

PROCEDIMIENTO : Reclamación del Art. 17 N°3, Ley N°20.600
RECLAMANTE : Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A.
RUT : 61.219.000-3
ABOGADO PATROCINANTE : Felipe Arévalo Cordero
CNI : 15.373.445-3
RECLAMADO : Superintendencia del Medio Ambiente
RUT : 61.979.950-K
DOMICILIO : Teatinos 280, pisos 7, 8 y 9, Santiago
REPRESENTANTE : Cristóbal De La Maza Guzmán
CNI : 13.765.976-K

EN LO PRINCIPAL: Deduce reclamación del artículo 17 N°3 de la Ley N°20.600; **EN EL PRIMER OTROSÍ:** Acompaña documentos; **EN EL SEGUNDO OTROSÍ:** Acredita personería; **EN EL TERCER OTROSÍ:** Patrocinio y poder; y, **EN EL CUARTO OTROSÍ:** Solicita forma de notificación que indica.

ILUSTRE SEGUNDO TRIBUNAL AMBIENTAL (2°)

FELIPE ARÉVALO CORDERO, abogado, en representación convencional, según se acreditará, de “**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.**” (en adelante “**Metro**”), ambos domiciliados para estos efectos en Avenida El Golf 40, Piso 20, comuna de Las Condes, al Ilustre Segundo Tribunal Ambiental respetuosamente digo:

Actuando dentro del plazo legal, vengo en deducir reclamación judicial conforme al artículo 17 N°3 de la Ley N°20.600 que crea los Tribunales Ambientales (en adelante “**Ley N°20.600**”), en relación con el artículo 56 de la Ley N°20.417 que crea la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante “**Ley N°20.417**”), en contra de la Resolución Exenta N°189 de fecha 7 de febrero de 2022 (en adelante, indistintamente, “**Res. Ex. N°189/2022**” o “**Resolución Reclamada**”), mediante la cual la SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE (en adelante, “**SMA**”) resolvió el **procedimiento sancionatorio ROL D-54-2019** en contra de Metro por supuestos **incumplimientos a la Resolución de Calificación Ambiental N°589 de 9 de diciembre de 2013, de la Comisión de Evaluación de la Región Metropolitana** (en adelante “**RCA N°589/2013**”), que aprobó el proyecto “**LÍNEA 6 - ETAPA 2: TÚNELES, ESTACIONES, TALLERES Y COCHERAS**” (en adelante el “**Proyecto**”).

Tal como se desarrollará a lo largo del presente escrito, la presente reclamación tiene como pretensión que la Resolución Reclamada sea dejada sin efecto, por cuanto siendo contraria a derecho causa agravio a mi representada, en virtud de las circunstancias de hecho y fundamentos de derecho que a continuación se indican.

I. SOBRE LA ADMISIBILIDAD DEL RECURSO DEDUCIDO

i) Interposición dentro de plazo

1. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 56 inciso primero de la Ley N°20.417, las reclamaciones en contra de las resoluciones de la Superintendencia del Medio Ambiente deberán interponerse dentro del plazo de 15 días hábiles a partir de su notificación.
2. La Resolución Reclamada fue dictada con fecha 7 de febrero de 2022 y notificada personalmente a esta parte el mismo día. En vista de lo expuesto, el plazo para presentar la reclamación de marras vence el día 28 de febrero de 2022 de acuerdo con el Acta 35-2016 del Ilustre Segundo Tribunal Ambiental, razón por la cual esta ha sido interpuesta dentro de plazo.

ii) Competencia

3. La competencia de este Ilustre Tribunal para conocer de la presente reclamación se encuentra establecida en el artículo 17 N°3 de la Ley N°20.600 que establece lo siguiente:

“Artículo 17.- Competencia. Los Tribunales Ambientales serán competentes para:

3) Conocer de las reclamaciones en contra de las resoluciones de la Superintendencia del Medio Ambiente, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 56 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente. Será competente para conocer de estas reclamaciones el Tribunal Ambiental del lugar en que se haya originado la infracción” (énfasis agregado).

4. En el presente caso el proyecto sobre el cual recaen las infracciones imputadas se ubica en la Región Metropolitana, por lo que no cabe duda de que S.S. Ilustre es competente para conocer el asunto de autos.

iii) Legitimación activa

5. En relación a la legitimación activa que asiste a mi representada para reclamar en contra de la Resolución Reclamada, esta proviene del artículo 18 N°3 de la Ley N°20.600, que concede esta reclamación a *“las personas naturales o jurídicas directamente afectadas por la resolución de la Superintendencia del Medio Ambiente”*. En este sentido, Metro ha sido sancionado por la SMA con una multa de 852 UTA, con motivo de supuestas infracciones a las obligaciones contenidas en la RCA N°589/2013, mediante la dictación de la Resolución Reclamada. De este modo, queda a la vista que la Res. Ex. N°189/2022 afecta directamente a Metro, por lo que cuenta con legitimidad activa para interponer el presente recurso.
6. Por lo demás, el Resuelvo Segundo de la Resolución Reclamada indica que *“Asimismo, ante la presente resolución procede el reclamo de ilegalidad ante el Tribunal Ambiental, dentro del plazo de quince días hábiles, contado desde la notificación de la resolución, según lo establecido en el artículo 56, en cuyo caso, no será exigible el pago mientras no esté vencido el plazo para interponer la reclamación, o ésta no haya sido resuelta”*.

II. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO.

7. Tal y como fue concebida, la implementación de la Línea 6 del Metro de Santiago contempló 2 etapas de trabajo: La Etapa 1, que incluyó la construcción de los piques y galerías para acceder al subsuelo para la construcción de las obras de la siguiente etapa, la que fue aprobada ambientalmente por medio de Resolución Exenta N° 414/2012 del 14 de septiembre de 2012; y la Etapa 2, correspondiente a la construcción de los Túneles, Estaciones, Talleres y Cocheras, y la respectiva fase de operación de la Línea, la que fue aprobada ambientalmente por medio de Resolución Exenta N° 589/2013.
8. La Etapa 2 del Proyecto (correspondiente a la construcción de los Túneles, Estaciones, Talleres y Cocheras, así como la respectiva fase de operación de la Línea) fue sometida al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante **“SEIA”**), a través de la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental (en adelante **“DIA”**) ante el Servicio de Evaluación Ambiental (en adelante **“SEA”**) de la Región Metropolitana, el día 8 de mayo de 2013.

9. Posteriormente, la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región Metropolitana de Santiago dictó la RCA N° 589/2013, a través de la cual calificó de manera favorable el Proyecto.

II.1 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS DEL COMPONENTE VIBRACIONES

10. En lo que respecta específicamente al componente de vibraciones, el SEA analizó, entre otros documentos, el **Anexo N° 5 de la DIA del Proyecto**, denominado “Análisis de vibraciones proyectadas por la operación Línea 6 de Metro de Santiago” (en adelante “**Anexo N° 5**”), el cual contiene el ejercicio analítico de las vibraciones proyectadas por la operación de la Línea 6, además de una serie de medidas para su control y un correlativo plan de monitoreo.
11. Respecto de las medidas de control propuestas para el componente de vibraciones del Proyecto, el Anexo N° 5 de la DIA estableció lo siguiente:

“7. MEDIDAS DE CONTROL DE VIBRACIONES

El ensayo propuesto para verificación preliminar de los sistemas de control, es el método de diferencia de Transferencia de Movilidad, el cual debe realizarse bajo la metodología descrita en la norma ISO 7626-2:1990: “Vibration and shock -- Experimental determination of mechanical mobility -- Part 2: Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter”.

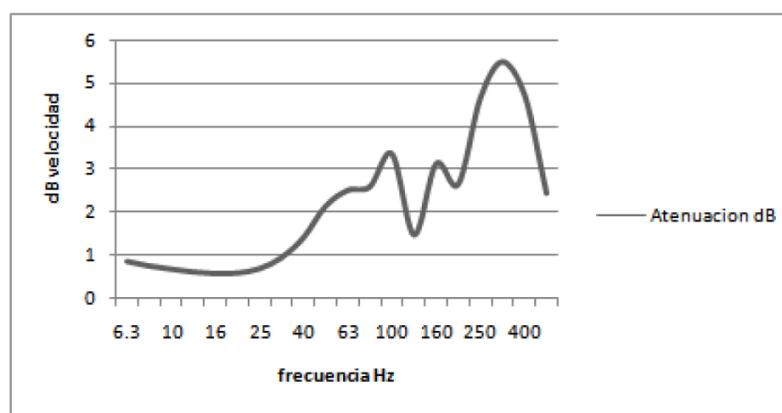


Figura 49: Gráfico tipo de atenuación por banda de frecuencia que debe ser obtenido, a modo de ejemplo.

El diseño del sistema de mitigación de vibraciones debe asegurar una reducción suficiente para ubicar el nivel de vibración por debajo del límite establecido según la ISO 2631-2-89”.

12. Así, de acuerdo a lo establecido en la DIA presentada, **la metodología descrita en la norma ISO 7626-2:1990** (*Vibration and shock -- Experimental determination of mechanical mobility -- Part 2: Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter*), **sería aquella empleada para verificar, de forma preliminar, la efectividad de los sistemas de control dispuestos para las vibraciones.**
13. Por su parte, en el **plan de monitoreo propuesto en el Anexo N° 5 de la referida DIA, Metro identificó y seleccionó 7 puntos de control, escogidos en función de su criticidad.** En particular, el criterio de selección se basó en determinar los valores más próximos al valor de conflicto según las curvas de percepción de la norma ISO 2631-2:1989, para lo cual se utilizó un mapa de valores de conflicto respecto de esta norma de referencia en formato de puntos georreferenciados. Bajo esta metodología, los lugares de control y seguimiento, localizados en zonas con instalaciones de uso residencial o de construcción con valor histórico o patrimonial, fueron los siguientes:

Pk línea 6	Coordenadas WGS84	Sector
-50	E = 342173 N = 6294022	Viviendas ubicadas en Calle Suiza
2850	E = 344605 N = 6294387	Av. Carlos Valdovinos esquina Bascuñán Guerrero
6100	E = 347770 N = 6294790	Placer esquina Eduardo Matte
7250	E = 348570 N = 6295470	Portugal esquina Arauco
8260	E = 349406 N = 6295815	Carlos Dittborn esquina Los Jazmines
10270	E = 350790 N = 6296657	P. de Valdivia esquina Crescente Errázuriz
13300	E = 350339 N = 6299629	P. de Valdivia esquina Carlos Larraín

Tabla 1. Identificación de los lugares de control y seguimiento. Fuente: Res. Ex. N° 189/2022, imagen N° 5 “Puntos de seguimiento”, p. 31.

14. A efectos de verificar el cumplimiento de las condiciones vibratorias en los sectores más críticos, el plan de monitoreo estableció un **procedimiento o protocolo de medición de vibraciones** para determinar el nivel de observancia de las curvas de referencia establecidas en la norma ISO 2631-2:1989.
15. Este procedimiento de medición consiste, preferiblemente, en un registro de señal sin ningún tipo de filtro. De acuerdo a lo establecido en el Anexo N° 5, dicho procedimiento debe desarrollarse de acuerdo con la metodología que se describe a continuación:

“8.5 Procedimiento de Medición

El numeral 3.5 de la norma ISO 2631-2-89 establece que el procedimiento preferible de medición consiste en un registro de la señal sin ningún tipo de filtro. Por tanto se realizará un registro de aceleración, de tipo historia tiempo de la señal sin ponderación, es decir, un registro de onda.

Solamente se aceptará un sistema de filtro anti aliasing en el equipo de registro de señales. Este filtro debe estar reconocidamente documentado para conocer sus efectos sobre la señal.

No se aceptarán equipos de medición de vibración de número único. El concepto de la medición se basa en el registro de señal de aceleración, debidamente calibrada de tipo Pass By para el paso de ferrocarriles.

Las mediciones serán triaxiales simultáneas en cada punto de medición, con un sentido de orientación según el eje ferroviario como se indica en la siguiente figura. Eje X, longitudinal a la vía, eje Y transversal a la vía y eje Z vertical.

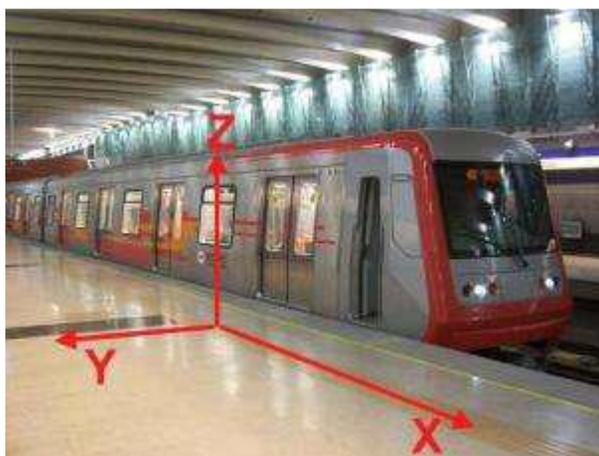


Figura 51: Sistema referencial de coordenadas ejes X, Y y Z respecto del eje de la vía férrea¹

Se realizarán registros de 20 ferrocarriles en ambos sentidos (10 + 10).

Se realizarán mediciones triaxiales en el centro de la sala principal de cada instalación, y en el exterior de las instalaciones, sobre suelo (no sobre pavimento).

Si las mediciones triaxiales interior y exterior de cada instalación analizada no se realizan simultáneamente, se deberá duplicar a 40 (20 mediciones interiores + 20 mediciones exteriores) el número de mediciones de manera de reducir el efecto de variabilidad entre ferrocarriles.

¹ La numeración de la figura corresponde a la numeración original del documento citado.

El montaje de los acelerómetros se detalla más adelante, pero se debe considerar el perfecto acoplamiento entre suelo y acelerómetro, y un sistema de nivelación de tres tornillos de acoplamiento perfecto entre el acelerómetro y el pavimento para el caso de mediciones interiores.

El resultado final corresponderá al promedio energético de los valores espectrales medidos en cada ensayo. Se calcularán cada eje por separado y cada posición (interior exterior) por separado.

(...)

Para cada una de las curvas medidas se aplicará la evaluación, comparando la curva resultante con la curva patrón Base combinada según ISO 2631-2-89, multiplicada por el factor $1.4''^2$ (énfasis agregado).

16. Conforme se deriva del extracto del Anexo N° 5 citado anteriormente, la forma en la que se debe realizar el montaje de los dispositivos involucrados en la medición de vibraciones desempeña un papel crucial en el procedimiento de medición. Esto debido a que un montaje inadecuado tendría la potencialidad de afectar de manera relevante los niveles de vibración detectados y, por ende, generar resultados que no son representativos ni acordes con la realidad.
17. Ahora bien, en lo que respecta al equipamiento mínimo y las características técnicas de los dispositivos que deben intervenir en este procedimiento de medición, el Anexo N° 5 establece:

“8.6. Equipamiento Mínimo

El registro se realizará con sensores de tipo acelerómetros de sensibilidad adecuada para cada tipo de señal, se establece una sensibilidad mínima en 500mV/G o superior, y respuesta de frecuencia de 0.5 Hz a 1000Hz.

En caso de uso de sismómetros de velocidad, la sensibilidad mínima será de 400V/m/s. con un rango de 1 a 100 Hz.

² ANEXO 5, op. Cit., pp. 50 y siguientes.

Registrador digital debe tener una frecuencia de muestreo entre 0.5 Hz a 200 Hz, con una linealidad certificada en este rango de frecuencia.

El equipo registrador de señal y la cadena electrónica desde el sensor hasta el registrador, debe cumplir con alguna de las siguientes normas:

- IEC 60651/60804/61672
- Compatible con DIN 4150 -Building Vibration
- USBM RI 8507 – en caso de usar geófonos de control de voladuras
- IEC 651/804
- DIN 45669 - en caso de usar sensores sísmicos

En caso de utilizar sismómetros de masa balanceada o dinámicos, estos deberán ser compatibles con:

- Exigencias de las redes sismológicas internacionales;
- Cumplir con especificaciones para mediciones de efecto de sitio, H/V o Nakamura”.

18. Dada la relevancia de la forma en la que se realiza el montaje de los equipos de medición, el procedimiento del Anexo N° 5 indica de manera detallada la forma en la cual se deben disponer y ubicar los respectivos dispositivos de medición. Al respecto, vale la pena señalar que, en función del tipo de medición (interior o exterior) y en función del tipo de superficie en la cual ésta se realiza, el procedimiento establece ciertas variaciones para las condiciones del montaje. En particular, para las mediciones interiores realizadas sobre pavimento liviano (como aquellas efectuadas en agosto de 2018 por encargo de la SMA), el numeral 8.7 del citado anexo señala:

“8.7. Montaje en terreno de sensores de medición de vibración

8.7.1. Acoplamiento con suelo y pavimento

Mediciones interiores: *En el caso de mediciones en el interior de las instalaciones, se deberá tener especial cuidado en el tipo de pavimento existente. Todas las mediciones se realizarán en el centro geométrico de la sala. Las salas deben estar libres de circulación de personas y libre de equipos interiores vibrantes.*

(...).

Caso de pavimento liviano, ya sea madera en todos sus formatos, pisos flotantes o pisos laminados o baldosín de cartón prensado, plástico, Pvc o Flexit, se deberá realizar la medición en el centro de la sala, y con una carga sobre el piso de 70Kgf, de manera de simular la condición normal de superficie de contacto

Humano-Suelo. Esto puede ser realizado con la instalación de 2 sacos de arena de 35Kgf c/u, ubicados en cada lado del sensor de vibraciones. Con esto se minimiza el riesgo de medir suelos con una respuesta amplificada, y que no responde a la condición de uso.

No se deben efectuar mediciones en suelos alfombrados, ni con pavimentos no explícitos en los párrafos anteriores”³ (énfasis agregado).

19. Así, de acuerdo al extracto citado precedentemente quedó establecido expresamente que, **al efectuar mediciones de vibración en pavimento liviano** (como fue el caso de las mediciones efectuadas por la SMA), **es indispensable agregar una carga** sobre el piso de 70Kgf, de manera de simular la condición normal de superficie de contacto humano-suelo.
20. El mismo documento establece además la forma en la cual se debe medir y procesar la información obtenida a partir del desarrollo del procedimiento de medición. Los detalles de la forma en la cual se deben analizar e interpretar los niveles de vibraciones registrados se exponen en el numeral 8.7.2 del citado Anexo.
21. Respecto al plan de monitoreo y el procedimiento de medición descrito, en el **Considerando 7 de la RCA N° 589/2013 se estableció lo siguiente:**

*“7.3.1. El titular deberá dar **cumplimiento en todo momento a la Norma ISO 2631-2-89.***

El titular se obliga a lo siguiente en la fase de operación:

*7.3.1.1. El diseño del sistema de control de vibraciones debe asegurar una **reducción suficiente para ubicar el nivel de vibración por debajo del límite establecido según la norma ISO 2631-2-89.***

*7.3.1.2. **Las medidas de control de vibraciones deberán ser incorporadas en el diseño de los sistemas de vías, para lo cual se deberá utilizar los espectros de referencia de cada sector impactado según el Anexo 5 de la DIA “Análisis de Vibraciones Proyectadas por Operación Línea 6 de Metro de Santiago, Evaluación según norma ISO 2631-2-1989”.** El diseñador del sistema de mitigación, deberá utilizar los datos espectrales para diseñar la medida de control ajustada a los requerimientos de cada sector. Los diseñadores y fabricantes del sistema de reducción de vibraciones, deberán corresponder a corporaciones internacionales con amplia experiencia en sistemas de rieles y soportes de control de vibración.*

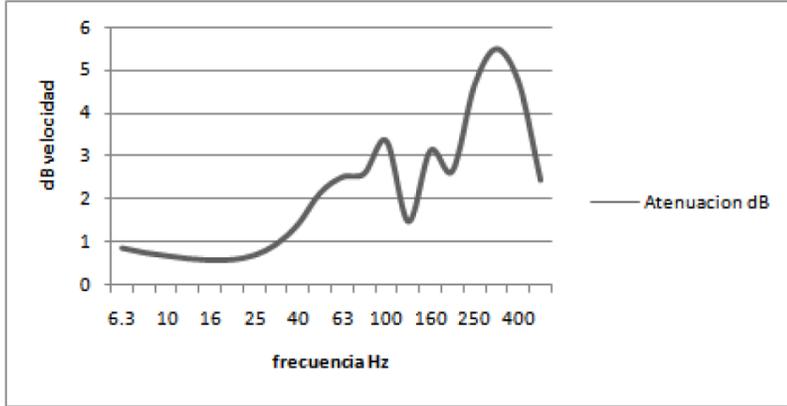
³ IDEM, p. 52.

