aseguren eficiencia y calidad.

El Consultor señalará y diseñará las obras complementarias necesarias, según los análisis de impacto vial, para mantener el tránsito vehicular y peatonal indicado en ingeniería básica, como también se mantendrá el acceso peatonal y vehicular expedito a todos los edificios que eventualmente pudieran ser afectados. El Consultor deberá abordar todos los diseños necesarios para mantener operativos los servicios húmedos de agua potable y alcantarillado en todas las casas y edificios, y en general todos los servicios. Para cada sector, se realizarán los estudios de los efectos de las obras, para verificar y asegurar accesos expeditos de vehículos de emergencia, que permitan atender adecuadamente los requerimientos mínimos necesarios en forma permanente.

El Consultor deberá tener especial consideración en la planificación y proposición de métodos constructivos en obras contiguas a infraestructura de Metro S.A. existente y en particular en estaciones operativas, resguardando las facilidades de acceso y egreso de los usuarios de Metro S.A.

De forma complementaria, el consultor debe incluir el diseño de medidas de control de ruido, las cuales serán implementadas de manera opcional, durante la fase de construcción en caso de ser necesarias para asegurar el cumplimiento normativo. Estas deben incluir el diseño genérico de una cubierta y una semi cubierta acústica, tanto para un pique circular como rectangular.

### **III.6. Proyecto de modificaciones de tránsito y de obras complementarias**

El Consultor deberá desarrollar, cuando corresponda, los proyectos de desvíos de tránsito y de obras complementarias tales como puentes, pasadas peatonales, accesibilidad a edificios, traslado de monumentos, etc. Deberá estudiar, en coordinación directa con Metro S.A., las rutas de camiones hacia y desde los botaderos autorizados teniendo presente los sectores y comunas en se desarrollarán las obras objeto de la presente Asesoría. No se contempla que el Consultor deba obtener permisos municipales. Respecto a las aprobaciones del

SERVIU, SEREMITT u otras entidades según corresponda, si bien el Mandante es Metro S.A., el Consultor debe considerar los recursos asociados al proceso de ingreso, seguimiento y aprobaciones que se requieran.

### **III.7. Proyecto de obras previas**

El Consultor deberá desarrollar el proyecto de obras previas para cada pique de construcción, de estación y de ventilación. Este proyecto, debe abarcar todos los trabajos a realizar previos al comienzo de las actividades de construcción propiamente tal. Esto incluye, pero no se limita a: trabajos de demolición, trabajos de limpieza, escarpe, movimiento de tierras superficiales, modificación de servicios, modificación de paraderos y recorridos, instalación de faenas, obras provisionales, entre otros.

Junto a la descripción de dichos trabajos, se deben incluir, cronogramas, fichas técnicas, requisitos de seguridad y asegurar el cumplimiento ambiental de la forma comprometida en el estudio de impacto ambiental.

### **III.8. Proyecto de Ingeniería**

El Consultor deberá desarrollar el proyecto estructural de Piques de Estaciones, de Construcción y ventilación; Galerías de Estación, de Construcción y de Ventilaciones; Túneles Estación e Interestación; Obras Civiles para Andenes Estación, Puentes Mesanina sobre las vías; Obras de entibación o galerías anexas a los Piques de Estación; Radieres de Túneles y Galerías y Subestaciones Eléctrica Rectificadora (SER), incluyendo canalizaciones de fuerza y alumbrado, incluyendo la presentación de la respectiva Memoria de Cálculo, así como la descripción de los métodos constructivos de excavación, sostenimiento y procedimientos de monitoreo, contemplando que las obras de sostenimiento deben ser capaces de resistir hasta la construcción del revestimiento definitivo. El Consultor deberá emplear programas computacionales para el cálculo de estructuras y túneles, en especial para la modelación de la interacción suelo – estructura, con especial atención al estudio de los efectos sobre las estructuras cercanas. Para obtener correctamente la modelación suelo – estructura resultante de las excavaciones, se deberá utilizar modelos numéricos tridimensionales, con particular preocupación en la intersección e influencia de estructuras superficiales y/o subterráneas existentes o proyectadas.

Los Modelos computacionales de Análisis y Cálculo Estructural de Túneles y Galerías deberán

ser entregados a Metro S.A. en archivos digitales magnéticos. Junto con esto, los archivos digitales y magnéticos que forman parte del respaldo numérico de los diseños del proyecto deben estar a disposición y entrega de Metro en todo momento. Dentro de estos se encuentran planillas Excel, mathCad, mathLab, SAP2000, Flac 2D, Flac 3D y otros equivalentes; cada uno en su extensión editable.

Los planos Rev. B deben entregarse en conjunto con la o las Memorias de Cálculo Rev. B, que respaldan los diseños incluidos en la entrega y plasmados en los planos, para que Metro S.A. pueda observar de forma completa y oportuna el proyecto. No entregar las memorias de cálculo será causal de incumplimiento del Hito.

El proyecto debe ser completo e incluir a modo de ejemplo: socializados, entibaciones y/o refuerzos previos a edificaciones o estructuras existentes, asistencia estructural durante el proceso de demolición de construcciones afectas a expropiación, anclajes y entibaciones, excavaciones y rellenos, monitoreo y control de deformaciones, hormigones y armaduras. Especial atención deberá tener el Consultor, en caso de que las obras se desarrollen cercanas a un Edificio Monumento Histórico o Zona Típica. De ser así, el Consultor deberá tomar los resguardos necesarios y recopilar los antecedentes que se requieran, para que el diseño no afecte las obras patrimoniales.

El proyecto contempla la elaboración del proyecto de estructuras de Piques (para Estaciones, de Construcción y de Ventilaciones), Galerías (para Estaciones, de Construcción, de Ventilaciones y Ascensores) y todos los Túneles (Estación e Interestación) incluyendo la metodología constructiva, condicionada por las restricciones resultantes de las condiciones de borde de las edificaciones y estructuras cercanas, características del suelo y sus condiciones geológicas y de las eventuales napas freáticas presentes en los distintos sectores. Además, el proyecto debe considerar en los diseños las limitantes, exigencias y restricciones que determine la Tramitación Ambiental del Proyecto.

El Consultor debe definir las secciones tipo de las galerías, túneles estación e interestación, recogiendo la experiencia de todas las obras de Metro S.A. En el caso de los túneles interestación, el Consultor debe privilegiar secciones y secuencias de excavación estándar, mientras que en el caso de las galerías y túneles estación, se deben considerar secciones y secuencias constructivas que eviten el uso de andamios, para la colocación de las armaduras del revestimiento final.

