



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

“SERVICIO DE MEDICIONES VIBROACÚSTICAS PARA LA RED DE METRO S.A.”

Septiembre de 2016

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ALCANCES DEL SERVICIO	3
2.1. MEDICIONES DE RUIDO.....	3
2.2. MEDICIONES DE VIBRACIONES	6
2.3. MEDICIONES DE OTROS PARÁMETROS VIBROACÚSTICOS.....	8
2.4. SERVICIOS EVENTUALES	9
2.5. GUÍAS Y DIRECTRICES	11
3. CONSIDERACIONES DEL SERVICIO.....	12
3.1 SOLICITUD DE SERVICIOS POR PARTE DEL MANDANTE.....	13
3.2 RESPONSABILIDADES DEL CONSULTOR	13
3.3 REVISIÓN DE LA NORMATIVA APLICABLE	15
3.4 DÍA, HORARIO Y PERIODOS DE MEDICIÓN	15
3.5 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS.....	15
3.6 SOFTWARE DE MODELACIÓN.....	16
3.7 INFORMES Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	16

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la operación y crecimiento de la red de metro, con la construcción de las nuevas líneas 6 y 3, las extensiones de línea 2 y 3, sumado a las necesidades ambientales en materia de ruido y de vibraciones de la operación actual, la Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A., en adelante Metro, requiere contratar un servicio de medición y monitoreo vibroacústico desarrollado en sus dependencias o en sus inmediaciones (área de influencia directa con presencia de receptores o personas afectadas), con el objetivo de evaluar el impacto que pueda generar la circulación de material rodante (trenes y equipos ferroviarios auxiliares) y las actividades propias de cada recinto de la empresa, de acuerdo a la normativa nacional vigente o de referencia internacional en caso de no existir norma aplicable.

2. ALCANCES DEL SERVICIO

Mediante licitación pública Metro contratará una empresa especializada en evaluaciones de impacto vibroacústico (ruido y vibración), con objeto de velar porque las labores de construcción y/u operación desarrolladas por Metro, causen el mínimo impacto ambiental al entorno y se cumpla con las exigencias legales pertinentes para estos agentes, mediante fiscalizaciones y la recomendación de medidas de mejora.

El servicio contempla la realización de mediciones de ruido y/o vibraciones en distintos puntos de la red e instalaciones de Metro (vías, talleres, cocheras, estaciones, intermodales, viaductos, subestaciones de rectificación, faenas de construcción, ventilaciones, etc.), según los requerimientos parciales que vaya definiendo la empresa, dentro del plazo que dure el contrato.

Para estos efectos, el Contratista deberá dar respuesta a las distintas solicitudes de acuerdo a las responsabilidades, exigencias y compromisos que se establecen en las presentes Especificaciones Técnicas (EETT), dentro de los plazos que Metro propone, tomando en consideración lo exigido en las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), normativa vigente y/o aplicable a la operación y/o construcción de Metro, según corresponda.

Conforme a lo anterior, Metro requiere obtener del Contratista los siguientes servicios:

2.1. Mediciones de Ruido

Realizar mediciones de ruido, según requerimientos de Metro, en periodo diurno (07:00 a 21:00 hrs) y/o nocturno (21:00 a 07:00 hrs), según sea el caso, tanto al interior como en el exterior de las instalaciones de Metro, y en las áreas de influencia directa con receptores sensibles que se identifiquen.

Evaluar los niveles obtenidos, de acuerdo a la normativa ambiental aplicable al proyecto y/o actividad evaluada, o la que se defina para tales efectos.

El Consultor deberá tener conocimiento y manejo respecto de las siguientes normativas asociadas a ruido:

- Mediciones y monitoreos de ruido emitido por fuentes reguladas (indicadas en normativa vigente) en deslinde de recintos Metro o en el interior de viviendas de las

áreas de influencia directa con receptores sensibles, para verificar cumplimiento de normativa D.S. N°38/11 del MMA “Norma de emisión de ruido generado por fuentes que indica”.

- Mediciones de ruido según norma ISO N°3381:2005 “*Railway application – Acoustics – Measurement of noise inside railbound vehicles*”.
- Mediciones de ruido según BS EN 15892:2011 “*Railway Applications - Noise emission - Measurement of noise inside driver cabs*”
- Mediciones de ruido según norma ISO N°3095:2013 “*Railway application – Acoustics – Measurement of noise emitted by railbound vehicles*”.
- Mediciones de ruido según normativa ISO 3746:2010 “*Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*”.
- Mediciones de ruido según normativa ISO 3744:2010 “*Acoustics -- Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure -- Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*”.
- Mediciones de ruido según normativa ISO 6395:2008 “*Earth-moving machinery - Determination of sound power level -- Dynamic test conditions*”.
- Mediciones de ruido bajo Reglamento de la Confederación Suiza OPB814.41 “*Sobre la protección contra el ruido*”.
- Mediciones de acuerdo a estándar FTA-VA-90-1003-06 “*Transit Noise and Vibration Impact Assessment*” de la FTA (*Federal Transit Administration*).

