

TÉRMINOS DE REFERENCIA

PROYECTO : LINEAS 3 Y 6 – METRO DE SANTIAGO

CONSULTORÍA : MONITOREO TOPOGRÁFICO PARA LA EXCAVACIÓN DE PIQUES Y TÚNELES LÍNEAS 3 Y 6

CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVO	2
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS	2
3. PARTICIPACIÓN DE METRO S.A.....	5
4. RELACIÓN DEL CONSULTOR CON METRO S.A. Y OTRAS UNIDADES	5
5. ALCANCE DE LOS SERVICIOS	5
6. PERSONAL PROFESIONAL DEL SERVICIO.....	8
7. EQUIPAMIENTO Y PERSONAL DE APOYO DE LA FIRMA CONSULTORA	10
8. LETRERO	12
9. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A SUMINISTRAR	12
10. ANEXOS	13

TÉRMINOS DE REFERENCIA

PROYECTO : LINEA 3 Y 6 – METRO DE SANTIAGO

CONSULTORÍA : MONITOREO TOPOGRÁFICO PARA LA EXCAVACIÓN DE PIQUES Y TÚNELES LÍNEAS 3 Y 6

1. OBJETIVO

El objetivo de la presente licitación pública es seleccionar a la Empresa Consultora para desarrollar el “**Monitoreo Topográfico para la Excavación de Piques y Túneles Líneas 3 y 6**”, del Metro de Santiago S.A., dentro de los términos y alcances de los presentes Términos de Referencia.

Al participar en la licitación, el Consultor seleccionado se obliga a desarrollar, ejecutar y cumplir todos aquellos trabajos, tareas, obligaciones, estudios, informes y asesorías que constituyen el Monitoreo Topográfico de deformaciones y geotécnico, y que se definen en el Punto 5, “Alcance de los Servicios”, del presente documento.

Como requisito básico, el Consultor que postule a adjudicarse el servicio que se licita, deberá contar con un software de administración, evaluación y representación grafica de resultados de mediciones de deformaciones, y realizar una presentación de sus características y prestaciones, a la comisión técnica evaluadora de las ofertas designada por Metro S.A. Además de demostrar su uso comprobado en otros proyectos de túneles de similares características a los que serán construidos, tanto en cuanto a sus dimensiones, como las condiciones del suelo que se presentarán y el método constructivo.

El software deberá poder entregar y enviar información en línea a Metro S.A., la Supervisión de Obra, el Contratista de Obra, la Inspección Técnica de Obra y quién Metro S.A. designe, sin costo adicional para Metro S.A., por efecto de licencias.

Este aspecto será evaluado en forma especial durante la etapa de licitación según lo señalado en las Bases Administrativas.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los presentes Términos de Referencia se refieren a la propuesta pública y posterior contratación de la consultoría denominada “Monitoreo Topográfico para la Excavación de Piques y Túneles Líneas 3 y 6” del Metro de Santiago S.A.:

La descripción de las obras a monitorear corresponde a las siguientes obras de construcción:

a) Línea 3

Considera la construcción de 18 estaciones y 20 piques de construcción, para una longitud

aproximada de 22 km. Cada estación con sus respectivas galerías, túneles de estación, túneles interestación. Los túneles estaciones tienen una longitud de 120 m de largo y secciones de entre 165 y 195 m², en tanto que los túneles interestación tienen una sección de 68 m². Los piques y estaciones son:

- Cola de Maniobras Quilicura y Túnel acceso a Talleres
- Pique futura Estación Terminal Norte
- Pique de construcción Granada
- Pique futura Estación Cardenal Caro
- Pique de construcción El Cortijo
- Pique de construcción Peteroa
- Pique futura Estación Vivaceta
- Pique de construcción Tte. Mery
- Pique futura Estación Conchalí
- Pique de construcción Pantaleón Vélez
- Pique futura Estación Pza. Chacabuco
- Pique de construcción Inglaterra
- Pique futura Estación Hospitales
- Pique de construcción Olivos
- Pique de construcción Gral. de la Lastra
- Pique futura Estación Cal y Canto L3
- Pique futura Estación Plaza de Armas L3
- Pique de construcción Moneda
- Pique futura Estación U. de Chile L3
- Pique de construcción Alonso Ovalle
- Pique futura Estación 10 de Julio
- Pique de construcción Copiapó
- Pique futura Estación Matta
- Pique de construcción Cuevas
- Pique futura Estación Irrarázaval L3
- Pique de construcción Salvador
- Pique futura Estación Monseñor Eyzaguirre
- Pique de construcción Antonio Varas
- Pique de construcción José Luis Araneda
- Pique futura Estación Chile España
- Pique de construcción Casa de la Cultura
- Pique futura Estación Diagonal Oriente
- Pique de construcción Hamburgo
- Pique futura Estación Plaza Egaña L3
- Pique de construcción Lynch Sur
- Pique futura Estación Larraín

b) Línea 6

Considera la construcción de 10 estaciones y 14 piques de construcción, para una longitud aproximada de 16 km. Cada estación con sus respectivas galerías, túneles de estación, túneles interestación. Los túneles estaciones tienen una longitud de 120 m de largo y secciones de entre 165 y 195 m², en tanto que los túneles interestación tienen una sección de 68 m². Los piques y estaciones son:

- Pique de construcción Cola de Maniobras

- Pique futura Estación Cerrillos
- Pique de construcción Ventilación Nueva La Rural
- Pique de construcción Avenida Dos
- Pique futura Estación Lo Valledor
- Pique de construcción Gil Letelier
- Pique de construcción Ventilación Clotario Blest
- Pique futura Estación Club Hípico
- Pique de construcción Ventilación Juan de Bastidas
- Pique de construcción San Ignacio
- Pique futura Estación Franklin L2
- Pique futura Estación Bío Bío
- Pique de construcción Carmen
- Pique de construcción Ventilación Portugal
- Pique futura Estación Ñuble L5
- Pique de construcción Marathón
- Pique futura Estación Estadio Nacional
- Pique de construcción Crescente Errázuriz
- Pique futura Estación Ñuñoa
- Pique de construcción Hernán Cortés
- Pique futura Estación Inés de Suarez
- Pique de construcción Mar del Plata
- Pique de construcción Ventilación Europa
- Pique futura Estación Los Leones L1

Dentro del alcance de los trabajos del Consultor se incluyen los Servicios de Monitoreo Topográfico de deformaciones y geotécnico, durante las excavaciones de piques y galerías, y excavaciones subterráneas de túneles para la construcción de las Obras Civiles. Se incluirá también la medición de dispositivos requeridos para verificar la estabilidad de edificios u otro tipo de estructuras, según lo definan los planos de proyecto y especificaciones técnicas, sobre todo en el Centro Histórico de la Comuna de Santiago.

Para estos efectos considerar de manera referencial el Anexo “Unidad de Monitoreo” con el detalle de especificaciones, alcances, obligaciones y responsabilidades que se incluyen en la licitación.

En particular se deberá considerar los instrumentos necesarios y apropiados para realizar la medición de los siguientes dispositivos:

- Miras birreflex
- Prismas Omni
- Adaptadores Sintéticos para Túneles
- Adaptadores Sintéticos para Edificios
- Pernos de Convergencia
- Inclínómetros
- Celda de Presión
- Strain Gage / Meter

Por otra parte, el Consultor deberá considerar en su Oferta el suministro de los dispositivos antes señalados, 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 encargada 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.

La construcción de túneles y estaciones está proyectada empleando el Nuevo Método Austríaco, método NATM (New Austrian Tunneling Method).

3. PARTICIPACIÓN DE METRO S.A.

METRO S.A., a través de las Gerencias Líneas 3 y 6, tendrá a su cargo la administración integral de los Proyectos Líneas 3 y 6 del Metro de Santiago.

La licitación dará origen a dos Contratos independientes, uno para cada línea, los cuales se registrarán en todos sus alcances por las Bases Administrativas, 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 estos Contratos, METRO S.A. designará un profesional o una firma Asesora que la represente durante todo el desarrollo de los trabajos, que actuará como “Unidad Coordinadora” y es con quien el Consultor se relacionará directamente.

Adicionalmente, el Consultor deberá desarrollar sus funciones, interactuando permanentemente con el Contratista de Piques, Galerías y Túneles, la Unidad Supervisora del Proyectista. (Supervisión de Obra), el Consultor del Servicio de Inspección Técnica de Obras (ITO) y el Contratista de Obras Civiles, Terminaciones y Arquitectura.

