



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

**TÉRMINOS DE REFERENCIA
MONITOREO DE DEFORMACIONES PARA LAS EXCAVACIONES DE PIQUES,
GALERÍAS Y TÚNELES DE LA LÍNEA 7
METRO DE SANTIAGO**

0	28-09-20	Licitación	Gerencia de Ingeniería, Arquitectura y OOC		
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
		L7-C03021-NR-0-7CO-TDR-0001			Página 1 de 27
					Revisión 0

Este Documento es propiedad de METRO S.A.

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

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	4
1.1.	Antecedentes.....	4
1.2.	Objetivos.....	5
2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	5
2.1.	Tramo 1.....	6
2.2.	Tramos 2, 3 y 4.....	6
2.3.	Tramo 5 y 6.....	7
3.	PARTICIPACIÓN DE METRO S.A.....	8
4.	RELACIÓN DEL CONSULTOR CON METRO S.A. Y OTRAS UNIDADES.....	8
5.	ALCANCES DE LOS SERVICIOS DE UNIDAD DE MONITOREO.....	9
5.1.	Software y Visualizador de Monitoreo de Deformaciones.....	10
5.2.	Personal de la Unidad de Monitoreo.....	12
5.3.	Monitoreo de Deformaciones.....	13
5.4.	Controles Topográficos para Túneles.....	15
5.5.	Entregables.....	15
5.6.	Suministro de Dispositivos de Monitoreo.....	18
6.	PERSONAL REQUERIDO PARA EL CONTRATO.....	19
6.1.	Perfil Profesionales Clave.....	21
6.2.	Perfil Profesionales y Técnicos.....	22
7.	EQUIPAMIENTO DE APOYO PARA EL SERVICIO.....	24
8.	JORNADA LABORAL.....	26
9.	LETRERO ACTIVIDADES EN TERRENO.....	26
10.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A SUMINISTRAR.....	26



TÉRMINOS DE REFERENCIA

MONITOREO DE DEFORMACIONES PARA LAS
EXCAVACIONES DE PIQUES, GALERÍAS Y TÚNELES DE LA
LINEA 7

Rev. 0

Fecha: 23-09-2020

11.	ANEXOS	28
------------	---------------------	-----------

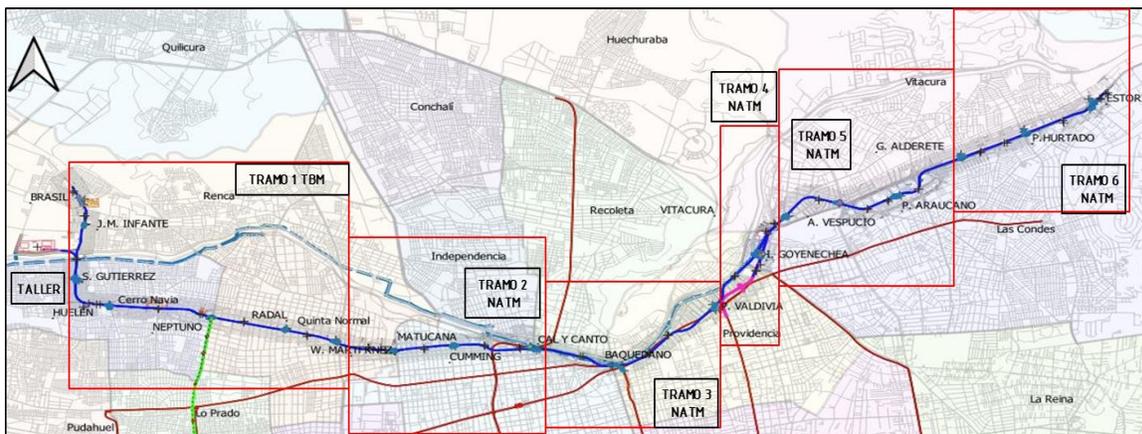
1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1. Antecedentes

Metro es una sociedad del Estado constituida bajo régimen de sociedad anónima, presidida por un directorio y cuyos accionistas son el Fisco de Chile y la Corporación de Fomento de la Producción.

La Empresa Metro de Santiago S.A. está desarrollando el Proyecto de la Línea 7 que forma parte del Plan de Inversiones en Transporte Urbano, cuyo objetivo es conectar la comuna de Renca con la de Vitacura en un trazado paralelo a la Línea 1 que ayudará, además a descongestionar dicha Línea de la red de Metro. El trazado contempla 26 km desde Vicuña Mackenna con Av. Brasil en la comuna de Renca hasta Av. Las Condes con Estoril en la comuna de Las Condes.

La futura Línea 7 se ejecutará en subterráneo en toda su longitud, desarrollándose casi en su totalidad al sur del río Mapocho. A lo largo de este trazado se plantea la construcción de diecinueve estaciones, dos de ellas de triple combinación (Cal y Canto, y Baquedano), otras dos de doble combinación (Pedro de Valdivia e Isidora Goyenechea), dos de término (Brasil y Estoril) y los trece restantes de paso, con un tramo en cola de maniobras en los extremos. Además, en este proyecto también se contempla la ampliación de la Línea 6 hasta la estación de Isidora Goyenechea que se diseña como estación de combinación entre L6 y L7. Para efectos de construcción, Metro ha separado el proyecto en seis tramos denominados 1, 2, 3, 4, 5 y 6.



Durante la construcción de las OOC y Subterráneas se requiere de una Unidad de Monitoreo, la cual realizará y proporcionará las mediciones topográficas que se traducirán

en deformaciones del suelo y estructuras aledañas, para ello Metro S.A. requiere licitar el "Monitoreo de deformaciones para las Excavaciones de Piques, Galerías y Túneles de la Línea 7 de Metro de Santiago".

1.2. Objetivos

El objetivo de la presente licitación pública, es seleccionar a las Empresas de servicios con experiencia demostrable en "Monitoreo de Deformaciones para las Excavación de Piques, Galerías y Túneles", dentro de los alcances de los Términos de Referencia. A través de personal altamente calificado, con una calidad curricular de los **profesionales claves** y técnicos que participen de dicha licitación, además de la utilización de un **software** de administración, evaluación y representación gráfica de los resultados de mediciones de deformaciones bajo un sistema online, la cual deberá ser acorde a proyectos de gran envergadura, y que sea demostrable su utilización en proyectos similares.

Estos aspectos serán evaluados en forma especial durante la etapa de licitación según lo señalado en las Bases de licitación.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los presentes Términos de Referencia son la base para el proceso de licitación pública y posterior contratación de los servicios denominados "Monitoreo de Deformaciones para las Excavaciones de Piques, Galerías y Túneles de la Línea 7 del Metro de Santiago S.A".

La empresa adjudicada está obligada a desarrollar, ejecutar y cumplir todos aquellos trabajos, tareas, obligaciones, estudios, informes y asesorías que constituyen el Monitoreo de Deformaciones, y que se definen en el presente documento.