Para ello, se deberán identificar las fuentes de ruido ambiente existentes en el lugar (tránsito de vehículos, fábricas, industrias, lugares de detención de buses, etc.), con objeto de no repercutan en las mediciones de la fuente de ruido a evaluar. Asimismo, medir los niveles de ruido en los receptores sensibles más cercanos o afectados por el proyecto o actividad, de forma de cuantificar netamente el ruido generado por esta fuente y no otros ruidos existentes en el entorno, ya sea por el proceso de “play – stop” u otro que el Contratista defina. Asimismo, Metro apoyará con la coordinación de permisos de ingreso a las comunidades o receptores sensibles respectivos, para realizar mediciones interiores. En este sentido, en caso de no ser posible realizar mediciones de ruido dentro de las propiedades (receptores sensibles), se deberán realizar mediciones en locaciones colindantes a éstas, y proyectar los niveles de las distintas fuentes a los receptores a evaluar según sea necesario.

Para el desarrollo de las proyecciones se deberán realizar mediciones cercanas a la fuente de ruido, de acuerdo a normativa existente para calcular la potencia sonora en terreno, y proyectar los niveles de las distintas fuentes a los receptores a evaluar, mediante la utilización de un modelo de propagación sonora basado en la norma internacional ISO 9613-2:1996 “*Acoustics – Attenuation of*

Sound during propagation outdoors – Part 2 General method of calculation". Para esta labor, se considera el uso del software especializado en la materia.

Las proyecciones y asesorías que requieran de modelaciones, deberán considerar la entrega de mapas de ruido en planta y corte de los distintos escenarios a evaluar, de acuerdo a lo solicitado por Metro.

Los puntos de medición se escogerán en atención a las áreas de influencia directa, donde se ubiquen receptores sensibles expuestos a los ruidos que genera la actividad evaluada. Estos puntos corresponderán, en primera instancia, a los receptores más cercanos o adyacentes a la fuente de ruido.

Se consideraran receptores sensibles también, a recintos como monumentos históricos, centros educacionales (escuelas, colegios, liceos, universidades, otros), teatros, hospitales y algún otro que puede existir cercano a algún recinto de Metro no mencionado anteriormente.

El consultor deberá estar facultado de realizar los siguientes tipos de mediciones, cuando Metro lo defina:

- Mediciones con al menos 4 equipos de manera simultánea y uno de ellos con grabación de audio por al menos 24 horas. Esta grabación se puede realizar mediante un equipo grabador independiente, debidamente ajustado en tiempo.
- Mediciones con datalogger con capacidad de almacenamiento cada 1 segundo, por un periodo de 24 horas para al menos 2 equipos de medición utilizados de manera simultánea, en caso de requerirse.
- Mediciones con registro en bandas de frecuencia de tercio de octava, para al menos 2 equipos de medición utilizados de manera simultánea, en caso de requerirse.
- Mediciones puntuales a fuente fija según DS N°38 del MMA en receptor o deslinde, evaluación normativa y elaboración de informe (sin proyección por mediciones nulas).
- Mediciones continuas a fuente fija o móvil en receptor, con grabación de audio, análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.
- Mediciones puntuales cercano a emisor (maquinaria y equipos de construcción en general), análisis de resultados, cálculos respectivos de potencia sonora y elaboración de informe.
- Mediciones puntuales a fuentes fijas en interior de recintos Metro (televisores, ventiladores, equipos de aire acondicionado, alarmas, sonorización, ruido ambiente, salas técnicas, grupos electrógenos, entre otros), análisis de resultados, evaluación de normativa y/o estándar respectivo y elaboración de informe.
- Mediciones puntuales a circulación de trenes y maquinaria de vías o sus componentes en receptor o exterior de recintos Metro (aceleración, frenado, velocidad normal, aire

acondicionado trenes, vibradores puertas, compresores, entre otros), análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.

- Mediciones puntuales a circulación de trenes y maquinaria de vías o sus componentes en interior de recintos Metro (aceleración, frenado, velocidad normal, aire acondicionado trenes, vibradores puertas, compresores, entre otros), análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.
- Mediciones continuas a circulación de trenes y maquinaria de vías con equipo de monitoreo costado vías, análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.
- Mediciones de ruido emitido por trenes y/o equipos ferroviarios auxiliares circulando en interior de recintos Metro, evaluando el efecto de la circulación de éstos de acuerdo a estándares internos de Metro (que serán entregados a contratista que se adjudique proceso licitación).
- Mediciones de ruido emitido por trenes y/o equipos ferroviarios auxiliares, relacionado con frenado, alarmas, sistema sonorización, te.levisores, compresores, entre otros.
- Mediciones de ruido emitido por fuentes puntuales, relacionado a locales técnicos con equipos ruidosos, equipamiento de talleres y cocheras, equipamiento de subestaciones de rectificación, entre otros.
- Mediciones de ruido emitido al interior de estaciones por el sistema de sonorización, televisores, ventiladores, equipos de aire acondicionado, ruido ambiente de la estación, entre otros.
- Mediciones de audio, en caso de requerirse en paralelo a mediciones de niveles de presión sonora.
- Mediciones de ruido a la circulación de trenes y equipos ferroviarios auxiliares en interior o exterior de recintos de Metro (aceleración, frenado, velocidad normal, aire acondicionado trenes, vibradores puertas, compresores, entre otros), análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.