El Contratista de Piques, Galerías y Túneles será el encargado del suministro e instalación de los dispositivos de monitoreo NO CONTEMPLADOS EN ESTA LICITACIÓN, según se indica en los proyectos de Ingeniería de Detalle respectivos.

Además el Contratista de Piques, Galerías y Túneles será el encargado de instalar los dispositivos que son suministrados como parte de esta licitación, como los dispositivos de asentamiento superficial y subsuperficial.

5. ALCANCE DE LOS SERVICIOS

El Servicio de Monitoreo Topográfico que se solicita se realizará por el Consultor, el cual actuará como “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 Servicios que deberá desarrollar quien resulte adjudicado con los Contratos serán, a lo menos, los que se indican a continuación:

5.1 Realizar el control Administrativo del Servicio de Monitoreo Topográfico de la Construcción de las Obras definidas precedentemente para cada línea.

Se entienden incluidos dentro de los aspectos administrativos, actividades tales como:

- 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 de los contratos y el proyecto, o según lo solicite Metro S.A.

Para los efectos de ordenamiento de las obligaciones del servicio, el Consultor 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
- Justificación de Gastos Reembolsables
- Logística operacional

5.2 Realizar el Monitoreo topográfico y geotécnico, para cada línea, por personal especializado, cuya función principal será la de efectuar las mediciones de deformaciones de estructuras, subsuelo y edificios, todo de acuerdo a las tareas y responsabilidades que se establecen en el documento Anexo “Unidad de Monitoreo”, adjunto a los presentes Términos de Referencia, asegurando los requerimientos técnicos con calidad y eficiencia que amerita el proyecto, entregando información confiable para la optimización de los diseños.

5.3 El personal de la Unidad de Monitoreo deberá tener un perfecto conocimiento de los planos, trazados y alcances generales del proyecto de cada línea. Además deberá establecer y verificar el cumplimiento de un programa de mantención y calibración de los equipos de medición y toma de datos.

La Unidad de Monitoreo informará oportunamente a la Unidad Coordinadora y a la Supervisión de Ingeniería acerca del estado de las mediciones realizadas y de las dificultades y observaciones que se presenten.

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.

Participar en la investigación de incidentes y accidentes que se puedan producir, emitiendo los correspondientes informes.

Establecer un procedimiento en conjunto con el(los) Contratista(s) y la(s) Inspección Técnica(s) de Obras para situaciones de emergencia.

Conocer y cumplir cabalmente con los requerimientos y resoluciones establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA), que aprueben la construcción de los proyectos de ambas líneas.

- 5.4 Suministrar un software de administración, evaluación y representación gráfica de resultados de mediciones de deformaciones. La licencia de este software deberá ser tomada a nombre de METRO S.A., y deberá entregar tantas licencias como puntos de procesamiento defina en su metodología de trabajo. En caso que durante el desarrollo de los trabajos, se requiera aumentar el número de licencias, estas deberán ser entregadas sin mayor costo para METRO S.A.

El Consultor tendrá 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 Administrativas de la presente licitación.

- 5.5 Suministrar los dispositivos de monitoreo y de medición asociados a los siguientes instrumentos: Miras birreflex, Prismas Omni, Inclínómetros, Celda de Presión, Strain Gage / Meter.

La Empresa deberá proveer un stock mínimo de materiales (dispositivos), al inicio de los contratos, para ambas líneas, para ser entregados a Metro S.A., el cual corresponde al siguiente detalle:

- Miras birreflex: 300 Unidades
- Prismas Omni: 80 Unidades
- Pernos de Convergencia: 250 Unidades
- Adaptadores Sintéticos para Túnel: 300 Unidades
- Adaptadores Sintéticos para Edificios: 130 Unidades
- Inclínómetros: 4 Unidades
- Celda de Presión: 36 Unidades
- Strain Gage: 36 Unidades

- 5.6 Emitir mensualmente para METRO S.A. un completo informe sobre el desarrollo del Servicio materia de los Contratos, en forma magnética y un ejemplar físico (papel), que contenga:

- Síntesis de los trabajos ejecutados en el mes y avance de los Servicios, incluidos tablas, gráficos y esquemas.
- 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, Histograma de Mano de Obra y curva de HH consumida.

- 5.7 Entregar semanalmente Histograma de Mano de Obra y curva de HH consumida.
- 5.8 Emitir diariamente para METRO S.A. (Unidad Coordinadora) un informe con el resultado de las mediciones hechas conforme a lo señalado en el Anexo “Unidad de Monitoreo”.
- 5.9 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.
- 5.10 Deberá velar por la correcta ejecución de los desvíos de tránsito peatonal y vehicular, provisorios necesarios para desarrollar sus labores y en general mantener una permanente preocupación tendiente a minimizar las molestias a la comunidad.
- 5.11 Entregar un Informe Final que contenga:
 - a) Descripción y reseña cronológica de los Servicios desarrollados
 - b) Resumen Ejecutivo de los Contratos, con indicación de lo programado versus lo realmente realizado.
 - c) Estado de Pago Final.
 - d) Indicación de las modificaciones de proyecto, incluyendo una descripción de las razones técnicas que lo motivaron y las soluciones adoptadas.
 - e) Resumen de resultados, evaluación estadística, resumen de las mediciones efectuadas, detalle de la metodología empleada, tablas, gráficos históricos y esquemas de deformaciones finales obtenidos.
 - f) Análisis de los problemas técnicos más relevantes ocurridos durante el desarrollo de las obras.
 - g) Registro de daños y estado final de estructura (en caso de ocurrencia)
 - h) Resumen de los trabajos de seguridad, evaluación estadística de resultados.
 - i) Comentarios y/o recomendaciones

6. PERSONAL PROFESIONAL DEL SERVICIO

El equipo propuesto por el Consultor para el desarrollo de las labores objeto de los Contratos, deberá ser altamente experimentado y eficiente en materias similares a las que se abordarán en la presente asesoría, y deberá tener disponibilidad permanente para el desarrollo de los trabajos necesarios de ejecutar dentro de ella. 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 la permanencia, durante el período de vigencia de los Contratos, de al menos el personal que se señala más adelante, en los horarios y días que la Empresa Constructora defina realizar los trabajos para cumplir con los plazos establecidos. Asimismo, se indican más adelante los requisitos de experiencia que dicho personal debe cumplir.

En relación a la Supervisión Superior del equipo del servicio, el Consultor deberá considerar que 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.

Perfil Profesionales Clave

A.1 Jefe Proyecto

: Ingeniero Ejecución Geomensura o Constructor Civil, con al menos 12 (doce) años de experiencia profesional, de los cuales a lo menos durante 5 (cinco) años haya participado en medición y evaluación de monitoreo topográfico de túneles, que se haya desempeñado como Jefe de Proyecto en a lo menos un contrato de una inversión mayor a 500.000 U.F. (quinientas mil Unidades de Fomento), o que se haya desempeñado como jefe de proyecto en servicios de monitoreo topográfico en al menos un contrato de METRO S.A. cuya inversión en obras sea igual o superior a 200.000 U.F. (doscientas mil Unidades de Fomento).

Este profesional en su calidad de Jefe de Proyecto, será el responsable de coordinar las actividades de los Jefes de Terreno destacados en terreno y se relacionará con la persona o firma que METRO S.A. designe como “Unidad Coordinadora” para estos trabajos, así como también con la Supervisión de Ingeniería del Proyectista y Inspección Técnica.

A.2 Jefe de Monitoreo

: Ingeniero Ejecución Geomensura o Constructor Civil o grado equivalente en el país de origen reconocido en Chile, con al menos 8 (ocho) años de experiencia profesional, con experiencia en medición y evaluación de monitoreo topográfico de túneles. Además, deberá tener experiencia en manejo de selección de puntos y procesamiento de información y representación gráfica de monitoreo mediante software especializado.

Este profesional se desempeñará como Jefe de Monitoreo y será responsable de coordinar las acciones necesarias para que se cumplan los servicios de monitoreos topográficos, durante las excavaciones subterráneas de túneles.

A.3 Adjunto a Jefe de Monitoreo: Ingeniero Ejecución Geomensura o Constructor Civil o grado equivalente en el país de origen reconocido en Chile, con al menos 6 (seis) años de experiencia profesional, con experiencia en medición 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, su provisión, como en la participación en las reuniones de coordinación que se requieran.