El Consultor deberá considerar en su proyecto los resguardos necesarios en la altura de los brocales de los Piques, para impedir el ingreso de agua lluvia durante la construcción, por inundación de los sectores donde se emplazan las obras, considerando la ejecución de

Topografía que se necesite, como también las posibles infiltraciones de aguas y su canalización en obra, acorde con lo señalado en la tramitación ambiental,

En general, se deberá proyectar secciones de Piques y Galerías uniformes, sin perjuicio de las particularidades de profundidad, para lo cual se definirán las secciones en una primera etapa del proyecto.

En los Piques de Construcción intermedios, que se utilizarán posteriormente como ventilaciones, el diseño deberá considerar la existencia de una futura rejilla de ventilación, la cual deberá quedar siempre emplazada en superficie completamente detrás de la línea oficial definida por el Plano Regulador de cada Municipalidad. Esta condición definirá el largo mínimo de la Galería en estos piques. De ser necesario, deberá considerar la ejecución de Topografía.

Es parte del alcance de la presente consultoría el proyecto de estaciones de bombeo, sentinas de aguas lluvias y de aguas servidas en el cual se deben definir (o validar) los puntos bajos del Túnel Interestación, bajo andén de Estaciones y recintos técnicos, etc., considerando los diseños de la ingeniería básica y la información elaborada para el EIA, en lo que corresponda.

El proyecto de túnel interestación en cada tramo de construcción, debe permitir definir la posición de cada Pique, PK, profundidad, largo de Galería, etc. debiendo determinar la sección interior mínima de túneles y otras obras, de acuerdo a los distintos requerimientos de gálibo dinámico y sector de vía (curva o recta) y las tolerancias civiles aceptables para el sistema de vías.

Los planos deberán indicar el dimensionamiento, armaduras, secuencias constructivas, juntas de construcción y de movimiento, tímpano reforzado, entibaciones, seguridad de excavación de acuerdo con características del terreno, características del hormigón y acero de acuerdo con Normas vigentes.

### **III.9. Análisis Tridimensional de Edificios Patrimoniales**

Según la línea base proporcionada por la Ingeniería Básica del proyecto, se determinará la necesidad de realizar análisis estructurales 3D de algunos edificios patrimoniales cercanos al trazado de Línea 9. Este análisis, evaluación e interpretación se realizará incorporando en el modelo estructural, la cubeta de asentamientos que las obras de Metro podrían producir en superficie y, tiene por objetivo confirmar que no se produzca un desmedro significativo en la capacidad estructural del inmueble. En el análisis se deberá considerar la verificación de la estructura en su condición previa al paso de las obras de Metro y posterior a la

construcción, el cual deberá ser realizado por ingenieros expertos en la materia.

Para la presente licitación se deberán considerar el análisis de los siguientes edificios:

- Biblioteca Nacional
- Iglesia y Museo de la Merced

Además, se deberán considerar 3 edificios de 3 plantas cada uno (500 m<sup>2</sup> por planta) de estructuración mixta, pudiendo abarcar mas no limitarse a: hormigón; albañilería, madera, estructura metálica y adobe; los cuales se cotizarán como Partidas Eventuales a precios unitarios, quedando a confirmación de Metro su realización.

### **III.10. Modelación de Flujos de Peatones en Estaciones**

Con el fin de respaldar la funcionalidad operacional de las estaciones Cal y Canto, Santa Lucía y Matta, el Consultor deberá realizar la verificación de los diseños en el programa de micro simulación peatonal LEGION, considerando tres escenarios: hora punta AM, hora punta PM y la evacuación total de la estación (caso de evacuación de emergencia). El diseño de esta estación deberá ser evaluado al año 1 y año 20 de operación.

Deberá entregar a Metro los archivos AVI, LGM, ORA y ANA. Además, deberá entregar las planillas Excel de modelación y videos representativos de la operatividad del layout propuesto por el proceso del diseño.

Los resultados de esta modelación deben ser entregados a Metro en el Hito asociado a Proyecto de Implantación y Criterios de diseño.

**Rol Consultor:** Analiza flujos peatonales dinámicos.

**Rol Metro S.A.:** Entrega las definiciones y corrige los avances.

Documentos entregables:

- Microsimulaciones peatonales.
- Informe de análisis dinámicos.
- Diagramas de flujo estáticos para operación normal en punta mañana (PAM), punta tarde (PPM) y evacuación

### **III.11. Análisis estructural en singularidades: cruce de túneles bajo edificios, puentes, monumentos públicos u otros.**

El Consultor deberá realizar un análisis estructural detallado de cada singularidad presente en el trazado de Línea 9 lo que incluye análisis particulares de cada una de las estructuras que están sobre los túneles (interestación o estación), con el objetivo de confirmar que éstas no serán afectadas por el proyecto. Además, deberá incluir Topográficos de detalle, escala 1:200, con planimetría y altimetría vinculada a la red geodésica de Metro.

El análisis deberá verificar el estado actual de la estructura y el estado posterior al paso del túnel, incorporando en el modelo estructural la cubeta de subsidencia producto de la construcción de túneles y las condiciones particulares de cada sector.

A lo menos se deben incluir los cruces con Línea 3, Línea 1, Línea 5, Línea 7, canal río Mapocho, autopista Costanera Norte, mercado Tirso Molina y cuádruple combinación con líneas 2, 3 y 7, analizando estructuralmente el paso sobre nivel y edificios aledaños. Además, para cada monumento público presente en el área de influencia del proyecto, se deberá generar un informe particular con análisis de cubeta de asentamientos y confirmación de su no afectación.

El consultor deberá implementar un sistema de monitoreo inalámbrico para cada uno de los puntos singulares de interés.

### **III.12. Proyecto de Excavaciones**

Contempla el estudio y diseño definitivo en el caso de proyectarse excavaciones mayores o rampas que no sean túneles y/o pilas, para las cuales deberán considerarse entibaciones apropiadas, taludes y banquetas seguras, considerando estados saturados del suelo circundante (si aplicase), refuerzos especiales de edificaciones existentes y/o redes de servicios en operación, etc.