- 7.3.1.3. Se deberá diseñar e implementar un de **Plan de Monitoreo**, el cual tiene la finalidad de verificar las variables de vibración que produce el tránsito ferroviario del proyecto, las cuales se deberán encontrar igual o por debajo de los valores previstos en el **estudio “Análisis de Vibraciones Proyectadas por Operación Línea 6 de Metro de Santiago, Evaluación según norma ISO 2631-2-1989”**, además de cumplir con el estándar ambiental utilizado como referencia y aplicable a las condiciones de operación del proyecto.
- 7.3.1.4. **El monitoreo se deberá realizar en los sectores identificados como críticos por el estudio de predicción de nivel de aceleración.** Éstos están basados en zonas con instalaciones de uso residencial o instalaciones públicas de construcción con valor histórico o de valor patrimonial. El criterio de selección se basa en determinar los valores más próximos al valor de conflicto según las curvas de percepción de la Norma ISO 2631-2-89. Los lugares en los cuales se establecerá un control de monitoreo, deberán ser los siguientes:
- i. **Viviendas ubicadas en Calle Suiza**
 - ii. **Av. Carlos Valdovinos esquina Bascuñán Guerrero**
 - iii. **Placer esquina Eduardo Matte**
 - iv. **Portugal esquina Arauco**
 - v. **Carlos Dittborn esquina Los Jazmines**
 - vi. **P. de Valdivia esquina Crescente Errázuriz**
 - vii. **P. de Valdivia esquina Carlos Larraín**
- 7.3.1.5. Para el Plan de Monitoreo se deberá realizar una primera campaña al inicio de la operación del proyecto. Dicha campaña se deberá realizar durante los 6 primeros meses en los tramos que se encuentren con tránsito de pasajeros con carga normal.
- 7.3.1.6. La segunda campaña se deberá realizar a los 18 meses y la tercera campaña se deberá realizar a los 36 meses de iniciada la operación normal. Finalmente, se deberá establecer un proceso de acreditación, con periodicidad quinquenal.
- 7.3.1.7. En caso de detectar evolución negativa del nivel de vibración, se deben analizar las causas y aplicar las medidas de mantención o reparación, para luego realizar una medición de verificación en los puntos afectados.
- 7.3.1.8. Se deberán realizar **registros con al menos 20 ferrocarriles** en ambos sentidos de la vía, y mantener accesible la información en formato de fichas de registro informadas en el **punto 8.9 del Anexo 5 “Análisis de Vibraciones Proyectadas por Operación Línea 6 de Metro de Santiago, Evaluación según norma ISO 2631-2-1989”** (énfasis agregado).
22. Como se deriva del Considerando 7 anteriormente citado, **las disposiciones del plan de control y monitoreo exigido en la RCA N° 589/2013 se basan esencialmente en el plan de monitoreo establecido en el Anexo N° 5 de la DIA, el cual, a su vez, comprende un procedimiento de medición de vibraciones ampliamente detallado.**

23. Este procedimiento de medición es aquel que debe emplear Metro y cualquier persona y/o autoridad que pretenda verificar la correspondencia o cumplimiento de los niveles de vibraciones percibidos respecto de los valores máximos establecidos en la norma ISO 2631-2:1989, pues, **en caso de no observarse el mismo, se obtendrían resultados no representativos de la realidad que podrían percibir los ocupantes de un recinto respecto de las vibraciones.**

III. **ANTECEDENTES GENERALES SOBRE EL PROCEDIMIENTO SANCIONATORIO D-54-2019.**

24. Mediante la Resolución Exenta N° 1/Rol D-054-2019 de 7 de junio de 2019, la SMA inició un procedimiento sancionatorio en contra de Metro, formulando los siguientes cargos:

N°	Hechos constitutivos de infracción	Condiciones, normas y medidas eventualmente infringidas
1	Realizar medición de efectividad de la medida de mitigación -20dB en desajuste a la norma ISO 7626-2:1990	<p>Anexo 5 de la DIA RCA N° 589/13</p> <p>El ensayo propuesto para verificación preliminar de los sistemas de control, es el método de diferencia de Transferencia de Movilidad, el cual debe realizarse bajo la metodología descrita en la norma ISO 7626-2:1990: "Vibration and shock -- Experimental determination of mechanical mobility -- Part 2: Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter".</p>  <p>Figura 49: Gráfico tipo de atenuación por banda de frecuencia que debe ser obtenido, a modo de ejemplo.</p> <p>El diseño del sistema de mitigación de vibraciones debe asegurar una reducción suficiente para ubicar el nivel de vibración por debajo del límite establecido según la ISO 2631-2-89.</p> <p>Además debe considerar todos los parámetros establecidos en la norma ISO 2017-2, "Mechanical vibration and shock — Resilient mounting systems — Part 2: Technical information to be exchanged for the application of vibration isolation associated with railway systems".</p>
2	Superación al límite establecido en la norma ISO 2631-2:1989 en 5 de las 7 ubicaciones	<p>RCA N° 589/13</p> <p>7.3.1. El titular deberá dar cumplimiento en todo momento a la Norma ISO 2631-2-89.</p>

<p>monitoreadas por encargo de la SMA individualizadas en la Tabla N°. 3 de la presente Resolución.</p>	<p>7.3.1.1. El diseño del sistema de control de vibraciones debe asegurar una reducción suficiente para ubicar el nivel de vibración por debajo del límite establecido según la norma ISO 2631-2-89.</p>
---	--

Tabla 2. Cargos formulados a Metro. Fuente: Res. Ex. N° 189/2022, Tabla N°2 “Formulación de Cargos”, p. 9.

25. El 9 de julio de 2019, Metro evacuó sus **descargos** solicitando que los cargos formulados fueran desestimados, presentando antecedentes detallados que descartaban que Metro haya incurrido en las infracciones imputadas. En sus descargos, Metro **expuso los errores metodológicos en los que la SMA había incurrido al efectuar las mediciones que justificaban los cargos formulados.**
26. Durante el procedimiento sancionatorio, la SMA efectuó diversos requerimientos de información a Metro, los cuales fueron debidamente respondidos por la empresa. Por su parte, también se **requirió a la Oficina de la Región Metropolitana de la SMA entregar antecedentes relativos a la actividad de medición de vibraciones efectuada por la División de Fiscalización de la Región Metropolitana en conjunto con Sociedad Acustical S.A.**
27. Finalmente, el 7 de febrero de 2022, la SMA **dictó la Res. Ex. 189/2022, determinando que Metro había incurrido en las infracciones imputadas, sancionando a la empresa a una multa de 852 Unidades Tributarias Anuales (UTA), desglosadas en 72 UTA correspondientes a la sanción por la infracción N°1, y 780 UTA asociadas a la infracción N°2.**
28. Como se demostrará a continuación, la SMA incurrió en una serie de graves errores metodológicos e imprecisiones que llevaron a una equivocada apreciación de la realidad y consecuentemente, a estimar que mi representada había incurrido en las infracciones ya señaladas, constituyendo vicios de ilegalidad que justifican la necesidad de anular la Res. Ex. N° 189/2022 para resguardar el imperio del Derecho y los legítimos derechos de Metro.

IV. **ANÁLISIS DE LOS VICIOS DE LA RES. EX. N° 189/2022 RESPECTO A LA IMPUTACIÓN DE LAS INFRACCIONES.**

29. En esta sección se analizarán detalladamente los defectos constatados en la Res. Ex. N° 189/2022 respecto a cada uno de los cargos formulados en contra de Metro.
- A. VICIOS DE LA RES. EX. N° 189/2022 RESPECTO A LA SUPUESTA INFRACCIÓN ASOCIADA A LA MEDICIÓN DE EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN -20DB (CARGO N° 1).
30. En relación a este cargo, en la Res. Ex. N° 189/2022, la SMA afirma que Metro habría infringido el Considerando 3.1.16.3 y el punto VIII, letra D de la RCA N° 589/2013, así como el Anexo N° 5 de la DIA. En particular, este cargo se relaciona con el mecanismo empleado para la medición de efectividad de la medida de mitigación -20dB, la que se habría realizado con un supuesto desajuste a la norma ISO 7626-2:1990, constituyendo, a juicio de la SMA, una presunta infracción ambiental por contravenir las condiciones, normas y medidas establecidas en la RCA N° 589/2013.
31. En este sentido, la SMA indica en la Res. Ex. N° 189/2022 que *“En efecto, de acuerdo con lo sostenido por Metro para las mediciones de los ensayos de verificación preliminar de los sistemas de control, la empresa evaluó su cumplimiento por medio del uso de un martillo de impacto de 22,2 kN para excitar ya sea el riel exterior o el cruzamiento, según corresponda, en lugar de utilizar un excitador de vibración de traslación único unido a la estructura, que es lo que señala el referido Anexo 5”* (énfasis agregado).
32. Por su parte, la SMA afirma que el mecanismo empleado por Metro para la verificación de los sistemas de control de vibraciones sería técnicamente desaconsejado indicando: *“Finalmente, la norma ISO 7626-5:1994, no recomienda el uso de excitadores de impacto para sistemas altamente amortiguados. En efecto, dado que la vibración producida por un martillo de impacto es de baja duración, se pueden generar dificultades en la interpretación de datos por la existencia de vibración de fondo que puede alterar la toma de datos. Dado que los lugares en donde se realizó la medición con martillo de impacto corresponden a los sectores con la medida de mitigación de -20 dbA, es posible sostener que este sector tiene una mayor capacidad de amortiguar las vibraciones y, por tanto, se hace menos viable el uso de la metodología con martillo de impacto para la evaluación de éstas”*.
33. En línea con lo anterior, la SMA concluye que *“si bien la familia de normas ISO permite el uso de excitadores no adheridos a la estructura, esta metodología es recomendada para ciertos escenarios donde no se evidencien las restricciones indicadas en la Norma ISO 7626-5. En el presente caso, dado que no se evidencia que se haya evaluado la existencia de vibraciones no*

lineales; que la resolución del espectro de frecuencias que se puede lograr con un martillo de impacto no logra el estándar indicado en la ISO 7626-2 dado que este requiere de un excitador adherido a la estructura; y, que el sector donde se realizó el ensayo con un martillo de impacto es un sector altamente amortiguado, entonces es posible indicar que el uso de la parte 5 de la norma, no era aplicable para el presente caso” (énfasis agregado).

34. A continuación, se analizarán los antecedentes que demuestran que la metodología utilizada por Metro se encuentra plenamente justificada desde el punto de vista jurídico como técnico.

i) **Fundamentos del uso del excitador no adosado para la verificación de la efectividad de las medidas de control de vibraciones.**

35. A modo de contexto, es preciso señalar que el método propuesto para asegurar el cumplimiento de los límites establecidos en la norma ISO 2631-2:1989 fue seleccionado durante la etapa preliminar de diseño del Proyecto. Para la elección del método, se tomó como referencia la familia de normas ISO 7626 “*Vibration and shock- Experimental determination on mechanical mobility*”, la cual contiene estándares técnicos reconocidos internacionalmente para la medición experimental de la movilidad mecánica.

36. A mayor abundamiento, tal como se indicó en el escrito de descargos de Metro, la norma ISO 7626 se componía inicialmente de cinco secciones, correspondientes a:

- Parte 1: *Basic terms and definitions, and transducer specifications* (Términos básicos y definiciones, y especificaciones del transductor).
- Parte 2: *Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter* (Mediciones que utilizan la excitación de un único punto con un excitador de vibración unido).
- Parte 3: *Mobility measurements using rotational excitation at a single point* (Mediciones de movilidad mediante excitación rotacional en un solo punto).
- Parte 4: *Measurements of the entire mobility matrix using attached exciters* (Mediciones de toda la matriz de movilidad mediante excitadores unidos).

- Parte 5: *Measurements using impact excitation with an exciter which is not attached to the structure* (Mediciones que utilizan excitación por impacto con un excitador que no está unido a la estructura).
37. Las secciones 2 y 5 de la norma ISO 7626 contienen estándares para la implementación de dos metodologías de medición. Por una parte, la sección 2 (en adelante “ISO 7626-2:1990”), establece el procedimiento para medir la movilidad mecánica lineal y otras funciones de respuesta de frecuencia de estructuras, utilizando un excitador de vibración de traslación de un solo punto, el cual va adosado a la estructura sometida a la medición.
 38. Por otra parte, la sección 5 (en adelante “ISO 7626-5:1994”), establece estándares para la medición de la movilidad mecánica empleando un excitador no adosado a la estructura.
 39. Si bien ambos métodos son válidos para medir la movilidad y efectividad de las medidas de mitigación de vibraciones adoptadas, en una primera instancia se optó por el método regulado en la norma ISO 7626-2:1990 (mediciones que utilizan la excitación de un único punto con un excitador de vibración unido). Sin embargo, a la hora de llevar a cabo las mediciones de vibraciones, Metro se enfrentó a una serie de obstáculos que hicieron inviable la aplicación del método propuesto.
 40. En primer lugar, no fue posible encontrar ninguna empresa consultora chilena que contara con el equipamiento necesario para llevar a cabo las mediciones conforme a los estándares establecidos en la norma ISO 7626-2:1990. Cabe señalar que la aplicación del método propuesto requiere de un equipo excitador para la medición de movilidad mecánica de superestructura de vías con un equipo que se adosa a la estructura.
 41. En ese momento, de los países de la región solo en Brasil existía un equipo excitador con esas características. Su traslado a Chile habría resultado inviable debido a las grandes dimensiones del equipo, el cual pesa 2,5 toneladas aproximadamente.
 42. Por su parte, considerando la extensión de las obras correspondientes a la Línea 6 de Metro, las mediciones a los sistemas de control debían efectuarse en diversos puntos. La aplicación de métodos de medición que usan equipos excitadores unidos a la estructura presenta dificultades por las complicaciones del traslado de dichos equipos

a distintos puntos. Esto, debido a que los equipos excitadores van fijos y para cada punto de medición deben fijarse y luego desfijarse a la estructura objeto de la medición. Por tanto, a esta dificultad propia del método se sumaba la indisponibilidad de equipos en Chile, y la inviabilidad de trasladar los existentes desde el extranjero.

43. Atendida esta realidad, Metro optó por emplear el método de medición contenido en la misma familia de normas ISO 7626, pero en su sección 5, utilizando equipos no adosados a la estructura (“de golpe de martillo”). Dicho método, vale recalcar, fue utilizado en estricta observancia de sus pautas y condiciones, de manera que los resultados obtenidos a partir del mismo resultan representativos y confiables para efectos de la verificación requerida de los sistemas de control.
44. Así, en vista de las dificultades presentadas a la hora de realizar las mediciones, el uso de la metodología establecida en la norma ISO 7626-5:1994 resultó ser el camino viable y razonable para ejecutar las mismas, considerando las siguientes razones:
 - a. En primer lugar, se utilizaría un método validado por la **misma familia de normas** de referencia propuesta inicialmente (ISO 7626), lo que permitiría mantener la calidad y precisión del sistema de medición que se había definido. El método descrito en la norma ISO 7626-5:1994 permitiría lograr niveles de coherencia aceptables en las estimaciones de funciones de transferencia para el rango de frecuencias relevantes en la evaluación impacto de vibraciones percibidas por personas u ocupantes. Si bien ambos métodos son diferentes, éstos se encuentran comprendidos bajo un marco común que contempla disposiciones generales aplicables a los mismos. Estas disposiciones se encuentran establecidas en la sección 1 de la norma ISO 7626 (en adelante “**ISO 7626-1:2011**”), relativa a los términos básicos, definiciones, y especificaciones del transductor.

De hecho, debe señalarse desde una perspectiva teleológica que, el método denominado “golpe de martillo” es recomendado por diversas normas internacionales (por ejemplo, la *Federal Transit Administration – FTA* de los Estados Unidos⁴) que regulan el estudio de impacto de vibraciones inducidas por material rodante. En ese orden de ideas, este método, además

⁴ Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual – Section 6.5 “Evaluate Impact: Detailed Vibration Analysis”, Step 2: Estimate Vibration Impact, p. 157-160.

de cumplir con el mismo cometido dispuesto por la norma ISO 7626-2:1990, es reconocido internacionalmente para este tipo de mediciones.

- b. En segundo lugar, **el método establecido en la norma ISO 7626-5:1994 resultaba perfectamente aplicable para efectuar las mediciones de vibraciones del Proyecto** -asegurando fiabilidad de resultados-, en consideración a que los estándares establecidos para su ejecución se encontraban validados internacionalmente mediante una **norma ISO vigente**. Así, ambos métodos eran igualmente aplicables para realizar mediciones de movilidad, acelerancia o estimación de funciones de atenuación por transmisión, utilizando la excitación por impacto.
- c. En tercer lugar, dado que el método contemplado en la norma ISO 7626-5:1994 utiliza equipos excitadores que no van adosados a la estructura, **su aplicación era materialmente viable** considerando la disponibilidad de este tipo de equipos en Chile, y su facilidad de transportarlos y usarlos en los distintos puntos de medición requeridos.
- d. Por último, y más importante, **ambos métodos de medición eran efectivos para verificar la eficacia de las medidas de mitigación de vibraciones** implementadas por Metro, pues los mismos están precisamente concebidos y diseñados para obtener resultados representativos y confiables a partir del uso de equipamiento distinto (adosado y no adosado a la estructura). De esta forma, el uso de equipos no adosados a la estructura (conforme al método de la norma ISO 7626-5:1994) permitía verificar, con la misma calidad y precisión, los niveles de efectividad de las medidas de mitigación de vibraciones implementadas para el Proyecto.

Lo anterior se refuerza con lo indicado por el laboratorio brasileño IEME en su correo de fecha 1 de noviembre de 2019⁵, donde presenta información de un análisis comparativo para la determinación de frecuencias naturales de un sistema ferroviario con masas suspendidas y no suspendida, dato que se utiliza posteriormente para determinar la efectividad de sistemas de atenuación de vibraciones. En el gráfico siguiente se muestra que los

⁵ Una copia de este correo se adjunta en un otrosí de esta presentación.

resultados alcanzados para el martillo instrumentado, como para el equipo vibrodina (excitador adosado) alcanza los mismos valores de 4,9 Hz y 5,4 Hz, ya sea para el sistema considerando la masa suspendida (curva color azul) como la masa no suspendida (curva color rojo).

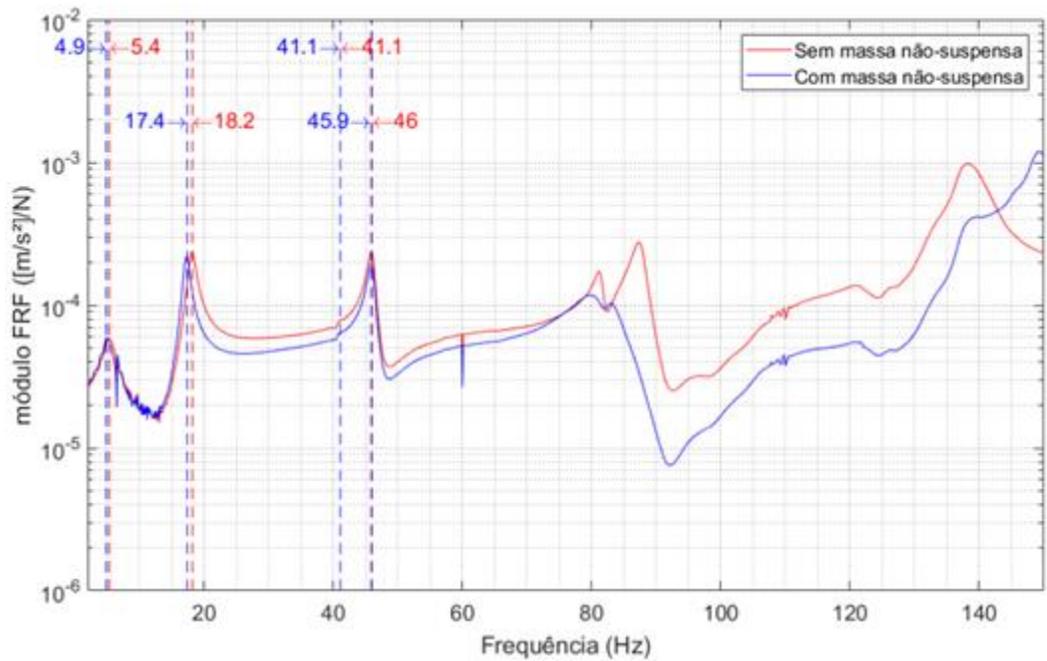


Imagen 1. Resultado con el Martillo Instrumentado (4,9 / 5.4 Hz). Fuente: Laboratorio IEME (correo de fecha 1 de noviembre de 2019).

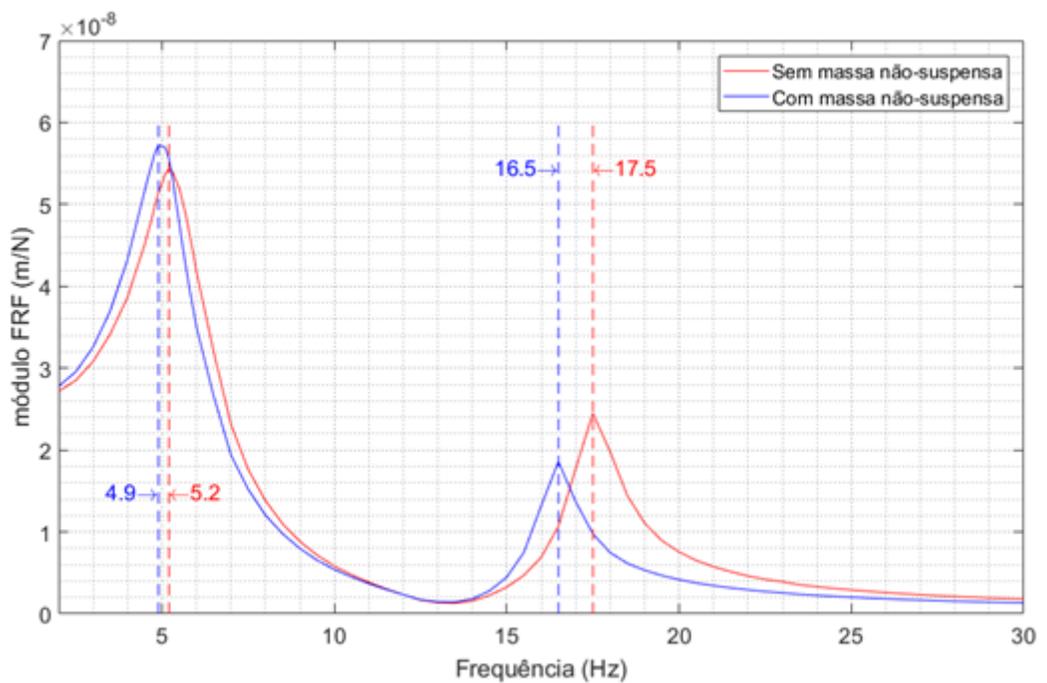


Imagen 2. Resultado con la vibrodina (4,9 / 5.4 Hz). Fuente: Laboratorio IEME (correo de fecha 1 de noviembre de 2019).