Perfil Profesionales y Técnicos

- B.1 Geomensor de Monitoreo** : Ingeniero de Ejecución en Geomensura, con al menos 10 (diez) años de experiencia en la ejecución de mediciones ópticas espaciales absolutas de deformaciones en el interior de túneles, 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, empleando niveles ópticos de alta precisión. También podrán ocupar este cargo, profesionales o técnicos que hayan desempeñado como tal en el monitoreo de obras de METRO S.A., los cuales deberán adjuntar un certificado de idoneidad técnica emitido por METRO S.A.
- B.2 Alarifes de Monitoreo** : Asociado al Geomensor de Monitoreo, el Consultor deberá incluir la cantidad de Alarifes que estime necesarios para el correcto desempeño de sus funciones, el cual deberá ser como mínimo 2 por cada profesional.
- B.3 Experto Prev. de Riesgos** : Experto Profesional en Prevención de Riesgos, Categoría A (Decreto N° 40, Artículo 9°), al que se le exigirá acreditar a lo menos 8 (ocho) años de experiencia y que haya supervisado en terreno obras de similares características técnicas, para desempeñarse como Experto en Prevención de Riesgos o Experto Profesional en Prevención de Riesgos Categoría B con a lo menos 5 (cinco) años de experiencia en algún contrato de obras de Metro S.A.

La experiencia profesional se contabilizará desde la fecha de titulación.

En las tarifas de cada especialidad que cotee el Consultor, 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.

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 escrito 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 Gerencia.

7. EQUIPAMIENTO Y PERSONAL DE APOYO DE LA FIRMA CONSULTORA

Para el cabal cumplimiento de las labores de la Unidad de Monitoreo, el Consultor deberá incluir en el Punto C. Otros Gastos del Formulario E-2, el personal administrativo, de servicios, las instalaciones y el equipamiento, necesario para desempeñar en forma eficiente los trabajos encomendados.

Para tal efecto, deberá incluir en dicha partida los cargos y elementos que, a modo de ejemplo, se detallan a continuación, y otros recursos que el Consultor estime necesarios para llevar a cabo eficientemente los servicios de inspección, materia de la presente licitación:

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

- Arriendo de oficinas, Equipamiento y consumos. Incluye teléfonos red fija y equipos de comunicación interna de faenas. Incluye servicio de vigilancia
- Vehículos de transporte para el personal y equipos.
- Equipos de comunicación interna de faenas.
- Impresoras láser color y b/n, multifuncional en red similares a la marca RICOH Oficio MP3300, con escáner color de alto rendimiento, tamaño carta, oficio y doble carta, con funcionalidad de conexión a la red y envío de información por mail.
- Computadores con software, los cuales verán ser 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.
- Software de administración, evaluación y representación gráfica de resultados de mediciones de deformaciones
- Artículos de escritorio y útiles en general, para desarrollar sus funciones en forma normal.
- Emisión de Informe Mensual (un ejemplar) e Informes Diarios.
- Software especial compuesto Acrobat Writer Profesional versión 10 o superior(3 licencias).
- 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.
- Impresoras para la emisión de documentos desde terreno.
- Celulares.

Personal Administrativo y de Apoyo en Terreno:

- Secretaria
- Administrativo
- Dibujante
- Choferes
- Auxiliar

Equipamiento de Apoyo

- Elementos de seguridad.
- Para el desarrollo de los servicios de monitoreo el Consultor deberá contar al menos con el siguiente equipamiento para cada frente de monitoreo según se indica en el cronograma de personal: Estación Total y Nivel Digital, con sus respectivos elementos auxiliares para su uso, además de los equipos de medición geotécnicos.

El Consultor deberá disponer de vehículos para la movilización de su personal, de acuerdo a lo indicado en el Cronograma de Participación del Personal (Formulario T-7, L3 y L6) y el Presupuesto Detallado (Formulario E-2, L3 y L6), los que deberán corresponder a lo menos a una camioneta doble cabina, con pick-up provisto de tapa rígida que permita guardar equipos en su interior, modelo año 2011 o superior para transporte de personal, y 5 Furgones Citroën Berlingo o similar (3 (tres) en la Línea 3 y 2 (dos) en la Línea 6), modelo año 2011 o superior para transporte de equipos de topografía y personal. En su precio unitario el Consultor deberá incluir combustible, mantención, seguro y todos los gastos que dicho vehículo le demande.

En relación a las oficinas para el desarrollo del Servicio, éstas deberán ubicarse a no más de 300 m del eje del trazado de las Líneas 3 y 6, una oficina central y 5 en terreno (3 (tres) en la Línea 3 y 2 (dos) en la Línea 6). 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 y aseo de dicha oficina.

Estas oficinas deberán disponer de una superficie que en total permita desarrollar correctamente las actividades propias de la Unidad de Monitoreo.

El equipamiento y mobiliario de las oficinas, debe ser aportado por el Consultor. Estas oficinas contarán con a lo menos, escritorios, sillas, muebles base con repisa, kardex, y en general todo el mobiliario necesario para su adecuado funcionamiento, incluido servicios higiénicos y cocina 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, fotocopadoras, escáner, etc.

Deberá contar con un espacio o bodega central para el almacenaje de los dispositivos de monitoreo, que sean suministrados, dentro del alcance de los presentes contratos de licitación.

8. LETRERO

El Consultor no podrá instalar letreros de identificación de su Empresa en el lugar de la Obra ni en sus oficinas. No se aceptará, por motivo alguno, otros letreros que los expresamente autorizados por la Unidad Coordinadora en forma escrita.

9. 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	1.15
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.

Una vez autorizado el suministro se deberá entregar en original y dos copias los siguientes antecedentes:

- 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.
- Antecedentes técnicos u otros que a juicio de la empresa sean relevantes.

10. ANEXOS

Se adjunta los siguientes Anexos

- Mecánica de Suelos, Líneas 3 y 6.
- Planos de Trazado y Perfiles Longitudinales, Líneas 3 y 6.
- Planos de Proyecto y Especificaciones Técnicas de Monitoreo (versiones disponibles al momento de la licitación), Líneas 3 y 6.
- Anexo Unidad de Monitoreo.
- Resolución de Calificación Ambiental (RCA). Disponible en www.sea.gob.cl.

ANEXO

UNIDAD DE MONITOREO

INDICE

ÍTEM	CONTENIDO	PÁGINA
1.	FUNCION DE LA UNIDAD DE MONITOREO.....	3
2.	OBJETIVO DEL MONITOREO DE DEFORMACIONES	3
3.	SECCIONES DE MONITOREO Y VALORES DE CONTROL	4
3.1.	Sección de Monitoreo	4
3.2.	Valores Umbrales de Control	4
4.	RESPONSABILIDADES.....	5
4.1.	Responsabilidad y Obligaciones de METRO S.A.	5
4.2.	Responsabilidad y Obligaciones del CONTRATISTA DE OBRA	5
4.3.	Responsabilidad y Obligaciones de la Unidad de Monitoreo	7
4.4.	Responsabilidad y Obligaciones de la SUPERVISION DE OBRA	8
5.	INSTRUMENTACIÓN	9
5.1.	General	9
5.2.	Instrumentos y Dispositivos de Monitoreo	9
5.2.1.	Monitoreo de Deformaciones Óptico Tridimensional	9
5.2.2.	Convergencia	12
5.2.3.	Puntos de Referencia de Medición de Asentamientos	12
5.2.4.	Puntos de Referencia de Medición de Asentamientos en Estructuras y Servicios	13
6.	PROGRAMA DE MONITOREO.....	14
7.	EJECUCIÓN DEL MONITOREO	16
7.1.	Informe Previo del CONTRATISTA DE OBRA	16
7.2.	Informe Previo de la Unidad de Monitoreo	17
7.3.	Instalación de los instrumentos por el CONTRATISTA DE OBRA	18
7.4.	Mediciones de la Unidad de Monitoreo	18
7.5.	Informes de la SUPERVISION DE OBRA	18
8.	ENSAYO Y CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS	19
9.	MANTENIMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS	20
10.	MEDICIONES, REGISTROS, DISPOSICIONES GENERALES	20

1. FUNCION DE LA UNIDAD DE MONITOREO

La Unidad de Monitoreo corresponderá al personal especializado en monitoreo topográfico, cuya función será la de efectuar las mediciones de deformaciones de estructuras, subsuelo y edificios.

Para esto, el presente documento establece los requerimientos mínimos de monitoreo para todas las cavidades subterráneas y especifica las frecuencias mínimas de medición, los instantes de toma de lectura de los instrumentos, la tipología y calidad de instrumentos como también su forma de instalación y toda otra actividad auxiliar asociada al monitoreo, tanto durante la etapa de obra como asimismo a lo largo de la vida útil de las estructuras.