Metro podrá modificar los tramos o frentes de trabajo a monitorear durante la construcción de la Línea 7, las cuales inicialmente se agruparán de la siguiente forma:

2.1. Tramo 1

Considera la construcción de 7 estaciones, 6 piques de ventilación y un pique de construcción, para una longitud aproximada de 8,1 km, de los cuales 7,14 Km de túnel interestación ejecutados con TBM, 0,96 Km ejecutados con el método de NATM y 600 metros de túnel de acceso a Cocheras y Talleres. Para los tramos a excavar con la metodología NATM, se contará con controles en superficie y túneles, en cambio con sistemas TBM sólo se contará con controles de deformaciones superficiales. Considerando los siguientes puntos singulares:

- Túnel interestación entre la Estación Brasil y la Estación Jose Miguel Infante tramo donde se desarrolla la curva de aprendizaje de la TBM.
- Atraveso bajo Río Mapocho y Autopista Costanera Norte.
- Túnel interestación con radio de curvatura 250 m desde Av. Vicuña Mackenna hacia Av. Mapocho (curva bajo servidumbre).
- Zona previa y posterior al macizo de roca del Cerro Navia.
- Zona previa y posterior a Estación Radal (suelo fino)
- Edificio Condominio Entre Ríos PK 7+850.

La frecuencia establecida de monitoreo de deformaciones en el tramo con TBM será de dos veces al día con sus respectivos reportes y gráficos.

Los frentes de trabajo son:

- Estación Brasil, Pique Rectangular.
- Estación José Miguel Infante, Pique Rectangular.
- Pique de construcción PC-01, Pique Cenital.
- Estación Salvador Gutiérrez, Pique Circular y Galería.
- Estación Huelén, Pique Circular y Galería.
- Estación Neptuno, Pique Circular y Galería.
- Estación Radal Pique Circular y Galería.
- Estación Walker Martínez, Pique Rectangular.

2.2. Tramos 2, 3 y 4

Considera la construcción de 6 Estaciones, 8 Piques de Construcción y 3 Piques de Ventilación con sistema NATM para una longitud aproximada de 10,4 km. Considerando los siguientes puntos singulares:

- Atraveso bajo líneas existentes en Estación Cal y Canto (Línea 2 y línea 3),
- Atraveso bajo líneas existentes en Estación Baquedano (Línea 1 y Línea 5),
- Atraveso bajo líneas existentes en Línea 1, al oriente de Baquedano, PK 13+700.
- Atraveso bajo líneas existentes en Línea 1, en Pique Construcción PC-11, PK 14+750.
- Atraveso bajo líneas existentes en Línea 1, al Poniente de Estación Pedro de Valdivia, entre el PK 15+400 al 15+700.
- Atraveso bajo Autopista Central,
- Edificio Ex Hotel Bristol,
- Conjunto Habitacional Aillavilu,
- Edificio Hotel Lereve (Al Oriente de Estación Pedro de Valdivia),
- Edificios Históricos y Estacionamientos en Providencia.

Los frentes de trabajo son:

- Pique de construcción PC-06 Pique Circular y Galería.
- Estación Matucana, Pique Rectangular.
- Pique de construcción PC-07, Pique Circular y Galería.
- Estación Cumming, Pique Rectangular.
- Pique de construcción PC-08, Pique Circular y Galería.
- Estación Cal y Canto, Pique Rectangular y Galería.
- Pique de construcción PC-09, Pique Ovalado y Galería.
- Estación Baquedano, Pique Circular y Galería.
- Pique de construcción PC-10, Pique Circular y Galería.
- Pique de construcción PC-11, Pique Circular y Galería.
- Estación Pedro de Valdivia, Pique Ovalado y Galería.
- Pique de construcción PC-12, Pique Ovalado.
- Estación Isidora Goyenechea, Pique Rectangular.
- Pique de construcción PC-13, Pique Circular y Galería.

2.3. Tramo 5 y 6

Considera la construcción de 6 Estaciones y 6 Piques de Construcción con sistema NATM para una longitud aproximada de 7,6 km. Considerando los siguientes puntos singulares:

- Atraveso bajo el Nudo Kennedy (Ex-Rotonda Perez Zujovic)
- Edificios Históricos,
- Atraveso Autopista Presidente Kennedy con Américo Vespucio Norte,

- Edificio Colegio Alemán
- Puentes en eje Kennedy Gerónimo Alderete, Padre Hurtado y Estoril.

Los frentes de trabajo son:

- Estación Vitacura, Pique Circular y Galería.
- Pique de construcción PC-14, Pique Circular y Galería.
- Estación Vespucio Pique Circular y Galería.
- Pique de construcción PC-15, Pique Ovalado y Galería.
- Estación Parque Arauco, Pique Circular y Galería.
- Pique de construcción PC-16, Pique Circular Cenital.
- Estación Gerónimo de Alderete, Pique Circular y Galería.
- Pique de construcción PC-17A, Pique Ovalado y Galería.
- Estación Padre Hurtado, Pique Rectangular y Galería.
- Pique de construcción PC-19, Pique Ovalado y Galería.
- Estación Estoril, Pique Rectangular y Galería.
- Pique Circular Estoril Sur
- Pique Rectangular -PV11

3. PARTICIPACIÓN DE METRO S.A.

METRO S.A., a través de la Gerencia Corporativa de Ingeniería, tendrá a su cargo la administración integral del Proyecto de Monitoreo de deformaciones para las excavaciones de Piques, Galerías y Túneles de la Línea 7 del Metro de Santiago.

La licitación dará origen a un contrato, el cual se regirá en todos sus alcances por las Bases de Licitación, Contratos, Términos de Referencia, Aclaraciones y Respuestas a Consultas, de la presente licitación.

4. RELACIÓN DEL CONSULTOR CON METRO S.A. Y OTRAS UNIDADES

Para todos los efectos de este Contrato, METRO S.A. designará un profesional y/o una firma Asesora que lo representará durante todo el desarrollo de los trabajos, que actuará como "Unidad Coordinadora" y es con quien las empresas se relacionarán directamente.

Adicionalmente, el servicio deberá desarrollar sus funciones, interactuando permanentemente con el Contratista de OCCC Subterráneas (Piques, Galerías y Túneles), la Unidad Supervisora del Proyectista (SDO) y la Inspección Técnica de Obras (ITO).

5. ALCANCES DE LOS SERVICIOS DE UNIDAD DE MONITOREO

Los servicios de Monitoreo de deformaciones para la Línea 7, se han dividido en dos Contratos. Donde el primero se encuentra conformado por los Tramos 1, 2, 3 y 4, mientras el segundo por el Tramo 5 y 6..