45. Teniendo en cuenta estas razones, el uso de un método distinto al propuesto **no constituía un cambio de significancia respecto de lo aprobado ambientalmente**. El

método contenido en la norma ISO 7626-5:1994, además de estar comprendido dentro de la misma familia de normas de referencia, estaba igualmente validado y sugerido en otras normas internacionales. Este método permitía estimar los niveles de mitigación con los mismos niveles de calidad y precisión que el método inicialmente definido. Por ello no se vislumbró inconveniente alguno para realizar mediciones utilizando equipos no adosados a la estructura, siendo la opción más lógica y racional dadas las circunstancias.

46. Por lo anterior, la metodología desarrollada por la consultora ACR Acústica Ltda. para la estimación de funciones de transferencia de movilidad, consistente en la utilización de un martillo modal (método reconocido en la norma ISO 7626-5:1994), se erigía como la alternativa más adecuada para dar cumplimiento a la obligación de llevar a cabo las mediciones dirigidas a verificar la eficacia de las medidas de mitigación de vibraciones implementadas.

ii) El método de martillo de impacto es un método adecuado para verificar la eficacia de las medidas de control de vibraciones establecidas en el Anexo N° 5.

47. En la Res. Ex. N° 189/2022, la SMA formula diversos cuestionamientos al uso de la metodología del martillo por parte de Metro, debido a que, a su parecer, dicha metodología no sería aplicable en atención a las condiciones particulares del Proyecto.
48. En primer lugar, la SMA indica que la norma ISO 7626-5:1994 no recomienda el uso de excitadores de impacto para sistemas altamente amortiguados, como lo serían los sectores del Proyecto donde se implementó la medida de mitigación de -20 dBa, ya que estos sectores tendrían una mayor capacidad de amortiguar las vibraciones.
49. Sobre este punto, cabe aclarar que, tal como se indicó anteriormente, el método de martillo de impacto instrumentado **permite obtener resultados muy similares a los obtenidos con un método de excitación por agitador adosado, siendo totalmente aplicables para efectuar mediciones como las requeridas en el Anexo N° 5.**
50. Por su parte, **no es efectivo que los sectores en que se aplicaron la medida de mitigación -20 dBa constituyan sistemas altamente amortiguados,** como afirma la SMA. Los *"heavily damped system"* corresponden a sistemas con un amortiguamiento cerca del valor crítico (100%), los cuales no alcanzan a desarrollar un ciclo de

oscilación. En efecto, los sistemas ensayados tienen amortiguamientos de solo entre 5% a 30%, por lo que no hay altos amortiguamientos severos, siendo sistemas sub-amortiguados. Por lo tanto, es evidente que el argumento de la SMA sobre este punto carece de fundamento, siendo el método del martillo plenamente efectivo en los sectores donde se implementó la medida -20 dBa.

51. En segundo lugar, la SMA señala que el método del martillo no sería aplicable ya que para sistemas de vibración no lineales es importante llevar un registro de la fuerza utilizada, lo cual no sería posible al utilizar un martillo de impacto, al ser una persona la que maneja el instrumento. Sin embargo, esto no es efectivo, ya que el método de martillo de impacto sí permite llevar un registro de la fuerza utilizada, ya que el martillo instrumentado contiene en su extremo un sensor de fuerza (celda de carga) y este dato es registrado para cada impacto realizado, por lo que el argumento de la SMA no tiene fundamento.

52. En tercer lugar, la SMA afirma que no existiría suficiente respaldo técnico sobre la eficiencia del método del martillo en sistemas como el Proyecto, lo que también es incorrecto. En efecto, el martillo de impacto es el sistema de determinación de transmisibilidad vibroacústica más utilizado en la literatura técnica especializada. Solo por nombrar algunos, a continuación se mencionan diversos estudios de atenuación de rieles ferroviarios en los que se usa el método de impacto instrumentado (respuesta impulsiva del sistema), presentándose información de detalle sobre cada uno de ellos en el Anexo “Estudios de Atenuación Vibroacústica Proyectos Ferroviarios”, que se acompaña a esta presentación.

- 1) James Tuman Nelson, Shankar Rajaram. *HIGH-PERFORMANCE FLOATING SLAB TRACK: DESIGN AND CONSTRUCTION IMPROVEMENTS BASED ON LESSONS LEARNED FROM PROTOTYPE SLABS*. (Colaboradores FTA – Autores de documento Base Criterio FTA 1996 actualizado 2005 y 2018). Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0361198118823004>

- 2) Jose Daniel Garcia. *DESARROLLO Y EXPERIMENTACIÓN DEL SISTEMA M.L.G. (METRO LIGERO DE GRANADA): PRIMER SISTEMA NACIONAL DE VÍA EN PLACA EMBEBIDA EN HORMIGÓN REALIZADO CON UNA MEZCLA DE CAUCHO PROCEDENTE DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFU) Y RESINA DE MATRIZ POLIMÉRICA*. Disponible en:

<https://www.tecnica->

[vialibre.es/documentos/Articulos/VLTecnica_050310.pdf](https://www.vialibre.es/documentos/Articulos/VLTecnica_050310.pdf)

- 3) S. Chang, K. Y. Chang & K. H. Cheng. *THE STUDY OF URBAN TRACK TRANSPORTATION ENVIRONMENTAL NOISE AND VIBRATION PREVENTION: FLOATING SLAB TRACK OF TAIPEI MRT*. (Memorias Urban Transport XVI, Urban Transport and the Environment in the 21st Century). Disponible en:
<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/UT10/UT10019FU1.pdf>
- 4) Chen Shen, Rolf Dollevoet, Zili Li. *FAST AND ROBUST IDENTIFICATION OF RAILWAY TRACK STIFFNESS FROM SIMPLE FIELD MEASUREMENT*. (Journal Mechanical Systems and Signal Processing). Disponible en:
<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A5caeb971-bd4a-4746-897b-c327e5974f9c>
- 5) Elodie Arlaud, Sofa Costa d'Aguiar, Etienne Balmes. *RECEPTANCE OF RAILWAY TRACKS AT LOW FREQUENCY: NUMERICAL AND EXPERIMENTAL APPROACHES*. (Transportation Geotechnics, Elsevier, 2016, 9, pp.1-16.). Disponible en:
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02569120>
- 6) G. Squicciarini, M.G.R. Toward and D.J. Thompson. *EXPERIMENTAL PROCEDURES FOR TESTING THE PERFORMANCE OF RAIL DAMPERS*. (Journal of Sound and Vibration Volume 359, 22 December 2015, Pages 21-39). Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022460X15005805?via%3Dihub>
- 7) RIVAS PROJECT (Railway Induced Vibration Abatement Solutions). *DESCRIPTION OF TEST PROCEDURES BASED ON LABORATORY TESTS AND FIELD TESTS INCLUDING VALIDATION*. Disponible en:
<https://cordis.europa.eu/project/id/265754/es>

53. Por tanto, resulta evidente que la SMA no presenta ningún antecedente que sustente que el método de impacto con martillo instrumentado no sea aplicable para las mediciones de efectividad de las medidas de control de vibraciones del Proyecto. Por el contrario, ha quedado demostrado que dicho método está ampliamente validado en la literatura especializada siendo igual de eficiente que el excitador adosado, por lo

que su reemplazo -justificado en causales de fuerza mayor- no constituía un cambio significativo que requiriese de aprobación por parte de la autoridad ambiental.

B. VICIOS RELATIVOS A LA PRESUNTA INFRACCIÓN ASOCIADA A LA SUPERACIÓN DEL LÍMITE ESTABLECIDO EN LA NORMA ISO 2631-2:1989 (CARGO N° 2).

54. En relación a este cargo, la SMA afirma que Metro habría infringido el Considerando 7.3.1 de la RCA N°589/2013, en donde se establece que la empresa deberá dar cumplimiento en todo momento a la norma ISO 2631-2:1989.
55. De acuerdo con las consideraciones expuestas en la Res. Ex. N° 189/2022, la SMA encomendó a la Sociedad Acustical S.A. la realización de un estudio de vibraciones que incluyó la medición de vibraciones en 7 viviendas cercanas al trazado de la Línea 6, incluyendo 2 ubicaciones con actividades de seguimiento reportadas previamente por Metro. Los estudios encomendados se describen en la Res. Ex. N° 189/2022 de la siguiente forma:

*“Como se relató precedente, la SMA encargó y gestionó con Sociedad Acustical S.A., mediciones de vibraciones en 7 viviendas cercanas al trazado de la Línea 6, incluyendo 2 ubicaciones con actividades de seguimiento reportadas previamente por el titular. Estas mediciones se desarrollaron entre los días 6 y 29 de agosto de 2018, en 7 ubicaciones que se detallan en la tabla a continuación, que incluye detalles de los receptores. **El equipo empleado para las mediciones fue un sistema de medición de vibración marca Syscom, modelo MR3000C, número de serie 16210001.** Este equipo registra la velocidad de vibración en mm/s, incluye una placa de montaje que permite nivelar el dispositivo y se instala directamente en el suelo del lugar de medición” (énfasis agregado).*

56. Respecto de las mediciones efectuadas, señala además la SMA que:

“Por cada evento de vibración asociada a “paso de metro”, descartándose otras fuentes, se obtuvo un espectro de velocidad en bandas de frecuencia de un tercio de octava, caracterizado en los ejes X, Y, y Z, para la duración total del registro (aproximadamente 30 segundos). La señal resultante se comparó con la curva límite “combinada residencial” asociada a velocidad (curva 4.b definida en la norma ISO 2631-2:1989). De esta actividad, se identificaron todos aquellos registros que, en cualquiera de las bandas de un tercio de octava evaluadas, hubieran superado la

curva 4.b de la norma ISO 2631-2:1989, o que estuvieran a 5 dB de dicha superación. Luego, todos los eventos que cumplieran con este filtro fueron procesados nuevamente, para obtener el “espectro en bandas de un tercio de octava” acotado a 10 segundos del registro temporal. Este intervalo de tiempo se definió en función del valor máximo RMS, obtenido con un tiempo de integración de 1 segundo. Se consideraron 5 segundos antes y 5 segundos después de dicho momento con máximo valor RMS. La señal resultante se comparó con la curva límite “combinada residencial” asociada a velocidad (curva 4.b x 1,4 definida en la norma ISO 2631-2:1989)”.

57. La SMA continúa el análisis señalando que, de conformidad con los resultados obtenidos, se presentaría un incumplimiento a la curva 4.b de la norma ISO 2631-2:1989, en 5 de las 7 ubicaciones monitoreadas, a saber:

“1. R1-PAC-48H. Orompello N° 3087, departamento N° 11. De 610 eventos registrados, se observó superación en 231, que corresponde a un 38% de eventos que presentan una superación a la curva 4.b de la norma ISO 2631-2:1989, en alguna de las frecuencias monitoreadas.

2. R4-SAN-48H. Hugo Donoso N° 2386. De 724 eventos registrados, se observó superación en 8, equivalente al 1% de los eventos.

3. R5-SAN-48H. Portugal N° 1890 (Ubicación con medida de mitigación -20 dB implementada). De 677 eventos registrados, se observó superación en 64, que corresponde a 9% de estos.

4. R6-PAC-24H. Carlos Valdovinos N° 1808. De 314 eventos registrados, se observó superación en 7, lo que corresponde a un 2% de estos.

5. R7-SAN-24H. Víctor Manuel N° 2386. De 348 eventos registrados, se observó superación en 127, lo que equivale a 36% de estos”.

58. En la Res. Ex. N° 189/2022, la SMA reconoce expresamente que para las mediciones encomendadas no se siguió la metodología definida en el Anexo N° 5 de la DIA, argumentando que dicha metodología solo era oponible al Plan de Seguimiento de Metro y no a la SMA en el ejercicio de sus potestades fiscalizadoras. En este sentido, la Resolución Reclamada señala: *“Al respecto, se debe precisar que la obligación considerada como infringida no está supeditada al cumplimiento de una metodología específica de evaluación de su cumplimiento, más allá de las condiciones dispuestas en la propia norma ISO 2631-2:1989, como normativa aplicable al proyecto. En efecto, no especificando una*

metodología de medición para lo dispuesto en el considerando 7.3.1, no le corresponde a la autoridad o al titular hacer dicha distinción. Como se revisará más adelante, las especificaciones técnicas del Anexo 5 de la DIA están establecidas para las mediciones enmarcadas en el Plan de Seguimiento de Metro, o en la evaluación de sus puntos críticos, siendo, por tanto, una obligación para la empresa y sus mediciones periódicas, y no para la autoridad en la fiscalización del cumplimiento de las medidas para evitar impactos sobre componentes ambientales”.

59. En línea con lo anterior, la SMA sugiere que la metodología definida en el Anexo N° 5 y validada a través del proceso de evaluación ambiental del Proyecto es inadecuada, especialmente en lo que respecta a la adición de pesos, indicando que: *“(…) el resultado de incluir un peso de 70 kgf., indudablemente provocará un cambio en el resultado de las mediciones, respecto de un registro que no se realice con este. Al incluir el peso de 70 kgf., parte de las vibraciones se verían atenuadas por la distribución de la energía en los sacos de arena, modificando el verdadero comportamiento del suelo de la vivienda a las vibraciones que afectan a la estructura y, por ende, lo que percibirían los ocupantes de ellas. De esta forma, para efectos de evaluar el cumplimiento de la Norma ISO 2631-2, no resulta deseable el uso de un peso, dado que mitiga parte de las vibraciones que efectivamente son transmitidas al piso de la vivienda donde habitan las personas”.*
60. Finalmente, y fundándose exclusivamente en esta prueba indiciaria, la SMA concluye que *“(…) este incumplimiento ha generado efectos negativos, consistentes en la afectación por vibraciones a vecinos cuyas viviendas se ubican aledañas a la Línea 6 del Metro, alterando consecuentemente sus sistemas de vida”.*
61. Respecto de los argumentos que presenta la SMA para sustentar la presunta infracción ambiental cometida por Metro, se debe precisar que las mediciones de vibraciones que sustentan el estudio técnico preparado por la Sociedad Acustical S.A. presentan **graves errores y falencias** que distorsionan los resultados obtenidos, y consecuentemente, conducen a la SMA a conclusiones equivocadas.
62. En particular, tal como la SMA reconoce expresamente en la Res. Ex. N° 189/2022, las mediciones efectuadas por Sociedad Acustical S.A. se llevaron a cabo contraviniendo por completo la metodología para la medición de vibraciones de cuerpo completo definida especialmente para estos efectos en el Anexo N° 5 de la DIA, metodología que fue presentada durante el proceso de evaluación ambiental del Proyecto y aprobada por los organismos públicos competentes en la materia.

63. En este sentido, vale la pena aclarar que, como será demostrado técnicamente más adelante, Metro se encuentra en pleno cumplimiento de los estándares máximos permisibles de vibración establecidos en la norma ISO 2631-2:1989, situación que podría haber sido verificada por la misma SMA atendiendo con exactitud la metodología de medición descrita en la RCA N° 589/2013.
64. A modo de contexto, a continuación se presentará una breve explicación sobre la necesidad e idoneidad de la metodología de medición de vibraciones definida en el Anexo N° 5. Estos antecedentes técnicos son relevantes para entender a cabalidad las ilegalidades cometidas por la SMA al omitir de manera arbitraria e injustificada la referida metodología. Asimismo, los antecedentes que se expondrán en el siguiente apartado ayudarán a comprender la magnitud de las deficiencias de las mediciones efectuadas por la Sociedad Acustical S.A., en cuyos erróneos resultados la SMA fundamenta la sanción aplicada a Metro.
- i) **Aclaraciones respecto a la metodología de medición de vibraciones establecida en el Anexo N° 5.**
65. Tal como se explicó en el escrito de descargos presentado por Metro, en Chile no existe una norma de emisión que establezca los valores máximos de vibraciones admisibles, por lo que al momento de someter el Proyecto a evaluación ambiental se optó por utilizar como norma de referencia la norma ISO 2631-2-1989 "*Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 2: Continuous and shock-induced vibrations in buildings (1 to 80 Hz)*", de conformidad al artículo 11 del Decreto Supremo N° 40 de 12 de agosto de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente que Aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
66. La norma ISO 2631-2-1989 hace referencia a los requerimientos generales establecidos en la ISO 2631-1, especialmente en lo relativo a los límites máximos permitidos. Así, si bien existían versiones posteriores a 1989 de la misma norma, se debió recurrir a la versión de dicho año ya que las versiones posteriores no contenían valores máximos de vibraciones en el cuerpo humano, por lo que no cumplían con el propósito de servir como norma de referencia para dichos efectos.

67. En otras palabras, la norma de referencia empleada para el Proyecto (ISO 2631-2-1989) se utilizó solo en cuanto contiene límites máximos de vibraciones en el cuerpo humano completo, empleándose dichos valores como norma de referencia, mas no como referencia para la metodología de medición de las vibraciones, por lo que hizo necesario definir una metodología específica para el Proyecto, lo que se materializó en el Anexo N° 5.
68. En efecto, cabe destacar que la norma ISO 2631-2-1989 contiene límites máximos para las vibraciones entre 1-80 Hz de cuerpo entero, es decir, se refiere a vibraciones táctiles percibidas por el cuerpo completo de un humano y no en un edificio vacío. De este modo, dado que la presencia de una persona expuesta a las vibraciones es un presupuesto elemental de la norma, **al momento de efectuarse las mediciones es indispensable recrear esta condición**, sino lo medido no corresponderá al objeto de la norma empleada.
69. Además, durante los años 2012 y 2013 se realizó el estudio de línea de base y estudio vibratorio para la evaluación ambiental del Proyecto⁶. En ese estudio, se pudo corroborar que un porcentaje mayoritario de las viviendas ubicadas en el Área de Influencia por vibraciones tienen pisos de pavimento ligero, como maderas en mal estado, parqué y pisos flotantes de cartón prensado.
70. Las vibraciones medidas en estructuras muy flexibles o livianas, pueden ser muy sensibles a la configuración, ubicación y/o montaje del sistema de medición, y así, los resultados se pueden ver afectados de manera significativa si los sensores y pesos no están correctamente ubicados. Por tanto, **es fundamental establecer un montaje adecuado y preciso del sistema de medición o monitoreo**, de tal manera que éste no afecte ni altere los niveles de vibración que se requieren medir.
71. Dado que la norma ISO 2631-2-1989 no contiene estas precisiones metodológicas (las cuales sí se recogen en versiones posteriores de la misma norma y con mayor énfasis en otras normas como la norma específica de medición en ambientes ferroviarios ISO/TS 14837-31:2017⁷), fue necesario definir una metodología específica para la

⁶ Anexo 5 DIA “Análisis de Vibraciones Proyectadas por Operación Línea 6 Metro de Santiago – Evaluación según ISO 2631-2-1989”.

⁷ Norma ISO/TS 14837-31:2017 “Mechanical vibration – Ground-borne noise and vibration arising from rail systems – Part 31: Guideline on field measurements for the evaluation of human exposure

medición de vibraciones que permitiera obtener resultados más precisos y se ajustara a la realidad del Proyecto.

72. De esta forma, en el Anexo N° 5 de la DIA se detalló la referida metodología, la cual consideró los estándares metodológicos más actualizados de la industria y la realidad del Proyecto, particularmente, la experiencia del consultor sobre el comportamiento problemático de los pisos ligeros mayoritarios en el área de influencia.
73. En este sentido, en el Anexo N° 5 se definió un procedimiento de medición que, para el caso de las mediciones internas que se realicen en residencias cuyos pisos correspondan a pavimentos livianos (madera en todos sus formatos, pisos flotantes o pisos laminados o baldosín de cartón prensado, plástico, PVC o Flexit), contempla la realización de la medición en el centro de la sala, debiendo el sensor ser acoplado **con una carga sobre el piso de 70 Kgf** para simular la condición normal de superficie de contacto humano-suelo.
74. De acuerdo con lo establecido en el Anexo N° 5, dicho montaje puede ser realizado con la instalación de dos sacos de arena de 35Kgf c/u, ubicados en cada lado del sensor de vibraciones. Un montaje así dispuesto permite minimizar el riesgo de medir suelos con una respuesta amplificada de vibraciones por lo que, para efectos del análisis, es crucial instalar y considerar estos factores de corrección pues, de otro modo, los resultados obtenidos simplemente no serían representativos de la realidad que podría percibir un ocupante respecto de las vibraciones.
75. En efecto, es de amplio conocimiento técnico que el comportamiento dinámico o vibraciones de un sistema se ve determinado principalmente por sus características de rigidez, amortiguamiento y masa, además de la excitación a la cual se ve sometido⁸. Así, las estructuras muy flexibles (baja rigidez) o livianas (poca masa), pueden verse afectadas por la incorporación de peso en el sistema medido (conjunto “piso/dispositivo” o conjunto “piso / dispositivo / sacos”). Tanto así, que la incorporación de pequeñas cantidades de peso adicional (por ejemplo, el equipo SYSCOM de 1,5Kgf)

in buildings” menciona en Nota 3 de Tabla 3 y en Tabla 7, la existencia de problemas al medir cierto tipo de pavimentos de terminación de piso y menciona cierto mejoramiento al agregar masa que emule la presencia de un humano.