2.2. Mediciones de Vibraciones

Realizar mediciones de vibraciones en términos de velocidad y aceleración, según requerimientos de Metro, en periodo diurno y nocturno, según sea el caso, tanto al interior de las instalaciones de Metro como en receptores sensibles colindantes en el exterior identificado.

El Contratista deberá tener conocimiento y manejo respecto de las siguientes normativas asociadas a vibraciones:

- Mediciones de transferencia de movilidad según ISO N° 7626-1 "*Vibration and shock -- Experimental determination of mechanical mobility -- Part 1: Basic terms and definitions, and transducer specifications*" e ISO N° 7626-2 "*Vibration and shock –*

Experimental determination of mechanical mobility -- Part 2: Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter".

- Medición de vibraciones y evaluación de confort en las personas de acuerdo a familia de normas ISO N° 2631 "*Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration*" (incluyendo la norma ISO 2631-2/89).
- Mediciones de acuerdo a estándar FTA-VA-90-1003-06 "*Transit Noise and Vibration Impact Assessment*" de la FTA (*Federal Transit Administration*), considerando el método general y detallado.
- Medición de vibraciones y evaluación de daño estructural mediante DIN 4150-3/1999 "*Structural vibration - Effects of vibration on structures*".
- Medición de vibraciones y evaluación de daño estructural mediante norma SN 640312/1992 "*Vibration – Vibración effects in buildings*".

Para ello, se deberán identificar las fuentes de vibraciones existentes en el lugar (tránsito de vehículos, fábricas, industrias, lugares de detención de buses, etc.), con objeto de que no repercutan en las mediciones de la fuente vibratoria a evaluar. Asimismo, medir los niveles de vibración en los receptores sensibles más cercanos o afectados por el proyecto o actividad, para lo cual Metro coordinará los permisos de ingreso con las comunidades o receptores sensibles respectivos. En este sentido, en caso de no ser posible realizar mediciones de vibraciones dentro de las propiedades (receptores sensibles), se deberán realizar mediciones en locaciones colindantes a éstas, y proyectar los niveles de las distintas fuentes a los receptores a evaluar, según sea necesario.

Todas las mediciones se deberán realizar en términos de aceleración y con equipos con capacidad triaxial. Cualquier modificación a esta condición será indicada por Metro.

Los puntos de medición se escogerán en atención a los receptores sensibles más expuestos a las vibraciones que genera la actividad evaluada. Estos puntos corresponderán, en primera instancia, a los receptores inmediatamente adyacentes a ellas.

Se considerarán receptores sensibles también, a recintos como monumentos históricos, centros educacionales (escuelas, liceos, universidades, otros), teatros, hospitales, laboratorios y algún otro que puede existir cercano a algún recinto de Metro no mencionado anteriormente.

El consultor deberá estar facultado para realizar los siguientes tipos de mediciones, cuando Metro lo defina:

- Mediciones de señal vibratoria sin ningún tipo de filtro (a excepción de anti aliasing), en términos de aceleración, con registro de señal del tipo historia tiempo sin ponderación.

- Medición de vibraciones “pass-by” para circulación de fuentes lineales, al menos en 6 puntos uniaxiales simultáneos o 2 puntos triaxiales.
- Medición de vibraciones puntuales, al menos en 6 puntos uniaxiales simultáneos o 2 puntos triaxiales.
- Mediciones a fuentes puntuales en interior o exterior recintos Metro, análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.
- Mediciones a circulación de trenes y maquinaria de vías en interior recintos Metro (incluye túneles), análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.
- Mediciones a circulación de trenes y maquinaria de vías en receptor o exterior recintos Metro, análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.
- Mediciones de Transferencia de Movilidad, Densidad de Fuerza, Nivel de Vibración (los 3 parámetros en el punto evaluado), mediante ensayos de impacto con martillos y masas calibradas, análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.
- Medición Espectral de Ondas Superficiales (SASW/MASW), determinación de curvas de dispersión de velocidad de onda e inversión para perfiles de velocidad de onda de corte, análisis de resultados y elaboración de informe.
- Monitoreo de vibraciones continuo en interior o exterior recintos Metro (4 a 8 horas), con registro historia tiempo, análisis de resultados, evaluación normativa y elaboración de informe.

2.3. Mediciones de Otros Parámetros Vibroacústicos

Para cuantificar otros parámetros vibroacústicos relativos al confort y seguridad, presentes en las instalaciones y material rodante de Metro, el Contratista deberá tener conocimiento y manejo respecto de las siguientes normativas:

- Mediciones de reverberación para instalaciones cerradas relacionada con norma ISO N° 3382 – *“Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverberation time in ordinary rooms”*.
- Mediciones de Inteligibilidad de la palabra para instalaciones (método STIPA), según evaluación objetiva relacionada con norma BS EN N° 60268-16:2011 *“Sound system equipment part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index”*.

