

EN LO PRINCIPAL: Reposición en contra de Resolución Exenta N°1646/2022.
PRIMER OTROSÍ: Personería. **SEGUNDO OTROSÍ:** Acompaña documento.

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

Gonzalo Rodríguez Belmar, en representación, según se acreditará, de Empresa de Transporte de Pasajeros de Metro S.A., (en adelante “Metro”, o el “Titular”), domiciliado para estos efectos en Av. Libertador Bernardo O’Higgins 1414, Santiago, en el marco del procedimiento sancionatorio seguido bajo el Rol D-076 2021, iniciado respecto del proyecto “Línea 3–Etapa 2: Túneles Estaciones, Talleres y Cocheras” (en adelante, el “Proyecto”), al Superintendente del Medio Ambiente, digo:

Que, estando dentro de plazo, y de conformidad al art. 55 de la Ley N°20.417, Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (LOSMA) vengo en interponer el **recurso de reposición en contra de la Resolución Exenta N°1646**, de fecha 23 de septiembre de 2022 (en adelante, la “R.E. N°1646/2022”), que resolvió el procedimiento sancionatorio rol D-076-2021, seguido en contra de mi representada, requiriendo a Ud., desde ya, que dicho acto administrativo sea dejado sin efecto en los términos mencionados en esta presentación o que, en subsidio, se rebaje el monto de su multa hasta el mínimo legal.

I. DE LA RESOLUCIÓN RECURRIDA

1. Con fecha 12 de octubre de 2022, se notificó a mi representada la R.E. N° 1646/2022, que resolvió el procedimiento administrativo Rol D-076-2021, decidiendo sancionarla por, supuestamente, haberse configurado el cargo N° 1, de la Formulación de Cargos de autos.
2. El cargo por el cual se resolvió sancionar es el siguiente:

“No haberse efectuado de manera previa a la entrada en operación del proyecto, el ensayo de método de diferencia de Transferencia de Movilidad, bajo la metodología descrita en la norma ISO 7626-2:1990, para verificar la efectividad de la medida de mitigación -20db en la Línea 3 de Metro; y el efectuado en octubre de 2020 fue realizado bajo una metodología distinta a la exigida”.

3. Lo anterior, habría generado el supuesto incumplimiento de la RCA N° 243/2014. Este cargo, calificado como leve, fue objeto de multa de 104 Unidades Tributarias Anuales (en adelante “UTA”).

II. VICIOS DE LA R.E N°1646/2022 RESPECTO A LA SUPUESTA INFRACCIÓN ASOCIADA A LA MEDICIÓN DE EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN -20DB

1. Por una cuestión de orden argumentativo, el cargo formulado fue dividido en dos partes:

(i) No haberse efectuado de manera previa a la entrada en operación del proyecto, el ensayo de método de diferencia de Transferencia de Movilidad, bajo la metodología descrita en la norma ISO 7626- 2:1990, para verificar la efectividad de la medida de mitigación -20 dB en la Línea 3 de Metro; y,

(ii) Haber realizado el ensayo de transferencia de movilidad en octubre de 2020 bajo el método ISO 7626-5:2019 en lugar del método ISO 7626-2:1990.

A. NO HABERSE EFECTUADO DE MANERA PREVIA A LA ENTRADA EN OPERACIÓN DEL PROYECTO, EL ENSAYO DE MÉTODO DE DIFERENCIA DE TRANSFERENCIA DE MOVILIDAD PARA VERIFICAR LA EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA DE MITIGACIÓN -20 dB EN LA LÍNEA 3 DE METRO: NO EXISTE UN PLAZO EXPRESO CONTENIDO EN LA RCA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE MÉTODO.

1. Respecto de esta primera sección del cargo, en el escrito de descargos Metro se allanó reconociendo que efectivamente no se realizó el ensayo de método de diferencia de Transferencia de Movilidad en forma previa a la entrada en operación del Proyecto, realizándose varios meses después, en octubre de 2020.
2. Sin embargo, pese a haberse allanado resulta indispensable relevar una cuestión esencial: en ninguna parte de la RCA N° 243/2014 mi representada estaba obligada a realizar el método de Transferencia de Movilidad de forma previa a la entrada en operación del Proyecto.
3. En efecto, se establece en la RCA que Metro instalará un sistema de mitigación de vibraciones a nivel de la fijación del riel en la losa de hormigón a lo largo de toda la línea 3 (de tipo -10 dB), y en puntos sensibles donde se requiere un mayor nivel de atenuación de vibraciones (adicional al método clásico) se aumentará el espesor de la plataforma de vías y bajo esta se instalará un elemento atenuador de vibraciones (de tipo -20 dB).
4. En este sentido, Metro cumplió con esta obligación de diseño del proyecto, lo que fue acreditado por el Informe de Fiscalización Ambiental (en adelante “IFA”).
5. No obstante, de la revisión del expediente de evaluación, del expediente sancionatorio y de la RCA, no consta, en ninguna parte, que la realización del método de Transferencia de Movilidad, debiese realizarse antes de la entrada en operación del Proyecto.

6. Es así como pese a haberse allanado a esta primera parte del cargo en los descargos, Metro de todas formas solicita esta Superintendencia, tomar en consideración lo recién expuesto.

B. HABER REALIZADO EL ENSAYO DE TRANSFERENCIA DE MOVILIDAD EN OCTUBRE DE 2020 BAJO EL MÉTODO ISO 7626-5:2019 EN LUGAR DEL MÉTODO ISO 7626-2:1990: AMBAS NORMAS PERMITEN LLEVAR A CABO LAS MEDICIONES DE MOVILIDAD BAJO LAS MISMAS DIRECTRICES, TÉRMINOS Y ESTÁNDARES.

1. Tal como se señaló en la carta N° GG/442/2020, de fecha 28 de octubre de 2020 y posteriormente en los descargos efectuados por Metro, no fue factible ejecutar el ensayo de transferencia de movilidad solicitado en la Resolución Exenta N°1875 de 23 de septiembre de 2020, según la norma ISO 7626-2:1990 establecida en el Anexo D del EIA.
2. Dicha norma de referencia 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.
3. En su lugar, se utilizó el método ISO 7626-5:2019, que establece estándares para la medición de la movilidad mecánica, empleando un excitador no adosado a la estructura.
4. Las razones para la utilización de un método en lugar del otro serán explicadas para efectos de demostrar a esta autoridad que **ambos métodos son igualmente válidos para la obtención del fin buscado: medir la transferencia de movilidad en el sector indicado de la Línea 3.**

5. En primer lugar, tal como se indica en el prólogo de las normas ISO 7626-5:2019 e ISO 7626-2:1990 (actualizada posteriormente por la ISO a la norma 7627-2:2015), la ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de la ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales, como la norma ISO 7626, se realiza normalmente a través de los comités técnicos de ISO.
6. Dichos comités técnicos están conformados por los organismos miembros que estén interesados en el tema que trata en un determinado comité, así como organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales. En particular, en todos los asuntos de normalización electrotécnica como las mediciones objeto del presente procedimiento, la ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
7. En tal sentido, ambas normas (ISO 7626-2:2015 -en tanto actualización de la ISO 7626-2:1990 e ISO 7626-5:2019) forman parte de una **misma serie de normas, la serie ISO 7626, que establece estándares técnicos para la determinación experimental de la movilidad mecánica.**
8. Por lo anterior, se afirma, en primer lugar, que ambas normas imponen el mismo estándar, cumpliendo el mismo objetivo impuesto por la misma organización de normalización, lo que asegura su calidad, fiabilidad y seguridad.
9. Por otra parte, tal como se señaló en los descargos, la norma ISO 7626 se compuso inicialmente de cinco secciones, correspondientes a saber:
 - 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).**

10. Las secciones 2 y 5 corresponden a las Normas ISO con las series 7626-2, que fue exigida por la RCA N° 243/2014, y la 7626-5 que fue la finalmente utilizada por esta parte, cuya versión más actualizada y empleada es del año 2019.
11. Así, en la sección 1 de la serie de normas en comento, se detallan las disposiciones generales aplicables a estas, tales como términos básicos, definiciones y especificaciones en cuanto a los equipos que deben utilizarse. En tal sentido, si bien ambos métodos son diferentes en cuanto al equipamiento que utilizan para excitar el sistema a evaluar (adosado y no adosado a la estructura), éstos se encuentran comprendidos bajo un marco común que contempla disposiciones generales aplicables a los mismos.
12. Así, la norma ISO 7626-1:2011 señala que *“Esta parte de la norma ISO 7626 define los términos básicos y especifica las pruebas de calibración, las pruebas ambientales y las mediciones físicas necesarias para determinar la idoneidad de los cabezales de impedancia, los transductores de fuerza y los transductores de respuesta al movimiento para su uso en la medición de la movilidad mecánica. Principalmente, proporciona directrices para la selección, calibración y evaluación de los transductores e instrumentos para*

su idoneidad en la realización de mediciones de movilidad. Los procedimientos para llevar a cabo mediciones de movilidad en diversas circunstancias se tratan en las partes posteriores de esta Norma Internacional¹.