⁸ Peralta, José Antonio; Reyes, Porfirio; Godínez, Alfredo. “El Fenómeno de la Resonancia”. Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional. Ed. 9, U.P. Adolfo López Mateos, C.P. 07738, México D.F. (2009). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3694141.pdf>

puede alterar la dinámica del sistema y, por ende, la forma de vibrar y los resultados alcanzados.

76. De ese modo, el peso adicional influirá en las vibraciones de las estructuras o pisos flexibles y livianos, representando circunstancias más características o típicas de la realidad en términos de la percepción de vibraciones por parte de ocupantes, que es lo que mide la norma de referencia en cuestión. La vibración de un piso flexible y liviano sin la presencia de la masa de una persona en contacto con la superficie no representa una condición relevante, por cuanto la percepción de vibración por parte de los ocupantes requiere contacto directo con la fuente vibrante y dicha presencia determina la condición vibratoria a analizar en este tipo de sistemas.

77. En línea con lo anterior, las versiones más actualizadas de la norma ISO 2631-2 indican los requerimientos instrumentales para las mediciones con base a la norma ISO 8041 de 1990, actualizada el año 2005. De hecho, en su versión de 2003, la norma ISO 2631-2 indica que la aplicación de **la norma ISO 8041 "Human – response vibration measuring instrumentation" resulta indispensable para efectuar las mediciones**, aclarando además que la norma ISO 2631-2:2005 no contiene magnitudes máximas de vibraciones aceptables, confirmando la necesidad de utilizar la versión de 1989 de dicha norma como referencia.

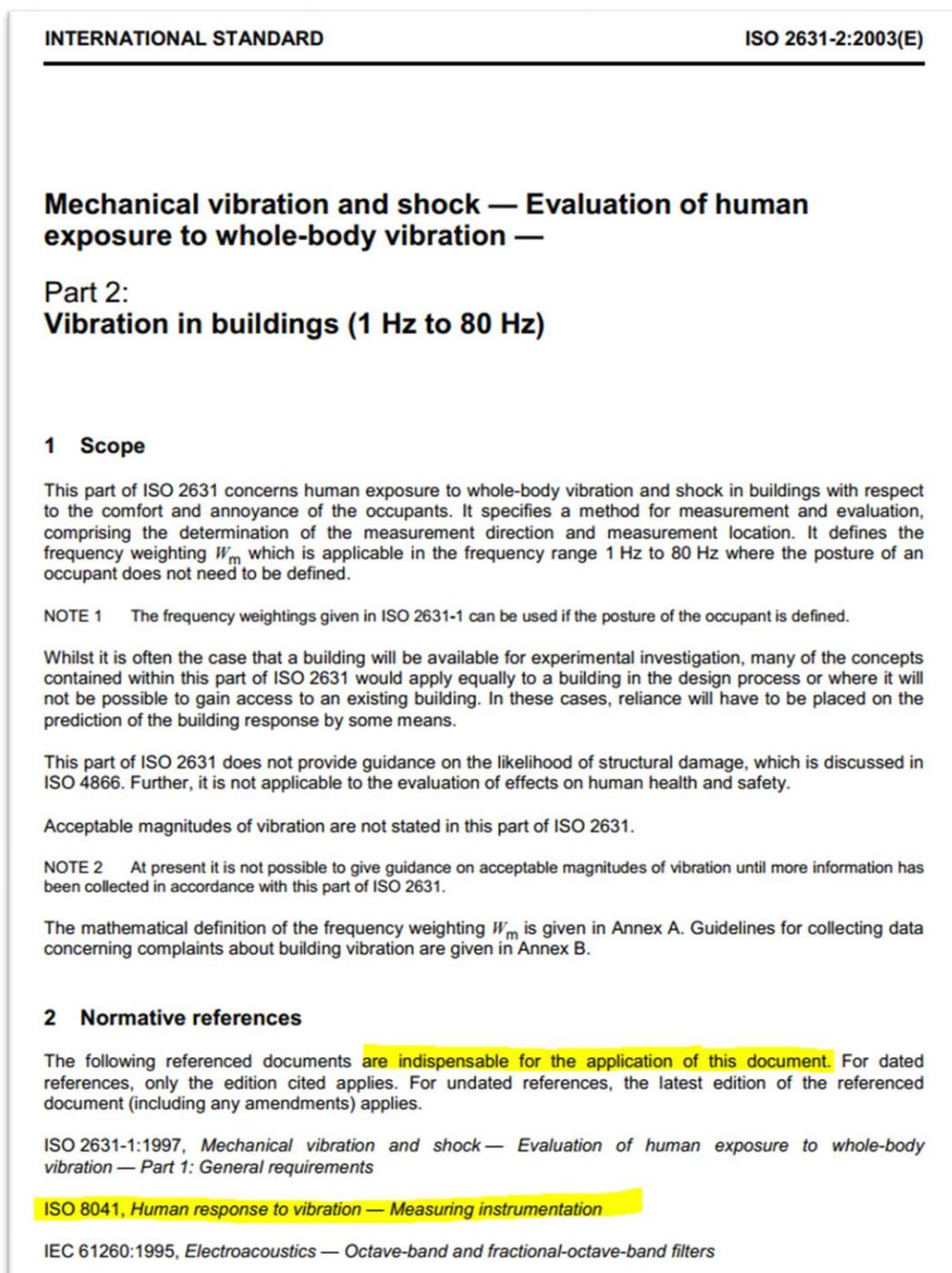


Imagen 3. Extracto de la norma ISO 2631-2:2003. En amarillo, se destacan las secciones más relevantes.

78. Por su parte, la norma ISO 8041:2005 “*Human – response vibration measuring instrumentation*” se refiere a la influencia del peso y tamaño del instrumento en pisos, debido a los efectos de “Cabeceo” (“*rocking*” en inglés) y “Flexión” (“*bending*” en inglés). Para controlar estos efectos distorsionantes, **limita la altura instrumental de piso a no más de 25 mm y el peso máximo del instrumento a 200 gramos**. Además, se indica que el instrumento debe tener una **masa máxima del 10% del elemento a medir**. Estos criterios se resumen en la siguiente tabla.

ISO 8041:2005(E)

Table E.1 — **Vibration transducer specifications**

Characteristic	Measurement issue — Influence on measurement uncertainty	Hand-arm vibration	Whole-body vibration		Low-frequency whole-body vibration
			Vehicles	Buildings	
Maximum total mass (of all vibration transducers and mounting system)	< 10 % of the effective mass of the vibrating structure.	30 g	450 g on seat, 50 g elsewhere	1 kg	1 kg
Maximum vibration transducer mass		5 g	50 g	200 g	200 g
Maximum total size (of all vibration transducers and mounting system)	Unobtrusive, minimum interference with normal activities.	25 mm cube	On seat: 300 mm diameter × 12 mm height (semi-rigid disc, see F.2) Other locations: 30 mm cube	200 mm × 200 mm × 50 mm height	200 mm × 200 mm × 100 mm height
Maximum mounting height	Where a vibration transducer is mounted above a vibrating surface (e.g. on a mounting block) but is aligned, measure the vibration parallel to that surface. Then the distance between the measurement axis of the vibration transducer and the mounting surface should be as small as possible. This will minimize the amplification of rotational acceleration components.	10 mm	10 mm	25 mm	50 mm

Imagen 4. Extracto de la Tabla E.1 “Vibration transducer specifications” contenida en la norma ISO 8041:2005. En amarillo, se destacan las secciones más relevantes.

79. En este contexto, la existencia de edificaciones con pisos livianos presentaba un desafío adicional ya que si el instrumento de medición es de mayor peso que la superficie sobre la que se emplaza, las distorsiones en las mediciones serían aún más pronunciadas. La adición de los pesos permite contrarrestar este efecto y arrojar resultados más precisos en las mediciones efectuadas sobre pisos livianos. Como puede apreciarse en el informe de Sociedad Acustical S.A., los pisos sobre los que se efectuaron las mediciones son -justamente- de material liviano. Así se desprende de las siguientes imágenes:



Ilustración 4.7: Lugar de medición y ubicación del equipo. R1-PAC-48H.



Ilustración 4.8: Lugar de medición y ubicación del equipo. R2-PAC-48H.



Ilustración 4.9: Lugar de medición y ubicación del equipo. R3-NUN-48H.



MEDICIÓN DE VIBRACIÓN EN VIVIENDAS. METRO L6 – REV. 0
PÁGINA 23 DE 187

Imagen 5. Lugar de mediciones y ubicación del equipo. Fuente: Tabla 4.7, Informe Sociedad Acustical S.A., p. 23.

80. En vista de esta situación, se hacía aún más indispensable incorporar mecanismos para evitar resultados amplificados en las mediciones, reflejando apropiadamente las vibraciones de cuerpo entero. Para esto, se optó por incorporar los pesos a la metodología de medición, no solo para simular la presencia de un humano, sino que,

para disminuir la gran diferencia de peso entre el piso y el instrumento de medición, con el fin de acercarse a los criterios técnicos anteriormente descritos. La metodología propuesta fue validada por los organismos técnicos competentes en la materia durante la evaluación ambiental del Proyecto, el cual fue finalmente aprobado mediante RCA N° 589/2013.

81. Es importante destacar que otras instituciones chilenas que también evalúan vibraciones consideran normas ISO para requerimientos instrumentales siguiendo la misma línea de la metodología definida en el Anexo N° 5.
82. Así, en el caso de la exposición de vibraciones en trabajadores para cuerpo completo o el conjunto mano-brazo, el “Protocolo para la aplicación del D.S. N° 594/99 del MINSAL, Título IV, Párrafo 3° Agentes físicos-Vibraciones”, elaborado por el Instituto de Salud Pública en 2012⁹, establece metodologías para medir el cumplimiento de los límites máximos de vibraciones de cuerpo entero establecidos en el D.S. N° 594 de 1999 del Ministerio de Salud que “Aprueba el Reglamento sobre las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo”. En dicho documento, se hace referencia expresa a la norma ISO 8041:2005, señalando: *“5.1. Instrumento de medición. Las mediciones de vibraciones de cuerpo entero y/o mano – brazo, se efectuarán con un medidor de vibración humana que cumpla con las exigencias establecidas en la norma ISO 8041:2005”* (énfasis agregado).
83. En el mismo sentido, el documento “Requerimientos para la mantención y calibración de la instrumentación utilizada en la evaluación de la exposición a vibración de los trabajadores en sus lugares de trabajo” elaborado por el Instituto de Salud Pública en 2014¹⁰, indica expresamente *“4.1. Medidores de vibración. Se deberá garantizar que la instrumentación para la medición de vibraciones cumple con los requisitos señalados en la norma ISO 8041:2005”*.
84. Como se señaló anteriormente, dentro de las exigencias de la norma ISO 8041:2005, referida en los protocolos del Instituto de Salud Pública, se encuentra -justamente- que el instrumento de medición no puede pesar más del 10% de la masa de la superficie

⁹ Disponible en: https://www.ispch.cl/sites/default/files/PROTOCOLO_VIBRACIONES_FINAL.pdf

¹⁰ Disponible en:

https://www.ispch.cl/sites/default/files/D009-PR-500-02-001%20Requerimientos%20mantencion%20y%20calibracion%20instrumentacion%20vibraciones%20v2_0.pdf

en la que se emplaza, que el sensor no debe pesar más de 200 gr y no ser más alto que 25 mm, **parámetros que el equipo SYSCOM no cumple.**

85. Considerando todo lo anterior, es posible concluir que la metodología definida en el referido Anexo N° 5 no es infundada, como sugiere la SMA en la Res. Ex. N°189/2022, sino que responde a lo exigido conforme a los estándares actuales y vigentes para la medición de las vibraciones, siendo indispensables para obtener resultados fidedignos y alcanzar repetibilidad a la hora de evaluar el cumplimiento de la norma ISO 2631-2:1989, lo cual ha sido incluso reconocido por otras autoridades chilenas.

86. En otras palabras, una medición que no incorpore los requerimientos de esta metodología, no sólo se escapa de lo establecido expresamente en la evaluación ambiental del Proyecto, sino que también sería técnicamente incapaz de arrojar resultados confiables respecto del verdadero impacto causado por el componente de vibraciones; por lo tanto, **resultados así obtenidos deben ser completamente desestimados.**

ii) **La justificación de la SMA para omitir emplear la metodología de medición aprobada en la RCA N° 589/2013 es improcedente.**

87. Habiendo quedado demostrado la necesidad de incorporar mecanismos de corrección a la metodología de medición de las vibraciones definida en el Anexo N° 5, cabe referirnos directamente a los argumentos esgrimidos por la SMA para descartar su utilización en el marco del procedimiento sancionatorio en contra de Metro, tanto desde el punto de vista jurídico como técnico.

a) Argumento jurídico.

88. En primer lugar, la SMA desarrolla un argumento jurídico para omitir la metodología definida en el Anexo N° 5, señalando que el Considerando 7.3.1 de la RCA N°589/2013 solo indica “El titular deberá dar cumplimiento en todo momento a la Norma ISO 2631-2-89”, de manera que el cumplimiento de dicho compromiso debe verificarse exclusivamente bajo la metodología que defina la propia norma ISO 2631-2:1989 y no del Anexo N° 5. Así, la metodología del Anexo N° 5 solo sería aplicable para aquellas mediciones que Metro efectúe en los puntos de control contemplados en el Plan de Monitoreos de vibraciones. En otras palabras, para cualquier otro sector no

comprendido entre aquellos definidos en el Plan de Monitoreo del Proyecto, la metodología de medición debe sujetarse exclusivamente a lo dispuesto en la norma ISO 2631-2:1989 y no al Anexo N° 5.

89. De lo anterior se desprende que la SMA entiende que existen dos obligaciones diferentes contenidas en el Considerando 7.3.1 de la RCA N° 589/2013: 1) cumplir en todo momento la norma ISO 2631-2:1989, la cual aplica para cualquier punto del Proyecto; y, 2) cumplir en todo momento la norma ISO 2631-2:1989, la cual aplica solo para los sectores críticos identificados en el Plan de Monitoreo. En el caso de la obligación N°1, la metodología de medición correspondería exclusivamente a lo señalado en la norma ISO 2631-2:1989, mientras que el cumplimiento de la obligación N°2 se debería verificar exclusivamente mediante la metodología del Anexo N° 5. Como se puede apreciar, la interpretación sostenida por la SMA sobre este punto no resulta en absoluto razonable, por múltiples motivos.
90. En efecto, del tenor literal de la RCA N° 589/2013 no se desprende la distinción artificialmente elaborada por la SMA respecto a las mediciones en el contexto del Plan de Monitoreo y las mediciones en cualquier otro sector del Proyecto. Para mayor claridad, se citará la totalidad del Considerando 7.3, referido a las medidas de mitigación de los impactos ambientales del Proyecto sobre el componente ambiental referidas a Vibraciones:

*“7.3. Respecto de los impactos ocasionados sobre el componente ambiental referidas a **Vibraciones**, el titular se obliga:*

7.3.1. El titular deberá dar cumplimiento en todo momento a la Norma ISO 2631-2-89.

El titular se obliga a lo siguiente en la fase de operación:

*7.3.1.1. El diseño del **sistema de control de vibraciones** debe asegurar una reducción suficiente para ubicar el nivel de vibración por debajo del límite establecido según la norma ISO 2631-2-89.*

*7.3.1.2. Las **medidas de control de vibraciones** deberán ser incorporadas en el diseño de los sistemas de vías, para lo cual se deberá utilizar los espectros de referencia de cada sector impactado según el Anexo 5 de la DIA “Análisis de Vibraciones Proyectadas por Operación Línea 6 de Metro de Santiago, Evaluación según norma ISO 2631-2-1989”. El diseñador del sistema de mitigación, deberá utilizar los datos espectrales para diseñar la medida de control ajustada a los requerimientos de cada sector. Los diseñadores y fabricantes del sistema de reducción de vibraciones, deberán corresponder a*

corporaciones internacionales con amplia experiencia en sistemas de rieles y soportes de control de vibración.

- 7.3.1.3. Se deberá diseñar e implementar un de **Plan de Monitoreo**, el cual tiene la finalidad de verificar las variables de vibración que produce el tránsito ferroviario del proyecto, las cuales se deberán encontrar igual o por debajo de los valores previstos en el estudio “Análisis de Vibraciones Proyectadas por Operación Línea 6 de Metro de Santiago, Evaluación según norma ISO 2631-2-1989”, además de cumplir con el estándar ambiental utilizado como referencia y aplicable a las condiciones de operación del proyecto.
- 7.3.1.4. **El monitoreo** se deberá realizar en los sectores identificados como críticos por el estudio de predicción de nivel de aceleración. Éstos están basados en zonas con instalaciones de uso residencial o instalaciones públicas de construcción con valor histórico o de valor patrimonial. El criterio de selección se basa en determinar los valores más próximos al valor de conflicto según las curvas de percepción de la Norma ISO 2631-2-89. Los **lugares en los cuales se establecerá un control de monitoreo**, deberán ser los siguientes:
- i. Viviendas ubicadas en Calle Suiza
 - ii. Av. Carlos Valdovinos esquina Bascuñán Guerrero
 - iii. Placer esquina Eduardo Matte
 - iv. Portugal esquina Arauco
 - v. Carlos Dittborn esquina Los Jazmines
 - vi. P. de Valdivia esquina Crescente Errázuriz
 - vii. P. de Valdivia esquina Carlos Larraín
- 7.3.1.5. Para el **Plan de Monitoreo** se deberá realizar una primera campaña al inicio de la operación del proyecto. Dicha campaña se deberá realizar durante los 6 primeros meses en los tramos que se encuentren con tránsito de pasajeros con carga normal.
- 7.3.1.6. La segunda campaña se deberá realizar a los 18 meses y la tercera campaña se deberá realizar a los 36 meses de iniciada la operación normal. Finalmente, se deberá establecer un proceso de acreditación, con periodicidad quinquenal.
- 7.3.1.7. En caso de detectar evolución negativa del nivel de vibración, se deben analizar las causas y aplicar las medidas de mantención o reparación, para luego realizar una medición de verificación en los puntos afectados.
- 7.3.1.8. Se deberán realizar registros con al menos 20 ferrocarriles en ambos sentidos de la vía, y mantener accesible la información en formato de fichas de registro informadas en el punto 8.9 del Anexo 5 “Análisis de Vibraciones Proyectadas por Operación Línea 6 de Metro de Santiago, Evaluación según norma ISO 2631-2-1989”.
- 7.3.1.9. Las actividades de operación del proyecto no deberán afectar a las edificaciones cercanas en cuanto a sus emisiones de vibraciones.
- 7.3.1.10. Las vibraciones emitidas por el proyecto no afectarán a estructuras como la que corresponde a la bóveda del Zanjón de la Aguada, de hormigón armado y confinada en el terreno” (énfasis agregado).

91. A partir del extracto citado resulta evidente que todas las referencias al cumplimiento de la norma ISO 2631-2:1989 están circunscritas al Plan de Monitoreo de vibraciones del Proyecto. Así, si bien el Considerando 7.3.1 señala en términos generales que *“El titular deberá dar cumplimiento en todo momento a la Norma ISO 2631-2-89”*, de manera inmediatamente posterior se presentan sub-acápites de dicho Considerando, que determinan el alcance de dicha obligación -enumerados desde el 7.3.1.1 al 7.3.1.10- todos ellos referidos al sistema de control de las vibraciones y al Plan de Monitoreo. Por lo tanto, pretender que el Considerando 7.3.1 se refiere a obligaciones no relacionadas con el sistema de control de vibraciones o al Plan de Monitoreo es completamente improcedente y carece de toda lógica.
92. Tampoco resulta lógico aplicar dos estándares metodológicos distintos para cuantificar las vibraciones en la forma propuesta por la SMA, pues implicaría que cada sector estaría sujeto a estándares metodológicos distintos para el cumplimiento de las obligaciones ambientales, generando incertidumbre y un difícil control del cumplimiento de las condiciones de la RCA. Por tanto, siendo que esta interpretación genera evidentes contradicciones e incoherencias, no resulta razonable preferirla por sobre la interpretación de que el Anexo N° 5 es la metodología de medición aplicable a todos los sectores del Proyecto, siendo además un mecanismo técnicamente idóneo y aprobado a través del SEIA, conforme a la legislación ambiental vigente.
93. Por lo demás, no deja de llamar la atención la manifiesta contradicción de la SMA al sancionar a Metro por el cargo N°1, imputándole no haber cumplido con la metodología específica definida en la RCA N° 589/2013 para la verificación de la efectividad de la medida -20 dB, mientras que para el cargo N°2 convenientemente omite por completo y de manera injustificada la metodología de medición de vibraciones definida en el Anexo N° 5 de la DIA y aprobada mediante la RCA N° 589/2013.
94. Es más, al abordar el cargo N°1, la Res. Ex. N° 189/2022 se refiere al inciso final del artículo 24 de la Ley N° 19.300, el cual señala ***“El titular del proyecto o actividad, durante la fase de construcción y ejecución del mismo, deberá someterse estrictamente al contenido de la resolución de calificación ambiental respectiva”*** (énfasis agregado), mientras que para el cargo N° 2, la SMA omite referirse a dicha disposición.