Referente a estos parámetros, Metro solicitará tareas y desarrollos que involucren la utilización de estos aspectos específicos en los proyectos que requiera, como modelaciones de tiempo de reverberación, inteligibilidad de la palabra, así como también optimización de sistemas

electroacústicos, especificaciones acústicas de materialidad relacionadas con absorción y aislamiento sonoro.

Los servicios vibroacústicos que pueden ser solicitados por Metro y los requerimientos para estos trabajos se listan a continuación:

- Medición de tiempo de reverberación en interior estaciones Metro (andenes, mesaninas y pasillos) y/o trenes, análisis de resultados, cálculo de absorción existente, comparación estándar y/o normativa y elaboración de informes.
- Medición de inteligibilidad de la palabra en estaciones Metro (andenes, mesaninas y pasillo), intermodales (acceso y espera buses) y/o trenes (método STIPA), grilla recomendación VDE 0833-4, medición ruido ambiente para 4 escenarios operativos, análisis de resultados para 4 escenarios operativos, comparación estándar y/o normativa, representación gráfica de resultados (plano planta) y elaboración de informes.
- Desarrollo modelaciones de propagación de ruido exterior en 3D con software especializado, levantamiento entorno, fuentes de emisión y ruido ambiente, uso de mediciones de ruido realizadas, evaluación normativa de al menos 4 escenarios operativos (además de situación base), elaboración de mapas de ruido en planta - corte y elaboración de informe.
- Desarrollo modelaciones de propagación de ruido interior en 2D y 3D con software especializado para estudio de confort, levantamiento de recinto, fuentes de emisión y ruido ambiente, uso de mediciones realizadas (reverberación e inteligibilidad), evaluación de estándar y/o normativa de al menos 4 escenarios operativos (además de situación base), elaboración de mapas en planta con parámetros acústicos (STI, NPS, entre otros) y elaboración de informe.
- Cálculos de absorción y aislamiento sonoro de sistemas constructivos en software especializado y elaboración de reporte resumen con especificaciones técnicas (cada sistema considera 3 variaciones del mismo).
- Acompañamiento a reuniones técnicas extraordinarias con entidades con competencia ambiental en materia vibroacústica.
- Mediciones de velocidad instantánea a trenes y maquinaria de vías (con instrumental Metro), análisis de resultados y elaboración de informe.

2.4. Servicios Eventuales

Existen algunos servicios requeridos por Metro, en donde se le solicitara al Consultor realizar su propuesta para el desarrollo de éste, en base a horas hombre (H/H) de los profesionales del organigrama requerido para el presente contrato. El costo H/H del personal requerido para el presente contrato deberá ser entregado acuerdo al formato considerado en Formulario N° 14.4 de las Bases Administrativas, denominado "Oferta Económica Servicios Eventuales".

Los servicios en cuestión corresponden a:

- Diseño de soluciones acústicas, electroacústicas y de control de ruido a modo de ingeniería conceptual, con modelaciones acústicas de escenario base y mejorado, evaluación normativa de medidas implementadas para diferentes escenarios operativos, con ejecución de esquemas de mejora, antecedentes de medidas de mejora, elaboración de informe y PPT.
- Diseño de soluciones acústicas, electroacústicas y de control de ruido a modo de ingeniería básica, con modelaciones acústicas de escenario base y mejorado, evaluación normativa de medidas implementadas para diferentes escenarios operativos, con ejecución de planos, memorias de cálculo, estimación de costos y plazos (provisión más instalación), elaboración de informe y PPT.
- Estudio de impacto acústico etapa construcción y/u operación para tramitaciones ambientales, con mediciones (internas y externas), modelaciones acústicas, evaluación de normativa para escenarios operativos, propuesta de mejoras a nivel conceptual y elaboración de informes y PPT para ser presentados en tramitaciones ambientales. Desarrollo de respuestas de Adenda y Adenda Complementaria.
- Diseño de soluciones de control de vibración a modo de ingeniería conceptual, modelaciones de propagación escenario base y mejorado, evaluación normativa de medidas implementadas para escenarios operativos, con ejecución de esquemas de mejora, antecedentes de medida de mejora, elaboración de informe y PPT.
- Diseño de soluciones de control de vibración a modo de ingeniería básica, modelaciones de propagación escenario base y mejorado, evaluación normativa de medidas implementadas para escenarios operativos, con ejecución de planos, memorias de cálculo, estimación de costos y plazos (provisión más instalación), elaboración de informe y PPT.
- Estudio de impacto de vibraciones etapa construcción y/u operación para tramitaciones ambientales, con mediciones (internas y externas), modelaciones de propagación, evaluación de normativa para escenarios operativos (confort o daño estructural), propuesta de mejoras, elaboración de informes y PPT para ser presentados en tramitaciones ambientales. Desarrollo de respuestas de Adenda y Adenda Complementaria.
- Simulaciones mediante software de análisis modal de suelo e interacción suelo-estructuras para análisis de daño estructural por vibración.
- Revisiones de documentos y aspectos relativos al área vibroacústica y elaboración de reporte resumen.