2. OBJETIVO DEL MONITOREO DE DEFORMACIONES

Durante la construcción, el monitoreo se constituirá en una fuente de información y de datos que posibilitará efectuar verificaciones de las hipótesis de partida y del diseño de las estructuras subterráneas, tal como éstas fueran proyectadas en gabinete. Adicionalmente, los resultados del monitoreo proveerán la información necesaria para confirmar la integridad y estabilidad de las estructuras y edificaciones existentes en inmediaciones de la obra, permitiendo verificar que los elementos de sostenimiento instalados sean suficientes para satisfacer los criterios de diseño.

Las mediciones obtenidas a través del monitoreo permitirá la evaluación de los siguientes aspectos:

- Verificación de la materialización de la función portante del suelo alrededor del túnel,
- Verificación de la aptitud del método y secuencia de ejecución de las tareas de excavación y sostenimiento, las distancias que median entre los frentes de sectores parciales de excavación y de la capacidad portante del sistema de sostenimiento del túnel en relación a los objetivos de asentamientos previstos en el proyecto,
- Elemento de juicio para la instalación de elementos de sostenimiento especiales,
- Elemento de verificación de la tendencia decreciente de las deformaciones de referencia pronosticadas a través del diseño para la estructura y en la superficie del terreno, como asimismo elemento de juicio para la intervención temprana en caso de que la evolución de las deformaciones muestran una tendencia poco convergente o divergente,
- Fuente para la representación de la evolución de deformaciones y asentamientos en terreno a largo plazo como instrumento de prueba y herramienta para el juicio acerca de la garantía de estabilidad de las estructuras construidas,
- Elemento de retroalimentación de información para verificación y calibración de los

modelos continuos de interacción suelo - estructura efectuados mediante los métodos de elementos o diferencias finitos, lo que permitirá efectuar durante la etapa de obra, si ello resultara conveniente o necesario, adaptaciones del diseño de las estructuras o método de construcción, como asimismo, pronósticos más exactos de los asentamientos futuros del terreno,

- Elemento de juicio sobre la base de la comparación “pronósticos - realidad” para decidir la implementación de eventuales medidas de refuerzo anticipadas de edificaciones u otras obras de infraestructura, como por ejemplo socialzado, implementación de inyecciones del subsuelo debajo de fundaciones, instalación de elementos verticales de protección entre cavidad y edificación, tal como cortinas de pilotes o paraguas de pilotes horizontales de caños de acero, etc.

3. SECCIONES DE MONITOREO Y VALORES DE CONTROL

3.1. Sección de Monitoreo

Las Secciones de Monitoreo Regulares (Básicas) y Principales (Múltiples) son planos transversales al eje longitudinal del túnel sobre los que se instala un conjunto de instrumentos de medición de deformaciones y de instrumentos geotécnicos, tanto en el interior del túnel, como también en la superficie del terreno y edificaciones vecinas. Para cada sección se han definido en los planos del diseño todas sus características, como por ejemplo, progresiva, cantidad, tipo y ubicación de instrumentos, etc.

Se han definido los tipos de secciones de monitoreo en función de la distribución de los dispositivos de medición previstos. El emplazamiento de cada sección de monitoreo particular es función de las condiciones propias de la obra, en especial de la longitud de los túneles y de la cercanía de estructuras y edificios. En general, se ha previsto 1 sección cada 20 ó 25 m de túnel interestación y cada 15 m en túnel estación.

Si bien el diseño prevé una cantidad definida de secciones de monitoreo, podrá resultar necesario adicionar o eliminar secciones durante la ejecución de la obra. Los instrumentos de las secciones de monitoreo, como cualquier otro instrumento adicional instalado en la superficie del terreno o dentro de las cavidades subterráneas serán monitoreados periódicamente.

3.2. Valores Umbrales de Control

Los valores umbrales de control son valores estimados y preestablecidos en el proyecto para cada una de las diferentes variables de monitoreo, las que serán utilizadas durante el avance de la obra para el control y la verificación del cumplimiento de las hipótesis y objetivos del diseño como para el aseguramiento de la seguridad de

la construcción. Ellos serán empleados para la evaluación de los resultados del monitoreo, permitiendo la toma inmediata de decisión y, si fuera necesario, de acciones de reparo o de mitigación antes de que la estabilidad de la cavidad o de las estructuras esté en peligro.

El responsable de la evaluación e interpretación de los resultados de las mediciones de deformaciones en obra como fuente de retroalimentación e instrumento de validación será la SUPERVISIÓN DE OBRA.

4. RESPONSABILIDADES

A continuación se establece la responsabilidad específica que le es asignada al CONTRATISTA DE OBRA, a la Unidad de Monitoreo de la INSPECCION TECNICA y a la SUPERVISIÓN DE OBRA y las obligaciones que tendrán frente a METRO S.A.

4.1. Responsabilidad y Obligaciones de METRO S.A.

- (1) METRO S.A suministrará el 100% de la instrumentación óptica y geotécnica que requiere el proyecto.
- (2) METRO S.A suministrará los adaptadores de los prismas o miras reflectoras con los pernos de convergencia.
- (3) METRO S.A. proveerá los pernos de convergencia estándar de 250 mm de longitud de acero empotrados en el hormigón proyectado o en los pilotes de las obras subterráneas, necesarios para de instalación de los instrumentos y dispositivos de monitoreo.

4.2. Responsabilidad y Obligaciones del CONTRATISTA DE OBRA

- (1) El CONTRATISTA DE OBRA será el encargado de instalar todos los instrumentos y elementos accesorios o auxiliares que forman parte del sistema de monitoreo y de garantizar el perfecto funcionamiento de éstos durante el período completo de monitoreo. A efectos de garantizar una correcta y oportuna instalación de todos los instrumentos, la Unidad de Monitoreo asistirá al Contratista en terreno, supervisando las actividades de instalación y dando indicaciones técnicas sobre la forma de efectuarlas.

El sitio de instalación y la cantidad de instrumentos y dispositivos de monitoreo a ser provistos responden en primera instancia a la información contenida en los planos y demás documentos de licitación. No obstante, será posible que durante la ejecución de la obra y en función del comportamiento de las cavidades, del sistema de sostenimiento, del asentamiento de edificaciones cercanas a la obra y

de las condiciones locales del subsuelo, sea conveniente modificar la ubicación y/o las cantidades de secciones o de instrumentos individuales de monitoreo. Los citados cambios serán requeridos con la debida anticipación por parte de la INSPECCIÓN a la SUPERVISION DE OBRA, el que los deberá llevar a cabo en el término requerido.

- (2) Será responsabilidad del CONTRATISTA DE OBRA instalar los pernos de convergencia estándar de 250 mm de longitud de acero empotrados en el hormigón proyectado o en los pilotes de las obras subterráneas, necesarios para de instalación de los instrumentos y dispositivos de monitoreo. Asimismo, para proteger la rosca del perno el CONTRATISTA DE OBRA deberá proveer e instalar sobre el extremo del mismo un capuchón protector de material sintético.
- (3) El CONTRATISTA DE OBRA deberá proveer y mantener iluminación, ventilación, plataformas y medios de elevación adecuados, como también todo otro equipo o dispositivo auxiliar necesario, incluyendo la disponibilidad de los operadores y el personal auxiliar necesario para garantizar el acceso y la toma de lectura a todos los instrumentos por parte de la Unidad de Monitoreo.
- (4) El CONTRATISTA DE OBRA deberá contar con personal de obra adecuado para garantizar la instalación correcta y el funcionamiento apropiado de todos los instrumentos y elementos constitutivos del sistema de monitoreo. Dentro de su equipo, el CONTRATISTA DE OBRA deberá designar a una persona calificada responsable del Monitoreo, quien liderará todas las tareas relacionadas con el alcance que le compete al CONTRATISTA en relación al monitoreo en la obra y quien deberá mantener estrecho contacto con el representante de la Unidad de Monitoreo.
- (5) El CONTRATISTA DE OBRA es responsable por las siguientes actividades relacionadas con el monitoreo:
 - En general, como ya especificado, de la instalación de todos los instrumentos.
 - Almacenamiento en obra de todos los instrumentos, dispositivos, accesorios en general y repuestos del sistema de monitoreo a ser instalado en obra por el CONTRATISTA DE OBRA, en la cantidad y con la anticipación mínima requerida en función del avance de la obra. Se excluyen de este requerimiento los dispositivos portátiles de toma de lectura de todos aquellos instrumentos que serán monitoreados por la Unidad de Monitoreo, como también los computadores y el software de evaluación, interpretación y representación de los resultados de mediciones.
 - Provisión de personal para la instalación de instrumentos en las ubicaciones requeridas en los planos del proyecto o solicitadas en la obra por la Unidad de Monitoreo.