95. Así, cabe preguntarse, qué habría ocurrido si Metro hubiese efectuado mediciones para comprobar el cumplimiento de los límites máximos definidos en la norma ISO 2631-2:1989 siguiendo únicamente lo establecido en dicha norma, omitiendo las definiciones metodológicas establecidas en el Anexo N° 5 de la DIA. Ciertamente Metro se habría enfrentado a cargos por infringir los términos de su RCA N° 589/2013, como justamente ocurrió respecto al cargo N°1. Es decir, conforme a lo expresado por la SMA, Metro se exponía a un proceso sancionatorio tanto si observaba el Anexo N° 5 como si lo desconocía en sus mediciones, dejando a Metro en la más absoluta incertidumbre respecto a cómo proceder para dar cumplimiento a la RCA N° 589/2022.
96. Esta inconsistencia por parte de la SMA constituye un doble estándar por parte del ente fiscalizador que no solo resulta incomprensible, sino que constituye una conducta completamente inaceptable en el marco de procedimiento sancionatorio en un Estado de Derecho **infringiendo abiertamente el principio de legalidad.**
97. Respecto a este principio, cabe recalcar que la SMA es un órgano de naturaleza administrativa, creado al alero del *principio de servicialidad* del Estado contemplado en el artículo 1° de la Constitución Política de la República. Éste, por ende, es parte de los denominados “organismos del Estado” desde una perspectiva genérica.
98. De esta manera, y desde un plano general, es posible afirmar que las potestades que le son entregadas a la SMA están revestidas de ciertas limitaciones inherentes al ejercicio de toda potestad pública. Estos límites, tienen como base normativa sustancial los preceptos constitucionales contenidos en los artículos 6° y 7° de la Carta Fundamental, los que disponen que todos los órganos del Estado deben someter su actuar a la Constitución y las normas dictadas en conformidad a ella, siempre previa investidura regular de sus autoridades, dentro del ámbito de sus competencias y en conformidad a las formas que prescriba la ley.
99. La comunión de ambos artículos configura el *principio de legalidad* o *juridicidad*, considerado como una de las bases esenciales del Derecho Público nacional. En esta línea, el principio encuentra su consagración positiva en forma explícita en el inciso segundo del artículo 7 de la Constitución, que señala: “ninguna magistratura, ninguna persona ni grupo de personas pueden atribuirse, **ni aun a pretexto de circunstancias extraordinarias**, otra autoridad o derechos que los que expresamente se les hayan conferido en virtud de la Constitución o las leyes”.

100. Esto significa que todo órgano administrativo estará obligado al acatamiento de todas y cada una de las normas integrantes del ordenamiento jurídico nacional, incluyendo aquellas de máxima jerarquía -como la Constitución Política-, así como aquellas de carácter infralegal, como sentencias judiciales o actos administrativos revestidos de una presunción de legalidad (una RCA, por ejemplo).
101. De esta manera, de acuerdo al criterio asentado por la Contraloría General de la República, *“referido principio [principio de juridicidad y legalidad] exige e impone a los órganos estatales que todas sus actuaciones se ciñan estrictamente a lo dispuesto en la Constitución, las leyes, los reglamentos, los decretos supremos, los decretos con fuerza de ley, las normas técnicas y toda instrucción, circular u otro acto administrativo, dictado conforme al ordenamiento jurídico”*¹¹.
102. Como complementa el profesor Cordero Vega, la actuación de los organismos estatales está sometida al esencial principio de legalidad, el que supone el sometimiento completo a la ley y el Derecho. De este modo, la actuación de los órganos estatales es una actividad "típica", en el sentido de que ha de realizarse dentro de los límites y cumpliendo los deberes que las normas establecen¹².
103. Por su parte, el artículo 2° de la Ley N° 20.417 señala que la SMA *“tendrá por objeto ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley”* (énfasis agregado).
104. En el caso específico, y considerando que en Chile no existen normas específicas respecto a control de vibraciones, es la RCA N° 589/2013 la norma que contiene las disposiciones relativas al control de vibraciones aplicables al proyecto Línea 6 de Metro. En otras palabras, en el presente caso, el actuar de la SMA se encuentra restringido al control del cumplimiento de las condiciones de la RCA N° 589/2013.

¹¹ Dictamen N°28.268 de 1966, Contraloría General de la República.

¹² Cordero Vega, Luis (2015). Lecciones de Derecho Administrativo. 2ª edición. Santiago, Chile: Thompson Reuters, pp. 76 y siguiente.

105. La RCA, como instrumento de gestión ambiental, establece las condiciones que un proyecto o actividad debe cumplir para su ejecución y, a su vez, establece el marco de actuación de la SMA en su calidad de organismo con potestad fiscalizadora respecto al cumplimiento de dichas condiciones.
106. Dicho lo anterior, resulta manifiestamente contrario a derecho imputar a Metro haber incumplido su RCA en lo relativo a los límites máximos de vibraciones contemplados en la norma ISO 2631-2:1989, mediante la aplicación de mecanismos de medición que difieren de la metodología contemplada en la propia RCA para ese efecto
107. Es decir, es improcedente imputar responsabilidad a Metro con base en mediciones llevadas a cabo sin observar las condiciones mínimas para asegurar la fiabilidad de los resultados.
108. Aceptar tal situación implicaría una vulneración al principio de legalidad de la función pública, pues la SMA estaría actuando fuera del marco de sus competencias que, en este caso, se encuentra delimitado por la RCA N° 589/2013, lo que claramente genera una afectación injustificada a los derechos de los administrados y, especialmente, al principio de seguridad jurídica¹³, constituyendo no solo un actuar ilegal, sino además arbitrario.

b) Argumento técnico.

109. Sin perjuicio de que lo anterior es antecedente suficiente para acreditar los graves vicios de legalidad contenidos en la Res. Ex. N° 189/2022, cabe agregar que la decisión de la SMA de ignorar las disposiciones de la RCA del Proyecto ni siquiera encuentra algún grado de justificación desde el punto de vista técnico.
110. En efecto, a diferencia de Metro -que en el marco del cargo N°1 ha acreditado razones técnicas y jurídicas de peso que llevaron a la necesidad de emplear el método del martillo para la verificación de la efectividad de la medida -20 dB en un escenario de fuerza mayor- la SMA presenta argumentos totalmente infundados e improcedentes

¹³ El principio de legalidad garantiza la seguridad jurídica, buscando la creación de ámbitos de certeza, de saber a qué atenerse, eliminando el miedo y favoreciendo un clima de confianza en las relaciones sociales y relaciones entre los ciudadanos y el Estado (PECES BARBA, Gregorio, 1995, *Curso de Derechos Fundamentales*, Madrid, España: Universidad Carlos III de Madrid, p. 246).

para justificar el hecho de que deliberadamente decidió obviar la única metodología de medición de vibraciones aprobada en la RCA N°589/2013.

111. De esta forma, respecto a los argumentos técnicos para descartar el uso de la metodología del Anexo N° 5 esgrimidos en la Res. Ex. N° 189/2022, la SMA critica la metodología aprobada en la RCA del Proyecto, señalando que “(...) *al incluir el peso de 70 kgf., parte de las vibraciones se verían atenuadas por la distribución de la energía en los sacos de arena, modificando el verdadero comportamiento del suelo de la vivienda a las vibraciones que afectan a la estructura y, por ende, lo que percibirían los ocupantes de ellas*”. Asimismo, la SMA afirma: “De esta forma, para efectos de evaluar el cumplimiento de la Norma ISO 2631-2, no resulta deseable el uso de un peso, dado que mitiga parte de las vibraciones que efectivamente son transmitidas al piso de la vivienda donde habitan las personas” (énfasis agregado). Estas aseveraciones demuestran una profunda incomprensión de la autoridad respecto a los elementos técnicos involucrados en la fiscalización realizada.
112. Primero, como ya se señaló anteriormente, la norma ISO 2631-2:1989 es una norma de referencia solo en cuanto contiene los límites máximos admisibles de vibraciones de cuerpo entero y no en términos de la metodología a emplear, simplemente porque la referida norma **no es una norma de carácter metodológico ni instrumental y no considera los estándares más actuales de la industria**. De esta forma, efectuar mediciones únicamente en base a lo que señala dicha norma es improcedente técnicamente, siendo justamente este el motivo por el cual el Anexo N° 5 estableció una metodología específica de medición de las vibraciones.
113. Por otro lado, resulta evidente que la SMA no tiene claridad respecto a cuál es el elemento que debe medirse para corroborar el cumplimiento de la norma ISO 2631-2:1989, pues confunde la medición de vibraciones sobre los edificios con las vibraciones de cuerpo completo en humanos.
114. Además, las afirmaciones de la SMA denotan un desconocimiento sobre los efectos distorsionadores que puede producir las oscilaciones del propio instrumento -debido a su peso y altura- ocasionando amplificaciones instrumentales que afecten gravemente los resultados. En efecto, en ningún momento la SMA se refiere a este punto.

115. En línea con lo anterior, la SMA también afirma erróneamente que: *“tal como señala el Anexo 5, el objeto de la adición de 70 Kgf., de peso es minimizar “el riesgo de medir suelos con una respuesta amplificada, y que no responde a la condición de uso”, por lo que medir con peso adicional genera resultados más conservadores. De ahí que no es posible extenderla a las mediciones que realizó la autoridad verificando el cumplimiento del considerando 7.3.1 de la RCA donde se comprometió dar cumplimiento en todo momento a la Norma ISO 2631-2:89”* (énfasis agregado).
116. Medir con peso no genera resultados más conservadores, sino que genera resultados más precisos, siendo este el fin último de la metodología propuesta en el Anexo N° 5. En este sentido, es inadmisibles sostener que en el ejercicio de la potestad fiscalizatoria se deben preferir metodologías defectuosas y propensas a graves amplificaciones por sobre metodologías que otorgarán resultados más precisos y que encuentran su respaldo en un proceso de evaluación ambiental llevado conforme a las leyes ambientales, en el que participaron los organismos sectoriales correspondientes competentes en la materia.
117. Por último, como correctamente indica la SMA en la Res. Ex. N° 189/2022, no le corresponde a dicho organismo cuestionar las metodologías aprobadas en la evaluación ambiental del Proyecto, pues excede el ámbito de sus competencias, debiendo -por tanto- restringir su actuar a lo determinado en la RCA del Proyecto, la cual reconoce como mecanismo de medición de las vibraciones el procedimiento definido en el Anexo N° 5 de la DIA.
- iii) La medición realizada por la Sociedad Acustical S.A. no cumple la metodología de medición establecida ni se ajusta a los estándares técnicos para la medición de vibraciones.**
118. Habiéndose analizado la justificación técnica para la determinación de la metodología de medición de vibraciones contenida en el Anexo N° 5 de la DIA, cuestión que en todo caso nos parece improcedente por ser la metodología establecida en la RCA del Proyecto, resulta evidente que la no observancia de dicha metodología generará inevitablemente la alteración de los resultados de las mediciones.
119. No obstante, la SMA indica en la Res. Ex. N° 189/2022 que la metodología establecida en el Anexo N° 5 de la DIA no le resultaría oponible a dicha autoridad, toda vez que

solo está prevista dentro del Plan de Monitoreo de vibraciones de la RCA N°589/2013, siendo exigible únicamente a Metro, omitiendo por completo los antecedentes sobre los cuales se definió dicha metodología que justifican su idoneidad para medir el cumplimiento de la norma de referencia, como se señaló anteriormente.

120. En este sentido, cabe recalcar que es un principio básico y una condición esencial de cualquier sistema de medición robusto y preciso utilizado para medir una cierta variable o condición, que éste no afecte el comportamiento o características del “objeto” medido o evaluado. Como el sistema de medición a utilizar incorporará siempre una interacción con el sistema a medir, se debe cumplir, al menos, con que dicha interacción no modifique o altere la variable a medir en los rangos que interesa evaluar (en este caso, una banda de frecuencias específica). Como se demostrará más adelante, este principio básico y esencial, no fue cumplido en las mediciones realizadas por encargo de la SMA.

121. De hecho, en atención a la relevancia que tiene el cumplimiento de las metodologías de medición establecidas para los distintos componentes ambientales, la SMA, en los distintos protocolos de medición de Normas de Emisión por ella expedidos, detalla de manera amplia y suficiente las condiciones de tiempo, modo y lugar que deben observarse al momento de efectuar una medición (por ejemplo, las condiciones del lugar de ensayo -físicas y ambientales-, las características y configuración del equipamiento, así como las condiciones que debe tener el “objeto” sujeto a la medición). Del señalamiento de las anteriores especificaciones es posible colegir que, la realización de una medición que no observe las exigencias establecidas en los referidos protocolos no podrá ser representativa para la autoridad y, por ende, deberá ser desestimada para todos los efectos de fiscalización y demás fines legales.

122. En este caso, aun cuando no exista una norma nacional de emisión o inmisión para vibraciones ni un protocolo de medición asociado, el Proyecto en particular sí está sujeto al cumplimiento de la RCA N° 589/2013, la cual establece como límites máximos admisibles para las vibraciones, aquellos señalados en la norma ISO 2631-2:1989, y a la metodología definida para la comprobación del cumplimiento de dichos límites, atendidas las particularidades del Proyecto, como, por ejemplo, la existencia de estructuras livianas aledañas.

123. De ese modo, la RCA se erige como el instrumento de control y gestión ambiental de los parámetros específicos que debe observar el Proyecto al respecto de éste y otros componentes. De ahí que, cualquier medición que se realice en desviación de las pautas allí establecidas deberá ser rechazada.
124. Así, tal y como fue expuesto en la sección 1.3 del escrito de descargos de Metro, la RCA N° 589/2013 estableció un procedimiento de medición de vibraciones específico, en función de lo establecido en el Anexo N° 5 de la DIA del Proyecto, el cual fue completamente omitido por la empresa a la cual la SMA encargó las mediciones.
125. Incluso, luego de que en sus descargos Metro planteara la inobservancia de la metodología de medición establecida en el Anexo N° 5 por parte de empresa Sociedad Acustical S.A., la SMA solicitó los siguientes antecedentes asociados al Informe de Fiscalización DFZ-2018-2157-XIII-RCA a la Oficina de la Región Metropolitana de Santiago:

“1. Señalar si es efectivo que no se utilizó una carga de 70 kgf., para simular la condición normal de superficie de contacto Humano-Suelo al momento de realizar las mediciones, conforme indica el punto 8.7.1 del Anexo 5 “Análisis de vibraciones proyectadas por operación Línea 6 de Metro de Santiago. Evaluación según ISO 2631-2-1989”;

2. Información asociada a los parámetros secundarios establecidos en el mencionado Anexo 5, de las mediciones efectuadas:

a. Velocidad promedio de circulación de los ferrocarriles medidos en el instante de máxima respuesta en el punto de medición;

b. Número de vagones al momento de realizar la actividad de medición;

c. Sentido de circulación del ferrocarril medido;

d. Tipo de anclaje de estaca en suelo exterior;

e. Soporte de suelo, tipo de pavimento y método de soporte en mediciones en interiores;

f. Distancia horizontal a eje de vías férreas y punto de medición y diferencia de cotas vertical entre punto de medición y vías férreas”.

126. En su respuesta, emitida mediante Memorándum DFZ N°37 de 30 de agosto de 2019, la Oficina de la Región Metropolitana de Santiago señaló, respecto al primer punto,

que “*las mediciones se realizaron con el equipo colocado en el suelo, sin agregar peso adicional, conforme a la Norma ISO 2631:2-1989, que no menciona un peso adicional”.*

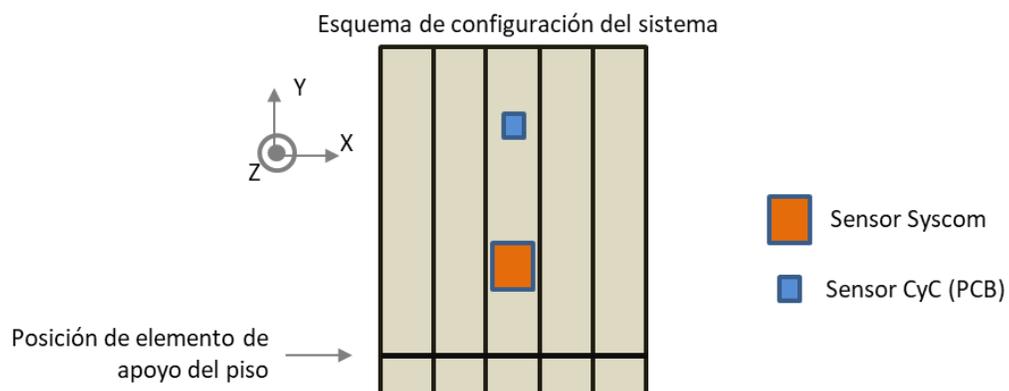
127. Por su parte, respecto al punto 2, letras c) y f), dicha repartición **declaró simplemente no contar con la información requerida**, respondiendo “*No se cuenta con dicha información*” y “*Revisar el informe de Sociedad Acustical S.A.; si no fue incorporado, se podría calcular desde la ubicación de las mediciones, que está declarado en el informe, v/s el kmz del trazado de la línea. En cuanto a la diferencia de cotas, sólo fueron declaradas para la parte superior del trazado del túnel*”, respectivamente. Además, respondiendo a lo requerido en el punto 2 d), la Oficina de la Región Metropolitana de Santiago **reconoció no haber efectuado mediciones en el exterior**.
128. Más aún, a la consulta relativa al punto 2 e) “**Soporte de suelo, tipo de pavimento y método de soporte en mediciones en interiores**”, la referida repartición respondió: “*Revisar el informe de Sociedad Acustical S.A.; si no fue incorporado, no se cuenta con la información*” (énfasis agregado). Es decir, a pesar de que el tipo de piso y el método de anclaje son aspectos esenciales a ser considerados para obtener resultados confiables, la SMA admite desconocer estos parámetros.
129. Más grave aún, además de no haber seguido la metodología definida y aprobada en el proceso de evaluación ambiental del Proyecto, la empresa Sociedad Acustical S.A. **no tomó ninguna precaución para evitar que los resultados de las mediciones presentaran distorsiones, ni cumplió con los estándares técnicos mínimos para garantizar resultados fidedignos**.
130. En primer lugar, el instrumento utilizado por el contratista de la SMA corresponde a un dispositivo SYSCOM, de peso aproximado 1,5Kgf, el cual fue posicionado sobre pisos livianos de madera. En términos simples y tomado una densidad de la madera de 600kg/m³, se puede establecer -muy conservadoramente- que una tabla de piso típico en 10x60 cm de largo y 2 cm de espesor (distancia típica de las vigas) tendría una masa de 720 gramos (0.72kg). Es decir, el instrumento no solo **incumple el criterio de tener una masa máxima equivalente al 10% del elemento a medir** (piso de madera), sino que su masa es casi el doble. Por su parte, el acelerómetro utilizado tiene una altura que supera ampliamente lo recomendado en la norma ISO 8041:2005 (5 cm). Ambos factores evidentemente generarán distorsiones en la medición, especialmente si no se incorporan pesos adicionales en la forma definida en el Anexo N° 5.

131. En segundo lugar, el informe de Sociedad Acustical S.A. no detalla el mecanismo de acoplamiento empleado. No obstante, a partir de las imágenes y la respuesta entregada mediante el Memorándum DFZ N°37 de la Oficina de la Región Metropolitana de Santiago de la SMA, es posible deducir que no se utilizaron pesos para simular la presencia de una persona.
132. Estas deficiencias metodológicas afectan gravemente los resultados de las mediciones presentadas por la SMA. Para analizar el alcance y magnitud de estas distorsiones, se efectuaron estudios en terreno, cuyos resultados se presentan a continuación.

iv) **Evidencia de las desviaciones en las mediciones efectuadas por Sociedad Acustical S.A.**

133. Con el ánimo de ilustrar las distorsiones que sufren los resultados obtenidos a partir de una medición que no cumple con la metodología establecida en el Anexo N° 5, Metro encargó a la empresa SIRVE (“*Seismic Protection Technologies*”) la realización de mediciones de vibraciones en dos escenarios: en el primero, se replicarían exactamente las condiciones bajo las cuales se efectuaron las mediciones por parte de la Sociedad Acustical S.A; y, en el segundo, se seguirían correctamente las condiciones prescritas por el procedimiento de medición y la metodología establecida en el Anexo N° 5 de la DIA del Proyecto.
134. Para replicar de forma exacta las condiciones bajo las cuales el contratista de la SMA efectuó las mediciones cuyos resultados fundamentan la imposición de esta sanción administrativa, SIRVE realizó el ejercicio de medición con el mismo sensor de vibraciones utilizado por Sociedad Acustical S.A. (dispositivo marca SYSCOM), en dos viviendas sobre las cuales el contratista de la SMA realizó mediciones durante el mes de agosto de 2018 (receptor R5-SAN-48H – Calle Portugal N° 1890, comuna de Santiago; y receptor R7-SAN-24H - Calle Víctor Manuel N°2386, comuna de Santiago).
135. Las mediciones en la vivienda ubicada en la Calle Portugal se efectuaron entre las 17 y 20 horas del día 14 de junio de 2019, y las mediciones realizadas en la vivienda ubicada en la Calle Víctor Manuel se efectuaron entre las entre las 18 y 21 horas del día 1° de julio de 2019.