13. Lo anterior acredita que tanto la norma ISO 7626-2:2015 como la ISO 7626-5:2019 permiten llevar a cabo mediciones de movilidad bajo las mismas directrices, términos y estándares, los cuales están establecidos en la sección ISO 7626-1:2011, que establece expresamente que esa familia de normas señala **“los procedimientos para llevar a cabo mediciones de movilidad en distintas circunstancias”**. En otras palabras, la única diferencia entre un método y otro, consiste en el adosar o no a la estructura en la que se hacen las mediciones (vías) el correspondiente excitador, que genera una señal de entrada para la cual se mide posteriormente la respuesta del sistema como salida, arrojando la transferencia de movilidad.
14. Así se establece en el propio contenido de estas normas (ISO 7626-2:2015 e ISO 7626-5:2019). En efecto, en el capítulo introductorio de ambas se señala que sus procedimientos de ensayo y los requisitos para ellos son aplicables para medir la movilidad, la aceleración y la conformidad dinámica. Así, es posible afirmar que los procedimientos descritos en **ambas normas cumplen un mismo fin**.
15. Es posible verificar lo anterior simplemente comparando la sección referida a los alcances de cada una de estas normas, en las que se aprecia la misma finalidad y aplicabilidad de ambas, destacando la mayor aplicabilidad de la disposición ISO 7626-5:2019 utilizada finalmente por esta parte por sobre la ISO 7626-2:2015:

¹ Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7626:-1:ed-2:v1:en> Fecha de consulta: 17 de octubre de 2022.

ALCANCES NORMA ISO 7626-2:2015	ALCANCES NORMA ISO 7626-5:2019
<p>Esta parte de la norma ISO 7626 especifica los procedimientos para medir la movilidad mecánica lineal y otras funciones de respuesta en frecuencia de las estructuras, como edificios, máquinas y vehículos, utilizando un excitador de vibración traslacional de un solo punto fijado a la estructura sometida a prueba durante la duración de la medición.</p> <p>Es aplicable a las mediciones de la movilidad, la aceleración o la conformidad dinámica, ya sea como medición del punto de conducción o como medición de la transferencia.</p> <p>También se aplica a la determinación de los recíprocos aritméticos de esas relaciones, como la masa efectiva libre.</p> <p>Aunque la excitación se aplica en un solo punto, no hay límite en el número de puntos en los que se pueden realizar</p>	<p>Este documento especifica los procedimientos para medir la movilidad mecánica y otras funciones de respuesta en frecuencia de estructuras excitadas mediante una fuerza impulsiva generada por un excitador que no está fijado a la estructura sometida a prueba.</p> <p>Es aplicable a la medición de la movilidad, la aceleración o la conformidad dinámica, ya sea como medición del punto de impulsión o como medición de la transferencia, utilizando la excitación por impacto.</p> <p>Otros métodos de excitación, como la relajación por determinación de los recíprocos aritméticos de esas relaciones, como la masa efectiva libre.</p> <p>Aunque la excitación se aplica en un solo punto, no hay límite en el número de puntos en los que se pueden realizar mediciones simultáneas de la respuesta al movimiento.</p>

<p>mediciones simultáneas de la respuesta al movimiento.</p> <p>Las mediciones de respuesta múltiple son necesarias, por ejemplo, para los análisis modales.</p>	<p>Las mediciones de respuesta múltiple son necesarias, por ejemplo, para los análisis modales. pasos y el transitorio aleatorio, conllevan requisitos de procesamiento de señales similares a los de los datos de impacto.</p>
---	--

16. Adicionalmente, en la introducción de la norma ISO 7626-2:2015, se establece que **“Para muchas aplicaciones de los datos de movilidad mecánica, basta con determinar la movilidad del punto de accionamiento y algunas movilidades de transferencia excitando la estructura en un solo lugar y en una sola dirección** y midiendo los movimientos de respuesta traslacional en puntos clave de la estructura. **La fuerza de excitación traslacional puede aplicarse mediante excitadores de vibración fijados a la estructura sometida a prueba o mediante dispositivos no fijados. La clasificación de los dispositivos de excitación como “fijados” o “no fijados” tiene importancia en cuanto a la facilidad de mover el punto de excitación a una nueva posición.** Es mucho más fácil, por ejemplo, cambiar la ubicación de un impulso aplicado por un martillo instrumentado que reubicar un excitador de vibración fijado en un nuevo punto de la estructura.” [énfasis agregado].
17. De esta manera, la propia norma ISO 7626-2:2015 señala que es posible realizar la medición de transferencia de movilidad ya sea con dispositivos de excitación fijados a la estructura o no fijados a ella.
18. Al respecto, se acompañó en autos el informe *“On the dynamic stiffness of materials used under floating floors: analysis of the resonant frequency*

dependence by excitation force amplitude using different measurement techniques”.

19. Este informe describe y analiza un procedimiento de medición de vibración determinado que utilizó tanto el método descrito en la norma ISO 7626-2 como el método descrito en la norma ISO 7626-5 como fuentes de excitación, con el fin de determinar el valor de la rigidez dinámica de un material, **concluyendo que los resultados obtenidos para cada tipo de método son coincidentes** con una baja variación entre ello, **siendo ambas técnicas apropiadas para su uso.**
20. Por lo demás, el método que utiliza “golpe de martillo” como el de la ISO 7626-5:2019 utilizado como norma de referencia por esta parte, es **una de las alternativas de excitación recomendado por diversas normas internacionales que regulan el estudio de impacto de vibraciones inducidas por la circulación de trenes.**
21. En especial, por aquella expedida por la *Federal Transit Administration – FTA Report N°0123 de los Estados Unidos*, que indica el uso de esta fuente para la medición de transferencia de movilidad (sección 6.5, acápite 2b, página 159) y que se adjunta a esta presentación.
22. Por tanto, como se señaló, ambas normas son aplicables a las mediciones de la movilidad, la aceleración o la conformidad dinámica, ya sea como medición del punto de conducción o como medición de la transferencia y ambas miden la movilidad mecánica y otras funciones de respuesta en frecuencia de estructuras, **siendo la única diferencia entre ellas el que el excitador utilizado esté adosado o no a la estructura correspondiente.**
23. Pues bien, pese a todo lo señalado anteriormente, en la R.E. N° 1646/2022, la SMA realiza una serie de 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.**

24. En primer lugar, la resolución recurrida² señala que el método del martillo no sería aplicable para sistemas de vibración no lineales, ya que, para estos casos, es importante llevar un registro de la fuerza utilizada, lo que no sería posible al utilizar el martillo de impacto, al ser una persona la que maneja el instrumento.
25. Lo señalado por la SMA, no es efectivo bajo ninguna circunstancia. En efecto, **el método de martillo de impacto lógicamente permite llevar un registro de la fuerza utilizada, toda vez que el martillo instrumentado contiene en su extremo un sensor de fuerza (celda de carga) y este dato es registrado en cada impacto realizado, razón por la cual lo señalado por la SMA no tiene ningún asidero en la realidad.**
26. En segundo término, la SMA estableció que la norma ISO 7626-5:2019, no recomienda el uso de excitadores de impacto para sistemas altamente amortiguados³, como serían los sectores del proyecto donde se implementó la medida de mitigación de -20 dBa, toda vez que estos sectores tendrían una mayor capacidad de amortiguar las vibraciones.
27. Al respecto, cabe indicar que, tal como se ha señalado latamente a lo largo de esta presentación, **el método de martillo de impacto logra obtener resultados muy similares a los obtenidos con el método de excitación por agitador adosado, siendo totalmente aplicables para efectuar mediciones como las requeridas en el Anexo D del EIA.**
28. 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. Efectivamente, los sistemas ensayados tienen amortiguamientos de solo entre

² Resolución Exenta N° 1646/2022, p.13.

³ Resolución Exenta N° 1646/2022, p.13.

10% a 40%, **por lo que no hay altos amortiguamientos severos, siendo sistemas subamortiguados**⁴.

29. 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.**

30. En definitiva, **resulta manifiesto que la SMA no presentó ningún antecedente que fundamente 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.**

31. **Por el contrario, dicho método es igual de eficiente que el excitador adosado, por lo que su reemplazo no constituía un cambio de consideración que requiriese de aprobación por parte de la autoridad ambiental.** En efecto, si no fuesen igual de eficientes, se habría presentado una consulta de pertinencia al respecto, cuestión que no se hizo.

32. A mayor abundamiento, la literatura especializada ha reconocido ampliamente la eficiencia del método de impacto con martillo instrumentado. 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:
 - (i) 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

⁴ Informe Contador y Campos Ingenieria Ltda.p.33

Criterio FTA 1996 actualizado 2005 y 2018). Disponible en:
<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0361198118823004>

- (ii) 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
- (iii) 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>
- (iv) 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>
- (v) 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>

- (vi)) 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>
- (vii) 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>
33. Sumado a lo previamente argumentado, existieron también razones de orden logístico para la realización de la medición de transferencia de movilidad mediante la norma 7626-5:2019 en lugar de la norma 7626-2:2015.
34. Dichas razones, fueron desestimadas por la SMA en su R.E. N°1646/2022 al disponer que:
- (i) ***Existían dos equipos** con los que se podría haber efectuado la medición bajo la norma ISO 7626-2:2015: vibrodina ubicada en Brasil y vibrodina minor, que al momento de cotizarse por Metro, se encontraba en Italia.*
- (ii) *En este contexto, resulta oportuno indicar que Metro no presentó antecedentes que permitieran comprender porque no siguió avanzando en la contratación del servicio con la vibrodina minor, para haber desarrollado la medición bajo el método establecido por la norma ISO 7626-2, siquiera extemporáneamente.*
35. Pues bien, en primer lugar, es necesario considerar que el método establecido en la norma ISO 7626-2:2015, contempla el uso de equipos excitadores que

deben adosarse a la estructura en la que se realiza la medición. Pues bien, **dichos equipos no se encuentran disponibles en Chile**, encontrándose el proveedor más cercano en Brasil.