- Provisión de toda la información asociada a la instalación de instrumentos de monitoreo de responsabilidad del Contratista a la Unidad de Monitoreo, en un formato convenido con anticipación al comienzo de obra, incluyendo detalles tales como tipos de instrumentos, ubicación de los mismos, dimensiones, distancias entre secciones, etc.
 - Siempre que por el tipo de instrumento resulte necesario, ejecución de ensayos de aptitud y de funcionamiento, bajo la supervisión de la Unidad de Monitoreo.
 - Mantenimiento de los instrumentos de acuerdo a los procedimientos recomendados por el fabricante y de acuerdo a las directivas de la Unidad de Monitoreo.
 - Dar aviso a la Unidad de Monitoreo sobre la ocurrencia de cualquier comportamiento anómalo detectado durante la obra, como por ejemplo deformaciones excesivas, daños visibles en las estructuras de sostenimiento, daños de los instrumentos, etc.
 - Proposición de instalación de secciones de monitoreo o de instrumentos adicionales convenientes a juicio del CONTRATISTA DE OBRA en función de su experiencia acumulada durante el avance de la obra.
 - Además deberá ser responsable contabilizar la cantidad de elementos que serán requeridos en obra y llevar el control de las existencias de los mismos.
- (6) Asistencia a las reuniones regulares y extraordinarias de monitoreo en obra junto a las demás partes presentes.

4.3. Responsabilidad y Obligaciones de la Unidad de Monitoreo

- (1) La Unidad de Monitoreo ejecutará todas las mediciones en obra, en particular para el registro, almacenamiento y documentación de información.
- (2) La Unidad de Monitoreo proveerá los equipos de lectura de todos los instrumentos o dispositivos de monitoreo requeridos en esta especificación, del sistema completo de medición de deformaciones tridimensional óptico.
- (3) La Unidad de Monitoreo realizará la supervisión de los ensayos de aptitud y de funcionamiento a ser realizados en obra anticipadamente al inicio de actividades de monitoreo por parte del CONTRATISTA DE OBRA.
- (4) Supervisión y provisión de todo tipo de indicaciones necesarias al CONTRATISTA DE OBRA para que éste ejecute la instalación de los instrumentos que son de su responsabilidad.
- (5) Calibración inicial y toda otra calibración necesaria durante la etapa de monitoreo.
- (6) Dar aviso al CONTRATISTA DE OBRA sobre el mal funcionamiento, daño o

pérdida de algún instrumento o punto de medición, para que éste sea reemplazado inmediatamente.

- (7) Dar aviso a la SUPERVISION DE OBRA y a METRO S.A. sobre la ocurrencia de cualquier comportamiento anómalo detectado durante las mediciones y su evaluación, como por ejemplo, aumento excesivo o evolución netamente divergente de deformaciones y/o convergencias, etc.
- (8) Proposición de instalación de instrumentos adicionales o de adaptación de las secciones de monitoreo propuestas en el proyecto donde a su juicio sea conveniente.
- (9) Establecimiento de un sistema de codificación de las variables de medición y de la instrumentación en general.
- (10) Asistencia a las reuniones regulares y extraordinarias de monitoreo en obra junto a las demás partes presentes.
- (11) La Unidad de Monitoreo será la encargada de administrar y consolidar los datos de las mediciones realizadas en terreno y realizar la representación gráfica de los resultados, para su envío a la SUPERVISION DE OBRA.
- (12) Deberá verificar y chequear la cantidad de elementos que serán requeridos en obra y el control de las existencias de los mismos.

4.4. Responsabilidad y Obligaciones de la SUPERVISION DE OBRA

- (1) La SUPERVISION DE OBRA llevará el registro, almacenamiento y documentación de la información. Realizará la evaluación de los resultados y de la representación gráfica de éstos, que son suministrados por la Unidad de Monitoreo.
- (2) La SUPERVISION DE OBRA deberá emitir y entregar los informes diarios y mensuales a que se refiere el punto 7.5 del presente documento.
- (3) La SUPERVISION DE OBRA dará aviso a la INSPECCION TECNICA y a METRO S.A. sobre la ocurrencia de cualquier comportamiento anómalo detectado durante la evaluación de las mediciones, como por ejemplo, aumento excesivo o evolución netamente divergente de deformaciones y/o convergencias, etc.
- (4) Proposición de instalación de instrumentos adicionales o de adaptación de las secciones de monitoreo propuestas en el proyecto donde a su juicio sea conveniente.

4.5. Responsabilidad y Obligaciones de la INSPECCIÓN TÉCNICA

- (1) Coordinar el trabajo entre la Unidad de Monitoreo y el CONTRATISTA DE OBRA.
- (2) Asistir a todas las reuniones de monitoreo en obra con las demás partes

involucradas: Contratista, SDO y Metro S.A.

- (3) Recibir y revisar en forma diaria la información emitida por la Unidad de Monitoreo.

5. **INSTRUMENTACIÓN**

5.1. **General**

- (1) Los requisitos esenciales de todo instrumento y dispositivo de monitoreo son la confiabilidad y la facilidad de instalación, operación y calibración. Los elementos deben ser durables en el largo plazo y no ser proclives a dañarse durante y luego de la instalación.
- (2) Tanto para el caso de dispositivos de lectura directa eléctrica como para dispositivos eléctricos de lectura remota, la confiabilidad y exactitud de las señales medidas debe ser tal que la exactitud del instrumento satisfaga los requerimientos de corto y largo plazo bajo las condiciones del medio ambiente subterráneo y con longitudes de cable que pueden ser superiores a los 100 m. El dispositivo debe ser diseñado para enviar señales eléctricas estables para el período de tiempo correspondiente a la vida útil del instrumento.
- (3) Los puntos de asentamiento sub-superficial que deban ser instalados en la superficie del terreno deberán quedar protegidos a través de una caja rígida instalada a nivel de superficie, tal como lo muestran los planos respectivos. Estas cajas deberán ser provistas con un cierre y candado que garantice su inviolabilidad. En caso que las cajas se encuentren sobre superficies transitables por vehículos, las mismas deberán ser suficientemente rígidas para soportar la acción de éstos.

5.2. **Instrumentos y Dispositivos de Monitoreo**

5.2.1. Monitoreo de Deformaciones Óptico Tridimensional

- (1) Para el monitoreo de deformaciones de las cavidades subterráneas será utilizado un sistema de monitoreo de deformaciones óptico tridimensional de medición de deformaciones sobre la base de un sistema espacial de coordenadas. Este sistema de medición de deformaciones se empleará en todas las cavidades subterráneas del presente contrato.
- (2) Los puntos internos en la cavidad 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.

- (3) 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 o en los pilotes de las obras subterráneas objeto de este contrato.

No será admisible que el CONTRATISTA DE OBRA instale los pernos en perforaciones efectuadas después de haber finalizado el revestimiento de hormigón proyectado primario. Los pernos deberán ser posicionados correctamente antes de la instalación del revestimiento primario y quedar empotrados en éste en el curso del hormigonado. En el caso de pilotes de hormigón armado, los pernos deberán ser instalados después de su ejecución, perforándose un agujero apropiado y empotrando el perno dentro de éste mediante mortero epóxico o algún otro mortero aprobado por parte de la INSPECCIÓN.

Para proteger la rosca del perno el CONTRATISTA DE OBRA deberá proveer e instalar sobre el extremo del mismo un capuchón protector de material sintético.

Sobre el citado perno se instalará el adaptador que tendrá un punto de quiebre predefinido, de modo de permitir el intercambio de la mira en caso de que ésta sufra daños durante la obra y de no perder el punto de medición. El adaptador permitirá la rotación del prisma o mira reflectora en torno a dos ejes, siendo de características tales de garantizar las mediciones de alta precisión requeridas.

- (4) Las mediciones de deformación y de convergencia del revestimiento de hormigón proyectado se efectuarán sistemáticamente a través de las secciones de monitoreo predefinidas en los planos del diseño.
- (5) 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 +/- 0.5 mm para 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.

Deberá permitir la transferencia automática de datos desde el teodolito al PC y del PC al teodolito.