Los servicios que prestarán las empresas especialistas en Monitoreo de Deformaciones, actuarán bajo el nombre de "Unidad de Monitoreo" y se entenderá en su más amplia acepción, e incluirá entre otros aspectos administrativos, técnicos, de control de calidad y aquellos relacionados con el cumplimiento de la normativa ambiental y de seguridad. En consecuencia, deberá contemplar todos los recursos para la obtención de resultados óptimos en la gestión que se le encomienda, no pudiendo en ningún caso condicionar su trabajo a aspectos que, a su juicio, no están contemplados en los presentes términos de referencia, que merezcan interpretación u otras causas de orden similar.

Los alcances de la Unidad de Monitoreo, tendrán relación con el Monitoreo de Deformaciones para las excavaciones de Piques, Galerías y Túneles de la Línea 7. Para ello, proporcionarán mediciones topográficas en forma sistemática tanto al interior de los túneles como en superficie, para los diferentes frentes de excavaciones, las cuales constituirán una base de datos que permitirán durante la construcción, efectuar las verificaciones de las hipótesis de partida consideradas en el diseño de las estructuras subterráneas, además de proveer la información necesaria para confirmar la integridad y estabilidad del túnel y las estructuras aledañas ubicadas en superficie, permitiendo verificar que los elementos de sostenimiento instalados sean suficientes para satisfacer los criterios de diseño. Además, servirá como elemento de juicio para la instalación de elementos de sostenimiento especiales y de la integridad de las edificaciones que se encuentren dentro del área de influencia de las excavaciones.

En particular se deberá considerar los instrumentos necesarios y apropiados para realizar la medición en:

- Punto de control de asentamiento superficial (AS)
- Punto de control de asentamiento profundo (AP)
- Punto de control de asentamiento de estructuras o edificios (ASV)

- Punto de control convergencia (PC)
- Sistemas automatizados, Mems, Tilt Meter, etc. Para puntos singulares especiales, de acuerdo al Capítulo 2.2.

Para lograr los objetivos, deberán implementar un **Sistema Integral de Gestión** que asegure, en todo momento la disponibilidad de la información necesaria para evaluar el comportamiento de las deformaciones ocasionadas por las excavaciones y de su contorno. Una **Organización altamente calificada** y equipada con los recursos y procedimientos adecuados para garantizar la calidad de los entregables. METRO S.A. busca que los participantes potencien estos dos puntos, donde el Software y los Profesionales son la base del sistema de monitoreo a implementar para este servicio.

Dentro de los alcances de la Unidad de Monitoreo, se establecen controles topográficos al interior de los túneles con frecuencia aleatorios y esporádicas, los cuales no implicarán un aumento en las labores del servicio de Monitoreo. Estos controles permitirán verificar el correcto alineamiento del túnel, los que serán contrarrestados con los datos de la ITO y el Contratista. Ante cualquier eventualidad o diferencias, el personal estará disponible para formar parte de una mesa de trabajo en conjunto con sus pares.

Las empresas postulantes deberán entregar en su oferta técnica, una metodología completa a implementar desde la toma de datos, cálculo, procesamiento y distintas alternativas de entregables. Se debe indicar paso a paso cada una de las etapas hasta llegar al producto final. Esta metodología debe abordar aspectos técnicos, administrativos, de seguridad y de calidad en el ámbito de la topografía para túneles como para el monitoreo de deformaciones. Además, deberá considerar metodología y suministro de dispositivos a implementar en aquellos puntos singulares (Capítulo 2.2), como por ejemplo en cruce con líneas operativas.

5.1. Software y Visualizador de Monitoreo de Deformaciones

Las empresas deberán contar con un **Software** de administración, evaluación, cálculo y representación gráfica, con el apoyo de un visualizador de resultados de deformaciones online, a través del uso de plataformas de internet. Este software será un sistema integral de alta calidad, cubriendo las labores desde el cálculo de las mediciones desde terreno hasta contar con los entregables bajo una plataforma online. Además, este software deberá cumplir con lo siguiente:

- El software deberá complementarse con aplicaciones para el control topográfico al interior de los túneles.
- El software debe cumplir con un sistema integrado de fácil utilización y amigable, compatible con otros softwares (Visualizadores, Cad, comunicación con instrumentos topográficos como niveles digitales y estaciones totales, sensores remotos, etc), que permitan maximizar los tiempos de cálculo, evaluación y emisión de entregables en los tiempos establecidos en el presente documento.
- El software será capaz de realizar el procesamiento o cálculo de todas las mediciones topográficas tanto en superficiales (Asentamientos), como al interior de los túneles (tridimensionales). Esto permite minimizar los tiempos de mediciones de las cuadrillas de terreno, dado que todo cálculo se realiza en oficina y no en terreno.
- El software será capaz de almacenar y administrar toda la data base del Sistema de Monitoreo de Deformaciones.
- El software será capaz de ajustar las mediciones topográficas para garantizar precisiones del sistema de Monitoreo (Temperatura, Presión, etc.). Estos datos deberán ser medidos por el personal de monitoreo a través de instrumental adicional e ingresada a la data de la medición.
- El software será capaz de generar Gráficos de Asentamiento. Estos gráficos pueden ser representados a través de asentamientos longitudinales v/s Tiempo o perfiles transversales a través de una campana invertida v/s Tiempo. Estos gráficos contarán con información de las deformaciones, avances de las fases de excavación, monografías o emplazamientos, sector, etc. Estos gráficos se agruparán de acuerdo a un PK, el cual contendrá cada uno de los puntos definidos en la monografía. El formato será propuesto por la Unidad de Monitoreo, con la calidad de una imagen de alta resolución, donde se pueda realizar acercamientos sin perder calidad de imagen.
- El software será capaz de generar Gráficos de convergencias. Estos gráficos deberán estar compuestos por las tres componentes, deformación vertical, deformación horizontal y longitudinal. Los puntos de control serán representados en un perfil transversal del túnel, acorde a la cota de riel y sección geométrica del túnel de acuerdo al PK controlado.
- El software será capaz de generar Gráficos a implementar en aquellos sectores singulares de acuerdo al capítulo 2.2.
- El software será capaz de generar distintos formatos de gráficos basados en secciones transversales o longitudinales.
- El software será capaz de generar Gráficos de avance de las distintas fases de excavación e incluidos en los gráficos de asentamiento y de convergencias.