36. Al respecto, tal como se informó en los descargos, se efectuó una cotización respecto de estos equipos, en la que se concluyó que era **técnicamente imposible trasladar dichos equipos a Chile**. En efecto, se trata de un equipo de 2,5 toneladas de peso, el cual habría tenido que cruzar tres países por tierra, no existiendo certidumbre respecto a la factibilidad técnica del traslado, los trámites burocráticos que exigiría cada país, ni tampoco garantías de la seguridad del sistema. **El propio proveedor rechazó la posibilidad de efectuar el traslado**⁵.
37. Por su parte, respecto del método “vibrodina minor” señalado por la SMA, este se encontraba en Italia y, si bien contaba con un peso menor, **de igual forma resultaba considerablemente alto (800 kg), con la consiguiente dificultad de trasladar dicha maquinaria desde otro continente**.
38. **Además, la propia SMA**⁶ **señala que este proveedor ofreció otro tipo de pruebas (con martillo), reconociendo entonces, la viabilidad de esta prueba como ya hemos señalado en párrafos precedentes**.
39. En cambio, el método contemplado en la norma ISO 7626-5:2019 utiliza equipos excitadores que no van adosados a la estructura, los cuales, sí se encontraban disponibles en Chile, siendo materialmente viable y posible su aplicación. Cabe destacar adicionalmente la facilidad de transporte y uso de estos equipos en los distintos puntos de medición requeridos al interior de los túneles, dado su bajo peso y diseño con sensores de fuerza incorporados en la zona de impacto, que permiten excitar la vía en el rango de frecuencias de interés para determinar la transferencia de movilidad.

⁵ Correos electrónicos de fecha 3 y 7 de noviembre del año 2019.

⁶ Resolución Exenta N° 1646/2022, p.16.

40. Por lo expuesto previamente, resultó materialmente imposible a Metro S.A. el efectuar la medición de transferencia de movilidad mediante lo indicado en la norma ISO 7626-2:2015, De esta manera, la única alternativa con la que contaba Metro S.A. para la realización de la medición era la utilización de los equipos que tenía disponibles a la fecha.
41. En definitiva, si se ponderan las alternativas que tenía mi representada en tal momento, es posible considerar que Metro S.A. podía: (i) efectuar la medición mediante el método ISO 7626-5:2019, utilizando los equipos disponibles; o (ii) no realizar la medición solicitada. Evidentemente, el perjuicio que hubiese ocasionado la segunda opción habría sido mucho mayor que la realización mediante el método alternativo utilizado, el cual, como ya se señaló, conducía al mismo resultado que el método ISO 7626-2:2015.
42. Por otra parte, la RCA N°243/2014 señala en su Consid. 4.2 que el titular realizó un estudio a lo largo de toda la línea, de conformidad a lo señalado en la norma ISO 2631-2-1989 “*Evaluación de la exposición humana de cuerpo entero a las Vibraciones*”, el cual se adjunta en el Anexo D del EIA.
43. Dicho Anexo D establece, en su sección 7, que el ensayo propuesto para la 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. Luego de esto, el Anexo D señala que “**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**”.
44. En tal sentido, **se afirma que la finalidad de realizar el ensayo de transferencia de movilidad es verificar que el sistema de mitigación de vibraciones asegure una reducción por debajo de los niveles establecidos en la norma ISO 2631-2-89**. En función de los argumentos

⁷ Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “Línea 3 - Etapa 2: Túneles, Estaciones, Talleres y Cocheras Anexo D p.56.

ya expuestos, es posible señalar que **dicha finalidad se cumple a cabalidad utilizando el método ISO 7626-5:2019.**

45. En efecto, de conformidad a lo señalado en el informe de inspección, que se acompañó en autos, elaborado por la empresa “Contador y Campos Ingeniería Ltda.” respecto del ensayo de transferencia de movilidad realizado, el cual también se acompañó en la Carta N°GG/442/2020, el objetivo del ensayo realizado fue “**Medir la transmisibilidad de vibraciones en vías, cuantificando la pérdida de transmisión TL e inferir la pérdida por inserción IL entre rieles de vía 1 y vía 2 hacia losa flotante y muro de túnel entre las estaciones Plaza Egaña – Fernando Castillo Velasco en el pk 20+620 de la Línea 3 de Metro S.A.**”^{8.}”
46. Por su parte, la conclusión de dicho informe señala que “*Los valores de pérdida por transmisión TL que es la relación de energía entre el riel y los puntos de control, muestran que entre el riel y el muro hay entre 52 dB a 57 dB de pérdida de transmisión*”. Asimismo, señala que “*El modelo de transmisión de fuerza utilizado muestra que, al compararse al caso basal rígido, la atenuación IL en la banda de 63 Hz es de 27 dB, valor que determina el tipo de sistema de mitigación utilizado*”^{9.}”
47. Lo anterior acredita que el **objeto de efectuar esta medición de transferencia de movilidad**, el cual se desprende de la RCA del Proyecto y en el Anexo D del EIA, **consistente en verificar que el sistema de mitigación de vibraciones asegure una reducción por debajo de los niveles establecidos en la norma ISO 2631-2-89, se cumplió.**
48. En otras palabras, **la utilización de un sistema de medición distinto al establecido en el Anexo D del EIA, no generó ningún tipo de perjuicio ambiental, las vibraciones del Proyecto no aumentaron**

⁸ Informe Contador y Campos Ingeniería Ltda.p.7

⁹ Informe Contador y Campos Ingeniería Ltda.p.38

por esto, ni quedaron sin controlar, verificándose adecuadamente la efectividad de la medida de mitigación comprometida en la RCA.

49. **De esta manera, la medición realizada permitió verificar el cumplimiento de la norma y la eficiencia de las medidas de mitigación implementadas, de la misma manera que lo hubiese hecho la norma ISO 7626-2:2015.**
50. Por otra parte, el propio IFA (ya acompañado en el expediente), señala en su página 20, respecto al método establecido en la norma ISO 7626-5:2019 que *“Este método, si bien no corresponde al indicado en la RCA 243/2014, puede resultar representativo de la variable analizada de forma referencial, en vista de los valores de coherencia obtenidos en actividad de medición.”* y en su página 21 señala que ***“el ensayo realizado a través de ISO 7626-5:2019 resulta coherente para conocer los valores de movilidad en las frecuencias de interés, de manera referencial, para efectos del presente análisis. Por lo anterior, a partir de los datos recopilados, se constata que el sistema se ajusta a la atenuación requerida, indicada en el Anexo D de la EIA del proyecto”.***
51. Es decir, a partir de la medición realizada, fue posible acreditar el cumplimiento de lo establecido en el Anexo D del EIA del Proyecto, en cuanto a la atenuación de las vibraciones, encontrándonos simplemente a una desadecuación formal que no tuvo ningún efecto adverso susceptible de ser castigado con la severidad aplicada por la resolución recurrida.
52. En el IFA se compararon incluso los resultados presentados por mi representada en el informe antes mencionado, con los límites establecidos en la guía de la Federal Transit Administration, denominada “Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual” de septiembre 2018, con código FTA Report No. 0123, observándose, según lo señalado en la página 22 del IFA, que no se superan los límites establecidos por dicha Guía.

53. A mayor abundamiento, es posible señalar que las mediciones de vibración anteriores efectuadas por mi representada en la comuna de La Reina con fecha 1 de julio de 2019, según la metodología establecida en ISO 2631- 2:1989, también arrojaron que no existió superación de la norma indicada, en ninguna de las frecuencias estudiadas. Esto consta también en el IFA, en su página 13. Dichas mediciones volvieron a repetirse en septiembre de 2020, resultando que tampoco se superaron los niveles establecidos en dicha ocasión.
54. En resumen, la exposición de estos resultados tiene por objeto hacer presente a esta autoridad que, tal como se señala en las conclusiones del IFA, las mediciones efectuadas tanto por Metro como por el IDIEM son concluyentes en cuanto a que, respecto al componente vibraciones, el paso del metro a través del tramo entre las estaciones de Línea 3 Plaza Egaña y Fernando Castillo Velasco, **no supera el límite para uso residencial en horario nocturno, establecido en ISO 2631- 2:1989**, entre las frecuencias de 1 Hz y 80 Hz y que el sistema antivibratorio se comporta acorde a lo comprometido en el Anexo D de EIA del proyecto, proveyendo la mitigación requerida.
55. **En caso de haber efectuado la medición en función de lo establecido en la norma ISO 7626-2:2015, se hubiese llegado a esta misma conclusión.** Por lo anterior, estimamos improcedente que se configure un hecho infraccional en base a la aplicación literal de lo dispuesto en el Anexo D del EIA cuando la realidad es que el uso del método ISO 7626- 5:2019 no ocasionó perjuicio alguno, llegándose al mismo resultado que si se hubiese utilizado el método establecido.
56. Justamente la SMA reconoció lo expuesto en los párrafos precedentes al señalar que: *“En relación a la infracción N° 1, la empresa expone que no se ha acreditado un daño o peligro en relación con el cargo imputado, lo que para este Superintendente resulta acertado. En efecto, atendida la normativa y medidas de evaluación ambiental infringidas, relativas al uso de una metodología específica, se estima que la **infracción no es susceptible de***

causar un daño o un peligro concreto a la salud de las personas o al medio ambiente, por cuanto se trata de una infracción relacionada al incumplimiento de un método específico fijado para evaluar la efectividad de una medida de mitigación de vibraciones”.