Asociado a la realización de estudios de ruido en altura en sectores de viaducto, se puede dar la posibilidad de requerir elementos de apoyo de mayor envergadura como alzahombres o camión grúa con canastillo para alguna tarea específica encomendada por Metro.

Asociado a la realización de estudios de vibraciones en tramos de túneles y talleres, se puede dar la posibilidad de requerir la realización de excavaciones para instalar acelerómetros, u otro equipo para alguna tarea específica encomendada por Metro.

El costo de los dos ítems mencionados, deberá ser informado al administrador de contrato de Metro, quien previamente validará el uso de este elemento o servicio, para posteriormente reembolsar a la empresa adjudicada el costo de arriendo de este elemento o del servicio solicitado. Para estos casos, el Contratista deberá presentar 3 cotizaciones a Metro, para que este apruebe los trabajos.

2.5. Guías y Directrices

Para un correcto desarrollo de los servicios encomendados por Metro, el consultor deberá considerar las directrices establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Ministerio de Salud (MINSAL), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), La SEREMI de Salud R.M., el Instituto de Salud Pública (ISP) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para la presentación a Metro de documentos ligados a procesos con interrelación con estas instituciones, como por ejemplo:

- Resolución Exenta N°693: Aprueba contenido y formato de las fichas para informe técnico del procedimiento general de determinación del nivel de presión sonora corregido, Superintendencia del Medio Ambiente.
- Resolución Exenta N°223: Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental, Superintendencia del Medio Ambiente.
- Norma Técnica N°0165 del MINSAL: Sobre certificado de calibración periódica para sonómetros integradores-promediadores y calibradores acústicos.
- Documento: Volumen 1 y 4 del estudio “*Elaboración de una Guía Metodológica de Evaluación de Ruido y Vibraciones en el SEIA*”.
- Entre otros.

Del mismo modo, se deberán considerar directrices y guías técnicas nacionales e internacionales, que permitan complementar y mejorar la comprensión de los trabajos realizados por el Contratista, como por ejemplo:

- Normativa Chilena (NCh) del Instituto Nacional de Estadísticas (INN) en la materia.
- Schall 03 –“*Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen*” para emisión de vehículos ferroviarios.
- BS 5228-1:2009+A1:2014 – “*Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites. Noise*”.
- BS 5228:2-2009+A1:2014 – “*Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites. Vibration*”.
- “*Update of noise database for prediction of noise on construction and open sites - Department for Environment Food and Rural Affairs*” (DEFRA) – 2005.

- *“Update of noise database for prediction of noise on construction and open sites – Phase 3: Noise measurement data for construction plant used on quarries - Department for Environment Food and Rural Affairs” (DEFRA) – Julio 2006.*
- *“Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen” Informe Técnico de Medición de Emisiones de Ruido desde Maquinaria de Construcción. Departamento Federal de Medioambiente del Estado de Hessen. Wiesbaden, Alemania 2004.*
- DIN VDE 0833-4 VDE 0833-4:2014-10 *“Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Teil 4: Festlegungen für Anlagen zur Sprachalarmierung im Brandfall”* para grillas asociadas a mediciones de inteligibilidad del habla.
- Entre otros.

A modo de resumen, tanto en materia de Ruido como de Vibraciones, se requiere:

- Elaborar informes de avance y/o consolidación, con toda la documentación e información asociada a las mediciones de ruido y vibraciones, conforme a las exigencias establecidas por Metro y/o exigidos en la normativa vigente o en las respectivas RCA's con que cuenta Metro.
- Enviar como respaldo todos los antecedentes recopilados en los estudios y asesorías encargadas por Metro, ya sea anexos, planillas de cálculo, mediciones y modelaciones en formatos respectivos, que verifiquen las labores desarrolladas.
- Realizar una presentación PPT (powerpoint) con el resumen de los aspectos más importantes de todos los estudios y asesorías encargadas por Metro a modo de consolidado final.
- Asesorar a Metro ante la Autoridad Ambiental y/o Sanitaria y otros servicios relacionados cuando lo requiera.
- Asesorar a Metro ante proyectos con características vibroacústicas especiales.

Este servicio considera el apoyo del Contratista a Metro para aclarar o complementar los informes preparados, que permitan esclarecer las problemáticas evaluadas, ya sea de manera interna o antes entidades externas competentes en la materia.

3. CONSIDERACIONES DEL SERVICIO

La ejecución de los servicios implicará la realización de, a lo menos, las siguientes actividades, las que son detalladas a continuación.

- Revisión de las solicitudes de servicio emanadas por Metro de Santiago.
- Envío de Plan de Trabajo por el contratista.
- Acuerdo entre las partes validando ejecución del servicio solicitado.

- Coordinación de las fechas, entrega de antecedentes, permisos, horarios de mediciones (diurnas como nocturnas), entre otros, con el Administrador del Contrato para tener respaldo del proceso a llevar a cabo.
- Para el caso de evaluaciones del D.S. N° 38/2011 del MMA, se deberá reportar la brevedad posible a Metro (antes de 48 horas) en caso de detectarse la superación de la normativa, para tomar las medidas requeridas. El procedimiento del mencionado aviso de riesgo, consiste en la emisión de un correo al Administrador del Contrato, informando el cálculo del valor de superación, el sector y la actividad que lo genera.