### **III.13. Proyecto de Socalzados y Entibaciones**

El Consultor dará la debida importancia al socalzado de los edificios y construcciones existentes si correspondiera, en concordancia con la predicción de asentamientos, deformaciones, estado del edificio o estructuras y otras consideraciones. Se incluyen también los refuerzos, en caso de ser necesario, de servicios tales como Gas, Agua Potable, Redes de Colectores de Aguas Lluvias y Alcantarillado, Electricidad, Telecomunicaciones, entre otros.

### **III.14. Modificaciones de Servicios**

En base al catastro de los servicios húmedos (Agua potable, aguas servidas, aguas lluvias, gas y otros) desarrollado en la etapa de Ingeniería Básica, en los cuales se confirmen las

interferencias previamente levantadas entre el proyecto y los servicios existentes, el Consultor informará a Metro S.A. y procederá a elaborar el proyecto de modificación correspondiente para su ingreso y aprobación a la empresa dueña del servicio y su posterior ejecución en etapas posteriores. La exigencia de esta actividad, para cada proyecto, es ejecutar el ingreso previo al término del Hito asociado al proyecto modificación de servicios. Igualmente, el Consultor debe considerar los recursos necesarios, para acompañar el proceso de ingreso, tramitación y aprobación del proyecto, lo cual debe realizarse previo al término del Hito de solicitud de modificación de servicios.

Respecto de los servicios secos (electricidad, comunicaciones y otros) desarrollado en la etapa de Ingeniería Básica, en los que se confirmen interferencias previamente levantadas entre el proyecto y los servicios existentes, el Consultor informará a Metro S.A. y posteriormente procederá a realizar el ingreso de las cartas, con la solicitud de modificación a las diferentes empresas involucradas, esto previo al término del Hito solicitud de modificación de servicios. Además, deberá obtener la factibilidad formal, que debe incluir presupuesto y plazo de ejecución emitido por las respectivas empresas. Esta exigencia debe realizarse previo al término del Hito asociado a la entrega de Rev0.

El Consultor, como parte del análisis y estudio de cada proyecto, deberá considerar y entregar a Metro S.A. un programa de ejecución y costo estimado de las obras, con la finalidad de incluirlo en el programa de obras, procurando no afectar el hito de inicio de las obras.

### **III.15. Puentes Peatonales y Andenes**

El Consultor deberá desarrollar como parte del alcance, la ingeniería de los puentes peatonales sobre las vías, los que permitan el tránsito desde un andén a otro. El proyecto debe considerar el diseño de la estructura, losas y soportes junto con sus anclajes y uniones.

Junto con esto el Consultor debe desarrollar la ingeniería de todos los andenes de las estaciones proyectadas, deberá considerar las pasadas y troneras necesarias, para el paso de cables desde los recintos técnicos a las vías, como parte de los requerimientos definidos en la Etapa de Ingeniería Básica. Especial atención debe ser dada a la eventual generación de puntos bajos en estas áreas, generando el diseño de todos los drenajes y sistemas de evacuación, si fuera necesario.

### **III.16. Sub Estaciones Eléctricas de Rectificación (SER)**

El Consultor deberá considerar como parte del alcance, la ingeniería completa de las obras asociadas a los recintos SER.

Se debe considerar el dimensionamiento de elementos estructurales, proyecto de arquitectura, trincheras, radieres, portón, sistemas de impermeabilización, drenajes, sistemas de evacuación, diseño de los sistemas de ventilación, canalizaciones de alumbrado, fuerza, corrientes débiles y todos los elementos que permitan la habilitación del recinto. Además, se debe incluir la solución de conexión de todas las canalizaciones hasta la llegada al túnel interestación.

### **III.17. Ventilaciones**

De acuerdo a la ubicación y criterio definido en la Ingeniería Básica, el Consultor debe proyectar todas las obras necesarias para la construcción y habilitación de los recintos que albergarán las ventilaciones de los túneles y estaciones. Se debe considerar en esta etapa las obras previas de piques y galerías y obras civiles de interiores, incluyendo radieres, fundaciones para los equipos, muros, sistema de evacuación de aguas, así como también, las canalizaciones de fuerza y alumbrado que se requieran, además de las acometidas de alimentación y conducción de aire.

Además, el Consultor deberá complementar y ajustar los diseños de detalle de las Ventilaciones considerando la ubicación definitiva de los elementos definida por la Ingeniería Básica de Sistemas.

### **III.18. Coordinación con Sistemas**

Metro S.A. entregará como antecedente al Consultor los requerimientos técnicos principales que se han desarrollado en forma paralela, dentro de la Ingeniería Básica de Sistemas, que forman parte e interaccionan con las obras de Piques, Galerías, Túneles y OO.CC. consideradas, además del levantamiento realizado por la Ingeniería Básica de OO.CC. como parte de los requerimientos de coordinación se encuentran: Ductos en la vía, recesos, rebajes, nichos de aparatos o equipamiento, troneras, recesos y requerimientos en andenes; todos como parte de requerimientos de Vías de Energía, Ventilación Forzada, PDA, entre otros. Los anteriores son alcance y deben ser considerados en los planos y documentos de la Consultoría.

El Consultor deberá entregar, previo al desarrollo del Proyecto, un Plan de Gestión para las Interfaces entre Sistemas y la OO.CC., que incluya al menos lo indicado en el documento *"Requisitos para la elaboración de un plan de Gestión de Requerimientos e Interfaces entre Sistemas y Obras Civiles en I.D."* (M-1IF-RQM-0002), asegurando la incorporación de procesos para levantamiento, inclusión, control de cambios y trazabilidad de las interfaces identificadas en cada etapa del proyecto.



En esta etapa prosigue el procedimiento de trabajo definido en el Plan de Gestión de Interfaces del proponente.

Como parte de las Interfaces entre la Obra Civil y los Sistemas del Proyecto de la L9, el Consultor debe considerar la revisión y observación de los requerimientos entregados por Sistemas involucrados en el proyecto. Una vez asentadas las condiciones y exigencias propias y exigibles al proyecto de construcción, estas deben ser incluidas en un documento específico de Condiciones necesarias para la entrega de recintos/terrenos y ser parte del proyecto a Licitar, en consistencia con las Especificaciones Técnicas Generales y Particulares de todos los proyectos, permitiendo el seguimiento y control efectivo en cada partida.