- El software será capaz de generar compatibilidad con distintos sensores e instrumentación a definir en metodología.
- Distintos niveles de alarma, de acuerdo a las fases de excavación (Mínimo 4) y de acuerdo a las especificaciones técnicas de los consultores de cada tramo.
- Visualización de alarmas incorporadas en los gráficos de monitoreo.
- Alarmas configuradas para dar aviso vía e-mail, SMS y/o WhatsApp.
- Análisis y evaluación integrado en cada una de las fases.
- Reportes automatizados en forma diaria, semanal o mensual, a través de la plataforma online, la cual debe entregar un resumen de deformaciones, distintos formatos para la representación gráfica de las deformaciones, monografías o emplazamientos, avances de las frentes de excavaciones, etc.
- Exportación de datos en formato asequible para análisis posteriores y en acuerdo con la Supervisión de Obra.
- El software será capaz de generar una interface de comunicación con un visualizador del proyecto a través de una página web, online. Este sistema debe ser de una alta calidad gráfica.
- El software será capaz de procesar controles topográficos a través de la generación de secciones tipo, de acuerdo a un eje y la cota de riel. Esta información será proporcionada a través de una representación gráfica de la sección Teórica v/s Real. Identificarán claramente el sector, Pk, tipo de sección a controlar, representación gráfica de la sección real v/s la teórica con sus respectivas variaciones en centímetros.
- El software será capaz de calcular y compensar poligonales topográficas tanto en superficie como al interior de los túneles.
- El software será capaz de almacenar y administrar toda la data base del Sistema de Monitoreo y Topográfico.

La empresa de servicio adjudicada contará con un plazo máximo de 15 días, desde la fecha de inicio del contrato, para tener 100% operativo el sistema de envío de la información y mediciones, de lo contrario, será sometido a las sanciones establecidas en las Bases de Licitación de la presente licitación.

5.2. Personal de la Unidad de Monitoreo

El personal de la Unidad de Monitoreo deberá calificar de acuerdo a las exigencias del Capítulo 6. Poseerá un amplio conocimiento en controles para topografía subterránea y monitoreo de deformaciones, capaz de interpretar planos y EETT. El personal deberá:

- Contribuir continuamente en la mejora de cada uno de los procesos establecidos para la presente especificaciones.
- La Jefatura deberá estar en estrecha relación con el Jefe de Topografía del Contratista, la ITO y de Metro S.A.
- Comunicará inmediatamente cualquier tipo de incidente que se presente durante las labores a desarrollar. Además, informará oportunamente a la Unidad Coordinadora y a la Supervisión de Obra acerca del estado de las mediciones realizadas y de las dificultades y observaciones que se presenten.
- Verificar las condiciones de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, tanto de su equipo como su contorno laboral.
- Asistencia a reuniones de coordinaciones topográfica entre el Contratista y Metro S.A.
- Controlar el uso de los elementos de protección personal en forma obligatoria durante todo el tiempo que su personal se encuentre en la faena y trabajando en la vía pública. Además, deberá verificar que estos se encuentren en buen estado de conservación. De la misma forma, se deberá verificar que se disponga de los elementos de protección como extintores, camillas, cuellos, botiquín, etc., en sus oficinas.
- El personal deberá velar por la correcta ejecución de los desvíos de tránsito peatonal y vehicular, provisorios para desarrollar sus labores y en general mantener una permanente preocupación tendiente a minimizar las molestias a la comunidad.
- Establecer un procedimiento en conjunto con el(los) Contratista(s) y la(s) Inspección Técnica(s) de Obras para situaciones de emergencia.

5.3. Monitoreo de Deformaciones

La unidad de monitoreo será la empresa responsable de realizar las mediciones topográficas a través del personal especializado, cuya función principal será la de efectuar las mediciones de deformaciones de superficie, subsuperficial, estructuras como edificios, túneles y puntos singulares (Capítulo 2.2), de acuerdo a frecuencia de mediciones establecidas en planos de monitoreo y ETG.

- El monitoreo de asentamiento superficial o subsuperficial, permite evaluar las curvas de asentamientos transversales y longitudinales de la superficie del terreno asociadas a la excavación de los túneles. Mediante un monitoreo anticipado a la construcción de éstos se podrá conocer la evolución de dichas curvas desde el comienzo de los asentamientos hasta su estabilización después de haber pasado el frente de

excavación por el perfil de monitoreo respectivo. La unidad de monitoreo contará con PR's definidos en los planos de monitoreo, los cuales deberán ser referenciados con cotas de la poligonal principal. Para el control de asentamientos superficiales se establece la utilización de niveles digitales de precisiones 0,3 mm con la utilización de miras invar con códigos de barra e indeformables.

- Los puntos en la cavidad (piques o túneles) sobre la base de los cuales se efectuará la medición de deformaciones serán llamados "miras", estando materializadas bien mediante miras con láminas de reflexión o con prismas ópticos de reflexión de alta precisión y centrado positivo. El reflector tendrá un centro definido y permitirá mediciones desde ambos lados sin necesidad de ser rotado. En general las miras son más económicas y se usan para los puntos de medición de deformación de la cavidad, mientras que para puntos fijos de referencia serán empleados exclusivamente los prismas ópticos. El prisma o la mira reflectora serán fijados a través de adaptadores especiales a pernos de convergencia estándar de 250 mm de longitud de acero. Será responsabilidad del CONTRATISTA DE OBRA instalar estos pernos de convergencia empotrados en el hormigón proyectado tal como se muestra en los planos respectivos. Las mediciones serán llevadas a cabo por parte de la Unidad de Monitoreo mediante un teodolito óptico electrónico de alta precisión de estación libre, integrado con un distanciómetro electrónico coaxial (electronic distance meter). El mismo tendrá una exactitud promedio de 0,3 mgon para medición de ángulos y +/- 1+1ppm en distancias, contando con una tarjeta de registro de información del tipo PCMCIA, opciones de entradas de datos numérica y alfanumérica y display matricial iluminado de 4 líneas. La precisión de la metodología se exige +/- 1,0 mm. La unidad de monitoreo contará con PR's definidos en los planos de monitoreo, los cuales deberán ser referenciados a la poligonal principal.
- Los puntos en los edificios sobre la base de los cuales se efectuará la medición de deformaciones serán llamados prismas ópticos de reflexión de alta precisión y centrado positivo o ASV. Para monitoreo óptico de edificios serán empleados exclusivamente los prismas ópticos de alta precisión en base a estaciones totales o niveles digitales.
- En aquellos puntos singulares indicados en el capítulo 2.2, las empresas deberán presentar metodología a implementar para el control de deformaciones en aquellos sectores donde las excavaciones de la futura Línea 7 atraviese las líneas en operación de la red del Metro S.A. Se debe considerar trabajos de noche y sin acceso diario a las vías de Metro, por lo tanto, el sistema a implementar debe ser remoto, con reportabilidad en tiempo real, automatizado y online. Estas ofertas deberán considerar suministro, instalación y seguimiento de las deformaciones, las cuales

serán canceladas en los estados de pago a través de gastos por reembolsar. Estas ofertas deberán ser detalladas, pero no ingresada al Itemizado.