57. En consecuencia, la propia SMA reconoce en la R.E. N°1646/2022 la ausencia de perjuicios ambientales derivados de la comisión de la infracción de la RCA N° 243/2014.

58. En definitiva, es posible concluir que:

- (i) Ambos métodos se encuentran sujetos al mismo estándar;
- (ii) Ambos métodos tienen por objeto medir la movilidad mecánica y otras funciones de respuesta en frecuencia de estructuras siendo la única diferencia entre ellos el uso de un excitador adosado o no a la estructura;
- (iii) El método utilizado (ISO 7626-5:2019) cumplió la finalidad que se buscaba en la evaluación del Proyecto: verificar que el sistema de mitigación de vibraciones asegure una reducción por debajo de los niveles establecidos en la norma ISO 2631-2-89;
- (iv) Fue materialmente imposible acceder a los equipos necesarios para la realización de la medición bajo el método indicado en el Anexo D, siendo los únicos equipos disponibles aquellos correspondientes al método ISO 7626-5:2019; y,
- (v) La utilización de este método no ocasionó perjuicio alguno, tal como confirmó la propia SMA.

III. NO CONCURRENCIA DE CIRCUNSTANCIAS AGRAVANTES DEL MONTO DE LA SANCIÓN Y EXISTENCIA DE CIRCUNSTANCIAS ATENUANTES ESTABLECIDAS EN EL ARTÍCULO 40 DE LA LOSMA.

1. Para efectos de determinar la sanción específica aplicable a un caso concreto, el artículo 40 de la LOSMA indica una serie de circunstancias que pueden ser utilizadas por la SMA para aumentar, o para disminuir dicha sanción, según estime pertinente.
2. De esta manera, la jurisprudencia del Segundo Tribunal Ambiental ha sido sistemática en el sentido de que el legislador le ha impuesto a la SMA un deber de considerar en la determinación de sanciones específicas las circunstancias del art. 40 de la LOSMA.
3. Ello por cuanto en ejercicio de la potestad sancionatoria, la SMA debe seguir ciertos pasos que terminan en la imposición de una sanción específica. En ese sentido, como ha señalado el profesor Jorge. Bermúdez¹⁰, una vez determinada la infracción, deberán considerarse ciertos criterios de graduación y ponderación de sanciones, que en general se derivan del principio de proporcionalidad, que es fundamental del Derecho administrativo sancionador. Conforme a él se permite adecuar la represión a la infracción y sus circunstancias, limitando la discrecionalidad administrativa en su imposición.
4. Una vez que se tiene el rango de sanciones que es posible aplicar, se deben ponderar las circunstancias del artículo 40 de la LOSMA, que la SMA debe aplicar para definir la multa, y que pueden aumentar o disminuir la sanción específica. En palabras de nuestra doctrina “*constituyen criterios jurídicos de observancia obligatoria para la SMA al momento de llevar a cabo la graduación y cuantificación de la sanción aplicable*”¹¹.

¹⁰ Jorge Bermúdez, Fundamentos de Derecho Ambiental, 2º Edición (Valparaíso: Ediciones Universitarias, 2014), 480.

¹¹ Jorge Bermúdez, Reglas para la imposición de sanciones administrativas en materia ambiental, en Sanciones Administrativas X Jornadas de Derecho Administrativo, coord. por Jaime Arancibia y Pablo Alarcón (Santiago: Thomson Reuters, 2014), 616.

5. Los lineamientos para que la SMA realice la ponderación de las circunstancias han sido definidos en la Guía Metodológica para la Determinación de Sanciones Ambientales de dicho órgano fiscalizador. Consiste en una *“herramienta analítica que ha contribuido a dar coherencia, consistencia y proporcionalidad en la fundamentación de las sanciones, potenciando el efecto disuasivo de las mismas”*¹².
6. Respecto a estas Bases Metodológica, nuestros Tribunales Ambientales¹³ han entendido que son de aplicación obligatoria para la SMA, al señalar:

*Que, este Tribunal no concuerda con la posición sostenida por la SMA en cuanto al carácter de referencial que le atribuye al documento denominado "Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales", aprobado por resolución exenta N° 1.002, de 29 de octubre de 2015, y publicada posteriormente en el Diario Oficial. El artículo segundo de dicha resolución expresa claramente que dichas bases serán aplicables a todos los procedimientos sancionatorios incoados por la SMA. Por lo tanto, **en ningún caso puede considerarse que la Guía tenga un carácter referencial**, sin perjuicio que en casos excepcionales y debidamente justificados la SMA pueda apartarse de ella. Además, en sus vistos se expresa claramente que, conforme a su Ley Orgánica, se **radica en la SMA la facultad exclusiva de imponer sanciones administrativas, disponiendo para ello de un procedimiento reglado, y que, para el cumplimiento de lo antes indicado, se ha diseñado las bases metodológicas, como una herramienta analítica cuyo objeto es la búsqueda de coherencia, consistencia y proporcionalidad en la fundamentación de las***

¹² Superintendencia del Medio Ambiente, Guía Metodológica para la Determinación de Sanciones Ambientales, 6

¹³ Sentencia Tercer Tribunal Ambiental, Rol R-23-2015, de 23 de mayo de 2016, considerando 67.

sanciones, potenciando el efecto disuasivo de las mismas. Esas ideas se repiten en las mismas bases metodológicas”.

7. Por su parte, se ha destacado por la judicatura ambiental que **“el desarrollo de los criterios contenidos en el artículo 40 de la LOSMA, para elegir alguna de las sanciones contenidas en el artículo 39 del citado cuerpo legal, no puede limitarse a indicar que la conducta anterior será considerada sin más, omitiendo razonar sobre lo más importante, esto es, precisar en qué forma ese efecto agravante influye en el Superintendente para determinar la sanción específica”¹⁴.**
8. De la misma manera ha fallado que los criterios para determinar las sanciones *“... deberán estar debidamente motivados, de manera tal que se pueda comprender por qué se optó por una sanción -y en caso de multa, por qué se llegó a un monto específico- y cómo los criterios del artículo 40 fueron utilizados para arribar a tal decisión*¹⁵.
9. Al contrario de lo indicado, la resolución sancionatoria sólo señala que ciertas circunstancias del art. 40 de la LOSMA serán consideradas, pero no desarrolla ni motiva de qué manera y en qué cantidad estas influyen en la cuantía de la multa impuesta, cuestión que afecta la motivación de la misma y el derecho de defensa de esta parte, al no poder contradecir dichos argumentos, por no conocerlos al no estar expresados en el acto recurrido.
10. El Tribunal Ambiental de Santiago ha señalado en sentencia en la causa R-196-2018 el 1 de junio de 2020 que:

¹⁴ Sentencia 2º Tribunal Ambiental de 1 de junio de 2020, rol R-196-2018, Consid. 24º. En el mismo sentido, se pronuncia el Tribunal en la causa: R-6-2013.

¹⁵ Sentencia 2º Tribunal Ambiental de 17 de diciembre de 2014, rol R-26-2014.

*“Acoger parcialmente la reclamación deducida en contra de la Resolución Exenta N° 241, de 26 de febrero de 2018, dictada por el Superintendente del Medio Ambiente, **solo en cuanto se anula lo dispuesto en el capítulo VIII, relativo a la consideración de las circunstancias del artículo 40 de la LOSMA** para la determinación de la sanción específica, de su parte considerativa y el resuelvo primero de su parte resolutive, **debiendo el Superintendente dictar una nueva resolución, en la que, manteniendo la tipificación y calificación de las infracciones, fundamente conforme a lo señalado en el capítulo II de esta sentencia, la aplicación de las circunstancias del artículo 40 de la Ley Orgánica de la SMA”.***

A. BENEFICIO ECONOMICO OBTENIDO CON MOTIVO DE LA INFRACCIÓN

1. En el caso del beneficio económico, corresponde al literal c) del artículo 40 de la LOSMA, y se ha definido como “todas aquellas ganancias o beneficios que pudo obtener el infractor con ocasión de perpetrar la infracción administrativa”¹⁶ y su objetivo es colocar al infractor en un escenario menos ventajoso, en términos económicos.
2. En las bases metodológicas, la SMA señala que este beneficio económico considera dos elementos: a los costos retrasados como “*el beneficio asociado al hecho de incurrir en costos vinculados al cumplimiento de las exigencias legales con posterioridad al momento en que la normativa lo requería o al momento en que, de haber sido incurridos, la infracción podría haberse evitado*”. Mientras que los costos evitados “*corresponden al beneficio asociado al hecho de obtener un ahorro económico al evitar incurrir en determinados costos vinculados al cumplimiento de la normativa (...)* Asimismo, corresponden a costos evitados aquellos costos no recurrentes en

¹⁶ Cristóbal Osorio, Manual de Derecho Administrativo Sancionador, 2º Edición, 855.

los casos en que no se ha incurrido, ni se incurrirá en ellos, para dar cumplimiento a la normativa que lo requiere”.