El Consultor deberá generar los Entregables que formarán parte de la Licitación de las Obras (Hito asociado a entregas) los cuales se detallan en el capítulo de entregables del documento "Requisitos para la elaboración de un plan de Gestión de Requerimientos e Interfaces entre Sistemas y Obras Civiles en I.D." (M-1IF-RQM-0002)

### **III.19. Coordinación con Tramitación del Estudio de Impacto Ambiental**

El Consultor debe considerar los recursos parciales de un profesional asesor en medio ambiente (perfil definido en las Bases de Licitación), enfocado en la recopilación de antecedentes del desarrollo interno de la ingeniería de detalles, que tengan influencia en la tramitación ambiental que llevará en curso por parte de Metro. Además, deberá velar por evitar las modificaciones del proyecto respecto de lo indicado en el EIA y realizar los análisis correspondientes de reingreso al SEIA solo en aquellos casos de cambios de proyecto.

### **III.20. Talleres de Constructibilidad**

Se realizarán **Talleres de Constructibilidad para cada una** de las estaciones en etapas tempranas del proceso de diseño de Piques, Galerías y Túneles, con especial atención a las metodologías constructivas de tuneleado y Obras Civiles correspondientes a Piques Estación, Andenes, Puentes Mesanina, obras asociadas a recintos SER y las áreas requeridas y disponibles para las Instalaciones de Faenas. Se deberá presentar además el plan de inspecciones y ensayos que permitan asegurar la calidad de las obras civiles de piques y túneles.

En el caso de intervenciones en estaciones existentes el Consultor deberá **realizar talleres particulares para cada estación indicando la secuencia de construcción**, recintos afectados, propuestas de reubicación de locales, y en general considerar todos los efectos en la estación, realizando un levantamiento de los locales de la estación y un catastro con todos los elementos que se vean afectados: luminarias, señaléticas, publicidad, equipos de

aire acondicionado, etc.

Se deberá abordar a lo menos los siguientes temas: Análisis de riesgos constructivos, impactos en el entorno, Instalaciones de faenas, Secuencias constructivas, Interferencias, Implementación de equipos, Propuestas de optimización de diseños y metodologías constructivas, Programa preliminar de construcción y todas las variables que puedan intervenir durante la construcción de las obras.

#### **IV. ALCANCE DE LOS DOCUMENTOS DE INGENIERÍA DE DETALLE**

El alcance del estudio descrito precedentemente se materializará a través de al menos los siguientes documentos finales, que el Consultor entregará para observación, aceptación y aprobación, si aplica, por parte de Metro S.A.

La omisión por parte del Consultor de cualquier documento técnico requerido durante la ejecución de la Etapa A, no lo exime de su responsabilidad de presentar la totalidad de los entregables que requiera el Proyecto, debiendo emitir el o los documentos faltantes sin cargo adicional para Metro S.A. en el plazo más breve posible.

El Consultor deberá proponer antes del Hito de programa, un listado de los entregables a emitir. Esta estructuración deberá permitir una relación directa entre los documentos y las partidas de presupuesto, a través de la numeración de sus ítems, y deberá satisfacer de la mejor manera los requerimientos de construcción y el cumplimiento de los Hitos del proyecto.

##### **IV.1. Criterios de Diseño**

El Consultor deberá preparar, para todas las especialidades, los Criterios de Diseño que regirán para el desarrollo de los piques, galerías, túneles, estaciones, ventilaciones y Obras Civiles requeridas en el proyecto. Estos Criterios serán revisados y validados por Metro S.A.

##### **IV.2. Especificaciones Técnicas**

Cada uno de los proyectos que componen la presente Consultoría, deberán incorporar los siguientes tipos de Especificación Técnica para cada tipo de Obra, según la envergadura del Proyecto.

###### **IV.2.1. Especificaciones Técnicas Generales**

Se contempla la elaboración de las Especificaciones Técnicas Generales. Se deberá privilegiar

el uso de documentos estándar de cada especialidad que sean únicos y válidos para todos los tramos o etapas constructivas.

#### **IV.2.2. Especificaciones Técnicas Particulares**

Se contempla la elaboración y entrega por parte del Consultor, de las Especificaciones Técnicas Particulares de las especialidades consideradas en el Proyecto. Se deberá privilegiar el uso de documentos estándar de cada especialidad, que sean únicos y válidos para todos los tramos o etapas constructivas.

#### **IV.3. Planos**

El Consultor deberá estimar la cantidad de planos que ejecutará por especialidad y por tramos. Estos serán en formato A1 (841 mm x 594 mm), con viñeta según diseño Metro S.A., escalas uniformes incluyendo plantas, elevaciones, cortes, detalles, isométricos, planos llave, notas e indicaciones generales, especificaciones, diagramas, etc.

En Anexo N° 1 se detallan los requerimientos que deberá cumplir el Consultor, para la elaboración de los planos de cada especialidad.

Asimismo, el Consultor debe entregar a Metro S.A. los archivos digitales de los planos y documentos presentados por medio del sistema de Gestión documental Aconex, en formato nativo y en PDF de acuerdo con los procedimientos e instructivos de Gestión Documental.

Para el caso de las modelaciones, el Consultor deberá entregar copia magnética editable.

#### **IV.4. Calidad de los planos**

Los planos de todas las especialidades deberán respetar las siguientes condiciones mínimas:

- A. Las plantas de todas las especialidades deben contener los ejes de referencia definidos para cada edificio, que indiquen distancias entre ejes y desde los cuales se acoten los elementos singulares. También deben indicar claramente su orientación respecto al Norte.
- B. Las plantas de todas las especialidades deben contener cortes en ambos sentidos en cantidad suficiente para mostrar en elevación los elementos principales de las estructuras, con sus elevaciones, incluyendo los niveles y sus distancias entre elementos.
- C. Los planos de armaduras deben contener listas de barras, en que se identifiquen las marcas indicadas en los planos, su tipo y dimensionamiento para el corte y doblado de cada una. La lista deberá venir con cubicación, detallada y total, incluyendo un 5%

de pérdida.

- D. Se debe incluir en los planos de forma, la cubicación de todos los materiales que se incluyan en el desarrollo.

La cantidad de planos deberá ajustarse a lo necesario para mostrar los detalles constructivos, sin que se requieran deducir mayores datos, es decir, deberán ser planos **de detalle para construcción**. No se aceptarán planos genéricos, faltos de información o que no presenten toda la información requerida para construir. Los planos que no cumplan este criterio serán rechazados y devueltos sin comentarios, a través del gestor documental Aconex.