- (6) La evaluación de las mediciones será efectuada por la SUPERVISION DE OBRA mediante el empleo de un software de evaluación apropiado. Para este efecto, el Consultor deberá utilizar el software que disponga de su propiedad. El software

deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Determinación de desplazamientos en un sistema de coordenadas absoluto con una precisión de ± 1 mm.
- Cálculo de mediciones geodésicas y mantenimiento de bases de datos de puntos geodésicos.
- Procesamiento automático de los resultados de mediciones para su impresión en forma automática.
- Cálculo en terreno de las coordenadas de la posición del punto de monitoreo y del punto de emplazamiento del teodolito mediante el método de estación libre.
- Compensación de anomalías de refracción y de otros errores de medición detectados durante la toma de la lectura.
- Identificación automática de puntos de medición y detección de nuevas lecturas de calibración.
- Procesamiento de datos rápido y robusto para permitir una evaluación continua de la totalidad de los resultados del monitoreo.
- Formato adecuado de la representación gráfica de los datos en pantalla y en la impresora o plotter. La salida de datos contendrá al menos la siguiente información:
 - ⇒ Detalles del proyecto
 - ⇒ Localización y nombre de la sección de monitoreo
 - ⇒ Fecha de lectura
 - ⇒ Fecha de producción de la salida de datos
 - ⇒ Escalas y nombres de los ejes
 - ⇒ Representación gráfica de las etapas de excavación incluyendo leyendas correspondientes
 - ⇒ Gráficos de los resultados de mediciones en diferentes colores incluyendo leyendas aclaratorias
- Evaluación y representación en término de historias de deformación absolutas e historias de desplazamientos relativos (convergencias), ilustradas sobre la base de secciones transversales o como curvas de evolución de las deformaciones en el tiempo en dirección longitudinal.
- Administración de información tecnológicamente actualizada capaz de proveer la mayor flexibilidad posible en relación a entradas de datos, posibilidades de modificación y representación alternativa de geometría, puntos fijos, coordenadas Gauss-Krueger, etc.
- Herramientas de tipo estadístico para acumular experiencia a medida que

progresa la obra y pronosticar deformaciones en forma anticipada para el frente de excavación del túnel.

- (7) Siempre que la INSPECCIÓN lo solicite expresamente, el CONTRATISTA DE OBRA deberá instalar en las secciones de monitoreo interiores de los túneles un perno de convergencia en la contrabóveda del revestimiento primario. Éste deberá ser instalado de la misma manera que los demás pernos en la bóveda y banco, con la diferencia de que para mantenerlos accesibles será necesario proveer una caja de protección. La misma podrá ser de hormigón premoldeado o instalado in situ de espesor mínimo de 8 cm, debiendo estar dimensionada para resistir las cargas del tránsito de obra. La parte superior de la caja deberá ser provista con un anillo y tapa de cerramiento estable frente a las mismas cargas. Dentro de esta caja no sólo se instalará el perno de convergencia sino también un perfil de acero más robusto, tal como indicado en los planos correspondientes, cuya función será la de permitir las mediciones geodésicas de nivelación de la contrabóveda de la cavidad.
- (8) Una vez terminadas las obras del presente contrato el CONTRATISTA DE OBRA deberá dejar instalados y en función, todos los pernos de convergencia instalados en el revestimiento primario de hormigón proyectado y en los pilotes de los piques, de modo de que puedan ser empleados para la continuación del monitoreo.

5.2.2. Convergencia

En general las convergencias, vale decir la variación relativa de distancia entre puntos fijos instalados en el revestimiento primario o definitivo de una cavidad subterránea (pique o túnel), serán determinadas sobre la base de los resultados de las mediciones del monitoreo tridimensional óptico de deformaciones ya especificado en el ítem 5.2.1.

5.2.3. Puntos de Referencia de Medición de Asentamientos

- (1) Los puntos de referencia para medición de asentamientos se utilizarán para 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.
- (2) Se distinguen dos tipos de puntos de referencia para medición de asentamientos, los superficiales y los profundos o sub-superficiales. Los primeros se materializan mediante pernos de referencia directamente instalados sobre el pavimento o en

monolitos de hormigón cuando se trata de puntos en terreno natural. Los segundos se materializan a través de perfiles de acero o barras verticales anclados a suficiente profundidad en el terreno en un pozo, de manera de poder obtenerse asentamientos de la superficie del terreno sin distorsiones por algún tipo de acción o rigidez superficial. El perfil o barra de acero se ancla en el pozo mediante mortero de cemento u hormigón pobre en una distancia de mínimo 50 cm. En el mismo mortero u hormigón se ancla un tubo corrugado flexible de PVC que envuelve el citado perfil, terminando ambos 20 cm bajo la superficie del terreno. El espacio anular alrededor del tubo corrugado es llenado y compactado con arena. Sobre el extremo superior del perfil de acero se suelda un perno o punto de medición. Finalmente, el instrumento es protegido mediante una caja con tapa empotrada en hormigón.

- (3) Para el presente proyecto se prevén ambos tipos de puntos de referencia de asentamientos descritos anteriormente, los que serán parte de las secciones de monitoreo establecidas en los planos del diseño.

La profundidad de instalación de los puntos de referencia de asentamientos sub-superficiales será de mínimo 1,0 m, pudiendo ser mayor siempre que así lo indiquen los planos del proyecto. La separación entre puntos de asentamiento está indicada en los planos del diseño.

- (4) Los puntos de referencia de asentamientos deberán ser provistos e instalados como descrito en esta especificación y mostrado en los planos correspondientes por parte del CONTRATISTA DE OBRA. Su instalación deberá efectuarse con la anticipación mínima necesaria para que la Unidad de Monitoreo comience con el monitoreo con la anticipación al paso del frente de excavación de la cavidad indicado en los planos.
- (5) Siempre que lo requiera la INSPECCIÓN, el CONTRATISTA DE OBRA deberá instalar puntos de referencia adicionales a los especificados en los planos, como por ejemplo, si se quisiera verificar la evolución de los asentamientos en dirección longitudinal a lo largo del eje de algún sector de túnel.

5.2.4. Puntos de Referencia de Medición de Asentamientos en Estructuras y Servicios

- (1) Los puntos de referencia para medición de asentamientos de edificios o de servicios se requieren para monitorear los movimientos que sufrirán estructuras o servicios cercanos a las cavidades por motivo de la construcción de estas últimas. En las secciones de monitoreo cercanas o correspondientes a un edificio o estructura se ha previsto la instalación de puntos de referencia de asentamientos en estas estructuras o edificios. Los mismos deberán ser instalados por el CONTRATISTA DE OBRA sobre la base del esquema propuesto en los planos. Los pernos de referencia deberán ser empotrados en un sitio accesible de un muro o superficie externa o en un muro portante interno del

edificio.

- (2) Con relación a la oportunidad de instalación, como a los plazos y las frecuencias de lectura de estos puntos de referencia, son válidas las mismas consideraciones aplicables para los demás instrumentos de la sección de monitoreo respectiva.

Más allá de los puntos de referencia de estructuras y de edificios parte de las secciones de monitoreo, la INSPECCIÓN podrá requerir la instalación de puntos adicionales en estos objetos.

- (3) En caso que alguna cavidad atraviese un sector en el que se encuentran emplazados servicios que no han de sufrir deformaciones por encima de ciertos límites prefijados, como lo pueden ser tuberías en general o de gas o de otro fluido peligroso, será necesario instalar puntos de medición de asentamientos sobre estos servicios con el objetivo de monitorear la evolución de las deformaciones inducidos en éstos. Los puntos de referencia deberán ser materializados por parte del CONTRATISTA DE OBRA directamente sobre los servicios o tuberías de la forma en que se indica en los planos: instalación de un tubo vertical corrugado de material flexible instalado en un pozo relleno y compactado con arena y protegido con una caja y tapa superiores. El citado tubo deberá dejar expuesto un sector de la tubería sobre la que el CONTRATISTA DE OBRA deberá materializar un punto de referencia claramente identificable.
- (4) El emplazamiento de puntos de referencia de asentamientos en servicios será definido con suficiente anticipación por parte de la INSPECCIÓN TECNICA.
- (5) El monitoreo de todos los puntos de referencia será responsabilidad de la Unidad de Monitoreo. El CONTRATISTA DE OBRA deberá además proteger y mantener accesibles los citados puntos para la Unidad de Monitoreo.

6. **PROGRAMA DE MONITOREO**

- (1) Todos los puntos e instrumentos a ser monitoreados, tanto desde la superficie como en el interior de las cavidades subterráneas deberán ser codificados sobre la base de un sistema lógico de referencia, por ejemplo en base al tipo de variable a ser monitoreada, ubicación del instrumento/punto en relación a las estructuras o la infraestructura monitoreada, progresiva del túnel o cavidad, etc., de manera de que los valores protocolados sean identificables para la evaluación por el personal de obra y cualquier posterior interpretación o revisión por parte de la INSPECCIÓN. Será responsabilidad del CONTRATISTA DE OBRA entregar una clara identificación de todos los instrumentos, dispositivos y puntos por él instalados.
- (2) La primera lectura (lectura cero) de cada instrumento será efectuada inmediatamente

después de la instalación o tan pronto como es posible en función de consideraciones prácticas. La lectura cero será el resultado de al menos dos operaciones de lectura independientes que arrojen resultados consistentes. El CONTRATISTA DE OBRA deberá dar aviso inmediato a la INSPECCIÓN una vez terminada la instalación de cualquier instrumento o dispositivo de monitoreo de su responsabilidad.