El Contratista deberá disponer de los equipos y personal suficientes para realizar mediciones y monitoreo continuo de ruido y/o vibraciones de forma simultánea, de acuerdo a los requerimientos de equipamiento indicados en la presente EETT.

3.1 Solicitud de Servicios por Parte del Mandante

Cada vez que Metro solicite un servicio para los agentes ruido y/o vibración, ya sea para fuentes puntuales y/o móviles, enviará el requerimiento al Contratista mediante una "Solicitud de Servicio", indicando el objetivo y tipo de medición a realizar, ubicación y número de puntos a medir o monitorear, periodo y duración a considerar, escenarios a evaluar, fecha de entrega de los resultados e informe final entre los principales.

Cada solicitud de servicio deberá contar con un Plan de Trabajo enviado por el Consultor, el cual deberá realizarse dentro de los 5 días hábiles siguientes a la fecha de envío de la "Solicitud de Servicio". Para validar la ejecución del servicio, ambas partes deberán firmar un documento denominado "Certificado de Acuerdo Entre las Partes".

Metro realizará, en conjunto con el Contratista, las gestiones que estén a su alcance para realizar las mediciones en los lugares que se requieran, apoyando al Contratista para coordinar el ingreso a comunidades o recintos particulares cuando ello sea necesario. De no ser posible el ingreso a las dependencias por motivos debidamente justificados, se cambiarán las ubicaciones de los puntos, con la posibilidad de postergar la fecha de medición y/o realizar una modelación con mediciones previas a las fuentes de ruido.

3.2 Responsabilidades del Consultor

Será responsabilidad del Contratista realizar las mediciones de ruido y/o vibraciones, con el correspondiente análisis de datos, informe de resultados y entrega de todos los antecedentes que respalden el servicio realizado. Para ello, el consultor una vez recibida la "Solicitud de Servicio", deberá presentar un Plan de Trabajo en un plazo máximo de 5 días a contar de la fecha de solicitud, la que deberá contener, entre otros, la siguiente información:

- Metodología.
- Normativa aplicable o referencial a utilizar.
- Tipo de instrumental y cantidad.
- Ubicación y número de puntos a medir.

- Fecha, horario y periodos de medición.
- Duración de las mediciones y descriptores a utilizar.
- Fecha de entrega del informe final.
- Identificación del responsable técnico del monitoreo de ruido y/o vibraciones con quien Metro tendrá las reuniones explicativas y definirá lo relacionado con las mediciones y particularidades varias.
- Aspectos de seguridad
- Otros.

Una vez realizado el trabajo de campo, con las mediciones correspondientes, el Contratista dispondrá de 10 a 30 días hábiles para presentar el informe final. Para que posteriormente se efectúe una revisión y aprobación por parte de Metro dependiendo de la envergadura de la labor solicitada. En caso que el informe sea observado y deba ser corregido, el Contratista dispondrá de 5 días hábiles adicionales para su corrección y nueva presentación.

El Contratista se hará cargo, a su costo, de cualquier enmienda o modificación a los informes que solicite Metro.

El Contratista deberá tener en consideración todos y cada uno de los aspectos relativos a la normativa de ruido y vibraciones relacionada con la actividad de Metro, para la generación de cada uno de los servicios requeridos. Para ello, deberá considerar los cuerpos legales, recogiendo toda la información disponible e incorporando toda su experiencia, a fin de desarrollar y estructurar los documentos necesarios que garanticen y respalden los resultados y análisis realizados.

Adicionalmente, el Contratista deberá apoyar y asesorar a Metro, en lo siguiente:

- Preparación de antecedentes, en conjunto con Metro, cuando por cumplimiento de alguna RCA, algún proceso de revisión u otro motivo, la Autoridad Ambiental u otro organismo del Estado requiera de antecedentes sobre el cumplimiento de los compromisos de Metro de Santiago sobre estas materias, en caso que se requiera.
- Apoyo del Contratista a Metro para aclarar o complementar los informes preparados por el Contratista en caso de ser solicitado por la Autoridad Ambiental u otro organismo relacionado, en caso que se requiera.
- Solicitar y analizar lo dispuesto por las Direcciones de Obras Municipales y/o Seremi de Vivienda y Urbanismo, respecto a los planos reguladores que rigen el tipo de zona en la cual se encuentra el recinto de Metro y los receptores sensibles más cercanos o afectados.

En la eventualidad que existan observaciones al informe elaborado por el Contratista, en caso que este sea presentado a la autoridad ambiental u otra autoridad con pertinencia en la materia, será el Contratista el responsable de resolverlas a su entero cargo y costo, para luego enviar la información a Metro.

Metro se reserva el derecho de realizar estudios específicos en estos agentes con otras empresas del rubro, con objeto de poder dar cumplimiento a las solicitudes emanadas por las autoridades con competencia ambiental en la materia, con otras empresas del rubro, por ejemplo, respecto de

todas aquellas actividades de muestreo, medición y/o análisis, que se deban reportar a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) mediante Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs) e Inspectores Ambientales (IA) Autorizados.