3. Ahora bien, respecto del cálculo del beneficio económico realizado por la SMA este fue realizado considerando dos escenarios:
 - (i) Escenario de cumplimiento: El desglose monetario en el supuesto de que Metro hubiese cumplido lo dispuesto en la RCA N°243/2014.
 - (ii) Escenario de incumplimiento: Que implicó monetariamente para Metro la infracción de la RCA.
4. Pues bien, la diferencia de ambos escenarios sería el beneficio económico obtenido por mi representada En este sentido, el escenario de cumplimiento contemplaba, según la SMA, la suma de 45 UTA y el escenario de incumplimiento la suma de 6 UTA, siendo entonces el beneficio económico obtenido por Metro con ocasión del cargo imputado un total de 36 UTA.
5. Sin embargo, para el calculo del escenario de cumplimiento, es decir, cuanto le hubiera costado a Metro contratar la maquinaria comprometida en la RCA N° 243/2014, la SMA se remite a otro procedimiento sancionatorio (D-054-2019), que, si bien también se le formularon cargos a Metro en esa ocasión, **no fue en un contexto igual al caso de autos.**
6. Con la información disponible en ese procedimiento sancionatorio, hicieron una estimación de lo que hubiese sido el costo del excitador que debiese haber ocupado Metro en un escenario de cumplimiento, sin embargo, **en ningún momento se fundamenta detalladamente como llegaron a la cifra que posteriormente plasmarían en la sanción.**

7. Por otra parte, **tampoco se toma con la debida consideración el hecho de que Metro S.A. financió el estudio de transferencia de movilidad realizado en octubre de 2020 por la empresa consultora externa** Contador y Campos Ingeniería Ltda. En razón del perjuicio económico que este significo para mi representada, al menos debió haber sido considerado como un atenuante o una rebaja de la sanción por parte de la SMA, situación que no ocurrió.
8. En suma, en virtud de expuesto en los párrafos anteriores, se solicita que se proceda a recalcular en lo pertinente la sanción impuesta considerando los antecedentes del actual proceso sancionatorio. Además, se solicita una adecuada fundamentación del calculo mediante el cual se llega a la sanción impuesta, de manera que sea inteligible para mi representada.

B. LA IMPORTANCIA DE LA VULNERACIÓN AL SISTEMA JURIDICO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

1. Esta circunstancia, establecida en la letra i) del artículo 40 de la LOSMA, permite valorar la relevancia que un determinado incumplimiento ha tenido para el sistema regulatorio ambiental.
2. En el caso de análisis, en relación con la naturaleza de la normativa infringida, según la SMA, la infracción N°1 constituye una contravención de normas, medidas y condiciones establecidas en la RCA N° 243/2014, que regula la ejecución del proyecto.
3. Ahora bien, cabe señalar, en primer lugar, que la RCA es un acto administrativo de efectos particulares que autoriza el funcionamiento de un proyecto o actividad sujeta al cumplimiento de ciertas normas y condiciones que lo regulan. A diferencia de otros actos administrativos, el contenido de una RCA está dado por aspectos técnicos y jurídicos, lo que implica, muchas veces, que **su contenido deba ser interpretado más allá de su simple texto,**

debiendo atenderse a su finalidad, esto es la evaluación de los impactos en el medio ambiente.

4. En esa línea, tal autorización administrativa tiene enunciados de distinta naturaleza: declaraciones generales (como que el Proyecto debe ajustarse a sus términos); enunciación de derechos (como que el Proyecto puede ejecutarse); declaraciones relacionadas con la predicción y evaluación de impactos (como que el Proyecto no genera las hipótesis previstas en el artículo 11 de la LGBMA); enunciaciones relacionadas con el responsable de cumplir con sus exigencias (como que todas las medidas y disposiciones establecidas, son de responsabilidad del titular del proyecto, sean implementadas directamente por éste o a través de un tercero); y, especificaciones respecto a la manera de cumplir con tales obligaciones (como, por ejemplo, mantener un registro de las aplicaciones efectuadas para el control de vectores sanitarios).
5. **Todo aquello implica que la autorización de funcionamiento (RCA) tenga algunos aspectos ambiguos o de “textura abierta”, al igual que todo texto jurídico, pues sus términos tienen una periferia vaga** (más si se considera que se trata de supuestos científicos de gran complejidad). Así, es inevitable un ejercicio interpretativo formal o estrecho que se apege a los distintos intereses en juego.
6. No obstante, la interpretación del texto de una RCA requiere, además, de un contexto, dado por la descripción y finalidad del proyecto o actividad y su entorno. En este sentido, es necesario tener presente que el proyecto evaluado y calificado ambientalmente corresponde a una ingeniería conceptual o básica que luego se va precisando en función de razones técnicas propias de la actividad o del lugar en que se emplaza el proyecto, lo aceptado o aprobado en abstracto.
7. En este sentido, el Segundo Tribunal Ambiental ha señalado que “(...) *en materia de evaluación ambiental, se encuentra largamente asentado que, al momento de evaluarse un proyecto o actividad, éste se encuentra en un nivel*

*de ingeniería básica o conceptual, lo que no obsta a que se produzcan en dicho estadio definiciones particulares (obras, partes o acciones) que queden plasmadas en la resolución de calificación ambiental ulterior*¹⁷. De esta forma, llevar la RCA a la vida presente a partir de sus propias disposiciones y en virtud de la finalidad que se tuvo en consideración al momento de diseñar el proyecto, es el primer desafío interpretativo que debe realizarse para abordar la ejecución evolutiva de todo proyecto¹⁸ y todo incumplimiento también debe analizarse desde esa perspectiva.

8. Junto con la importancia del texto de la RCA, su contexto y la finalidad del proyecto específico, en caso de duda o falta de claridad respecto de una disposición expresa de la misma, el procedimiento de evaluación y su posterior calificación cumplen un rol auxiliar relevante en la interpretación. Precisamente, el procedimiento de evaluación consiste en un conjunto de actos trámite concatenados que terminan en la dictación del acto terminal, en donde *“concurren diversas voluntades, como son las de la Administración del Estado, del titular del proyecto y, cuando corresponde, de la ciudadanía”*¹⁹.
9. Con todo, de recurrirse a este elemento, debe realizarse una interpretación completa y omnicomprendensiva del expediente de evaluación ambiental y de los aspectos que se quiera desentrañar, ya que es posible, incluso, que existan contradicciones y lagunas en el propio procedimiento administrativo, que no permitan alcanzar el objetivo buscado. Precisamente, los Tribunales Ambientales en diversos casos, de forma consistente, han determinado el origen, alcance, sentido o finalidad de una obligación ambiental mediante la revisión completa del expediente de evaluación ambiental, y no solamente la RCA como acto terminal²⁰.

¹⁷ Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental, de fecha 20 de noviembre de 2020, causa Rol R-140-2016, considerando decimoséptimo.

¹⁸ Carrasco, Edesio; y, Herrera, Javier: “La interpretación de la resolución de calificación ambiental”, en *Revista Chilena de Derecho*, 41 (2), 2014, p. 662.

¹⁹ Guzmán, Rodrigo: *Derecho Ambiental Chileno. Principios, instituciones, instrumentos de gestión ambiental*, Planeta Sostenible, 2012, p. 149.

²⁰ Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental, de fecha 29 de marzo de 2018, causa Rol R-138-2016, considerandos vigésimos primero a vigésimo quinto; Sentencia del Segundo Tribunal

10. En definitiva, la actividad interpretativa de los derechos y obligaciones que impone una RCA, y por lo tanto la determinación de su eventual incumplimiento, no es una actividad rígida ni formal, sino que corresponde a una labor compleja, que tiene por objetivo arribar a una solución razonable, proporcional y ajustada a su contexto
11. Así las cosas, el inciso final del artículo 24 de la Ley N° 19.300, dispone que el titular del proyecto deberá someterse estrictamente al **contenido** de la Resolución de Calificación Ambiental respectiva.
12. Siguiendo esa lógica, el artículo 3 de la LOSMA, le permite a la SMA sancionar únicamente ante la eventualidad que se hayan incumplido las normas, condiciones o medidas establecidas en la RCA.
13. Pues bien, cabe preguntarse *¿Cuál es la naturaleza de la obligación infringida?*, ¿norma; condición o medida? De la lectura del expediente de evaluación, resulta claro que no es una medida de mitigación, compensación o reparación. Tampoco es cumplimiento de normativa ambiental aplicable. Asimismo, tampoco es una condición exigencia o medida establecida en la RCA a solicitud de los organismos sectoriales, simplemente es un método establecido en el Anexo D del EIA del Proyecto-que permite determinar si se está cumpliendo con una determinada norma de referencia (ISO 2631-2-89). En resumidas cuentas, **es un componente accesorio o accidental de una obligación principal que sí fue cumplida en tiempo y forma.**

Ambiental, de fecha 8 de febrero de 2019, causa Rol R-141-2017 (acumulada con R-142-2017), considerando octogésimo primero; Sentencia del Segundo Tribunal Ambiental, de fecha 20 de noviembre de 2020, causa Rol R-140-2016, considerandos vigésimo octavo a trigésimo; Sentencia del Tercer Tribunal Ambiental, de fecha 22 de enero de 2021, causa Rol R-5-2020, considerando quincuagésimo noveno.