- (3) La frecuencia inicial de mediciones deberá ser como mínimo diaria, debiéndose mantener la misma hasta el momento en que la variación entre lecturas sucesivas haya disminuido lo suficiente para justificar una reducción de esta frecuencia, sin que ello signifique una reducción de la seguridad en la obra y garantizando asimismo que las mediciones efectuadas permitan una representación clara de la evolución temporal de la variable monitoreada. En los planos del diseño se especifica la frecuencia de medición de las secciones de monitoreo de túneles de acceso en función de su ubicación relativa en relación al frente de excavación del túnel.
- (4) Más allá de los requerimientos a los que se hizo referencia en el punto anterior, la frecuencia de toma de lecturas podrá tener que ser ajustada a condiciones particulares no previsibles durante el diseño. Estos ajustes serán propuestos por la SUPERVISION DE OBRA. En particular serán considerados motivos de ajuste de la frecuencia la secuencia de excavación empleada y la evolución de las deformaciones. Sin perjuicio de que se determinen frecuencias diferentes en la obra, serán tomados como referencia los valores establecidos en el siguiente ítem.
- (5) La frecuencia de monitoreo de todos los puntos de medición de deformaciones instalados dentro de los túneles no será menor a los valores consignados a continuación:
 - Una medición por día durante los primeros 20 m de avance del frente de excavación o de transcurridos los primeros 15 días, seguida por
 - Dos mediciones por semana hasta completar 40 m de avance o haber transcurrido el primer mes a partir de la excavación, seguido de
 - Una medición por semana hasta completar el 2º mes a partir de la excavación, seguido de
 - Una medición por mes hasta completar los primeros seis meses contados a partir de la excavación, seguido de
 - Una medición cada tres meses hasta la finalización de la obra.

Cuando un frente de excavación es paralelo a otro ya ejecutado, los puntos de monitoreo existentes en los túneles ya ejecutados (galerías laterales, por ejemplo) deberán ser medidos con la misma frecuencia que el nuevo frente en excavación.

- (6) Siempre que se perciba un cambio atípico o no esperado en la evolución de las deformaciones en el tiempo o dondequiera que se anticipen circunstancias

particulares que demanden una cautela especial y mayor intensidad de monitoreo, la frecuencia de medición será incrementada por recomendación o por requerimiento de la SUPERVISION DE OBRA. Será parte de la responsabilidad del CONTRATISTA DE OBRA, la de dar a conocer a la INSPECCION TECNICA de inmediato la ocurrencia de cualquier evento especial que pueda demandar el aumento de la frecuencia de monitoreo.

- (7) En general la Unidad de Monitoreo iniciará la lectura de dispositivos e instrumentos de monitoreo instalados en las secciones de monitoreo de la superficie o edificios como mínimo con 20 días de anticipación a la coincidencia del frente de excavación del túnel con esta sección y no después de que el frente mencionado se encuentre a una distancia de la sección de monitoreo de 30 m. Inicialmente, la frecuencia de lectura de los instrumentos no será menor de una medición cada 2 días. Al menos con 10 días de anticipación de la llegada del frente a la sección considerada y no después de que éste se haya acercado a 15 m, la frecuencia será aumentada a una medición diaria.

Con relación a las frecuencias de monitoreo después de haber pasado el frente de excavación por la sección correspondiente son aplicables los valores especificados en el ítem (5) anterior.

- (8) Los puntos e instrumentos serán monitoreados en los intervalos mencionados hasta que los que hayan sido destinados a ser perdidos se abandonen por quedar cubiertos o por cualquier otra razón expresamente aprobada por la INSPECCION.
- (9) Los resultados de las mediciones serán presentados por la SUPERVISIÓN DE OBRA en forma de gráficos en colores y pondrá a disposición de todas las partes presentes en la oficina de obra, vale decir a la INSPECCIÓN TECNICA, CONTRATISTA DE OBRA y METRO S.A., a través de la red de computación prevista para ello, los mismos gráficos, de manera de que los responsables de cada parte en obra puedan graficarlos en su propia pantalla o plotearlos. La Unidad de Monitoreo mantendrá los registros digitales originales de las lecturas.
- (10) El CONTRATISTA DE OBRA será responsable de mantener todos los instrumentos o puntos o marcas de monitoreo, como también de instalar otros adicionales indicados por la INSPECCIÓN para que METRO S.A. pueda efectuar mediciones posteriores a la finalización del presente contrato de obra de piques y túneles de acceso.

7. EJECUCIÓN DEL MONITOREO

7.1. Informe Previo del CONTRATISTA DE OBRA

Por lo menos 2 semanas antes del comienzo del monitoreo en obra el CONTRATISTA DE OBRA deberá remitir A LA INSPECCION TECNICA, para aprobación, un informe

que contenga la siguiente información:

- Detalles del personal encargado del sistema de monitoreo, en particular certificación de la experiencia.
- Detalles de cómo el CONTRATISTA DE OBRA proveerá acceso para mantener accesibles los instrumentos y dispositivos de monitoreo instalados.
- Propuestas detalladas sobre los procedimientos que el CONTRATISTA DE OBRA aplicará en relación a los ensayos de aptitud, ensayos de funcionamiento y la calibración de los instrumentos a ser instalados por él.
- Propuesta por escrito de un programa y cronograma de todas las actividades relacionadas con la instalación y mantenimiento de instrumentos de monitoreo para programación y coordinación de las tareas de la Unidad de Monitoreo. Se deberá incluir en la propuesta la siguiente información:
 - ⇒ fechas en que se instalarán los instrumentos o elementos de las secciones de monitoreo.
 - ⇒ secuencia de trabajo en la instalación de los instrumentos.
 - ⇒ cronograma de ejecución de ensayos de aptitud y de funcionamiento.
 - ⇒ requerimientos de calibración, etc. por parte de la Unidad de Monitoreo.

7.2. Informe Previo de la Unidad de Monitoreo

Será responsabilidad de la INSPECCION TECNICA presentar a METRO S.A. con la anticipación necesaria la siguiente información:

- Una descripción de todos los instrumentos requeridos en la presente especificación cuya provisión sea de su responsabilidad, incluyendo bibliografía, prospectos de fabricantes, instrucciones e información sobre la sensibilidad de los instrumentos a los cambios de temperatura, forma de almacenarlos convenientemente en obra y precauciones a tener durante el manejo y transporte de los mismos.
- Un cronograma y secuencia de medición de los instrumentos, que será complementado con todos los instrumentos adicionales a medida que avanza la obra.
- Una propuesta de un sistema de codificación de instrumentos y de variables de monitoreo.
- Una metodología de transmisión de la información proveniente de las mediciones a las diferentes partes participantes en el proyecto de construcción de la obra, vale decir a la SUPERVISION DE OBRA, CONTRATISTA DE OBRA y a METRO S.A.

7.3. Instalación de los instrumentos por el CONTRATISTA DE OBRA

Los métodos de instalación de instrumentos y equipamiento especiales deberán responder a las recomendaciones del fabricante y ser aprobados por la INSPECCIÓN TECNICA.

Una vez completada la instalación de instrumentos, dispositivos o equipamiento el CONTRATISTA DE OBRA deberá remitir a la INSPECCIÓN una disposición gráfica completa de todos los instrumentos, dispositivos, componentes o equipamiento instalados, consignando su emplazamiento, fecha y hora de instalación, tipo de instrumento o equipo instalado y las dimensiones principales.

El CONTRATISTA DE OBRA tendrá la responsabilidad de garantizar que todas las actividades de instalación, calibración, ensayo y lectura de instrumentación, sea a cargo de quien fueren, se ejecuten bajo cumplimiento de las normas de seguridad establecidas la documentación de licitación del presente Contrato.

7.4. Mediciones de la Unidad de Monitoreo

La Unidad de Monitoreo enviará a la SUPERVISION DE OBRA en **forma diaria hasta las 15:00 hrs. de cada día**, los datos procesados y graficados de las lecturas efectuadas entre las 14:00 hrs. del día anterior y las 14:00 hrs. del día de la entrega, vía correo electrónico u otro medio que estime conveniente para su evaluación por parte de la SUPERVISION DE OBRA.