5.4. Controles Topográficos para Túneles

Para el control de alineamiento de las obras subterráneas, la Unidad de Monitoreo deberá trasladar coordenadas desde la poligonal principal a cada uno de los frentes de trabajo en forma independiente de sus pares. Con lo cual contará con un único sistema de referencia tanto para el monitoreo de deformaciones como para los controles topográficos que deberá implementar en forma aleatoria de acuerdo a la siguiente tabla:

Hitos	Frecuencia
1. Metodologías detalladas para controles topográficos.	Al Inicio del contrato
2. Revisión de Poligonal Principal.	Al inicio del contrato.
3. Control del Eje y Geometría del Túnel.	Al Inicio de los túneles y cada 50 metros.
4. Control de perfiles transversales del túnel.	Al Inicio de los túneles y cada 100 metros
5. Certificados de Calibración y Verificaciones semanales de los instrumentos topográficos.	C/Vez y Semanal
6. Revisión de Poligonal Secundaria o Provisoria al interior del túnel (PR, Consolas, etc).	C/Vez
7. Uso de Calicatas topográficas para rectificación de dirección del túnel.	C/Vez
8. Revisión de Poligonal Definitiva al interior de los túneles.	C/Vez
9. Reunión de coordinación de especialidad topográfica entre Unidad de Monitoreo, ITO, OCCC y Metro.	Quincenal.

5.5. Entregables

La estructura de los entregables será acordada con la Unidad Coordinadora de Metro, los primeros 15 días de iniciado el contrato. Cada uno de los entregables deberá ser aprobado

por la unidad coordinadora de metro y emitidos posteriormente en Revisión 0. El listado de entregables debe contar con al menos lo siguiente:

- a) Gráficos de deformaciones. Los resultados de las mediciones serán emitidos a través de plataformas de Internet utilizando herramientas del tipo GIS. Además, se deberá enviar vía email (Aconex) cada uno de los gráficos de deformaciones en dos horarios: 15:00 y 17:00. Toda la información medida durante el día deberá ser calculada, procesada y emitida en formato de gráficos durante el mismo día. No se permitirá informes o gráficos desfasados.
- b) Informe diario. Un resumen de deformaciones y velocidades de asentamiento por cada uno de los frentes de excavación, Estos informes serán entregados diariamente en conjunto con los gráficos de monitoreo de deformaciones en dos horarios: 15:00 y 17:00.
- c) Informe semanal emitido los días lunes de cada semana.
 - Curva de HH consumida.
 - Resumen de Deformaciones.
 - Estadísticas de accidentabilidad.
 - Controles topográficos realizados en la semana, cuando aplique.
- d) Informe Mensual que contenga un completo informe sobre el desarrollo del Servicio durante el mes en curso. Estos informes serán emitidos en Rev. B para la aprobación de la Unidad Coordinadora de Metro, los primeros 5 días de cada mes. La Unidad de Monitoreo deberá realizar el levantamiento de las observaciones y emitir en Rev. 0 pasado 15 días luego de recibir dicho documento.

Dentro de los antecedentes mínimos que contendrá el informe:

- Síntesis de los trabajos ejecutados en el mes y avance de los Servicios, incluidos tablas, monografías, gráficos y esquemas. Deberá incluir los distintos controles topográficos realizados durante el mes.
- Observaciones y comentarios de aspectos más relevantes y de problemas que se hayan presentado en el período.
- Organización y personal empleado durante el período y acumulado, entregando sus respectivas Curvas de Avance y curva de HH consumida.
- Estadísticas de accidentabilidad.
- Proponer a METRO S.A. soluciones a eventuales dificultades técnicas que puedan surgir durante el monitoreo de las obras, ya sea por omisiones de los proyectos o por otras circunstancias.
- Los gráficos serán entregados depurados.
- Análisis de los problemas técnicos más relevantes ocurridos durante el desarrollo de las obras.

- Resumen de los trabajos de seguridad, evaluación estadística de resultados.
 - Comentarios y/o recomendaciones
- e) Informe Final: este informe será emitidos en Rev. B para la aprobación de la Unidad Coordinadora de Metro, un mes antes del término del contrato de monitoreo de deformaciones. La Unidad de Monitoreo deberá realizar el levantamiento de las observaciones y emitir en Rev. 0 pasado 15 días luego de recibir dicho documento. Dentro de los antecedentes mínimos que contendrá el informe:
- Descripción y reseña cronológica de los Servicios desarrollados
 - Resumen Ejecutivo del Contrato, con indicación de lo programado versus lo realmente realizado.
 - Resumen de Estado de Pago.
 - Estadísticas de accidentabilidad.
 - Indicación de las modificaciones de proyecto, incluyendo una descripción de las razones técnicas que lo motivaron y las soluciones adoptadas.
 - Resumen de resultados, evaluación estadística, resumen de las mediciones efectuadas, detalle de la metodología empleada, tablas, gráficos históricos y esquemas de deformaciones finales obtenidos.
 - Los gráficos serán entregados depurados.
 - Análisis de los problemas técnicos más relevantes ocurridos durante el desarrollo de las obras.
 - Resumen de los trabajos de seguridad, evaluación estadística de resultados.
 - Entrega de la totalidad de la base de datos, tanto en Excel como Pdf con las deformaciones de todos los puntos, secciones, etc. La base de datos deberá contar con los valores tabulados como los gráficos respectivos.
 - Comentarios y/o recomendaciones
- f) Realizar el control Administrativo del Servicio de Monitoreo de Deformaciones:
- Implementar sistema de asistencia online donde se informe diariamente el personal presente en la obra. Esta notificación deberá ser a primera hora del día.
 - Llevar una bitácora con el detalle de las actividades desarrolladas.
 - Manejar el Libro de Obra Digital (LOD) con Metro S.A., llevando además una base de datos que permita ubicar los registros e información, propias del servicio contratado.
 - Llevar el control administrativo de la correspondencia.
 - Participar en reuniones de coordinación, periódicas y eventuales, de acuerdo a las necesidades del contrato y el proyecto, o según lo solicite Metro S.A.
 - Para los efectos de ordenamiento de las obligaciones del servicio, se deberá presentar un Manual de Procedimientos para ser presentado a METRO S.A. dentro

de los primeros 15 (quince) días después de iniciados los servicios, el cual contemple lo siguiente:

- Sistemas de comunicaciones
- Organización y descripción de funciones
- Sistema de transmisión de documentos
- Archivo técnico
- Procedimientos de control, frecuencia y responsable
- Chequeo periódico, y calibración y certificación de equipos
- Estados de Pago
- Informes periódicos a emitir
- Control en Seguridad
- Acciones Preventivas y Correctivas respecto de procedimientos propuestos
- Logística operacional

5.6. Suministro de Dispositivos de Monitoreo

La Empresa adjudicada deberá proveer los siguientes dispositivos de monitoreo, al inicio del contrato:

Para el tramo1, el Contratista de OOCC y Subterráneas, incluye el suministro e instalación de todos los dispositivos de monitoreo definidos en el proyecto, donde es una condición particular del tramo 1, tanto en TBM como NATM.