14. En este sentido, ante la imposibilidad de cumplir con este ensayo y, siguiendo un criterio finalista, se optó por cumplir con la finalidad de la RCA y verificar mediante otro método que el sistema de mitigación de vibraciones asegure una reducción por debajo de los niveles establecidos en la norma ISO 2631-2-89.
15. En consecuencia, la discusión actual es un problema de medios, no de fines. De manera tal que se buscó el mismo objeto indicado por la RCA, pero mediante un mecanismo distinto, siguiendo el mismo estándar técnico y obteniendo los mismos resultados que se hubiesen tenido con el original, por lo que la relevancia que el incumplimiento tuvo para el sistema regulatorio ambiental es inexistente.
16. Lo anterior se ve ratificado aún más si se considera lo indicado por el IFA en sus conclusiones al señalar que el Ensayo que fue efectivamente efectuado por esta parte: **(i) resultaba coherente para conocer los valores de movilidad** en las frecuencias de interés; y **(ii) que a partir de los datos recopilados se constató que el sistema se ajusta a la atenuación requerida** indicada en el Anexo D del EIA del proyecto; y **(iii) que la desadecuación sólo consistiría en que el método empleado no fue el establecido en la RCA del Proyecto.**
17. De esta manera, esta SMA le está dando al cargo sancionado un valor de seriedad medio, **cuando en los hechos el incumplimiento fue meramente formal**, obteniéndose los mismos resultados (constatados por el IFA) que se habrían obtenido en el evento de haberse empleado el método expresado en la RCA.

C. INTENCIONALIDAD DE LA COMISION DE LA INFRACCION Y EL GRADO DE PARTICIPACIÓN EN EL HECHO, ACCIÓN U OMISIÓN CONSTITUTIVA DE LA MISMA

1. Esta circunstancia, establecida en la letra d) del artículo 40 de la LOSMA, establece dos aspectos para la determinación de la sanción en un caso específico: (i) la intencionalidad en la comisión de la infracción; y, (ii) el grado de participación en el hecho, acción u omisión constitutiva de la misma.
2. La “intencionalidad” se vincula a la existencia de dolo en la comisión de las infracciones imputadas. Si bien, en derecho administrativo sancionador este elemento no es necesario para la configuración de la infracción imputada - sino sólo es necesaria la culpa infraccional-, sí lo es para ajustar la sanción específica de acuerdo al principio de culpabilidad.
3. Por otra parte, dada la dificultad, reconocida por la SMA, para acreditar dolo en la comisión de infracciones ambientales, para determinar su configuración se acudirá principalmente a la prueba indirecta o circunstancial, la que podrá dar luces sobre las decisiones adoptadas por el infractor (especialmente, cuán informadas fueron las decisiones tomadas), y también su adecuación con la normativa. En este sentido, cuando una infracción haya sido cometida sólo con culpa y negligencia y no dolo, no se considerará el elemento de intencionalidad, dado que éste es considerado -cuando corresponde- para agravar el monto de la sanción.
4. En este sentido, de los antecedentes analizados es posible concluir que la conducta de Metro S.A. no es, y no ha sido en ningún momento, dolosa.
5. Sorprende entonces, que la SMA haya decidido incrementar la sanción a aplicar para la infracción N°1, aduciendo principalmente a la circunstancia de que Metro es un sujeto calificado.
6. Desde luego resulta perturbador, el incremento de la sanción sin tomar en cuenta una responsabilidad objetiva por parte de mi representada. No cabe

ninguna duda de que en este caso se ha cumplido con la debida diligencia conforme a los estándares que debe seguir una empresa de transportes.

7. En efecto, la realización de la medición bajo el método ISO 7626-5:2019 no fue en ningún aspecto dolosa, sino que se debió a la intención de mi representada de ejecutar de la mejor manera posible la medición comprometida, en un compromiso por evitar un mal mayor.
8. Por lo demás, Metro S.A. evidenció mediante acciones su intención de mitigar las vibraciones emitidas por el Proyecto, implementado una serie de medidas en tal sentido, lo cual es ilustrativo de la ausencia de dolo por parte de mi representada en cuanto a la emisión de vibraciones por parte del Proyecto. Cuestión que, por lo demás, fue reconocida por la propia SMA al haber reconocido la cooperación eficaz de mi representada, reduciendo en consecuencia la sanción del cargo N° 1.
9. En virtud de lo expuesto, la SMA debió tener en consideración el carácter activo, cooperativo y propositivo que ha tenido Metro S.A. a lo largo del procedimiento sancionatorio, más allá de solo considerar su calidad de sujeto calificado.
10. En definitiva, como ya hemos explicado detalladamente a lo largo de esta presentación, resulta manifiesto que Metro no actuó de mala fe, operó con la debida diligencia que debe tener una empresa de transportes en todo momento, realizó diversas acciones tendientes a evitar un mal mayor (como así lo reconoció la propia SMA). En ese sentido, resulta improcedente lo dispuesto por la SMA de aumentar la sanción basada en una supuesta intencionalidad que nunca fue comprobada.

POR TANTO, de conformidad a lo expuesto y a lo dispuesto en el art. 55 de la Ley N°20.417;

Al Sr. Superintendente del Medio Ambiente pido tener por interpuesto recurso de reposición administrativa en contra de la R.E. N°1646/2022 que resolvió sancionar a Metro S.A. con 104 UTA, proceder a su conocimiento y, en definitiva, dejar sin efecto la sanción impuesta, o en subsidio, proceda a disminuir el monto de la multa impuesta al mínimo legal.

PRIMER OTROSÍ: sírvase tener por acompañada copia con vigencia de la Escritura Pública, otorgada con fecha 4 de mayo de 2022, ante la Notaria de Santiago de doña María Angélica Santibañez Torres, por la cual se acredita el poder de don Gonzalo Rodríguez Belmar para representar a METRO S.A.

SEGUNDO OTROSÍ: Sírvase señor superintendente tener por acompañado el siguiente documento, en formato digital:

- ANEXO N°1: Estudios de Atenuación Vibroacústica de Proyectos Ferroviarios.

**Gonzalo Patricio
Rodriguez
Belmar**

Firmado digitalmente por
Gonzalo Patricio Rodriguez
Belmar
Fecha: 2022.10.21 16:21:37
-03'00'

Maria Paz
Fuchslocher E.

Firmado digitalmente por Maria Paz
Fuchslocher E.
Nombre de reconocimiento (DN): cn=María
Paz Fuchslocher E., o=Metro, ou=Metro,
email=maria.fuchslocher@metro.cl, c=CL
Fecha: 2022.10.21 16:16:59 -03'00'



SANTIAGO

Certifico que la presente escritura Repertorio N° 1212-2021 a la fecha y siendo las 9,41 horas, No presenta anotaciones marginales en su matriz que den cuenta de su revocación, por lo que debe entenderse vigente en todas sus partes.

Certifico que el presente documento electrónico es copia fiel e íntegra de DELEGACION DE FACULTADES EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A. A GONZALO PATRICIO RODRIGUEZ BELMAR otorgado el 13 de 10 de 2021 reproducido en las siguientes páginas.

Repertorio N°: 1212 - 2021.-

SANTIAGO, 04 de Mayo de 2022.-



N° Certificado: 123456810366.-
www.fojas.cl

Emito el presente documento con firma electrónica avanzada (ley No19.799, de 2002), conforme al procedimiento establecido por Auto Acordado de 13/10/2006 de la Excm. Corte Suprema.-

Certificado N° 123456810366.- Verifique validez en www.fojas.cl.-

CUR N°: F078-123456810366.-

Digitally signed by
MARIA ANGELICA DEL
PILAR SANTIBAÑEZ
TORRES
Date: 2022.05.04
10:08:08 -03:00
Reason: Notaria Elena
Torres Seguel
Location: Santiago -
Chile

MARIA
ANGELICA
DEL PILAR
SANTIBAÑEZ
TORRES

Cuatrecientos Cuarenta y Dos

446

Elina Torres Seguel

Notario Público de Santiago

Instituto Cuarenta Notarías

Bulnes 141 - Tel. 226711228

Santiago - Chile

AÑO 2021

REPERTORIO N° 1.212

Mng. 595

DELEGACION DE FACULTADES

EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.