La Unidad de Monitoreo estandarizará la lectura de los instrumentos, motivo por lo cual utilizará un equipamiento electrónico adecuado (estaciones totales digitales, niveles digitales de alta precisión, etc.).

7.5. Informes de la SUPERVISION DE OBRA

La SUPERVISION DE OBRA recibirá en **forma diaria hasta las 15:00 hrs. de cada día**, los datos procesados y graficados de las lecturas efectuadas entre las 14:00 hrs. del día anterior y las 14:00 hrs. del día de la entrega. Con esta información deberá preparar los siguientes informes:

(1) Informes Diarios

La SUPERVISION DE OBRA deberá entregar **en forma diaria hasta las 16:00 hrs. de cada día**, la evaluación de los resultados de las mediciones efectuadas entre las 14:00 hrs. del día anterior y las 14:00 hrs. del día de la entrega, vía correo electrónico u otro medio que estime conveniente, a todas las entidades que participan en la construcción de la obra (METRO S.A., CONTRATISTA DE OBRA e INSPECCION TECNICA).

(2) Informes Mensuales

La SUPERVISION DE OBRA deberá entregar un informe mensual antes del día 5 de cada mes donde deberá indicar en forma resumida las principales actividades y aspectos relevantes de cada sector en cuanto a las mediciones que se acercan o escapan de los valores umbrales definidos por ella. En este informe también deberá indicar la distribución del personal y los recursos que se están empleando en el contrato, así como en un gráfico particular y general, el estado de avance de las excavaciones de los distintos frentes de trabajo.

8. ENSAYO Y CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS

- (1) Será responsabilidad de la SUPERVISION DE OBRA el probar que el sistema de monitoreo y equipamiento de medición es adecuado para los objetivos particulares del proyecto y apto para cumplir los requerimientos del presente documento. Todos los instrumentos a ser usados deberán haber sido calibrados en fábrica y deberán estar preparados para efectuar múltiples lecturas cero (entrega de certificado de calibración reciente).
- (2) Los ensayos de aptitud y de funcionamiento de instrumentos, dispositivos y equipamiento instalados en obra deberán ser ejecutados por el CONTRATISTA DE OBRA, ateniéndose para ello a los requerimientos especificados en el ítem siguiente. Con motivo de posibilitarle a la Unidad de Monitoreo la evaluación de los procedimientos de ensayos que empleará, el CONTRATISTA DE OBRA deberá presentar por escrito a la INSPECCIÓN TÉCNICA para su aprobación anticipada un método de ensayo adecuado.
- (3) Ensayos:
 - Ensayos de aptitud: Antes de su medición sistemática, cualquier tipo de instrumento y dispositivo de monitoreo deberá ser sometido como mínimo a un ensayo de aptitud, el que deberá ser ejecutado en obra ante la Unidad de Monitoreo.
 - Ensayos de funcionamiento: Los ensayos de funcionamiento deberán ser simples ensayos que aseguren el correcto funcionamiento de los instrumentos y del equipamiento. Deberán ser ejecutados para la totalidad de los instrumentos y dispositivos de monitoreo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y el procedimiento de ensayo aprobado por la Unidad de Monitoreo.
- (4) Calibraciones

Durante la vida útil de instrumentos y equipamiento de monitoreo será necesario efectuar calibraciones. Asimismo, se requerirán calibraciones de todo componente instalado en obra que tenga incorporado posibilidades de calibración. La calibración

inicial, como asimismo cualquier otra calibración posterior necesaria será responsabilidad de la Unidad de Monitoreo. La frecuencia de calibraciones intermedias se ajustará a las recomendaciones emitidas por el fabricante del equipamiento o a las instrucciones de la SUPERVISION DE OBRA.

9. MANTENIMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS

- (1) El CONTRATISTA DE OBRA deberá instalar los instrumentos, dispositivos y accesorios de monitoreo como especificados en los planos o requerido por la INSPECCIÓN, tan pronto como físicamente sea posible en función del ciclo de trabajo en obra y la finalización de la instalación del sistema de sostenimiento. Todas aquellas partes de los instrumentos, dispositivos o accesorios de monitoreo instalados en obra que no estén empotrados en el subsuelo o cubiertos con hormigón proyectado deberán ser adecuadamente protegidos contra posibles daños debidos a impacto mecánico o a la agresividad del medio ambiente de la obra. Será responsabilidad del CONTRATISTA DE OBRA proteger dichas partes de instrumentos o dispositivos de medición mediante capuchones o elementos de protección convenientes, tal como sea requerido por la INSPECCIÓN.
- (2) Los instrumentos, dispositivos y accesorios de monitoreo instalados en obra deberán permanecer libres y accesibles durante el plazo completo de medición respectivo. Instrumentos, dispositivos o componentes dañados deberán ser reemplazados por el CONTRATISTA DE OBRA o en caso que la INSPECCIÓN así lo disponga, por la Unidad de Monitoreo lo antes posible para permitir la continuación de las tomas de lectura. El costo de esta reposición será de cargo del Contratista, aspecto que se liquidará al final del Contrato.
- (3) Será responsabilidad del CONTRATISTA DE OBRA solicitar en forma continua y en cantidad suficiente todos los instrumentos, dispositivos y accesorios de la instrumentación instalada o de aquella cuya instalación esté prevista. A tal efecto, el CONTRATISTA DE OBRA deberá solicitarle a la INSPECCIÓN con la anticipación mínima necesaria la entrega en obra de todos los instrumentos, accesorios y repuestos cuya provisión no sea expresamente de su responsabilidad.

10. MEDICIONES, REGISTROS, DISPOSICIONES GENERALES

- (1) El formato de registro de mediciones, tanto en forma escrita como en copia electrónica o magnética, será definido por la Unidad de Monitoreo.
- (2) De la forma dispuesta por parte de la INSPECCIÓN se efectuarán reuniones de monitoreo a la que asistirán el representante del CONTRATISTA DE OBRA, el

representante de la Unidad de Monitoreo, y un representante de la SUPERVISIÓN DE OBRA. Durante la citada reunión el representante de la Unidad de Monitoreo describirá en forma cualitativa los resultados actualizados del monitoreo. Asimismo, presentará su programa de toma de lectura y de calibración de instrumentos. Asimismo, el CONTRATISTA DE OBRA deberá entregar a la INSPECCIÓN toda nueva información relacionada con la instalación de instrumentos. La INSPECCIÓN o la SUPERVISIÓN DE OBRA informarán al CONTRATISTA DE OBRA a través de la Unidad de Monitoreo sobre posibles adaptaciones del programa de monitoreo, que surjan de la evaluación de los últimos resultados de monitoreo, o sobre otros asuntos estratégicos de relevancia. La Unidad de Monitoreo llevará un protocolo de la reunión, el que le será entregado a todas las partes presentes.

- (3) De acuerdo a la evolución de las mediciones y su implicancia en relación a las hipótesis de diseño y, en definitiva, sobre la estabilidad de las cavidades y las estructuras o edificios situados en la superficie del terreno, la SUPERVISIÓN DE OBRA podrá requerir un aumento de la frecuencia de monitoreo, como asimismo adaptaciones de la secuencia de trabajo o de la magnitud del sistema de sostenimiento, las que, previa aprobación de la INSPECCIÓN, deberán ser ejecutadas por el CONTRATISTA DE OBRA. Previo a la ejecución de las citadas modificaciones el CONTRATISTA DE OBRA deberá remitir a la INSPECCIÓN para aprobación una documentación por escrito que dé cuenta de la metodología, los plazos, materiales y equipos que empleará para lograr el objetivo deseado.
- (4) Durante la toma de mediciones en la cavidad o sobre el terreno la Unidad de Monitoreo documentará todas las condiciones de la obra y del ambiente que puedan afectar las lecturas registradas y que identifiquen en forma completa la medición misma, tales como, la progresiva del frente de excavación o de otra actividad de obra conexas en esa fecha, el tiempo transcurrido entre actividades de obra particulares y desde la primera toma de lectura, la temperatura y humedad del ambiente, referencia acerca del tipo y emplazamiento del instrumento respectivo, el nombre de la persona que efectuó la medición y una referencia acerca del equipo de lectura utilizado.
- (5) Asimismo, el CONTRATISTA DE OBRA deberá documentar el espesor de hormigón proyectado en los sectores de instalación de la instrumentación y cualquier otro dato de importancia para la posterior identificación.
- (6) La Unidad de Monitoreo almacenará convenientemente los resultados de todas las lecturas cero. En caso de emplearse un sistema de registro automático de mediciones, esta información bruta será almacenada en copias electrónicas.