3.3 Revisión de la Normativa Aplicable

La normativa aplicable dependerá de la situación o problemática que se evalúe y del tipo de medición (ruido o vibraciones), además del tipo de fuente (puntual o móvil), de la ubicación y del tipo de receptor (más sensible o afectado). Por ende, la metodología como la evaluación de los resultados quedará sujeta a la normativa aplicable o de referencia, la que deberá ser validada por las partes.

En caso de existir una o más RCA relacionadas con la actividad que se está evaluando por ruido o vibraciones, el consultor deberá considerar las obligaciones y condiciones que allí se establecen así como lo establecido en el informe de la DIA o EIA, según el caso, y en las adendas respectivas. Asimismo, deberá considerar en su análisis la existencia de otras RCA's presentes en el área de estudio que tengan relación con los receptores sensibles más cercanos o afectados por la actividad de Metro.

3.4 Día, Horario y Periodos de Medición

Las mediciones podrán ser efectuadas durante todo el periodo que rija el contrato, sin excepción de días y horas, considerando las 24 horas del día y los 7 días de la semana, de acuerdo a las condiciones que establezca el mandante en su "Solicitud de Servicios", para cada servicio en particular.

Dependiendo de la actividad a evaluar, se considera como período diurno entre las 7:00 a 21:00 hrs. y período nocturno entre las 21:00 a 7:00 hrs. Asimismo, Metro podrá definir distintos periodos de tiempo para evaluar una fuente en particular, de acuerdo se requiera.

3.5 Equipos de Medición y Adquisición de Datos

La empresa deberá demostrar en la propuesta que cuenta con el equipamiento suficiente y necesario para la realización de las mediciones de ruido y vibraciones, presentando un listado de los equipos y accesorios necesarios a utilizar, indicando marca, modelo, número de serie y clase. Adicionalmente, deberá presentar el registro con los respectivos certificados de calibración vigentes para todos los equipos que legalmente requieran de esta documentación. Simultáneamente, deberá presentar un Plan de Calibración, en el que se indiquen las fechas en las que corresponda efectuar las calibraciones de los equipos correspondientes (ISP para D.S. N°38/2011 del MMA o de fábrica para otros equipos). Para aquellos equipos que no cuenten con marca y número de serie, se deberá adjuntar fotografía y descripción del sistema (máximo 1 página). Esta información será de acuerdo al formato considerado en Formulario N° 6 de las Bases Administrativas, denominado "Equipamiento".

La empresa adjudicada deberá suministrar los elementos de apoyo necesarios para el desarrollo de las mediciones de ruido y vibraciones en terreno, a su entero costo y responsabilidad. Como por ejemplo, escaleras, alargadores, trípodes, cables de gran longitud, pértigas, entre otros.

Para asegurar un acceso seguro a las vías, Metro facilitará un cortocircuitador para vía neumática y de acero, para que el Contratista pueda replicarlos, a su entero costo. Otros instrumentos, como lámparas testigo y conos con luz de emergencia, serán de responsabilidad del Contratista.

Asimismo, el Proponente adjudicado será el único responsable de cuidar y resguardar la seguridad del equipamiento, movilización y personal utilizado para las labores. Asimismo deberá reparar o reponer a su entero costo y responsabilidad el equipamiento afectado en caso de actos vandálicos, hurto o robo.

3.6 Software de Modelación

El consultor deberá indicar en su oferta técnica el tipo de software que utilizará en las modelaciones de propagación y adquisición de datos, tanto en materia de ruido como en vibraciones.

Se requiere el uso de software específico de simulación de propagación sonora en exteriores en 3 dimensiones, que considere todos los aspectos indicados en normativa ISO9613-2:1996 “*Acoustics – Attenuation of Sound during propagation outdoors – Part 2 General method of calculation*”, el cual debe permitir modelar fuentes de ruido puntuales, de área y lineales. Esta última asociada a tránsito ferroviario, además de poder simular la implementación de medidas de control de ruido. El software debe generar mapas de ruido coloreados en planta y corte, con la morfología de los terrenos y edificaciones existentes, a modo de generar una simulación lo más real posible. El software debe permitir la importación de archivos CAD para facilitar la creación de los modelos de simulación, además de permitir exportar archivos con todos los componentes de la simulación realizada para respaldo de Metro.

Se requiere el uso de software de modelación de propagación sonora y otros parámetros acústicos en interior de recintos en 3 dimensiones, el cual deberá permitir modelar la propagación sonora de sistemas electroacústicos y voces humanas para el cálculo de tiempo de reverberación, inteligibilidad del habla, absorción sonora, entre otros parámetros acústicos asociadas a recintos. El software debe generar mapas coloreados para representar los distintos parámetros acústicos. Del mismo modo, el software debe permitir la importación de archivos CAD para facilitar la creación de los modelos de simulación, además de permitir exportar archivos con todos los componentes de la simulación realizada para respaldo de Metro.

El software debe ser declarado en el Formulario N° 6.1 de las Bases Administrativas, denominado “Software”.