A

GONZALO PATRICIO RODRIGUEZ BELMAR



SANTIAGO, REPUBLICA DE CHILE, a trece de Octubre del

año dos mil veintiuno, ante mí, MARIA ANGELICA SANTIBAÑEZ

TORRES, Abogada, Notario Público, suplente de la titular señora

Elina Torres Seguel, según consta del Decreto Económico de fecha

veintinueve de Septiembre del año dos mil veintiuno, protocolizado al

libro de mis registros bajo el número doscientos cincuenta y cuatro

de Octubre del año ya citado, con Oficio en Avenida

Bulnes (Paseo Bulnes) número ciento cuarenta y uno,

Santiago, Trigésima Quinta Notaría de Santiago, comparece: don

RUBÉN ALVARADO VIGAR, chileno, casado, ingeniero civil

químico, cédula de identidad número siete millones ochocientos

cuarenta y seis mil doscientos veinticuatro guión ocho, en

representación, según se acreditará, de la EMPRESA DE

TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A., en adelante también

"Metro S.A." o "la Empresa", indistintamente, Rol Único

Tributario número sesenta y un millones doscientos diecinueve mil

guión tres, ambos domiciliados en Avenida Libertador Bernardo

O'Higgins número mil cuatrocientos catorce, de la ciudad de

Santiago; mayor de edad, a quien conozco por haberme exhibido su

respectiva cédula de identidad y expone: PRIMERO: En Sesión

número ochocientos cincuenta y dos, Ordinaria, del Directorio de



Metro S.A., celebrada con fecha quince de septiembre de dos mil
catorce, cuya acta se redujo a escritura pública el veintinueve de
Septiembre del mismo año en la Notaría de don Raúl Undurraga
Laso, el compareciente fue designado Gerente General de la
Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A. **SEGUNDO:** De
acuerdo a las facultades que en la calidad indicada le fueron
otorgadas en sesión número ochocientos cincuenta y tres,
Ordinaria, de veintinueve de septiembre de dos mil catorce, del
Directorio de Metro S.A., cuya Acta se redujo a escritura pública
conjuntamente con la citada en la cláusula anterior, y a la
aprobación del texto refundido de sus poderes en sesión número mil
treinta y cinco, Ordinaria, de veintiséis de julio de dos mil
veintiuno, del Directorio de Metro S.A., cuya Acta se redujo a
escritura pública en esta Notaría bajo el número de Repertorio
novecientos uno del día doce de agosto de dos mil veintiuno, el
compareciente puede delegar parte de sus facultades en otras
personas, en los términos a que se refiere la letra "kk" de la última
de las Actas mencionadas. **TERCERO:** En ejercicio de las
facultades antedichas, don **Rubén Alvarado Vigar**, en el carácter en
que comparece, delega la facultad de actuar en representación de la
sociedad ante las autoridades de la institucionalidad ambiental en
Chile, las que se enuncian a continuación, al Subgerente de
Medioambiente don **Gonzalo Patricio Rodríguez Belmar**, chileno,
casado, ingeniero civil industrial, cédula de identidad número
quince millones trescientos trece mil setecientos treinta y nueve
guion cero, para que represente a la sociedad en toda clase de
peticiones, solicitudes, presentaciones, recibos, certificaciones o
declaraciones relacionadas con la materia ambiental, pudiendo
suscribir todo tipo de instrumentos públicos o privados.
Específicamente, se confiere al mandatario las facultades de



Certificado emitido con Firma Electrónica Avanzada Ley Nº 19.799 Autoacordado de la Excm. Corte Suprema de Chile.- Cert Nº 123456810366 Verifique validez en <http://www.fojas.cl>

Cuatrocientos Cuarenta y siete 447

Elena Torres Seguel

Notario Público de Santiago

Trigésima Quinta Notaría

Seda, Bulnes 141 - Tel. 296711228

Santiago - Chile

representar a la sociedad ante: A) **Ministerio del Medio Ambiente**,

para realizar las gestiones establecidas en el Decreto Supremo Uno

del año dos mil trece del Ministerio del Medio Ambiente y sus

modificaciones, relacionadas con la obligación de declarar las

emisiones generadas por los distintos establecimientos industriales

con los que cuenta Metro S.A. mediante el Registro de Emisiones y

Transferencias de Contaminantes (RETC). B) **Servicio de**

Calificación Ambiental (SEA), para realizar las gestiones

previstas en el Decreto Supremo Cuarenta del año dos mil trece

del Ministerio del Medioambiente, en lo relacionado con los

proyectos que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto

Ambiental (SEIA). A modo de ejemplo, sin que la siguiente

enumeración sea taxativa, se destacan las siguientes gestiones:

Declaración de Impacto Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental,

solicitud de Pertinencia, solicitud de ampliación de plazo, ingreso

de, entre otros. C) **Superintendencia del Medio Ambiente**

para actuar en el sistema de regulados (SAR) en calidad de

representante de Metro S.A., utilizando su clave única, con el objeto

de recibir y enviar información a la SMA a través de las siguientes

plataformas: uno. Sistema de Resolución de Calificación Ambiental

(SRCA); dos. Sistema de Seguimiento Ambiental (SSA); y, tres.

Sistema de Gestión de programa de Cumplimiento (SPDC), cuando

corresponda. Además, podrá representar a Metro S.A. ante las

solicitudes, presentaciones y peticiones que pueda requerir la

SMA. Y, D) **Consejo de Monumentos Nacionales (CMN)**, para

suscribir todo tipo de documentos, ya sea públicos o privados, con

el objetivo de realizar todas las gestiones ante este organismo

relacionadas a los proyectos de Metro. S.A. **CUARTO:** El

compareciente podrá reasumir sus facultades cuantas veces estime

conveniente o revocar a su solo arbitrio las delegaciones efectuadas.

3



QUINTO: Por el presente acto, a partir de esta fecha, se revocan las delegaciones efectuadas anteriormente sobre las materias de que tratan las cláusulas precedentes, sin afectar esta revocación las delegaciones efectuadas sobre materias distintas a las de la presente escritura. SEXTO: Se faculta al portador de copia autorizada de la presente escritura para requerir las inscripciones, subinscripciones o anotaciones que en derecho procedan. PERSONERÍA: La personería de don Rubén Alvarado Vigar para representar a la Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A. consta de las escrituras públicas de fechas veintinueve de septiembre de dos mil catorce, otorgada en la Notaría de don Raúl Undurraga Laso, y de doce de agosto de dos mil veintiuno, otorgada en esta Notaría, las que no se insertan a petición del compareciente y por ser conocidas de la Notario que autoriza, al haberse acreditado mediante instrumento público. Así lo otorga y en comprobante y previa lectura el compareciente firma y estampa su impresión digito pulgar derecho junto al notario que autoriza. ANOTADA EN EL REPERTORIO NUMERO MIL DOSCIENTOS DOCE -- (1.212)-- Se da copia.- Doy Fe.- MARIA ANGELICA SANTIBANEZ TORRES NOTARIO PUBLICO SUPLENTE.

[Handwritten signature of Rubén Alvarado Vigar]

RUBÉN ALVARADO VIGAR
C.I. N° 7.846.224-8
EN REP. DE EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.
RUT N° 61.219.000-3

[Handwritten signature of Maria Angelica Santibanez Torres]
MARIA ANGELICA SANTIBANEZ TORRES
NOTARIO PUBLICO SUPLENTE

Bol N° 10180
Derechos \$40.000

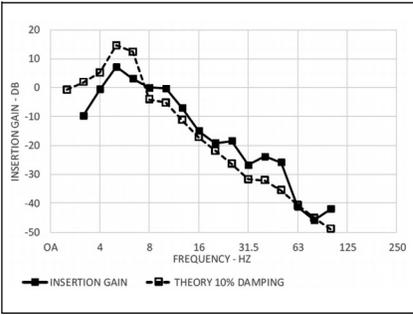


Certificado emitido con Firma Electrónica Avanzada Ley N° 19.799 Autoacordado de la Excm. Corte Suprema de Chile.- Cert N° 123456810366 Verifique validez en <http://www.fojas.cl>

ANEXO N°1

ESTUDIOS DE ATENUACION VIBROACUSTICA DE PROYECTOS FERROVIARIOS

A continuación, se presenta un resumen de 7 estudios asociados a la medición de movilidad mecánica en vías ferroviarias, que consideran el uso de excitadores del tipo martillo instrumentado, presentándose el extracto que menciona tal aspecto.

<p>ARTICULO N°1</p> <p>HIGH-PERFORMANCE FLOATING SLAB TRACK: DESIGN AND CONSTRUCTION IMPROVEMENTS BASED ON LESSONS LEARNED FROM PROTOTYPE SLABS</p> <p>James Tuman Nelson y Shankar Rajaram</p> <p><i>Colaboradores FTA – Autores de documento Base Criterio FTA 1996 actualizado 2005 y 2018.</i></p>	<p>The vibration reduction performance of the FST was measured and modeled theoretically (1). The measurements included shaker and hammer tests to evaluate the dynamic response of the slabs, and tests with light-rail vehicles to measure the insertion gain of the slabs. The insertion gain was measured by comparing the force density of the vehicle and floating slab track system with the force density of the vehicle and HRDF track at a section immediately south of the floating slab section.</p>  <p>Figure 1. Prototype FST insertion gain—measured vs theory.</p>
<p>https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0361198118823004</p>	<p>Agitador y Martillo</p>

ARTICULO N°2

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

Jose Daniel García Espinel.

Director del Departamento de Implantación e Innovación. Centro tecnológico de I+D+i, ACCIONA Infraestructuras. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos jgarcia4@acciona.es.

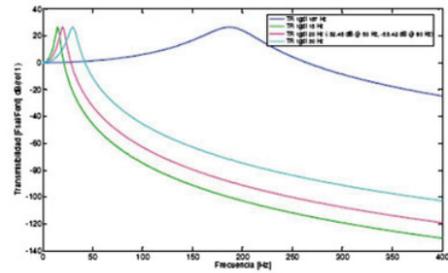


Figura 12. Curva de transmisibilidad del sistema ante condiciones de carga reales.

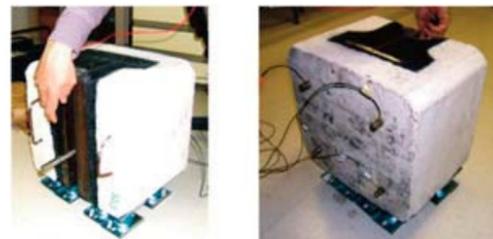
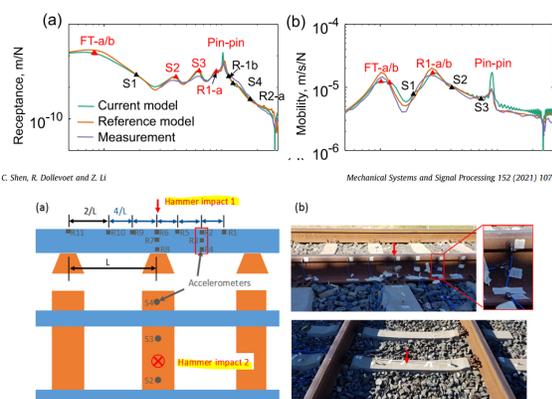


Figura 13. Ensayo con martillo excitador y acelerómetros triaxiales.