#### **IV.5. Maquetas Digitales**

El Consultor deberá entregar maquetas digitales 3D que muestren el diseño de cada sistema de Pique, Galería, Túnel Estación, Túnel Interestación (150m en cada dirección desde cada pique), Recintos Técnicos y todas Obras Civiles proyectadas. Estas maquetas deben ser entregadas en un formato ejecutable (libre de licencia de software). Lo anterior también aplica para Piques de Construcción y Pique de Ventilación.

Para el caso de los recintos de SER y CDC, se requieren modelos digitales que integren las instalaciones (eléctricas, mecánicas y sanitarias). Dichos modelos tienen como objetivo la coordinación del proyecto previa a su construcción, con el fin de detectar y evitar interferencias y/o problemas de diseño que puedan afectar al proyecto. las que deberán ser resueltas dentro del desarrollo propio de la Ingeniería.

#### **IV.6. Documentos e Informes**

El Consultor deberá considerar la entrega de todos los documentos de apoyo empleados durante el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, indicando su origen y procedencia. Estos documentos serán elementos de consulta para las etapas posteriores.

#### **IV.7. Itemizado de Obras**

El Consultor deberá desarrollar un itemizado completo de las obras, documento que servirá de base y estructura, para la elaboración de Especificaciones y Presupuestos. El Consultor deberá proponer una estructura de itemizado que considere al menos los siguientes ítems (en lo que corresponda):

- A. Instalación de Faenas
- B. Modificaciones de Servicios Públicos
  - Alcantarillado

- Agua Potable
- Aguas Lluvias
- Redes de energía
- Redes de telecomunicaciones
- Redes de gas

**C. Obras previas**

- Plan de desvíos de tránsito
- Cierre perimetral
- Limpieza
- Demoliciones
- Escarpe
- Instalación de faenas
- Modificación de servicio

**D. Obras de Piques, Galerías y Túneles**

Obra Gruesa:

- Piques
- Galerías
- Túneles Estación
- Túneles Interestación
- Piques y Galerías de Ventilación
- Escalera de Acceso a Superficie
- Galerías de Ascensores

**E. Estación**

Obra Gruesa:

- Losa radier
- Escaleras

- Accesos
- Andenes
- Puente Mesanina
- Recintos Técnicos

**F. Edificio Estación y Accesos**

Obra Gruesa:

- Locales técnicos
- Escaleras

**G. Recintos SER**

Obra Gruesa:

- Fundaciones
- Radieres
- Albañilerías
- Hormigones
- Armaduras
- Cubiertas

**H. Instalaciones**

- Electricidad Alumbrado y Fuerza
- Alcantarillado y Agua Potable
- Red de Telefonía
- Red de incendios
- Red de timbres y alarmas
- Red de circuitos internos de TV

**I. Terminaciones**

- Pisos y Cielos
- Pinturas y revestimientos

- Puertas y Ventanas
- Muebles

Se hace hincapié en que el listado precedente tiene carácter de proposición, debiendo el Consultor proponer la estructura definitiva que sea compatible con el presupuesto de construcción, modalidad de contratación (suma alzada, serie de precios unitarios, proforma), cubicaciones, Especificaciones Técnicas y Bases de Medición y Pago, conforme a los alcances de la presente Licitación. Esta propuesta deberá ser acordada con Metro.

#### **IV.8. Cubicaciones**

El Consultor debe emitir la cubicación detallada de cada ítem del presupuesto, entregando la memoria de cálculo, que respalda el procedimiento, operatoria y comentarios considerados para su elaboración, haciendo referencia a los planos y/o documentos utilizados.

#### **IV.9. Bases de Medición y Pago**

El Consultor deberá elaborar una Base de Medición y Pago cuya finalidad es definir la unidad de medida y los requerimientos de pago de cada partida. Se especificará para cada partida lo que está incluido en el pago y la forma en que se cubicará, para efectos de establecer los respectivos Estados de Pago en la etapa de construcción y ejecución de las Obras, de acuerdo con el siguiente esquema:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| A.- Descripción de la Partida: | Se debe definir la actividad a realizar e identificar la ubicación de las obras. |
| B.- Materiales:                | Se debe especificar los materiales a utilizar en la ejecución del ítem.          |
| C.- Método Constructivo:       | Se debe entregar una descripción detallada de los procedimientos.                |

En los casos que sean necesarios, se deberá describir los sistemas de prefabricación (transporte, almacenamiento, izaje, etc.), y el montaje de elementos. Se deberán estudiar y diseñar sistemas constructivos particulares para cada una de las obras especiales que deban ejecutarse en forma provisoria para la construcción de la Línea 9.

D.- Unidad de Medida y Pago: Se debe definir la unidad de medida y los requerimientos de pago de la partida.

#### **IV.10. Presupuesto estimativo de Construcción**

El Consultor deberá entregar, de acuerdo con lo que defina Metro S.A. durante el desarrollo del proyecto, un presupuesto estimativo como un producto de la Ingeniería de Detalle expresado en Unidades de Fomento, que incluya todos los ítems, partidas y subpartidas necesarias para la correcta ejecución de las obras diseñadas por la Consultoría.

A fin de identificar tempranamente todas las partidas críticas de obra en cuanto a tiempos de provisión y costos, el Consultor deberá ir preparando el desglose de éstas a la par de todos los diseños e inclusive de modo previo cuando sea posible, debiendo indicar los costos de las obras proyectadas. El presupuesto se debe ir realizando en paralelo al desarrollo de la Consultoría y estar disponible para cuando Metro lo requiera.

Para la determinación de este presupuesto, el Consultor deberá considerar las cantidades de obra, cuando corresponda, con una precisión de un decimal y para los precios unitarios, valores parciales de cada ítem y total del presupuesto, los determinará con dos decimales, aproximando a la milésima superior, que son coincidentes con futuros Contratos de Construcción.

#### **IV.11. Programa general de Construcción**

El estudio de Ingeniería incluye tanto el Proyecto como los programas de ejecución necesarios para la total construcción de cada uno de los contratos de obras civiles.