DISPOSITIVOS EN TRAMO 1

ITEM	CANTIDAD
Pernos de Convergencia	0
Miras Birreflex	0
Adaptadores	0

DISPOSITIVOS EN TRAMO 2, 3 y 4

ITEM	CANTIDAD
Pernos de Convergencia	2600
Miras Birreflex	2600
Prismas Omni	160
Adaptadores	2600

Sensores remotos a definir por el consultor de acuerdo al Capítulo 2.2	XX
--	----

DISPOSITIVOS EN TRAMO 5 y 6

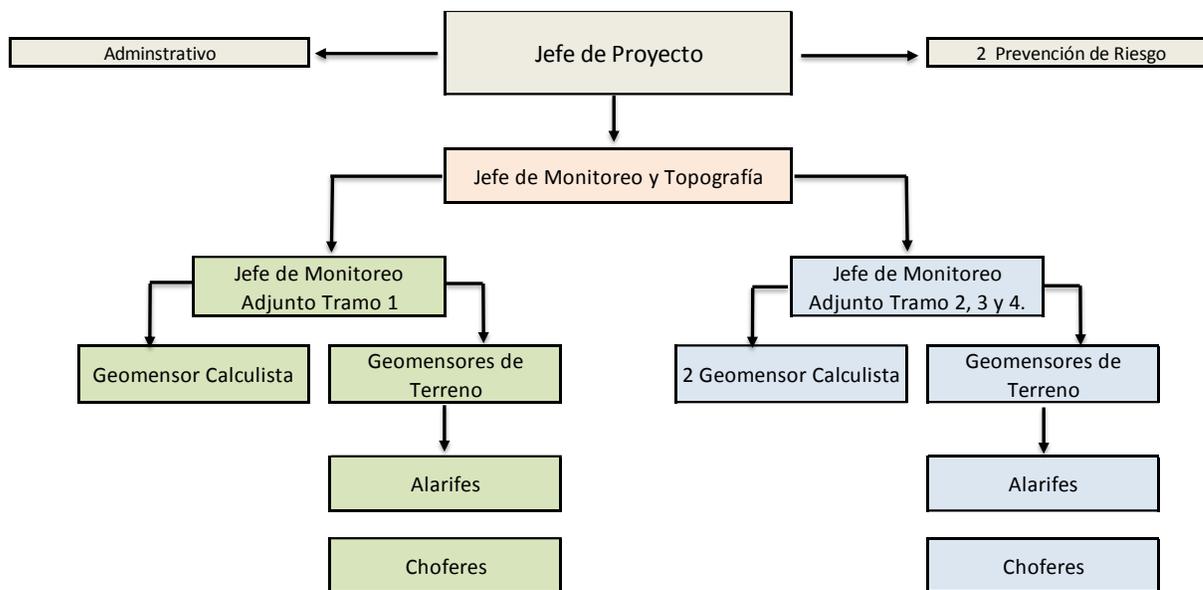
ITEM	CANTIDAD
Pernos de Convergencia	1420
Miras Birreflex	1420
Prismas Omni	100
Adaptadores	1420

6. PERSONAL REQUERIDO PARA EL CONTRATO

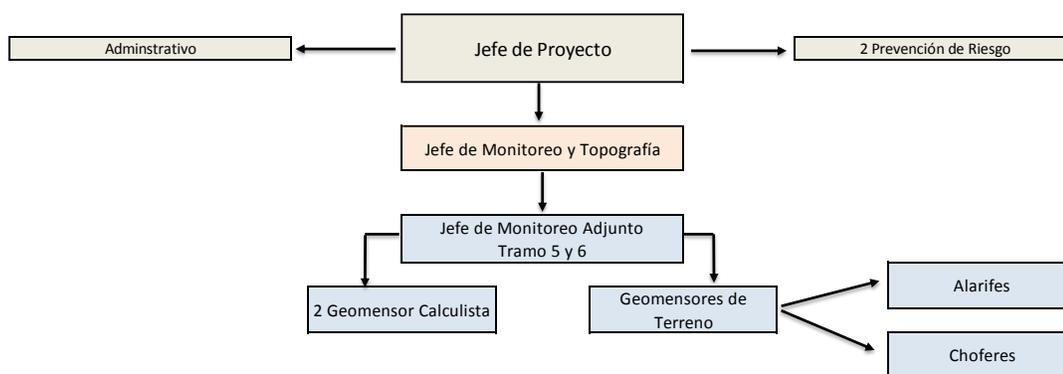
La Unidad de Monitoreo estará conformado por un equipo humano altamente experimentado y eficiente en materias similares a las que se abordarán en el presente servicio, donde serán capaces de liderar, organizar, coordinar y supervisar junto a sus cuadrillas de Topografía, las distintas operaciones en terreno de acuerdo a lo indicado en el presente documento, con disponibilidad permanente para el desarrollo de los trabajos necesarios a ejecutar. Las empresas oferentes deberán indicar la planta permanente de profesionales y técnicos que la conforman. En ningún caso se podrá condicionar el desarrollo de actividades propias del servicio, tanto las indicadas en términos generales en los términos de referencia, como aquellas que encomiende METRO S.A. producto del desarrollo de la misma, al cumplimiento de otros compromisos que tenga el Consultor con terceros, cualquiera sea su naturaleza.

El Servicio solicitado requiere de la permanencia durante el período de vigencia del Contrato de al menos el siguiente personal, los cuales ingresarán medida que el avance de las Obras Civiles y subterráneas lo requieran:

TRAMO 1-2-3 y 4



TRAMO 5 y 6



En relación la Planta Superior de la Empresa, representada por su Gerente General o su Gerente Técnico, deberá verificar permanentemente en terreno el grado de cumplimiento y excelencia del trabajo desarrollado por su equipo. Sin perjuicio de lo anterior, esta instancia deberá participar en las reuniones y visitas a terreno que cite la Gerencia, estimándose una actividad (reunión o visita) cada 15 (quince) días. El costo de esta actividad deberá incluirse en los gastos generales.

Durante el periodo de vacaciones legales y/o ausencia de algún miembro del equipo de la Unidad de Monitoreo, se deberá presentar un reemplazo el cual será validado por la unidad coordinadora de Metro, para que cumpla con las funciones respectivas sin dejar de atender los requerimientos diarios.

Las empresas especialistas en el rubro del Monitoreo de deformaciones que quieran participar en esta licitación, deberán contar con profesionales y técnicos de una alta calidad curricular que cumpla con las siguientes especificaciones:

6.1. Perfil Profesionales Clave

a) Jefe Proyecto

Ingeniero Ejecución en Geomensura o equivalente, con 20 (Veinte) años de experiencia profesional, de los cuales 10 (Diez) años debe haber participado en Proyectos de mediciones y evaluaciones de monitoreo de deformaciones en calidad de Jefe de Proyecto cuyo monto asociado sea mayor a 150.000 U.F. (doscientas mil Unidades de Fomento).