136. En ambas viviendas se realizaron mediciones de pasadas de trenes considerando: (i) la condición sin saco de 70Kgf, y (ii) la condición con saco de 70Kgf, para evidenciar la existencia y magnitud de las distorsiones en las mediciones derivadas de agregar o no el peso referido.
137. En este ejercicio analítico y comparativo se midieron las vibraciones con el sensor utilizado por el contratista de la SMA (dispositivo SYSCOM, denominado **Sys** en las siguientes figuras, de peso aproximado 1,5Kgf) y con un sensor PCB (denominado **CyC** en las siguientes figuras, de peso aproximado 200grs)¹⁴, empleado por SIRVE, con el fin de comparar asimismo las variaciones derivadas del cambio de dispositivo de medición, en razón de sus diferentes pesos.
138. Para la condición que **no considera el saco de 70Kgf**, se replicó la configuración del sistema de medición usada por la consultora contratista de la SMA, como sigue:



139. Sin embargo, de acuerdo con las exigencias de la RCA N° 589/2013, el sistema de medición debía ser configurado como se describe a continuación:

¹⁴ El sensor PCB ha sido utilizado por Metro en sus distintas campañas de monitoreo de vibraciones.

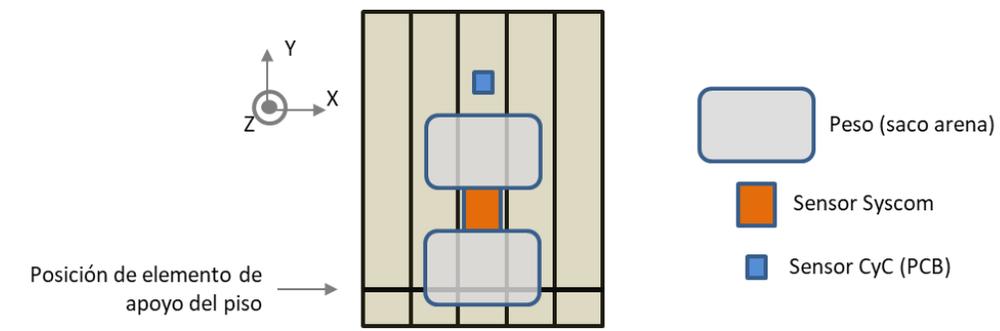


Imagen 7. Esquema de montaje de acuerdo a requerimiento de la RCA del sistema de medición (agrega el peso de 70 Kgf).

140. La Imagen 8, para vivienda en calle Portugal, y la Imagen 9, para vivienda en calle Víctor Manuel, evidencian las distorsiones que sufren los resultados al momento de suprimir el factor correctivo (peso de 70 Kgf) en el sistema de medición de vibraciones:

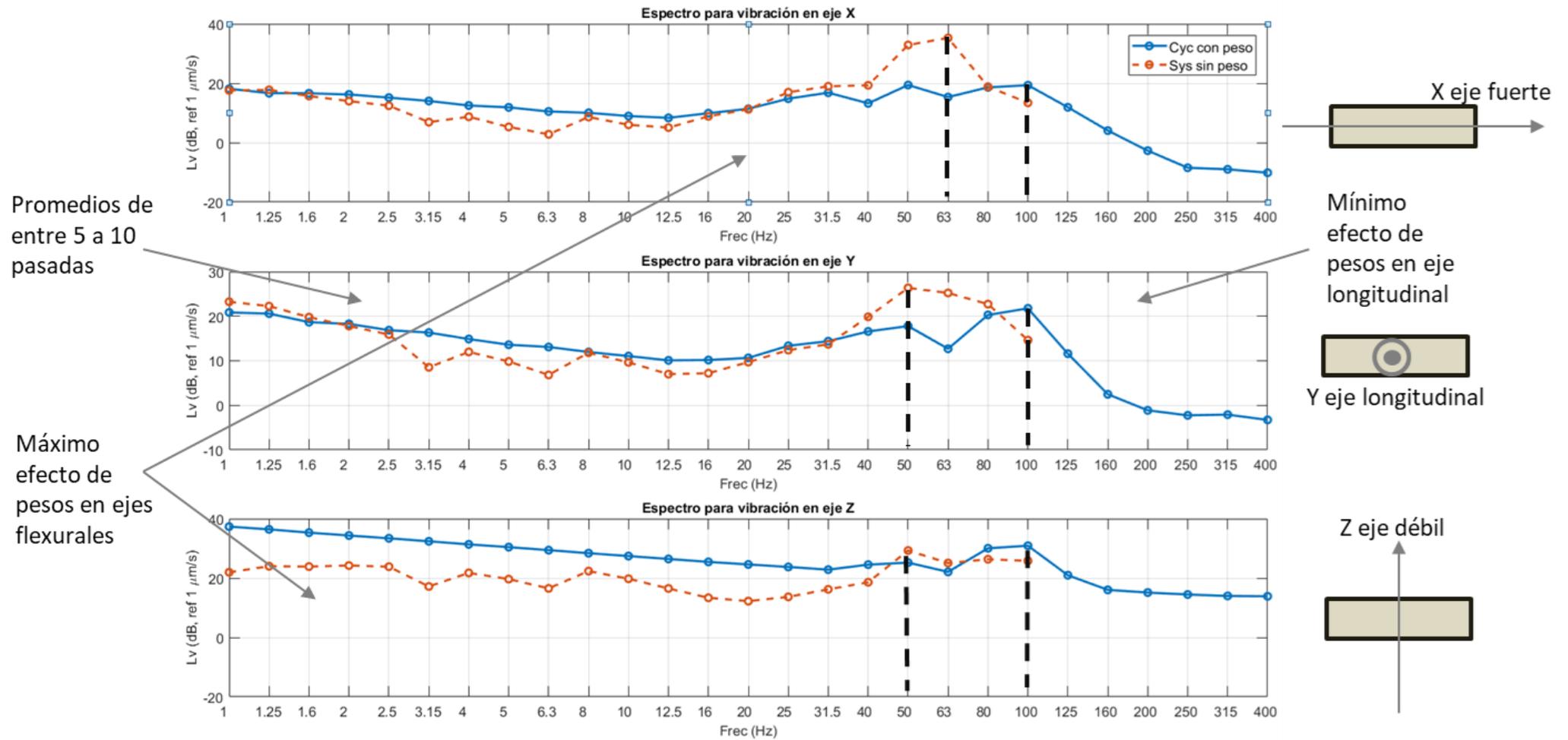


Imagen 8. Medición de vibraciones por pasadas de trenes en vivienda ubicada en Calle Portugal. Comparación de resultados de medición con peso y sin peso. Fuente: Elaboración propia.

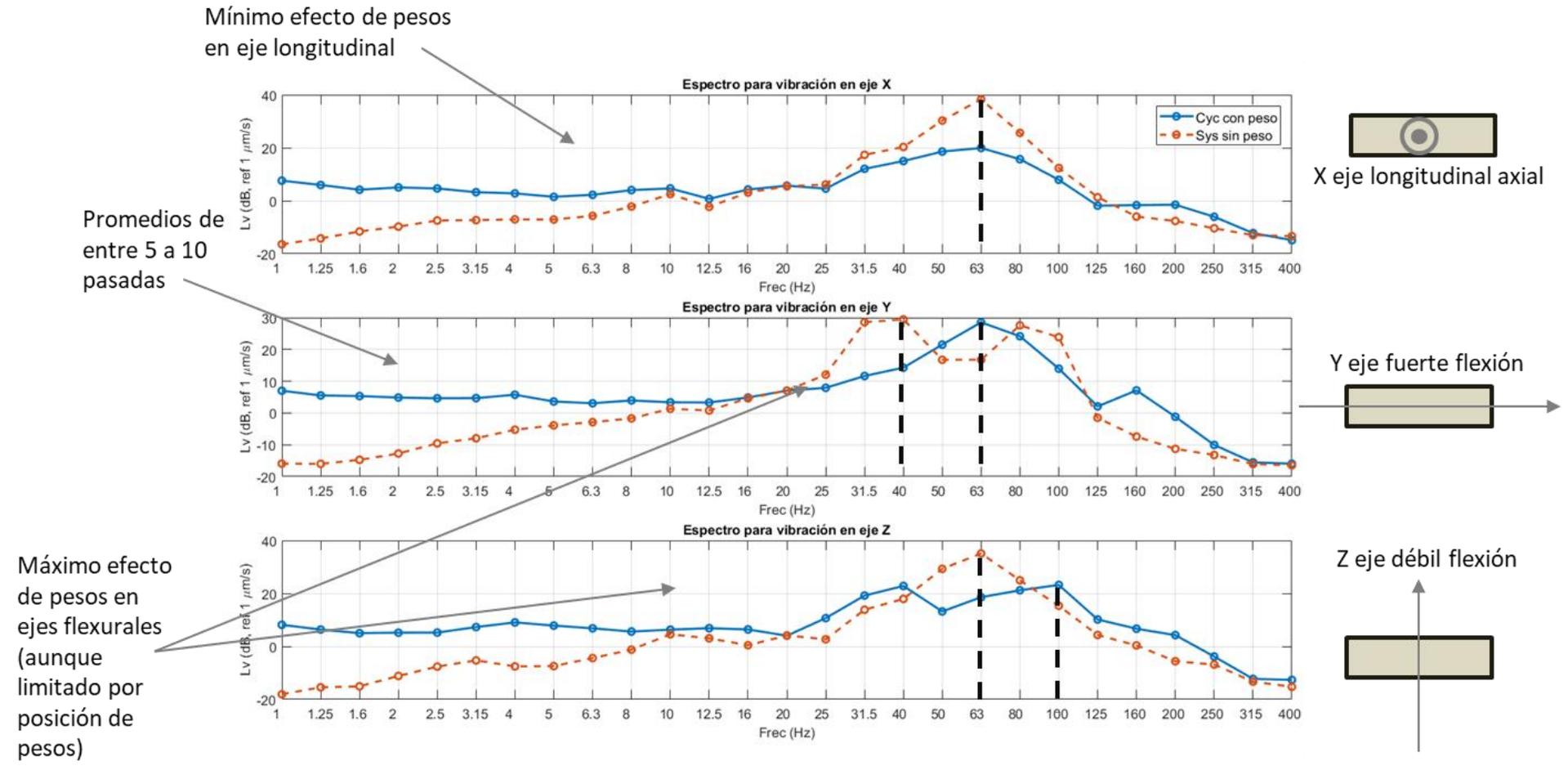


Imagen 9. Medición de vibraciones por pasadas de trenes en vivienda ubicada en Calle Víctor Manuel. Comparación de resultados de medición con peso y sin peso. Fuente: Elaboración propia.

141. Las dos figuras precedentes muestran en color azul aquellas mediciones realizadas con el sensor denominado CyC (0,2Kgf), empleado por SIRVE, y en color naranja las mediciones efectuadas por el dispositivo SYSCOM (1,5Kgf), empleado por la Sociedad Acustical S.A.
142. A partir de tales figuras se observa que, en el rango de frecuencias entre 50 y 80 Hz, las mediciones utilizando el equipo SYSCOM sin el peso de los sacos de arena (en contravención de lo dispuesto por la RCA N°589/2013 y a los estándares internacionales actuales sobre la materia) puede sobrestimar las vibraciones de velocidad en más de 20 decibeles. Además, se aprecia en algunos casos que, al considerar un sensor de 1,5Kgf en pavimentos flexibles, se introducen distorsiones importantes en las mediciones. Esta situación es particularmente sensible en esta banda de frecuencias ya que tendería a sobrestimar los niveles de vibración inducidos en aquellas frecuencias donde los trenes tienden a introducir mayores niveles de vibración.
143. De la misma forma a la configuración anterior, a modo de ejercicio analítico y comparativo, se midieron las vibraciones con el sensor utilizado por el contratista de la SMA, (dispositivo de peso aproximado 1,5Kgf denominado SYSCOM y con un sensor PCB de peso aproximado 200grs denominado CyC)¹⁵ sin utilizar pesos agregados sobre dos viviendas: (receptor R5-SAN-48H – Calle Portugal N° 1890, comuna de Santiago; y receptor R7-SAN-24H - Calle Víctor Manuel N°2386, comuna de Santiago). En ambas viviendas se realizaron mediciones simultáneas de pasadas de trenes considerando: (i) registro con sensores de muy bajo peso, menor a 200 gr denominado *cyc-sin-saco*, y (ii) registro con sensor SYSCOM utilizado por la empresa contratista de la SMA, denominado *syscom-sin-saco*. Las figuras que se muestran a continuación para viviendas en calle Portugal y en calle Víctor Manuel, evidencian las significativas distorsiones que

¹⁵ El sensor PCB ha sido utilizado por Metro S.A. en sus distintas campañas de monitoreo de vibraciones.

sufren los resultados debido a la utilización de un instrumento con un peso ampliamente superior al rango normativo mencionado en norma ISO 8041.

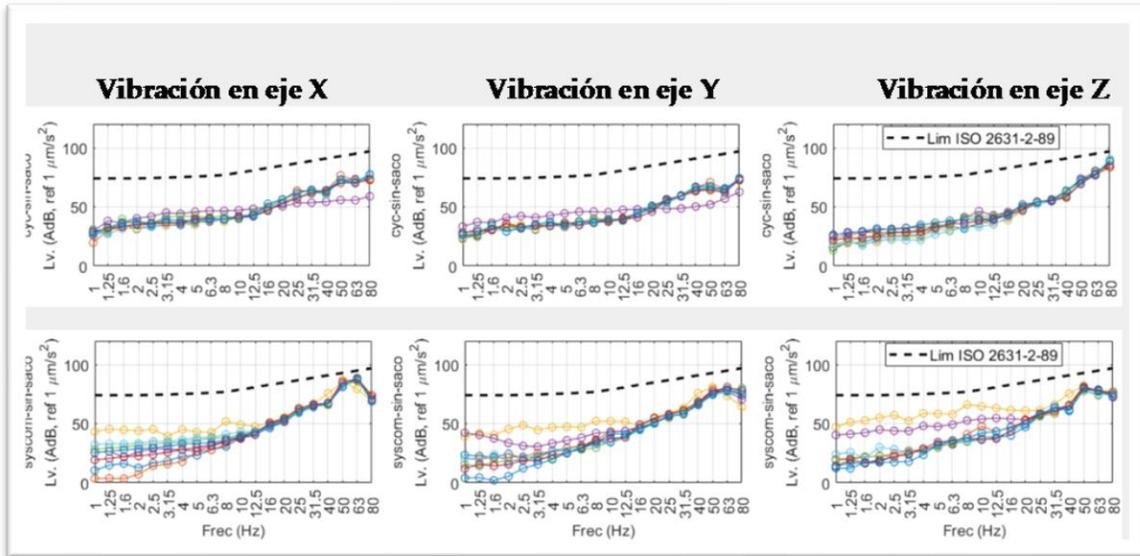


Imagen 10. Medición de vibraciones por pasadas de trenes en vivienda ubicada en Calle Portugal. Comparación de resultados de medición con instrumento de 200gr (CyC) e instrumento de 1500gr (SYSCOM). Fila superior corresponde al instrumento CyC y la inferior al instrumento SYSCOM. Fuente: Elaboración propia.

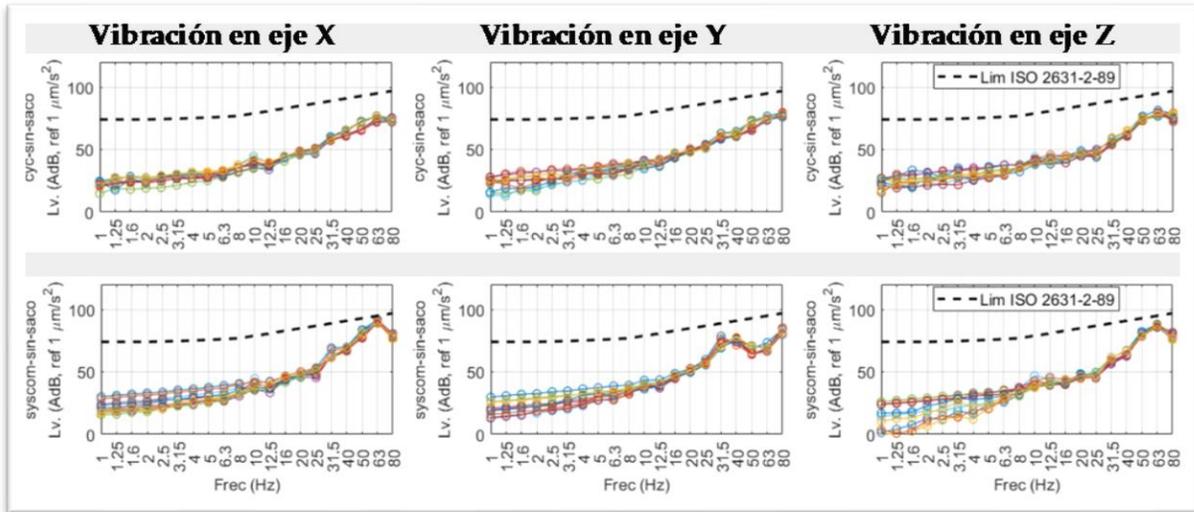


Imagen 11. Medición de vibraciones por pasadas de trenes en vivienda ubicada en Calle Víctor Manuel. Comparación de resultados de medición con instrumento de 200gr (CyC) e instrumento de 1500gr (SYSCOM). Fila superior corresponde al instrumento CyC y la inferior al instrumento SYSCOM. Fuente: Elaboración propia.

144. Las dos figuras precedentes muestran los ejes X e Y, los cuales corresponden a las vibraciones laterales del instrumento. Por su parte, el eje Z corresponde a la vibración vertical.

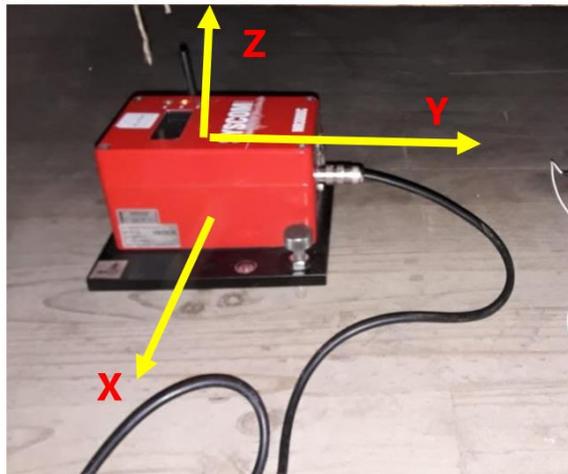


Imagen 12. Sensor SYSCOM mostrando los ejes X, Y, Z. Fuente: Elaboración propia.

145. Las mediciones realizadas con el sensor denominado CyC (0,2Kgf), empleado por SIRVE muestran una respuesta normal. Por el contrario, las mediciones realizadas con el sensor denominado SYSCOM (1,5Kgf), empleado por la Sociedad Acustical S.A. muestran significativas amplificaciones en el eje X, es decir, en el eje donde el instrumento de alto perfil tiene efecto de cabeceo lateral. En menor magnitud se observa amplificación en los ejes Y y Z. La amplificación lateral del eje X se debe al peso y altura inadecuados del instrumento, que sobrepasan los valores normativos recomendados por la norma ISO 8041.



Imagen 13. Efecto dinámico de oscilación lateral (cabeceo del instrumento) debido a la flexibilidad y ligero de la terminación de piso de madera. Fuente: Elaboración propia.

146. A partir de las figuras anteriores se observa que, en el rango de frecuencias entre 50 Hz y 63 Hz en el eje X, y entre 31 Hz y 40 Hz en el eje Y, las mediciones utilizando el equipo SYSCOM de 1500 gr en contravención de lo dispuesto por la norma ISO 8041 sobrestima las vibraciones en al menos 20 decibeles. En pisos ligeros se introducen distorsiones importantes en las mediciones. Esta situación es particularmente sensible en estas bandas de frecuencias ya que tendería a sobrestimar los niveles de vibración.
147. Así, este análisis permite evidenciar que, la realización de un ejercicio de medición de vibraciones que no incluya la masa de 70Kgf (como lo desarrolló el contratista de la SMA), especialmente en sistemas flexibles y/o livianos, con un instrumento que supera ampliamente la masa del elemento medido, aparte de no ajustarse a la metodología dispuesta en la DIA, afecta de manera significativa la obtención de resultados válidos y representativos respecto de este componente. Lo anterior por cuanto:

- El sistema de medición debería reflejar con la mayor precisión posible el nivel vibratorio experimentado por una persona en la vivienda y no debería modificar de manera significativa las intensidades de las bandas de un tercio de octava de los niveles de velocidad y/o aceleración en las zonas más críticas en términos de cercanía a los límites normativos que determinan impacto.
- Desde ese punto de vista, dado que las vibraciones inducidas por la circulación de material rodante de la Línea 6 muestran un fuerte contenido en frecuencia en las bandas cercanas a 63 Hz, no resulta admisible utilizar un sensor que, al ser conectado a la estructura sin los 70 Kgf agregados, amplifique significativamente en algunos casos las señales y niveles de velocidad y/o aceleración en dicha banda.
- El procedimiento de medición de vibraciones que potencialmente pudieran afectar el confort humano supone la percepción directa de la vibración por parte del ocupante, por lo que la incorporación de una masa de 70 Kgf en el desarrollo de las mediciones reflejaría la condición más representativa para el desarrollo de las pruebas experimentales en este tipo de pavimentos.
- La combinación de la resonancia en bandas cercanas a los 63 Hz del sistema de medición utilizado por la SMA sin 70 Kgf agregados, y el contenido de frecuencia inducido la circulación de trenes, **se combinan amplificando la banda de 1/3 de octava cercana a 63 Hz de manera significativa, produciendo sobreestimaciones respecto de la medición con masa de 70 Kgf, que alcanzan hasta 20 decibeles.**

En el tipo de viviendas analizadas (sistema de piso estructural más flexible o con elementos sueltos), las condiciones mecánicas estructurales sumadas a la no utilización de la masa agregada de 70 Kgf, generan una condición que no sólo no representa el fenómeno vibratorio que percibiría una persona en el

punto de medición, sino que, además, amplifica significativamente la estimación en bandas entre 50 y 63 Hz, en las que se introduce una frecuencia de resonancia al sistema completo donde se concentra gran parte del espectro vibratorio inducido por la circulación de trenes.