Los documentos del Proyecto se desarrollarán considerando construcción en forma separada por:

- Construcción de Piques, Galerías y Túneles (Quebradoras por Grupos o área según corresponda)
- Construcción de obras civiles de estación (Quebradoras por Grupos o área según corresponda)
- Obras exteriores asociadas a cada frente de trabajo

El Consultor deberá entregar el programa de construcción de cada tramo, en formato Primavera P6 y como diagrama Tiempo/Camino. Se debe considerar que el programa de construcción, itemizado y cubicaciones que vaya construyendo el consultor debe ser de acuerdo a una estructura de desglose homologada. La designación de tramos y sectorización indicada en



Ingeniería es sólo referencial, pudiendo modificarse durante la Ingeniería de Detalle, a propuesta del Consultor, a solicitud de Metro S.A. y/o en función del Programa de Construcción a desarrollar por el Consultor. El programa de Construcción deberá ir desarrollándose de manera preliminar en paralelo a la consultoría y estar disponible para cuando Metro lo requiera. Además, el programa deberá contener los principales Hitos del proyecto. Metro podrá sugerirlos según las necesidades del proyecto.

Para la entrega de los de los Programas de Construcción, el Consultor deberá incluir la fuerza laboral estimada (Horas Hombre HH) que deben respaldar y/o coincidir con los rendimientos desarrollados con la estimación de plazos de cada actividad y Horas Maquinas (HMáq), además los recursos que deben ser respaldados en función de los rendimientos de cada partida calculados según las cubicaciones (Cantidades de Obra) del Proyecto. Los recursos deben ser incorporados a cada actividad del Programa de Construcción. Para la entrega de dicho Programa, se debe adjuntar el Programa en archivo .XER y .PDF el que debe mostrar al menos las siguientes columnas:

- Activity ID
- Activity Name
- Original Duration
- Start
- Finish
- Budgeted Labor Units
- Horas Máquina
- Total Float

Además, con la entrega del Programa de Construcción Nivel II, se deberán adjuntar los siguientes respaldos:

- Bases y supuestos de la Programación.
- Curva "s" general de Construcción y Curva "S" por frente de Trabajo tabulada semanal.
- Manpower
- Histograma de equipos y Maquinarias.

También se deberán entregar con la respectiva memoria de cálculo (rendimientos en cantidades de obra, HH, etc.), la que será utilizada como cartilla de control de avance físico o llamada

Weekly.

## **V. ALCANCE ETAPA B: SUPERVISIÓN DE OBRA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO**

La Supervisión de Obra, conocida también como SDO, es ejercida por 2 instancias:

- Supervisión General:  
Se ejerce por parte del Personal Clave de la Etapa A.
- Supervisión Específica:  
Se ejerce a través de la designación de un equipo de profesionales con dedicación exclusiva durante todo el período de construcción del proyecto, y que haya participado de la Etapa A.

El alcance de la Etapa B de la Consultoría se desarrolla a continuación.

### **V.1. Alcance de la Supervisión General**

Las funciones de la Supervisión General incluyen pero no se limitan a:

- A. Efectuar visitas semanales a las obras en construcción o según se acuerde con Metro S.A.
- B. Anotar las observaciones, aclaraciones y recomendaciones que el desarrollo de las obras le merezcan. Para estos efectos, se mantendrá un "Libro de Obra del Consultor", en formato digital (ACONEX) con este exclusivo objeto.
- C. Emitir Informes Mensuales dirigidos a Metro S.A., señalando los aspectos más importantes observados durante sus visitas a las obras, los problemas suscitados, las soluciones adoptadas y su materialización en la obra.
- D. Presentar un informe al término de la obra, en el que se incluya una síntesis de lo acontecido durante la construcción de la obra.
- E. Dar solución oportuna y efectiva ante cualquier requerimiento del Metro S.A. respecto de indefiniciones y errores del Proyecto, situaciones no especificadas en el

mismo, solución de imprevistos, etc.

F. Nombrar a un profesional del equipo Consultor, para que lo reemplace en situaciones calificadas, ante Metro S.A.

G. Revisión de planos de fabricación de estructura metálica. (Puente mesanina u otros)

El equipo estará compuesto de los siguientes profesionales, quienes deben haber formado parte del equipo de la Etapa A:

- Jefe de Proyecto.
- Jefe de Túneles.
- Jefe de Estructuras.
- Control de proyecto.

## **V.2. Alcance de la Supervisión Específica**

Se debe considerar un equipo de Supervisión Específica. Los profesionales de la Supervisión Específica deben haber participado de la respectiva Etapa A y, además, deben ser de la planta permanente del Consultor.

El equipo estará compuesto por las siguientes categorías profesionales con los años de experiencia indicados en las Bases correspondientes. Se debe contemplar un (1) equipo compuesto por los siguientes profesionales:

- Ingeniero Civil Especialista en Túneles.
- 1 Geólogo o ingeniero Geotécnico.
- Ingeniero Civil con especialidad en Estructuras.
- Projectista Civil.

El Consultor deberá individualizar en su Oferta Técnica a los profesionales que designará para el cumplimiento de estas funciones.

El personal de la Supervisión Específica funcionará de tiempo completo en dependencias de la Inspección Técnica de Obra (ITO). Su horario deberá ajustarse a lo indicado en las Bases Administrativas que rigen el proyecto, debiendo trabajar a lo menos durante el mismo horario diurno en que labora la ITO, e inclusive fuera del horario habitual, si el desarrollo de las obras de construcción así lo requiere.

Los profesionales designados a cumplir las labores de asesoramiento de la Inspección Técnica y de coordinación entre ésta última y el Consultor en obra (SDO) deberán realizar entre otras acciones las siguientes:

- A. Responder a los Requerimientos de Información (RDI) de la ITO y emitir Instrucciones de Ingeniería (INIs) a través de la ITO, ambos vía Aconex, de acuerdo con el procedimiento de Metro. Las respuestas deberán ser oportunas, por lo cual, se exigirá cumplir con un plazo máximo de respuesta a definir, pero que no deberá ser mayor a 5 días corridos.
- B. Prestar permanente apoyo a la Inspección Técnica, asesorándola en materias tales como interpretación de planos, definición de métodos y secuencias constructivas, confección de planos y esquemas de detalles, supervisión en el cumplimiento de especificaciones, de confección y/o montaje de elementos estructurales metálicos, prefabricados de hormigón, etc., aprobación de equipos y maquinarias especiales utilizadas por la Empresa Constructora, diseños de hormigones, etc.
- C. Efectuar por escrito ante la Inspección Técnica las observaciones derivadas del desarrollo de su labor, además de aclaraciones de aspectos relativos a planos, cálculo estructural u otros.
- D. Realizar una labor de coordinación entre Metro S.A., Inspección Técnica y el Consultor en todos los casos en que a solicitud y juicio de la Inspección Técnica o de Metro S.A. así se requiera.
- E. Realizar ajustes y/o complementos a los diseños del presente contrato. Interpretar y validar las mediciones de monitoreo en forma diaria, informando a Metro S.A. sobre el cumplimiento del modelo predictivo y recomendando las acciones a ejecutar cuando corresponda.
- F. Apoyo a la ITO en el análisis e interpretación de los resultados de control de calidad efectuado por el propio contratista de construcción.
- G. Ejecutar inducción a la gerencia de construcción del proyecto sobre aspectos de la construcción, en los que deba presentar las secuencias constructivas, tipos de obras y las características principales del proyecto.
- H. Llevar en un documento único el **control semanal** con las INIs, RDI y SDI del proyecto, considerando al menos los siguientes aspectos: Número o código del documento, fecha de inicio flujo de trabajo de INI, RDI o SDI, fecha de entrega (real o prevista) y motivo por el cual se genera el documento. Es obligación de la SDO y

del jefe de proyecto del consultor velar porque este documento se mantenga actualizado semanalmente. Dicho documento debe ser además incluido en los informes mensuales del consultor.

- A. Mantener perfiles estratigráficos actualizados que reflejen la situación real encontrada en los terrenos excavados, respecto a lo proyectado en la mecánica de suelos, para lo anterior se deben incorporar fotos de secciones representativas del túnel excavado y el perfil longitudinal de lo proyectado respecto a lo excavado.

En caso de que Metro S.A. considere que los profesionales encargados de la Supervisión Específica no cumplen adecuadamente sus funciones durante la etapa de construcción, éste podrá, a su sólo juicio, exigir su remplazo total o parcial.

Durante el periodo de vacaciones legales u/o ausencia por otros motivos del equipo de la supervisión específica, el Consultor deberá presentar un reemplazo el cual deberá ser validado por Metro, para que cumpla las funciones respectivas sin dejar de atender los requerimientos diarios.

## **VI. ALCANCE DEL PERSONAL PARA LA CONSULTORÍA**

Para el desarrollo del Proyecto, el Consultor debe proponer un equipo de profesionales según las características que se señalan en el presente capítulo. Se identifican 3 ítems:

- **Profesionales Clave:**

Jefe de Proyecto, Jefe de Estructuras, Jefe de Túneles, Encargado de Medio Ambiente, Jefe de Arquitectura.

- **Profesionales de Área:**

Ingenieros a cargo de áreas y/o de equipos de la Consultoría. Profesionales de interfaces y constructibilidad.

- **Profesionales de Supervisión Específica (para Etapa B):**

Según definición dada en el capítulo anterior.

Cabe destacar que los Profesionales Clave son quienes ejercen la Supervisión General consignada en el capítulo anterior. Por tanto, en caso de que durante la Etapa B alguno de estos profesionales no pueda seguir ejerciendo su función, el Consultor deberá informar a Metro S.A. y proponer un reemplazante de igual o mayor experiencia, el cual deberá ser aprobado por Metro.

Se deben considerar 1 equipo de profesionales de la especialidad estructural y 1 equipo de la especialidad de túneles, con sus respectivos líderes de área, que aborden en paralelo el desarrollo de sus respectivas disciplinas considerando la complejidad de las estaciones de la presente consultoría y el cumplimiento de los hitos del proyecto. Los equipos antes mencionados dependerán del líder de disciplina respectivo.

Los Profesionales de Supervisión Específica podrán ser cubiertos por Profesionales de Área, pero no así, por Profesionales Clave, ya que la Supervisión Específica no puede prescindir de una instancia de jefatura superior.

Metro S.A. podrá solicitar en cualquier momento, a su sola discreción, el remplazo de cualquiera de los profesionales del Consultor, lo que se comunicará por escrito a éste, quien deberá proponer a un nuevo profesional dentro del plazo de 10 días corridos.

Los perfiles del cuerpo de profesionales de la Consultoría se detallan en Bases de Licitación **(L9-C07022-NR-0-7CO-BAS-0001)**. Cabe destacar que la experiencia profesional se considera desde la fecha de titulación, mientras que la experiencia específica según se deduzca del C.V. de cada profesional. La no mención de profesionales en determinadas especialidades no implica que no sean requeridos por la Consultoría.

## **VII. ANTECEDENTES QUE PROPORCIONA METRO S.A.**

### **VII.1. Documentos para el Estudio de la Propuesta**

- a) Términos de Referencia del Estudio, que incluye sus Anexos.
- b) Bases de Licitación Generales que incluye Modelos de Formularios y Volúmenes específicos.
- c) Bases de Licitación Particulares.
- d) Ingeniería Básica de OOC de Línea 9.

### **VII.2. Documentos a entregar durante el Proceso de Licitación y/o Desarrollo del Proyecto**

- a) Informe validación poligonal IB.
- b) Mecánica de Suelos desarrollada por Metro.
- c) Criterio de Diseño de Trazado y vías entregado por Sistemas de Metro S.A.
- d) Bases y Lineamientos de Diseño de las principales especialidades: Arquitectura, Túneles, Estructuras e Instalaciones.

- e) Requisitos para la Gestión de Interfaces entre Sistemas y Obras Civiles y Documentos de Interfaces por Especialidad de Sistemas.
- f) Criterios de Diseño Generales de Sistemas y Equipamiento.
- g) Catastros de Servicios Secos y Húmedos.
- h) Tabla de superficies y requerimientos de recintos técnicos y operacionales por estación.
- i) Equipamiento de Recintos técnicos y disposición de equipos.
- j) Manual de Accesibilidad Universal.
- k) Requisitos de Gestión, Aseguramiento y Control de Calidad para Consultores de Ingeniería.
- l) Requisitos para la Gestión de Riesgos.
- m) Requisitos Cronogramas de Trabajo de Ingeniería de Detalles.
- n) Requerimientos y alcances Asesoría Ambiental Línea 9.
- o) Procedimientos de Gestión Documental Metro: Emisión y codificación de entregables M-15GD-PRO-0001, e Instructivos: Gestión Planos As-Built **M-15GD-INS-0001**, Instructivo Uso Viñeta Tipo **M-15GD-INS-0002** y otros que norman el uso de Aconex.