Este profesional en su calidad de Jefe de Proyecto, será el responsable de asegurar el cumplimiento de los Términos de referencia, bases de Licitación y contrato, desde el punto de vista de calidad y seguridad en cada uno de sus procesos. Además, deberá velar por la correcta ejecución del sistema de monitoreo de deformaciones y controles topográficos, coordinando las distintas actividades con los Jefes de Monitoreo, planificando y gestionando los recursos asignados por METRO S.A. a través de su "Unidad Coordinadora" para estos trabajos.

El Jefe de Proyecto deberá estar en estrecha relación con el Jefe de Topografía de la ITO, OOCC y de Metro S.A.

b) Jefe de Monitoreo y Topografía

Ingeniero Ejecución en Geomensura o equivalente, con 15 (Quince) años de experiencia profesional, de los cuales 6 (Seis) años debe haber participado en Proyectos de Monitoreo Topográfico de Deformaciones, en calidad de Jefe de Monitoreo. Con experiencia en mediciones de precisiones y evaluaciones de asentamientos y convergencias topográficas de túneles. Además, deberá tener experiencia en manejo de selección de puntos y procesamiento de información y representación gráfica de monitoreo mediante software especializado.

Jefe de Monitoreo será responsable liderar, organizar y coordinar junto a sus cuadrillas de Topografía, las acciones necesarias para garantizar la correcta ejecución del servicio de monitoreo de deformaciones y controles topográficos de acuerdo a lo indicado en los Términos de referencia y Especificaciones Técnicas Generales y Planos de Monitoreo de deformaciones de los distintos tramos.

El Jefe de Monitoreo deberá estar en estrecha relación con el Jefe de Topografía de la ITO, OOC y de Metro S.A.

c) Jefe de Monitoreo Adjunto

Ingeniero Ejecución Geomensura o equivalente, con 10 (Diez) años de experiencia profesional, de los cuales 4 (Cuatro) años debe haber participado en Proyectos de Monitoreo Topográfico de Deformaciones, en calidad de Jefatura. Con experiencia en mediciones topográficas de precisión, y evaluación de Monitoreo Topográfico de túneles. Deberá apoyar al Jefe de Monitoreo en sus actividades, especialmente en tareas de coordinación en terreno con los distintos entes involucrados en el proyecto, tanto para la instalación de los dispositivos y su provisión. Será responsable de verificar las condiciones de terreno para dar cumplimiento a las normas de seguridad y salud del trabajo, garantizando las mediciones de convergencias y asentamientos superficiales, revisiones de configuraciones, solicitud de PR's, etc. Además, en conjunto con el Geomensor Calculista, deberán procesar las distintas mediciones topográficas y emitir informe diario de deformaciones, el cual será validado por el Jefe de Monitoreo.

6.2. Perfil Profesionales y Técnicos

a) Geomensor Calculista

Ingeniero de Ejecución en Geomensura o topógrafo, con al menos 5 (Cinco) años de experiencia profesional, de los cuales 3 (tres) años debe haber ejecutado y calculado mediciones ópticas espaciales absolutas de deformaciones, tanto al interior de túnel, empleando para ello estaciones totales de alta precisión, como también en la ejecución de nivelaciones de precisión de superficie del terreno y de edificios o estructuras vecinas a los túneles. Será responsable de apoyar al Jefe de Monitoreo Adjunto, en el procesamiento de mediciones topográficas y emisión de informe diario de deformaciones.

b) Geomensor de Monitoreo

Ingeniero de Ejecución en Geomensura o Topógrafo, con al menos 5 (Cinco) años de experiencia profesional, de los cuales 3 (Tres) años debe haber ejecutado mediciones ópticas espaciales absolutas de deformaciones en el interior de túnel, empleando para ello estaciones totales de alta precisión, como también en la ejecución de nivelaciones de precisión de superficie del terreno y de edificios o estructuras vecinas a los túneles. Será responsable de llevar a cabo las mediciones topográficas tanto al interior de los túneles como en superficie, garantizando la seguridad del equipo humano y de la calidad de dichas mediciones.

c) Alarifes de Monitoreo

Asociado al Geomensor de Monitoreo, el servicio deberá incluir dos Alarifes. Será responsable de brindar el apoyo al Geomensor de Monitoreo, en las labores de mediciones topográficas tanto en el túnel como en superficie.

d) Experto Prevención de Riesgos

Experto Profesional en Prevención de Riesgos, Categoría A (Decreto N° 40, Artículo 9°), al que se le exigirá acreditar 10 (Diez) años de experiencia, de los cuales 5 (cinco) años de experiencia en algún contrato de obras de Metro S.A. Donde haya supervisado en terreno obras de similares características técnicas, para desempeñarse como Experto en Prevención de Riesgos o Experto Profesional en Prevención de Riesgos.

e) Personal Administrativo y de Apoyo en Terreno:

Administrativo

Choferes

Auxiliar

La experiencia profesional se contabilizará desde la fecha de titulación.

METRO S.A. podrá en cualquier momento, a su sola decisión, solicitar el reemplazo de cualquiera de los profesionales de la Unidad de Monitoreo, lo que deberá comunicar por los canales autorizados al Consultor, quien deberá proceder a reemplazar a la persona objetada dentro de un plazo de 15 (quince) días corridos a contar de la fecha de notificación o dentro de la extensión de plazo que le conceda Metro S.A. por una persona idónea que cuente con la aprobación de la administración del contrato.

7. EQUIPAMIENTO DE APOYO PARA EL SERVICIO

Para el cabal cumplimiento de las labores de la Unidad de Monitoreo, el Consultor deberá incluir los cargos y otros recursos que estime necesarios para llevar a cabo en forma eficiente los servicios de la Unidad de Monitoreo. Estos elementos deberán ser considerados en el Formulario V-2 punto C "Otros Gastos", contemplando, a modo de ejemplo, los siguientes ítems:

a) Infraestructura y Equipamiento de Oficinas, Comunicaciones, Software y Transporte:

- Arriendo de oficinas, Equipamiento y consumos. Incluye teléfonos red fija, celulares y equipos de comunicación interna de faenas. Incluye servicio de vigilancia.
- Vehículos de transporte para el personal y equipos. Considerar vehículos con capacidad para trasladar como mínimo 2 cuadrillas de monitoreo.
- Equipos de comunicación interna de faenas.
- Impresoras láser color y b/n, multifuncional en red.
- Computadores con software, los cuales serán capaces de otorgar las prestaciones necesarias al personal profesional y administrativo para desempeñar sus funciones en óptimas condiciones, que permitan dar cabal cumplimiento a los servicios contratados por Metro S.A. El consultor deberá incluir los computadores necesarios para llevar a cabo el control y seguimiento de las labores Técnicas, administrativas, de seguridad y calidad del servicio de la Unidad de Monitoreo.
- Software administrador, evaluación y representación gráfica de resultados de mediciones de deformaciones en tiempo real y a través de una plataforma online.
- Software especial compuesto Acrobat Writer, Autocad, Offices, etc. Lo necesario para dar cumplimiento a las necesidades del proyecto. El consultor deberá considerar las licencias necesarias para dar fiel cumplimiento a las especificaciones técnicas de dicho documento.
- El uso del Libro de Obra Digital y manejo de documentación firmada digitalmente implica disponer de a lo menos 3 (tres) firmas digitales avanzadas.
- Conexión Internet banda ancha. Esta conectividad deberá ser de alta velocidad tal que permita el óptimo desempeño de las aplicaciones, como por ejemplo las correspondientes al LOD y al resultado de las mediciones de deformación.
- Sistema online con la asistencia diaria del personal tanto al ingreso como a la salida.

b) Equipamiento de Apoyo

El Consultor deberá disponer de vehículos con capacidad para movilizar al menos 2 cuadrillas de monitoreo, con sus respectivos equipos de topografía. En su precio unitario deberá incluir combustible, mantención, seguro y todos los gastos que estos vehículos le demanden.