<p>ARTICULO N°3</p> <p>THE STUDY OF URBAN TRACK TRANSPORTATION ENVIRONMENTAL NOISE AND VIBRATION PREVENTION: FLOATING SLAB TRACK OF TAIPEI MRT</p> <p>S. Chang, K. Y. Chang & K. H. Cheng</p> <p><i>Memorias Urban Transport XVI Urban Transport and the Environment in the 21st Century.</i></p> <p><i>Edited By: A. Pratelli, University of Pisa, Italy and C.A. Brebbia, Wessex Institute of Technology, UK</i></p>	<p>212 Urban Transport XVI</p> <p>6.1 Measurement methods</p> <p>The transfer mobility measurement was carried on at three locations inside the tunnel (each location has three sensors installed at the slab, two at the tunnel invert and one the side wall). A hammer was used as the vibration source measured in three stages—without the slab in the first stage, with the slab in the second stage, with the slab and the track in the third stage. The first stage measured the tunnel invert without the slab and tried to screen out the varied influence from the soil; the second stage, which measured the tunnel invert and the slab, was mainly to define the nature frequency of the slab; and the third stage measuring the tunnel invert and the slab with the track was aimed to find out the vibration deduction from the slab to the invert, making sure the FST will meet functional criteria.</p>
<p>https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/UT10/UT10019FU1.pdf</p>	<p>Martillo</p>

<p>ARTICULO N°4</p> <p>FAST AND ROBUST IDENTIFICATION OF RAILWAY TRACK STIFFNESS FROM SIMPLE FIELD MEASUREMENT</p> <p>Chen Shen, Rolf Dollevoet, Zili Li</p> <p><i>Journal Mechanical Systems and Signal Processing</i></p>	<p>3. FRF features of ballasted railway track</p> <p>3.1. Two individual cases</p> <p>We first simulate two individual cases [38,39] of field hammer tests. The parameters are listed in Table 1. The major difference between the two cases is that the railpad stiffness is 1300 MN/m and 90 MN/m for Case 1 and 2, respectively. The purpose of simulating the two cases are two folds: (1) to use them as references to validate the proposed track model and (2) to identify the features of track FRFs with different track parameters.</p> <p>The FRF magnitudes calculated for Case 1 (stiff railpad) and Case 2 (soft railpad) are shown in Fig. 3 on the left and right column, respectively. For each case, we evaluate the point FRFs of the rail above a sleeper (first row of Fig. 3) and at mid-span (second row of Fig. 3). The results from the current model are compared with field hammer tests, as well as a 3D [38] and 2.5D FE model [39] for Case 1 and 2, respectively. In general, the current model yields good agreement with the measurements as well as the reference models.</p> <p>The peaks in the FRF curves indicate track resonances (TR). To identify the TRs associated with each peak, we perform an eigenanalysis of the FE track model. Based on the eigenfrequencies and corresponding eigenmodes of the rail, we construct the dispersion relations of the vertical rail bending waves; see Fig. 3 (e)-(f). Note here only the bending waves are shown; a more detailed description of other rail waves can be found in [40]. We can pinpoint the eigenfrequencies of the TRs at the cut-on frequencies of the rail waves (Wave 1-9). Some of the track resonances correspond to the peaks in FRF curves (see the red triangles in Fig. 3) while the others do not (the black triangles). This is a consequence of incomplete measurements.</p> <p>5</p>  <p>Fig. 15. Configuration of accelerometers and hammer impact locations: Accelerometers on the rail are three dimensional and labelled as R1 - R11. Accelerometers on the sleeper are one dimensional (vertical) and labelled as S1 - S4. Two impact locations are indicated by the red arrows. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)</p>
<p>https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A5caeb971-bd4a-4746-897b-c327e5974f9c</p>	<p>Martillo</p>

ARTICULO N°5

RECEPTANCE OF RAILWAY TRACKS AT LOW FREQUENCY: NUMERICAL AND EXPERIMENTAL APPROACHES

Elodie Arlaud, Sofa Costa d'Aguiar, Etienne Balmes

Transportation Geotechnics, Elsevier, 2016, 9, pp.1-16.

Experimentally, a widespread practical approach to get dynamic information on the global track behavior is to perform a receptance test. That is to **measure the transfer from force on rail** to the associated displacement, usually through a **hammer test**. This test characterizes the global **behavior of track for a range of frequencies** and allows the **identification of the main resonances** of the structure: it characterizes the structure **sensitivity to vibrations** (Man, 2002) and the dynamic flexibility of the track (Knothe and Wu, 1998). This test is not sufficient to give full information on track dynamic behavior under passing

Measurement setup

A set of measurements was performed on each one of these areas. 8 sensors are used, 3 on sleepers and 5 on the top of the rail as displayed in Fig. 13. Three points of impacts were specified, both on and between sleepers.

Characteristics of the measurement system are summarized in Table 2. The sampling frequency is 4096 Hz and

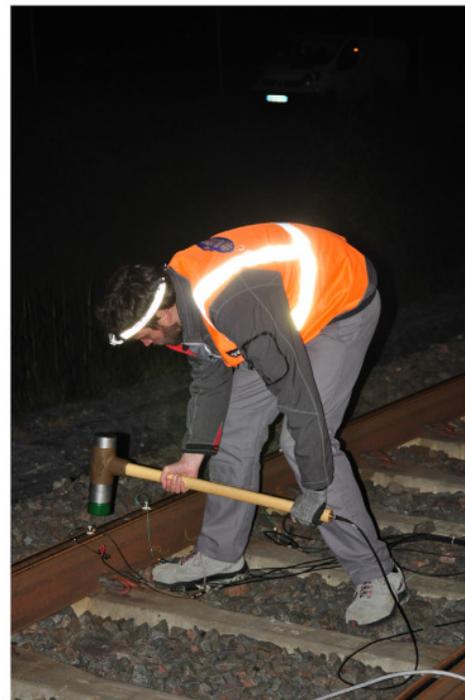


Fig. 13. Experimental setup for receptance tests in Chauconin transition zone test site.

ARTICULO N°6

EXPERIMENTAL PROCEDURES FOR TESTING THE PERFORMANCE OF RAIL DAMPERS

G. Squicciarini, M.G.R. Toward and D.J. Thompson

Institute of Sound and Vibration Research, University of Southampton, Highfield, Southampton, SO17 1BJ, UK

Journal of Sound and Vibration
Volume 359, 22 December 2015, Pages 21-39

A miniature accelerometer was attached to the rail at the reference point. For vertical measurements this was on top of the rail at the centre of the rail head, while for lateral measurements it was on the side of the rail head. The rail was excited with an instrumented hammer. Mobility FRFs (i.e. velocity over force) were used throughout the analysis with a frequency resolution of 3 Hz. Decay rates in each one-third octave band up to 5 kHz were calculated using eq. (2). To obtain one-third octave band decay rates the modulus-squared of FRFs ($A(x_0)$ and $A(x_n)$) are averaged into one-third octave bands before applying eq. (2).

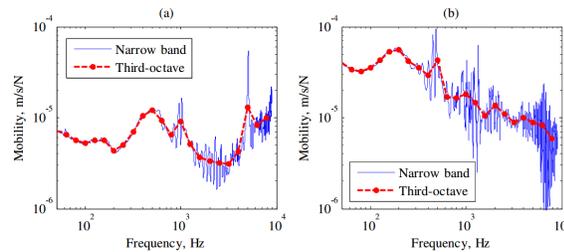


Figure 1. Vertical (a) and lateral (b) driving point mobility measured on the 32 m long test track.

ARTICULO N°7

DESCRIPTION OF TEST PROCEDURES BASED ON LABORATORY TESTS AND FIELD TESTS INCLUDING VALIDATION

RIVAS PROJECT
Railway Induced Vibration Abatement Solutions

Impact load

The procedure to excite the track by impact load is in general capable for determination of the dynamic characteristics of resilient elements of rail-fastenings systems (e.g. railpads) or systems installed in the track or in special test-rig installation as long as the input energy is high enough to generate vibration signals at the measurement points which are significant above the background vibration level.

For the impact load a falling mass (Figure 4-3) as well as an impact-hammer can be used. For the determination it is essential to use a hammer with input-force measurement device. With impact-load it is possible to generate vibration impacts within a frequency range between 5 and 200 Hz.



Figure 4-3: Hydraulic driven drop weight "DYNPACT" as an example for falling mass as used within RIVAS project WP 1 and WP 3 (picture Detusche Bahn AG R. Garburg)

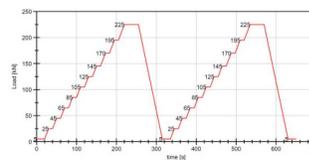


Figure 5-45: Static test wheelset loading protocol (left) and set of accelerometers used in the receptance tests (right).

Receptance tests

In the right hand side of Figure 5-45, the distribution of accelerometers used in the unloaded track box systems around the striking rail point is illustrated: the two accelerometers on the rail head were about 50 g sensors while the one in the web was about 100 g. The same distribution of sensors was adopted for the receptance tests performed in the loaded systems.

The peak forces and top frequencies generated with the different impulse sources used in the receptance tests were:

- Heavy hammer with hard tip: 2.2 kN (800 Hz)
- Slight hammer with hard tip: 8 kN (2,125 Hz)
- Slight hammer with soft tip: 2.2 kN (650 Hz)
- Hydraulic cylinders: 11 kN (40 Hz)