148. Visto todo lo anterior, los resultados derivados del ejercicio de medición de vibraciones desarrollado por encargo de la SMA **presentan graves y determinantes vicios técnicos**, al ser obtenidos en un procedimiento de medición que no atendió las exigencias establecidas en la evaluación del Proyecto calificado ambientalmente por medio de la RCA N° 589/2013, ni cumplió con estándares mínimos para garantizar resultados fidedignos, como presentar el método de montaje del equipo o utilizar equipos de tamaño apropiados según los elementos que se requería medir. Dichas falencias, además de incidir en la obtención de resultados distorsionados, impiden que los mismos puedan ser utilizados como prueba indiciaria en el marco de un procedimiento sancionatorio.
149. En definitiva, las mediciones de vibraciones desarrolladas por la Sociedad Acustical S.A., no pueden ser consideradas como un fundamento válido para sustentar la sanción impuesta a Metro referida al cargo N°2, en consideración a que las mismas no responden al sistema de medición definido en la RCA del Proyecto, no son representativas en atención a sus manifiestas distorsiones, y, por ende, deben ser rechazadas por la SMA. En virtud de lo anterior, este cargo deberá ser desestimado completamente.
- v) **Metro cumple con los parámetros máximos permisibles establecidos en la norma de referencia ISO 2631-2:1989**
150. Al margen de las consideraciones expuestas anteriormente, y con el ánimo de evidenciar que Metro cumple con los parámetros máximos permisibles establecidos en

la norma de referencia ISO 2631-2:1989 -exigibles en virtud de la RCA N° 589/2013-, en febrero de 2019 Metro encomendó la realización de mediciones de vibración en 3 puntos, a fin de corroborar la observancia de los estándares anteriormente referidos.

151. Los tres puntos seleccionados coinciden con aquellos monitoreados por la Sociedad Acustical S.A. contratista de la SMA: Orompello N°3087, Av. Portugal N°1890, y Víctor Manuel N°2386. Vale la pena aclarar que, de estos tres puntos de medición, solo uno de ellos (el ubicado en la Av. Portugal N°1890) corresponde y/o presenta una relación de equivalencia con los puntos de monitoreo aprobados por la RCA N° 589/2013.

152. A partir de los datos medidos en terreno y su posterior análisis, se puede concluir respecto de los niveles de vibraciones registrados al interior de los recintos mencionados, lo siguiente:
 - a. En el receptor ubicado en Orompello N°3087 – departamento N°11, Comuna de Pedro Aguirre Cerda, la evaluación de 33 circulaciones de trenes durante el periodo de medición indica que se **cumple** con los niveles permisibles de vibración de acuerdo con el procedimiento descrito en la RCA N°589/2013. Es decir, se cumple con el promedio energético con una holgura de -13.7 dB en el eje Vertical, como para cada circulación individual de trenes con una holgura mínima de -5.4 dB en el mismo eje.

 - b. En el receptor ubicado en Av. Portugal N°1890 – 1er piso, Comuna de Santiago, la evaluación de 26 circulaciones de trenes durante el periodo de medición indica que se **cumple** con los niveles permisibles de vibración de acuerdo con el procedimiento descrito en la RCA N°589/2013. Es decir, se cumple para el promedio energético con una holgura de -11.8 dB en el eje Este, como para cada circulación individual de trenes con una holgura mínima de -9.3 dB en el mismo eje.

- c. En el receptor ubicado en Víctor Manuel N°2386 – 1er piso, Comuna de Santiago, la evaluación de 25 circulaciones de trenes durante el periodo de medición indica que se **cumple** con los niveles permisibles de vibración de acuerdo con el procedimiento descrito en la RCA N°589/2013. Es decir, se cumple para el promedio energético con una holgura de -10.6 dB en el eje Vertical, como para cada circulación individual de trenes con una holgura mínima de -2.7 dB en el mismo eje.
153. Así, como se puede observar a partir de las conclusiones de los estudios técnicos desarrollados en plena observancia del procedimiento y la metodología de medición de vibraciones aprobada en la evaluación ambiental del Proyecto, Metro cumple a cabalidad con los estándares de vibración establecidos en la norma ISO 2631-2:1989. De hecho, cumple en los puntos de medición que no cuentan con un equivalente de control en la RCA N° 589/2013.
154. El procedimiento de medición realizado por la compañía consultora de Metro en los tres puntos de medición referidos, y el correlativo análisis que evidencia tal cumplimiento, se encuentra detallado en los informes técnicos elaborados por la firma Contador y Campos Ingenieros Ltda. en mayo de 2019, los que se acompañan a esta presentación.
155. Lo anterior evidencia, una vez más, que no existen méritos para imputar ningún tipo de responsabilidad a mi representada por el cargo segundo formulado, ni menos para aplicar sanciones como ha ocurrido en este caso.
- i) **La sanción a Metro en base al informe elaborado por Sociedad Acustical S.A. vulnera las garantías constitucionales a un procedimiento racional y justo y al principio de motivación de los actos administrativos.**

156. Como bien se ha explicado anteriormente, la existencia de un error metodológico de gran relevancia en los mecanismos de medición utilizados por la SMA no es un asunto irrelevante o baladí en materia de fiscalizaciones administrativas de naturaleza ambiental. Por tanto, es preciso analizar los vicios derivados de la aplicación de un estudio sobre vibraciones que presenta evidentes errores metodológicos, como base para la imputación de incumplimiento a la RCA N° 589/2013 en el marco del derecho a un procedimiento administrativo racional y justo.
157. Respecto a este punto, cabe señalar que el informe elaborado por la Sociedad Acustical S.A., encargado por la SMA para estimar los niveles de cumplimiento de los niveles máximo de vibración contemplados en la RCA N° 589/2013, es, para efectos del presente procedimiento, un elemento probatorio de la máxima relevancia.
158. Como bien se sabe, en materia administrativa la prueba es un elemento que introduce circunstancias fácticas al procedimiento, destinados a lograr obtener grados de veracidad sobre ciertos hechos que sustentarán una posterior decisión administrativa. De esta manera, los distintos elementos probatorios permitirán al ente resolutor acceder al conocimiento de ciertos enunciados de hecho que serán esenciales para el contenido y definición de su voluntad pública definitiva.
159. En el caso concreto, el principal elemento probatorio utilizado por la SMA para adoptar la decisión de formular cargos ha sido precisamente el informe elaborado por la Sociedad Acustical S.A., el que, como se ha desarrollado a lo largo de esta presentación, está revestida de graves errores metodológicos que desvirtúan considerablemente las conclusiones a las que arriba, introduciendo elementos fácticos incorrectos, poco precisos y derechamente equivocados al procedimiento sancionatorio generado por la SMA.

160. Como bien se sabe, una prueba de estas consideraciones, que introduce hechos equivocados o alterados al procedimiento administrativo, impide y obstaculiza la obtención de la verdad, es decir, no permite otorgar conocimiento al órgano resolutor de los fundamentos de hecho que justifiquen una determinada decisión, como lo sería, por ejemplo, la opción de formular cargos o de sancionar. Lo anterior implica una afectación a la motivación de la resolución sancionatoria en su calidad de acto administrativo.
161. De esta forma, un elemento probatorio de estas características, que denota un manifiesto error del instrumento, sustenta la existencia de un vicio en la motivación o fundamentación de los cargos formulados pues, como sustenta el profesor Manuel María Díez, *“si el acto está fundado en elementos falsos es arbitrario y por ello nulo”*¹⁶. Este tipo de vicios en los presupuestos fácticos de un procedimiento administrativo constituye, como se ha señalado, en un vicio que excede lo meramente formal, sino que configura la existencia de un vicio de arbitrariedad.
162. Como plantea el profesor Brewer-Carías, se está en presencia de un vicio esencial del procedimiento administrativo, que puede transmitirse y privar de validez a la resolución final del mismo, cuando la autoridad administrativa instructora *“da valor a una prueba mal hecha; sea porque incurra en falso supuesto, es decir, admita como probados hechos que no lo han sido en el expediente administrativo; dé por probados hechos que del mismo expediente administrativo resultan inexactos; o atribuya la existencia de menciones en actas del expediente administrativo que no las contengan”*¹⁷.
163. Así las cosas, un vicio de estas características da cuenta de una decisión sustentada en la arbitrariedad, la que se materializará en un procedimiento sancionatorio no sólo

¹⁶ Díez, Manuel María (1977). *Manual de Derecho Administrativo*. Tomo I. Buenos Aires, Argentina: Editorial Plus Ultra, p. 233.

¹⁷ BREWER-CARÍAS, Allan (1987). *Estado de Derecho y Control Judicial*. Madrid, España: Instituto Nacional de Administración Pública Madrid, p. 530.

cuando la motivación de la resolución final sea inexistente, sino también cuando aquella no cuente con una concatenación lógica mínima o se apoyen en antecedentes fácticos inexistentes o equivocados, puesto que ellos, en estricto sentido, darían como nacimiento una resolución final que carecerá de un elemento de la esencia de todo acto jurídico: la causa.

164. En estos casos se suele estar en presencia de una prueba irregular, que es aquella que se funda en un incumplimiento de exigencias procesales o normativas exigidas por los distintos cuerpos normativos pertinentes (como podría ser, por ejemplo, una RCA). En tal calidad, dicha prueba debería ser excluida de cualquier tipo de procedimiento sancionatorio a fin de no “contaminar” el resto del proceso administrativo de esta naturaleza.
165. De ese modo, para evitar una decisión sobre el procedimiento sancionatorio viciada, el informe elaborado por la Sociedad Acustical S.A debió haber sido excluido como una prueba o elemento probatorio válido para sustentar el cargo segundo formulado. De lo contrario, el procedimiento sancionador contendría un grave vicio por fundarse en una prueba que no satisface los requisitos legales, lo que ciertamente ocurre en el caso concreto.
166. Por tanto, no cabe duda de que, al basarse en antecedentes sin valor probatorio para aplicar sanciones, la Res. Ex. N° 189/2022 adolece de serios vicios que solo pueden ser subsanados mediante la revocación del acto. Asimismo, habiéndose demostrado que Metro cumplió cabalmente con las obligaciones establecidas en su RCA N° 589/2013, mi representada debió ser absuelta del cargo N°2.

V. **ANÁLISIS DE LOS VICIOS DE LA RES. EX. N° 189/2022 RESPECTO A LA DETERMINACIÓN DE LAS SANCIONES APLICADAS.**

167. Adicionalmente a lo expuesto ya latamente en esta presentación, la SMA en su Res. Ex. N°189/2022 presenta vicios de ilegalidad toda vez que no manifiesta ni da cuenta de la medida en que influyen los distintos elementos que deben ser evaluados en la ponderación de las sanciones decretadas, ni los puntajes que otorga para el correcto cálculo de su determinación según los estándares que se analizarán en este apartado.
168. En efecto, lo anterior constituye un grave vicio de motivación de la resolución reclamada, afectando gravemente los derechos de Metro al no señalar, en concreto, cuáles son todos los fundamentos que determinaron la cuantía de las multas, evidenciando un plano de incertidumbre respecto a sus motivos y cómo éstos incidieron en su decisión. Lo hasta aquí señalado adquiere especial relevancia dados los amplios márgenes establecidos en la normativa ambiental para configurar la sanción.
169. En primer lugar, cabe hacer presente que la motivación del acto administrativo constituye uno de sus elementos primordiales. Así las cosas, debe existir un *porqué* irremediamente unido a una *exteriorización* fundada de las decisiones que la administración razona y resuelve. De este modo, debe establecerse una expresión fundamentada de las razones de hecho y derecho que han determinado la decisión del órgano en cuestión. En este sentido, el profesor Bermúdez comenta:

“Frente a la inexistencia o error en los motivos del acto administrativo, en particular de los motivos de hecho, la resolución adolecerá de un vicio de abuso o exceso de poder y podrá ser tachada de arbitraria¹⁸”.

¹⁸ BERMÚDEZ SOTO, Jorge. *Derecho Administrativo General*. Segunda edición. Legal Publishing. Santiago, Chile, 2011., p. 119.

170. La motivación de la decisión comienza, pues, por marcar la diferencia entre lo discrecional y lo arbitrario, ya que si no hay motivación que la sostenga, el único apoyo de la decisión será la sola voluntad de quien la adopta¹⁹.
171. En resumidas cuentas, **la motivación es la exigencia de hacer públicas las razones de hecho y de Derecho que fundamentan el acto**. Lo anterior, permite distinguir que la motivación cumple distintas finalidades dentro de las cuales las más esenciales para el caso de autos corresponden a determinar con mayor certeza y exactitud el conocimiento de la voluntad manifestada y como medio para realizar el control jurisdiccional de los actos administrativos.
172. En segundo lugar, para que la Res. Ex. N°189/2022 se haya encontrado revestida de validez debió haber estado debidamente fundada y motivada, señalando la manera en que dicha institución cotejó, estableció y resolvió los distintos factores para determinar el monto final de las sanciones, de manera que Metro -como para cualquier persona que desee enterarse de la sanción- tenga pleno conocimiento del procedimiento aplicado y de las razones que condujeron a resolver de dicha manera, lo cual no ocurrió en este caso. Como se expone a continuación, en el caso de autos se presentan reiteradas infracciones a dicho deber de motivación que generan graves perjuicios para Metro.
- i) **La SMA no manifiesta una debida fundamentación entre las situaciones de hecho expuestas en el artículo 40 de la Ley N°20.417 y el proceso posterior de determinación de la sanción pecuniaria.**
173. La SMA a partir del Considerando 162 de la Res. Ex. N°189/2022, en el título denominado “Ponderación de las circunstancias del artículo 40 de la Ley N°20.417 que

¹⁹ FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Tomás. *Arbitrariedad y Discrecionalidad*. Editorial Civitas S.A. Madrid, España, 1991, p. 106–107.

concurrer a las infracciones”, expone las distintas consideraciones formales, en las cuales se basó para resolver.

174. Sobre la ponderación de las sanciones ambientales, la doctrina ha señalado que la consideración y aplicación de las circunstancias del artículo 40 de la Ley N°20.417 constituye una materialización del principio de proporcionalidad en materia sancionatoria. En el proceso de aplicación de sanciones, explica Bermúdez, supone este principio un proceso integrador y valorativo de los tres elementos contenidos en la norma jurídica habilitante: del presupuesto de hecho, los medios y el fin²⁰.
175. En este tenor el artículo 40 encuentra su objetivo, es decir, trata de establecer parámetros que claramente constituyen una forma objetiva de delimitar la discrecionalidad de la Administración, teniendo en este sentido especial relevancia la ponderación razonable de los hechos y la debida justicia y proporcionalidad de la sanción en relación con la infracción.
176. Para orientar dicho examen, a continuación se analizará el procedimiento y las reglas consagradas en las Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales (“**Bases Metodológicas**”)²¹, aprobadas mediante Resolución Exenta N° 85 de fecha 22 de enero de 2018 de la SMA, para ponderar los distintos factores señalados por la ley para aplicar una sanción ambiental.

²⁰ BERMÚDEZ SOTO, Jorge. *Fundamentos de Derecho Ambiental*. Segunda edición. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso, Chile, 2014., p. 493-494.

²¹ Disponible en: <https://portal.sma.gob.cl/index.php/download/bases-metodologicas-para-la-determinacion-de-sanciones-ambientales-2017/>

a) De las reglas y el procedimiento consagrados en las Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales.

177. Las Bases Metodológicas, como su título lo indica, corresponden a un método para precisar cuál será el monto de la multa que corresponde aplicar a un infractor, desde una perspectiva disuasiva basada en la idea de sanciones óptimas²².
178. Previo a efectuar el análisis de las graves deficiencias de fundamentación de la resolución, cabe recordar las palabras del Superintendente del Medio Ambiente en el año 2015, al presentar lo que serían las primeras Bases Metodológicas que posteriormente serían actualizadas el 2018:

*“Con esta guía buscamos educar y orientar a los sujetos regulados hacia el cumplimiento ambiental y también **transparentar los criterios y procedimientos** adoptados por la Superintendencia en la determinación de las sanciones, **reduciendo así la discrecionalidad**”²³ (énfasis agregado).*

179. De este modo la propia SMA decidió confiar la cuantificación de la sanción administrativa a un modelo matemático que le permita obtener un resultado numérico. En efecto, dicho método busca dotar de coherencia, consistencia y proporcionalidad en su aplicación de sanciones lo que no es sino un mayor estándar de fundamentación y, en consecuencia, una revisión judicial más intensa. Las Bases Metodológicas, entonces, buscan en uno de sus objetivos conferir de **un alto nivel de certeza** al regulado sancionado, mejorando la previsibilidad de la sanción desde su cuantificación²⁴.

²² SOTO DELGADO, Pablo. “Determinación de sanciones administrativas: disuasión óptima y confinamiento de la discrecionalidad del regulador ambiental”, en: Anuario de Derecho Público, Santiago, Chile. Editorial Universidad Diego Portales, 2016, p. 375.

²³ ÍDEM, p.391.

²⁴ ÍDEM, p. 393.

180. Así, no basta con solo enunciar que dicho método se encuentre siendo aplicado, sino que debe tener una influencia relevante en lo dispositivo y resolutivo del acto administrativo sancionador de manera que se pueda alcanzar un grado de motivación acorde a lo que nuestro ordenamiento jurídico exige.
181. De acuerdo con lo anterior, las Bases Metodológicas, conscientes de la amplitud del artículo 40° de la Ley N°20.417, interpretan dichas circunstancias y las dota de un significado y distintos criterios para que la SMA pueda considerarlas en la determinación de la sanción y aplicar el modelo matemático²⁵.
182. Ahora bien, dichas Bases Metodológicas establecen que para alcanzar una determinación correcta de la sanción administrativa se deben sumar dos elementos, a saber, (i) el beneficio económico; y, (ii) el componente de afectación²⁶.



Imagen 14. Esquema metodológico general para la determinación de sanciones pecuniarias. Fuente: Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales SMA.

183. El beneficio económico corresponde a la letra c) del artículo 40 de la Ley N°20.417. Según las Bases Metodológicas, se construye a partir de la consideración de todo beneficio que el infractor haya podido obtener por motivo de su incumplimiento, el cual puede provenir de una disminución en los costos o un aumento en los ingresos en un determinado momento o período de tiempo, que no hubiese tenido lugar en ausencia

²⁵ Así las cosas, las Bases Metodológicas abordan en un análisis extenso las diversas situaciones del artículo 40 de la Ley N°20.417 refiriéndose a ellas desde la página 32 a la 45 detallando los criterios que la SMA debe abordar para considerarlas dentro de su modelo matemático.

²⁶ Bases metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales (SMA), p. 56.

de la infracción²⁷. En síntesis, se deben contrastar dos escenarios contrapuestos, a saber, el escenario de cumplimiento con el escenario de incumplimiento.

b) Defectos en la aplicación de las Bases Metodológicas en el caso concreto.

184. Respecto a la Resolución Reclamada y teniendo en cuenta todas las objeciones y elementos de hecho ya señalados en los capítulos anteriores de esta reclamación que dejan en clara evidencia la total improcedencia de lo resuelto por la SMA, el análisis que se desarrolla desde los considerandos 162 al 187 exhibe explícitamente la manera en que *motivó* lo resuelto. Es decir, manifiesta sus fundamentos -errados en nuestra posición- del porqué era necesaria la sanción y cómo obtuvo el supuesto beneficio económico en esta ecuación, respecto exclusivamente del cargo N°1 imputado a esta parte.

185. Análisis muy distinto es el que efectúa la SMA con el segundo elemento de la sanción: el componente de afectación. De acuerdo con las Bases Metodológicas este se obtiene de la siguiente manera:

$$CA = \left(\text{Valor de Seriedad (VS)} \times \left(1 + \sum (\text{Factores de Incremento}) - \sum (\text{Factores de Disminución}) \right) \right) \times \text{Factor de Tamaño Económico}$$

VS = Función (Seriedad de la infracción)

Imagen 15. “Ecuación general del componente de afectación”. Fuente: Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales SMA.

²⁷ ÍDEM, p. 52.