3.7 Informes y Presentación de Resultados

Los informes entregados por el consultor, deberán contemplar lo siguiente:

- Índice de contenido, figuras y tablas

- Objetivos generales y específicos
- Breve introducción explicando problemática
- Metodología de trabajo: Consistente en indicar de qué manera se abordara el trabajo y las consideraciones y limitantes que presentara. Asimismo, presenta los aspectos normativos a evaluar y lineamientos de estos. En este mismo sentido se deberán considerar como parte de la metodología:
 - Normativa y consideraciones relativas a éstas.
 - Detalle de las condiciones de medición de parámetros vibroacústicos como altura, distancia de medición, distancia a receptores, parámetros acústicos, entre otros.
 - Identificación y descripción del instrumental utilizado (debiendo cumplir con las exigencias señaladas para un instrumento mínimo Tipo 2, establecidas en las normas IEC 651–1979, IEC 804–1985 y ANSI S1.4–1983). El calibrador deberá cumplir con las exigencias señaladas en las normas ANSI S1.40-1984 e IEC942 para clase 2 o superior 1). Se deberán adjuntar los certificados de calibración emitidos por un Laboratorio de Calibración acreditado y/o reconocido.
- Mediciones realizadas: Se deberán indicar los puntos de medición, las fuentes de ruido y los resultados alcanzados de las mediciones realizadas, siendo presentados de manera clara y ordenada mediante tablas, gráficos u otra forma. En este mismo sentido se deberán considerar como parte de esta sección:
 - Descripción de los puntos de medición considerando la ubicación con dirección y datos georeferenciados (coordenadas UTM), croquis y foto de los puntos monitoreados, fecha y hora de las mediciones, descripción del entorno con características principales del lugar, homologación según IPT de las comunas involucradas.
 - Descripción de las fuentes de ruido y/o vibración, indicando la ubicación, fotografías, niveles generados, entre otros. Además para los monitoreos se solicitarán gráficos de evolución temporal diarios o de intervalos de tiempo según se requieran.
 - Resultados alcanzados ya sea para mediciones vibroacústicas de fondo o de las fuentes a evaluar, utilizando los descriptores y escalas afines para una mejor descripción, y con entrega de resultados en bandas de frecuencia de tercio de octava y/o rangos de frecuencia respectivos de acuerdo a la problemática.
- Análisis y evaluación de los resultados: Deben quedar reflejados en el informe todos los análisis desarrollados a las mediciones obtenidas, pudiendo quedar el detalle de estos como anexos en caso de ser extensos. El análisis y su evaluación deben ser presentados de

manera clara y ordenada mediante tablas, gráficos u otras formas. En este mismo sentido se deberán considerar como parte del análisis:

- Descripción de todas las fórmulas y correcciones consideradas, ya sea por distancia, reflexiones, altura, u otras.
 - Descripción de la totalidad de las fuentes que influyen en el ruido y/o vibración de fondo, descripción de los niveles emitidos por la o las fuentes a monitorear y los niveles recibidos por los receptores detectados en las área de influencia definidas colindantes a la infraestructura de Metro.
 - Mapas coloreados para representar los resultados alcanzados en planta y corte según sea el caso.
 - Tablas resumen y comparativas con resultados, utilizando los descriptores y escalas afines para una mejor descripción, y con entrega de resultados en bandas de frecuencia de tercio de octava y/o rangos de frecuencia respectivos de acuerdo a la problemática.
- Propuesta de medidas de mejora: En caso de superación de los criterios de evaluación, Metro podrá requerir el desarrollo de propuestas de mejora a nivel de ingeniería vibroacústica conceptual o básica, que incluye el desarrollo de planos, mapas de ruido en planta y corte, estimación de costos de construcción y plazos de ejecución, lo cual será debidamente informado al contratista en caso de requerirse.
 - Conclusiones y recomendaciones: Indicando los aspectos más importantes y relevantes del estudio.
 - Anexos: Que corresponden a todos los datos de respaldo, e información adicional relevante para el proyecto y entendimiento de éste, según corresponda. Dentro de este ítem se incluye la entrega de los archivos con modelos de simulación realizados en software especializado.
 - Identificación del responsable técnico del trabajo en terreno y de gabinete.

Los informes deben ser realizados primeramente en versión A, luego B, y correlativos siguientes a modo de revisión, hasta la generación de un ejemplar consolidado en versión 0 una vez subsanadas todas observaciones efectuadas por Metro.

Asimismo, se debe realizar una presentación powerpoint (PPT) y la entrega de un archivo KMZ (google earth) con ubicación de receptores y fuentes de ruido, como consolidado final para todos los servicios realizados.

El informe consolidado debe entregarse en versión digital en formato Word y PDF, además de enviar los datos de las mediciones realizadas en formato Excel, con un listado que identifique las mediciones realizadas y su respectivo archivo. Asimismo, deberá enviar los modelos de propagación sonora realizados en software especializado, vía CD, nube virtual, correo electrónico u otro medio que se defina en su oportunidad dado el peso de los archivos.

Por último, los Informes deberán presentar el estándar y estar en condiciones de ser presentados por Metro a la Autoridad Ambiental o cualquier otro organismo cuando así se requiera.