En relación a las oficinas para el desarrollo del Servicio, éstas deberán ubicarse como máximo a 200 m del eje del trazado de la futura Línea 7. Estas oficinas deberán ser proporcionadas y alhajadas por la propia Empresa, vale decir con muebles. Será también de su cargo y costo, el suministro de agua potable, electricidad y una o más líneas telefónicas, incluyendo el gasto de operación de dichos equipos y de todos los gastos de mantenimiento, aseo y sanitización de dicha oficina (Covid-19).

Estas oficinas deberán disponer de una superficie que en total permita desarrollar correctamente las actividades propias de la Unidad de Monitoreo, las cuales serán aportadas por el Consultor. Estas oficinas contarán con escritorios, sillas, muebles base con repisa, kardex, y en general todo el mobiliario necesario para su adecuado funcionamiento, incluido servicios higiénicos, duchas, vestidores, cocina, bodega y comedores para su personal.

El Consultor deberá proveer, a su costo, en cantidad y calidad suficiente, tanto los artículos y materiales de escritorio, como todos los equipos necesarios para el desarrollo de los servicios de monitoreo, tales como: teléfonos fijos, teléfonos celulares, fotocopiadoras, escáner, etc.

Deberá contar con un espacio o bodega central para el almacenaje de dispositivos de monitoreo, que sean suministrados tanto por consultor como por Metro S.A. (Dispositivos de monitoreo provenientes del P63 y extensiones).

En general cada uno de los frentes cuenta con una oficina para las labores de la Unidad de Monitoreo desde el comienzo hasta el fin del proyecto, salvo el tramo 1, el cual fue considerado por 24 meses. Finalizado este tiempo, las labores del monitoreo del tramo 1 serán abordadas desde la oficina del tramo 2, 3 y 4.

c) Equipos Topográficos

Los instrumentos topográficos deberán cumplir con las siguientes precisiones:

- Niveles digitales con miras invar de código de barras e indeformables. Con precisiones de 0,3 mm + 1 ppm.
- Estaciones totales con precisiones angulares de 1" y en distancia 1mm+1ppm.

Se deberá implementar sistema de verificación y cumplimiento de un programa de mantención y calibración de los equipos topográficos, el cual deberá ser implementado los primeros 15 días de comenzado el servicio e informado a la unidad coordinadora de Metro S.A.

8. JORNADA LABORAL

El personal de la Unidad de Monitoreo deberá cumplir con una jornada laboral que permita dar seguimiento y control de deformaciones producto de las excavaciones del contratista de OOC Subterráneas. Esta jornada laboral deberá cumplir con lo establecido en el código del trabajo y toda legislación laboral, la cual se establece de lunes a sábado con un total de 45 horas semanas. Además, deberá considerar turno de noche para las labores de monitoreo de deformaciones para casos singulares de acuerdo al capítulo 2.2.

En las tarifas de cada especialidad que cotice la empresa, se entenderán incluidos todos los conceptos relativos a remuneraciones, sobre tiempos, incentivos, provisión de vacaciones e indemnizaciones de todo tipo, seguros, movilización, colación, viáticos, y en general todos los conceptos asociados al costo de los profesionales o técnicos sin ninguna limitación.

9. LETRERO ACTIVIDADES EN TERRENO

No se aceptará por ningún motivo alguno, letreros de identificación de la empresa en el lugar de la Obra ni en sus oficinas.

10. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A SUMINISTRAR

Todos los Elementos de Lectura Óptica deben ser de Nylon resistente a la temperatura y cuyas principales propiedades se indican a continuación:

Propiedad	Unidades	Material Nylon
Densidad	G/cm ³	1.30
Resistencia a la Tracción	MPa	83
Módulo de Elasticidad	MPa	2,75 x 1000
Resistencia relativa al peso	Acero=1	2,27
Coefficiente de expansión térmica lineal	Mn/mm ^{°K}	100 x 10 ⁻⁶

Las Miras Birreflex deberán ser reflectantes 3M Diamond Gris o similar.

Todo dispositivo o sensor de medición adicional, será cancelado en el Estado de Pago siguiente a través de Gastos a Reembolsar por dispositivos de Monitoreo. Las empresas participantes deberán considerar en su Oferta el suministro de los dispositivos señalados en el presente documento, e incluir dentro del suministro los impuestos, seguros, transporte y demás costos asociados a la importación de estos dispositivos, hasta su entrega a los contratistas de obras civiles. Además, estará encargado del almacenaje y distribución de los materiales a cada uno de los contratos de obras civiles y túneles, para lo cual deberá contar con una bodega dispuesta para el almacenaje de los mismos, de acuerdo a los siguientes antecedentes:

- 3 Cotizaciones para el suministro de dispositivos de monitoreo con sistemas ópticos tradicionales, dispositivos a utilizar en el monitoreo de deformaciones de puntos singulares como atravesos y edificios, etc. El cual será aprobado por la Unidad Coordinadora de Metro.
- Fichas técnicas de cada uno de los dispositivos de monitoreo a implementar.
- Certificado de Calidad del material utilizado validado por laboratorio nacional. Este certificado deberá indicar que el material del adaptador, porta prisma y porta mira es de nylon y cumple con las propiedades físicas y mecánicas indicadas en anteriormente y que garantiza que no se produzcan deformaciones térmicas en un rango de temperatura entre 0 y 60° C.
- Certificado de Elementos Ópticos. Este certificado deberá indicar que las Miras Birreflex cumplen con las exigencias técnicas indicadas anteriormente.

11. ANEXOS

Se adjuntan los siguientes Anexos:

- Anexo 1: Planos de Monitoreo de deformaciones Tramo 1, 2-3-4 y 5-6.
- Anexo 2: Especificaciones Técnicas de Monitoreo Tramo 1, 2-3-4 y 5-6.
- Anexo 3: Planos de Trazado y Perfiles Longitudinales (versiones disponibles al momento de la licitación)