186. En la Res. Ex. N°189/2022 queda clara la gran diferencia entre el análisis de uno y otro elemento. A saber, mientras que en el primero daba a conocer las operaciones matemáticas acerca de cómo concluyó el monto del beneficio económico, en el componente de afectación la SMA se restringe exclusivamente a indicar si, por ejemplo, los factores de incrementos o disminución serán apreciados o no, debiendo explicar para colmar el estándar de fundamentación de toda resolución de nuestro ordenamiento jurídico-constitucional **la manera en que estas consideraciones influyen en el resultado de la sanción.**
187. Con el ánimo de ilustrar y demostrar lo anterior, se analizará lo razonado por la SMA en atención al puntaje de seriedad señalado en la gráfica anterior. A saber, las Bases Metodológicas indican que el *Valor de Seriedad* se determina a través de la asignación de un “puntaje de seriedad” a la infracción cometida, de forma ascendente de acuerdo con el nivel de seriedad de esta. Posteriormente, este puntaje es convertido a un valor monetario, expresado en unidades tributarias anuales (UTA) de manera que, mientras mayor sea el puntaje de seriedad, mayor será la sanción.
188. La Res. Ex. N° 189/2022 estimó en sus considerandos 239 y 243 que en el caso de autos se produjeron infracciones que implicaron una vulneración al sistema jurídico de protección ambiental de categoria media. Esto corresponde a:

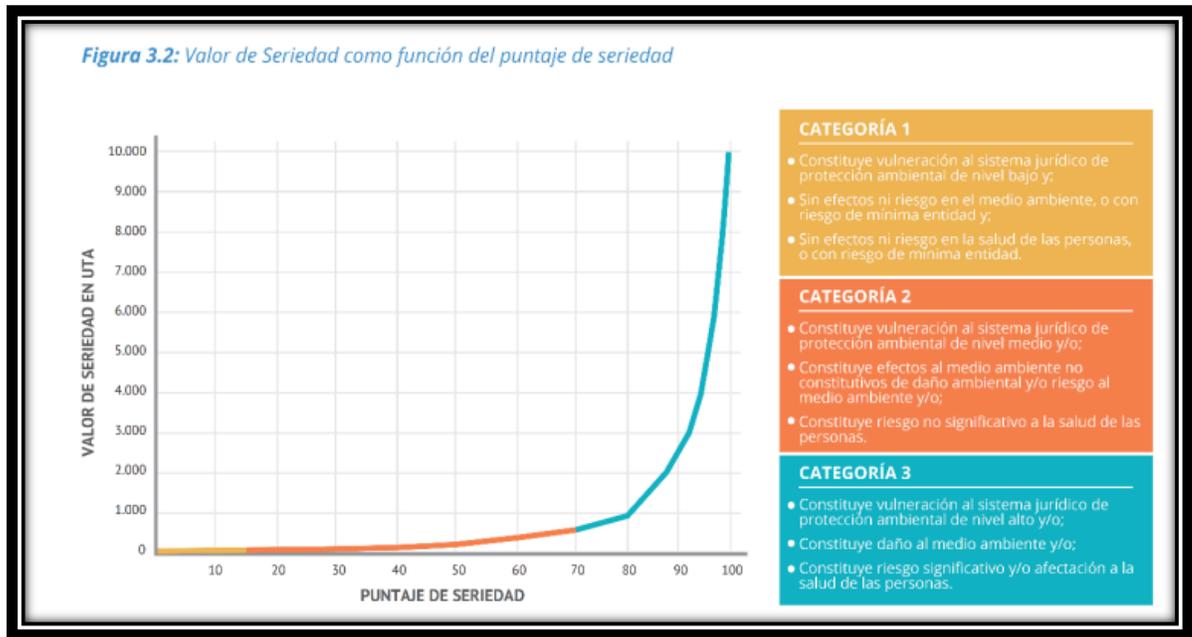


Imagen 16. Valor de seriedad como función del puntaje de seriedad de las Bases Metodológicas. Fuente: Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales (SMA), p. 58.

189. Resulta entonces, siguiendo el gráfico de la página 58 de las Bases Metodológicas, que esta categoría tiene un rango de puntaje de seriedad de 15 a 70. No obstante, ¿Cuál fue el puntaje de seriedad obtenido finalmente por Metro dentro de ese rango? Lo desconocemos. ¿Cuál fue la ponderación que utilizó la SMA para alcanzar ese desconocido resultado considerando además los otros elementos acuñados en su resolución? También se desconoce.

190. Sobre este punto, este Ilustre Tribunal Ambiental, en sentencia Rol N°196-2018 del 1 de junio de 2020, -ratificada por la Excelentísima Corte Suprema mediante sentencia Rol N°79.353-2020 del 26 de abril de 2021- explicaría en su considerando trigésimo tercero:

“(…) la asignación de puntaje en el valor de seriedad resulta relevante o esencial, toda vez que multiplicará la sumatoria de los factores de incremento o disminución, pudiendo incrementar la multa en un orden de magnitud (de 500 a 5.000) o disminuir dos (de 500 a 50 y de 50 a 5, respectivamente). Es

por esta razón que la resolución sancionatoria debe señalar claramente tanto el puntaje que ha sido asignado, como los motivos que fundamentan dicha decisión, pues es la única forma en que el sancionado podrá ejercer su derecho a defensa y, luego, se podrá revisar judicialmente la legalidad de esta determinación, la que influye de manera significativa en la sanción aplicable” (énfasis agregado)²⁸.

191. De este modo, queda demostrado que la SMA incurrió en una falta grave de fundamentación y motivación a la hora de expresar sus razones que la llevaron a resolver el presente arbitrio de la manera que lo hizo.
192. Situación similar ocurre con la ponderación que debe fundamentar y explicitar la SMA respecto a los factores de incremento o disminución de la ecuación del componente de afectación. En efecto, dicha entidad debía explicar en primer lugar los puntajes o valores alcanzados en atención a dichos elementos, y, en segundo lugar, como arribó a dichos resultados. Lo anterior no debiese ser una dificultad por cuanto las Bases Metodológicas entregan los parámetros para su ponderación, pero en el caso de autos no es posible estimar su cuantía ni sus impactos en los cálculos definitivos de dicha entidad. Es decir, nuevamente Metro no se encuentra en condiciones de reproducir el razonamiento que llevó a la SMA a la determinación de la sanción específica aplicada en este caso.
193. Un ejemplo claro de ello es el análisis de la letra e) del artículo 40 de la Ley N°20.417: *“Para la determinación de las sanciones específicas que en cada caso corresponda aplicar, se considerarán las siguientes circunstancias: e) La conducta anterior del infractor”* (énfasis agregado).

²⁸SEGUNDO TRIBUNAL AMBIENTAL. Rol N°196-2018. Sentencia del 1 de junio de 2020. Considerando trigésimo tercero.

194. Por su parte, las Bases Metodológicas explican que, en esta circunstancia, se analiza el comportamiento, desempeño o disposición al cumplimiento que el infractor mantuvo antes de la ocurrencia del hecho infraccional que es objeto del procedimiento sancionatorio. En efecto, esta situación operará indistintamente como factor de incremento o disminución. Será de incremento si: *“tiene un historial de incumplimiento en la unidad fiscalizable respectiva”*²⁹.
195. De este modo, Metro acompañó con fecha 7 de noviembre de 2019 las únicas dos multas o procedimientos en el cual se verificaron infracciones, únicamente en sede de Juzgado de Policía Local por concepto de ruidos molestos y obstruir con escombros escurrimiento de aguas lluvias.
196. En el desarrollo de las Bases Metodológicas se explican los criterios que determinan las conductas negativas por orden de relevancia³⁰. Así las cosas, la SMA en la Resolución Reclamada expone que Metro incurrió en infracciones sancionadas por exigencias ambientales diversas a las obligaciones de la empresa en cuanto a vibraciones -último lugar en el escalafón de importancia-.
197. Posteriormente, el mismo cuerpo reglamentario informa los criterios que se deben seguir para ponderar dicho factor, a saber: (i) la gravedad o entidad de las infracciones anteriores; (ii) la proximidad en la fecha de comisión entre el o los hechos infraccionales sancionados con anterioridad y el hecho infraccional que se haya verificado primero de aquellos que sean objeto del procedimiento actual; y, (iii) el número de infracciones sancionadas con anterioridad³¹.

²⁹Bases metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales (SMA), op. cit., p.40.

³⁰ ÍDEM, p. 40.

³¹ ÍDEM, p. 41.

198. Con todo, en el Considerando 265 de la Res. Ex. N°189/2022, la SMA en lugar de explicar cómo ponderó y elaboró los criterios de puntajes de esta circunstancia simplemente manifiesta que “será considerada como un factor de incremento de la sanción para los cargos N°1 y 2, con las consideraciones indicadas”.
199. De este modo, la manera en que la SMA dispone su raciocinio en términos de cómo concretamente ponderó el factor anterior impide a Metro ejercer adecuadamente su derecho de defensa, así como el control jurisdiccional sobre el acto administrativo en cuestión, dado que no se conoce el grado o el modo cómo la “conducta negativa anterior” de Metro pudo influir finalmente en la aplicación de la multa.
200. En resumidas cuentas, la SMA relata en la Resolución Reclamada que presumiblemente sigue lo señalado en las Bases Metodológicas, pero no expone el resultado de dicha aplicación dejando a Metro sin posibilidad de estudiar o analizar si dicho factor cumplió o no con el principio de proporcionalidad que debe observarse en el ejercicio de determinación de sanciones, afectando gravemente su derecho a defensa ya que dicha diligencia se encuentra en absoluto secreto u oculto del control.
201. Así las cosas, la Corte Suprema ha manifestado que: “La proporcionalidad apunta a la congruencia entre la entidad del daño provocado por la infracción y el castigo a imponer”³² (énfasis agregado).
202. En efecto, ¿Sabemos que la SMA no consideró como grave una infracción por ruidos molestos? ¿Podemos saber si la entidad ponderó correctamente dos sanciones en Juzgado de Policía Local para determinar la sanción en este caso? La respuesta evidente es no.

³² EXCELENTÍSIMA CORTE SUPREMA. Rol N°83.664-2020. Sentencia de 12 de febrero de 2021. Considerando undécimo.

203. Lo propio ocurre con los otros factores que la SMA considera para dotar del valor de seriedad -desconocido para esta parte- y los incrementos y disminuciones. Como S.S. podrá apreciar, por ejemplo, respecto a una supuesta **intencionalidad** de Metro en la comisión del cargo N°1 donde la SMA nuevamente indica que este factor de incremento será considerado, no explica cómo ni que valor le otorga para subir la sanción. A este respecto, la Excelentísima Corte Suprema es concluyente al señalar:

*“(…) no es suficiente que se entreguen razones meramente formales, como ha ocurrido en la especie, en cuanto al componente de afectación, y, en particular, el valor de seriedad y factores de incremento y disminución, cuanto más si ellos han sido utilizado como principal factor en la determinación de la sanción específica finalmente impuesta, desde que los términos abstractos en que cada factor fue descritos, **no permite comprender la determinación de la autoridad fiscalizadora y reproducir el razonamiento que la llevó a imponer la sanción reclamada y su cuantía**” (énfasis agregado)³³.*

204. Conforme entonces a lo que se ha venido señalando en este apartado las omisiones de la SMA no son accesorias, sino que precisamente constituyen el ámbito en el cual su **discrecionalidad ha sido limitada por la disposición de sus Bases Metodológicas**. En la Res. Ex. N° 189/2022 queda patente el vicio de falta de fundamentación, por cuanto el valor de seriedad es el principal factor en la determinación de la sanción aplicada a Metro.
205. Asimismo, dicho vicio ha ocasionado un serio e insanable perjuicio a mi representada ya que se ha visto impedida de ejercer adecuadamente su derecho a defensa al desconocer absolutamente el puntaje asignado al valor de seriedad en conjunto con los

³³EXCELENTÍSIMA CORTE SUPREMA. Rol N°79.353-2020. Sentencia de 26 de abril de 2021. Considerando décimo séptimo.

factores de incremento o disminución. En consecuencia, no cabe sino acoger las alegaciones de esta parte e invalidar la Res. Ex. N°189/2022.

ii) **Las sanciones impuestas por la SMA a Metro son desproporcionadas.**

206. Sin perjuicio de las dificultades que presenta para esta parte comprender el análisis que llevó a la SMA a aplicar las graves sanciones aplicadas a Metro (72 UTA por el cargo N°1 y N°780 UTA por el cargo N°2), cabe señalar que las **multas aplicadas resultan excesivas a la luz de los antecedentes presentados a lo largo de este escrito**, infringiendo el principio de proporcionalidad. Respecto a este principio, Luis Cordero ha afirmado:

“La proporcionalidad tiene como centro normativo la prohibición de exceso, que implica una relación lógica de los elementos del contexto que generan el acto (situación, decisión y finalidad); es decir, una relación de adecuación de medio y fin, lo que implica ciertamente una limitación a la extensión de la decisión en la medida que esta sólo se puede extender mientras se dé un vínculo directo entre el hecho y la finalidad perseguida con el procedimiento. De este modo, las situaciones que se dan fuera de esa relación son desproporcionadas, es decir, manifiestamente excesivas³⁴” (énfasis agregado).

207. En el caso concreto, la SMA no ha presentado antecedentes pertinentes para acreditar **que Metro ha incurrido en las infracciones ambientales que se le imputan, verificándose una desconexión entre los supuestos hechos infraccionales -que han sido desvirtuados a lo largo de esta presentación- y las sanciones aplicadas.**

208. Sin perjuicio de lo anterior, es preciso recalcar que **Metro ha presentado antecedentes de peso que sustentan su convicción de haber actuado en todo momento conforme a la normativa ambiental**, por lo que ha demostrado su buena fe, colaborando de manera

³⁴ Cordero, Luis. “Lecciones de Derecho Administrativo”. Thomson Reuters (Segunda edición) p. 375.

efectiva y oportuna con la autoridad para el esclarecimiento de los hechos, acompañando toda la información en su poder que le fue requerida por la SMA, dentro de los plazos establecidos.

209. En este sentido, no es efectivo que Metro no colaboró eficazmente con la SMA aportando antecedentes conducentes para la ponderación del beneficio económico en relación al cargo N°1. En particular, la SMA asevera en la Res. Ex. N° 189/2022 que Metro no entregó información sobre los costos asociados al uso del equipo adosado, señalando: *“(...) se estima que con relación a la infracción del cargo N° 1 se han aportado antecedentes adicionales mediante presentación de 7 de febrero de 2020, que complementa su respuesta a lo requerido mediante la Res. Ex N° 3 / D-054-2019. Con todo no es posible considerar la aplicación de este subcriterio, respecto a esta presentación, en cuanto no fueron conducentes para la ponderación del beneficio económico, particularmente, en la determinación del costo asociado a la medición de efectividad de la medida con equipo adosado a la estructura. Lo anterior queda de manifiesto en las gestiones que tuvo que realizar la SMA para poder contar con un antecedente cuantitativo de dicho costo, conforme ya fue relatado en el presente acto”.*
210. No obstante, lo cierto es que en la Res. Ex. N°3/D-54-2019 citada la SMA no requirió a Metro entregar dicha información, limitando su solicitud únicamente al instrumento no adosado. Además, de manera posterior presentó información complementaria que daba cuenta de la imposibilidad técnica de contar con el equipo, por lo que una cotización no era procedente en esas circunstancias.
211. También resulta cuestionable que la SMA haya descartado la atenuante de irreprochable conducta anterior en base a procedimientos ajenos a la institucionalidad ambiental, de menor entidad y desconectados con los hechos infraccionales imputados.
212. Adicionalmente, respecto al cargo N° 1, la SMA asevera que la sustitución del equipo adosado por el método del martillo no adosado no constituiría una medida correctiva

voluntaria con miras a corregir el hecho infraccional, toda vez que el uso de martillo fue un cumplimiento alternativo de RCA N° 589/2013. De este razonamiento se desprende que la SMA considera equivalentes en cuanto a gravedad la sustitución del método de verificación definido en la RCA del Proyecto, por una parte, y el completo incumplimiento de la obligación de verificar la efectividad de las medidas, por otra. En otras palabras, la SMA no otorga ningún valor al hecho de que, ante las dificultades acreditadas para utilizar el método expresamente establecido en la RCA N° 589/2013, Metro buscó una alternativa técnicamente adecuada para dar cumplimiento a la obligación de fondo, esto es, la verificación de la eficacia de la medida de mitigación de vibraciones.

213. De este modo, las acusaciones de la SMA contenidas en la Res. Ex. N° 189/2022 referidas a la falta de buena fe de Metro, a que no colaboró de forma efectiva con la autoridad, entre otras que se han analizado en este capítulo, no tienen asidero. En efecto, dichas alegaciones no se encuentran suficientemente justificadas, basándose en supuestos imprecisos y en meras enunciaciones que han sido ampliamente desvirtuadas por Metro en esta presentación y a lo largo del procedimiento sancionatorio D-54-2019, que concluyó con la Resolución Reclamada.
214. De este modo, queda en evidencia que las multas aplicadas son excesivas en atención a los antecedentes presentados, por lo que, en el improbable caso de que S.S. determine que Metro incurrió en las infracciones imputadas, estas deben ser revisadas a la luz de lo expuesto a lo largo de esta presentación y, en definitiva, reducidas, atendiendo todas las circunstancias atenuantes que se han acreditado.

POR TANTO, en mérito de lo expuesto y las normas legales citadas,

A S.S. RESPETUOSAMENTE PIDO: se sirva tener por interpuesta reclamación judicial en contra de la Resolución Exenta N° 189, de 7 de febrero de 2022, de la Superintendencia del Medio

Ambiente, admitirla a trámite y, en definitiva, acogerla en todas sus partes, dejando sin efecto la Resolución Reclamada, por resultar contraria a derecho, ordenando absolver a Metro de todos los cargos formulados o, en subsidio, reducir el monto de las multas en la forma que estime adecuada de modo de subsanar los vicios alegados en esta reclamación.

PRIMER OTROSÍ: Sírvase S.S. tener por acompañados los siguientes documentos, bajo la forma que se indica en cada caso:

1. Copia de la Resolución Exenta N° 189/2022 de fecha 7 de febrero de 2022, de la Superintendencia del Medio Ambiente.
2. Comprobante de notificación de la Resolución Exenta N° 189/2022 a Metro S.A.
3. Escrito de descargos evacuado por Metro en el procedimiento sancionatorio Rol D-54-2019 ante la Superintendencia del Medio Ambiente.
4. Resolución de Calificación Ambiental N°589 de 9 de diciembre de 2013, de la Comisión de Evaluación de la Región Metropolitana que aprobó el proyecto “Línea 6 - Etapa 2: Túneles, Estaciones, Talleres Y Cocheras”.
5. Anexo N° 5 “*Análisis de vibraciones proyectadas por operación Línea 6 de Metro de Santiago*” de la DIA del proyecto “Línea 6 - Etapa 2: Túneles, Estaciones, Talleres y Cocheras”.
6. Informe Técnico denominado “*EVALUACION DE VIBRACIONES. Operación de la Línea 6 de Metro S.A. Receptor ubicado en Orompello N°3087, Pedro Aguirre Cerda*”, elaborado por Contador y Campos Ingenieros Ltda. en mayo de 2019.
7. Informe Técnico denominado “*EVALUACION DE VIBRACIONES. Operación de la Línea 6 de Metro S.A. Receptor ubicado en Av. Portugal N°1890, Santiago*”, elaborado por Contador y Campos Ingenieros Ltda. en mayo de 2019.
8. Informe Técnico denominado “*EVALUACION DE VIBRACIONES. Operación de la Línea 6 de Metro S.A. Receptor ubicado en Víctor Manuel N°2386, Santiago*”, elaborado por Contador y Campos Ingenieros Ltda. en mayo de 2019.

9. Informe elaborado por la Sociedad Acustical S.A. a solicitud de la Superintendencia del Medio Ambiente.
10. Escrito de Metro de fecha 7 de febrero de 2020 presentado en el procedimiento sancionatorio D-54-2019, acompañando correo de fecha 1 de noviembre de 2019 enviado por el laboratorio brasileño IEME a Metro.
11. Anexo N°1: Estudios de Atenuación Vibroacústica Proyectos Ferroviarios.
12. Anexo N°2: Datasheet equipo SYSCOM MR3003C.

SEGUNDO OTROSÍ: Sírvase S.S. Ilustre tener presente que mi personería para representar judicialmente a la Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A. consta en escritura pública de fecha 22 de febrero de 2022, otorgada ante el Notario Público don Álvaro Gonzalez Salinas, cuya copia se acompaña en este acto, con citación.

TERCER OTROSÍ: Sírvase S.S. Ilustre tener presente que, en mi calidad de abogado habilitado para el ejercicio de la profesión, asumo personalmente el patrocinio y poder en esta causa y, asimismo, confiero poder al abogado habilitado para el ejercicio de la profesión don Juan José Eyzaguirre Lira, cédula nacional de identidad N°7.049.008-0, de mi mismo domicilio, con quien podré actuar en estos autos de forma conjunta o separada, indistintamente, y quien firma en señal de aceptación.

CUARTO OTROSÍ: Sírvase S.S. Ilustre, acceder a notificar las resoluciones pronunciadas en el marco de este proceso, de conformidad a lo establecido en el artículo 22 de la Ley N°20.600, a las siguientes direcciones: juanjose.eyzaguirre@ppulegal.com, felipe.arevalo@ppulegal.com y mariaignacia.silva@ppulegal.com.