## **VIII. ANEXOS**

### **VIII.1. Anexo 1: Planos a Desarrollar por el Consultor**

El Consultor deberá estimar la cantidad de planos que ejecutará por especialidad y por área que constituye del proyecto.

A continuación, se incluye una descripción general, y a modo de ejemplo, del contenido de los planos que deberá entregar el Consultor, para la construcción de la obra, de acuerdo con los tramos en que se ha subdividido el sector, para efectos de las licitaciones para la construcción de las obras civiles.

La omisión de algún plano en este listado no exime al Consultor de su responsabilidad de presentar la totalidad de los planos que requiere el Proyecto.

#### **1. Planos de Topografía**

##### **1.1. Topografía:**

Planta: Contiene el trazado de la Línea a escala 1/250. Informa sobre rectas y curvas, kilometrajes, tipos de obras, ubicación de estaciones, puentes, puntos singulares, clotoideas, empalmes, radios, puntos de tangencia, comienzo y fin curva. Datos que irán incluidos en el eje de la obra civil, que será entregado en detalle al Consultor.

Levantamiento taquimétrico: Planta escala 1/200 muestra levantamiento a través de avenidas, calles, eje de trazado Metro, soleras, etc. incluye cortes obras importantes a escala 1/100.

1.2. Trazado en Planta: (incluyendo referencia a planos de las obras)

Contiene planta escala 1/500 muestra trazado de Línea, emplazamiento de estaciones, tomando como referencia las coordenadas E y N, además de los puntos kilométricos. Debe contener otras informaciones como, por ejemplo: ubicación de nichos eléctricos, plantas elevadoras aguas lluvia en túneles interestaciones, recesos en el radier civil que se entrega a Vías, piques con obras civiles para ventilaciones.

1.3. Perfil Longitudinal:

Contiene perfil escala 1/500 H y 1/50 V indica zonas específicas, por ejemplo, zona estación, inicio y término del sector, cotas terreno, cotas de riel, pendientes y gradientes, distancias acumuladas, distancia entre estaciones, rectas y curvas, kilometrajes y tipos de obras y sus planos. Debe contener otras informaciones como por ejemplo: ubicación de nichos eléctricos, plantas elevadoras aguas lluvia en túneles interestaciones, recesos en el radier civil que se entrega a Vías, piques con obras civiles para ventilaciones.

## **2. Planos de Estructura**

El Consultor deberá entregar planos para construir, en formato A1 (841 mm x 594 mm) con viñeta según diseño Metro S.A., escalas uniformes, incluyendo plantas, elevaciones, cortes, detalles, isométricas, indicaciones generales, especificaciones, diagramas, tolerancia de medidas, posición y doblado del acero, listado de barras de acero por plano, prefabricados de vigas (montaje, transporte, apoyo, etc.), hipótesis y memorias de cálculos.

Los planos de estructura deben estar acorde con los planos existentes de arquitectura.

2.1. Obras Civiles en Túneles Estaciones

Para los elementos desarrollados a nivel de Ingeniería de Detalle (i.e. andenes y puente entre andenes), se deben proveer todos los planos necesarios para acompañar la construcción, además de las especificaciones y cubicaciones.



Vigas pretensadas. Elevación escala 1/25, cortes escala 1/10. Enfierraduras, detalles estribos, ubicación cables, especificaciones acero, hormigón, cuadro barras.

En caso de proyectar elementos pretensados, el Consultor deberá especificar claramente las características del producto final, con todos sus detalles y tolerancias geométricas, las condiciones de izaje, manejo, transporte y almacenamiento de estos elementos.

2.2. Obras especiales (nichos, cruces y puntos singulares)

Planos generales con el dimensionamiento y diseño correspondiente.

### **3. Planos de Túneles**

El Consultor deberá entregar planos para construir, en formato A1 (841 mm x 594 mm), con viñeta según diseño Metro S.A., escalas uniformes, incluyendo plantas, elevaciones, cortes, detalles, isométricas, indicaciones generales, especificaciones, diagramas, tolerancia de medidas, posición y doblado del acero, listado de barras de acero por plano, prefabricados de vigas (montaje, transporte, apoyo, etc.), hipótesis y memorias de cálculos.

El Consultor deberá entregar planos de túneles desarrollados según el método NATM, indicando en ellos los tipos de secciones a lo largo del trazado. Los planos deberán indicar la materialidad de los elementos de sostenimientos a utilizar detallando las armaduras de revestimiento y las especificaciones de los marcos. Se deberá indicar en planos las secuencias constructivas de los túneles, las que deben indicar claramente las etapas de construcción y las consideraciones que se deben tener al momento de la construcción.

Los planos de piques tanto de construcción como de estaciones deben considerar desde la construcción del brocal hasta la conexión a la galería de acceso. Deberá indicar el detalle de los elementos estructurales proyectados para la construcción, además de las secuencias constructivas.

### **4. Planos de modificaciones y/o sustentaciones de Servicios Públicos**

- 4.1. Sustentación agua potable, alcantarillado, aguas de lavado, aguas lluvias y canales.
- 4.2. Coordinación de modificaciones con otros servicios, gas, electricidad, teléfono, télex, redes de datos, alumbrado público, semáforos, etc.

### **5. Planos de Obras Anexas**

- 5.1. Demoliciones obras que interfieren en la construcción
- 5.2. Protección y socializado de edificios existentes.

---

**6. Otros Planos**

- 6.1. Programas constructivos.
- 6.2. Obras singulares.
- 6.3. Sistemas de drenaje.
- 6.4. Planos de Instalaciones de Faenas
- 6.5. Planos para exposiciones y charlas.

Este punto se refiere a entregar algunos planos que permitan exponer el Proyecto ante la comunidad y autoridades u organismos públicos competentes.

**7. Ubicación de Puntos de Monitoreo en Edificios Patrimoniales**

El Consultor debe contemplar al menos los siguientes planos, coloreados:

Trazado	: 1 plano
Estaciones (cada una)	: 5 planos (Nivel Superficie, Otros Niveles y Corte)
Métodos Constructivos	: 6 planos

Todos los planos señalados, deberán cumplir las condiciones necesarias y contener los detalles necesarios para el perfecto conocimiento de las dimensiones para poder construir.

El Consultor deberá entregar para cada uno de los contratos de construcción, y para cada emisión, un archivo nativo original en formato Autocad 2010 o superior, compatible y ejecutable desde Autocad 2007 y un archivo en Acrobat extensión .pdf.