

Preparado por: David Parra Cuevas

Fecha Minuta: 27/12/2022

Minuta N°: 386

REF. Minuta N°:

Departamento que elabora minuta:

DEVAPAC: ☐ DED: ☐ DEA: ☐ DAR: ☐ DPC: ☒ DCG: ☐ Otro:

Profesional (es): David Parra Cuevas

Nombre del Proyecto:	Patio Montealegre
Tipo de Proyecto:	Declaración de Impacto Ambiental
Fecha de ingreso a evaluación:	19/08/2019
Etapas de Evaluación:	Adenda complementaria (retrotraído)
Tema:	Vibraciones

1. Descripción breve del proyecto y contexto de la evaluación ambiental

El Proyecto corresponde a un conjunto inmobiliario constituido por cuatro bloques de edificación, con usos de viviendas, locales comerciales y oficinas, un patio interior de acceso público con un mirador hacia el sector del puerto y otras obras de infraestructura. Se ubicará en la Región de Valparaíso, Provincia y comuna de Valparaíso.

Al respecto se solicita apoyo técnico para revisión de criterio correspondiente a evaluación de impactos por vibración, con relación a los efectos, características y/o circunstancias posibles de generarse sobre literal a) Art. 11 Ley 19.300, riesgo para la salud de la población.

Lo anterior, a consideración de revisión ya realizada sobre el proyecto en evaluación en donde se identificó incumplimiento de normativa de referencia para vibraciones no existiendo posibilidad alguna de subsanar los antecedentes presentados por el titular. En este contexto, el proyecto fue retrotraído a su etapa de adenda complementaria, conforme a lo resuelto por la Res. N° 202199101772 de fecha 09/12/2021 de la Dirección Ejecutiva del SEA, que acoge parcialmente el recurso de reclamación.

A razón de lo anterior, se revisan los nuevos antecedentes presentados en adenda complementaria, en particular, lo dispuesto en el **anexo P “Actualización estudio de vibraciones”**.

2. Análisis de aplicación normativa

2.1. Observaciones realizadas en análisis previo realizado por especialista

Se observó que el titular presentó como criterio de evaluación un umbral de referencia asociado a 98 VdB sin indicar fuente o sección de la norma de referencia utilizada en la estimación y evaluación de las vibraciones. De esta manera, el titular llegó a la conclusión de que los niveles de velocidad de vibración

Preparado por: David Parra Cuevas

(Lv) se encontrarían bajo el umbral de molestia correspondiente a la Categoría II de la normativa de referencia FTA-USA¹.

El titular utilizó un criterio único para la evaluación de impactos por vibración sobre la salud de la población y patrimonio cultural (Literales a) y f) del Art. 11, ley 19300, respectivamente), lo cual no es correcto dado que la Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA (2019) establece claramente la necesidad de considerar criterios específicos para cada objeto de protección, considerando sobre el literal a) la presencia de población o receptores humanos en el área de influencia y sobre el literal f), la presencia de monumentos y sitios con valor antropológico, arqueológico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Sobre el literal a) del Art. 11, Riesgo para la salud de la población, el titular asume un criterio señalado en la normativa ambiental de referencia FTA-USA, correspondiente al daño estructural generado en edificaciones, cuyo valor máximo establecido como criterio de impacto corresponde a un nivel de velocidad de vibración de **98 VdB**, lo cual no se consideró adecuado para efectos de evaluar riesgo para la salud de la población, toda vez que los umbrales que establece el estándar para tales fines, difieren considerablemente de dicho orden de niveles de velocidad de vibración.

Tabla 1. Criterio de daño estructural en construcción causado por vibraciones.

Table 7-5 Construction Vibration Damage Criteria

Building/ Structural Category	PPV, in/sec	Approximate L _v [*]
I. Reinforced-concrete, steel or timber (no plaster)	0.5	102
II. Engineered concrete and masonry (no plaster)	0.3	98
III. Non-engineered timber and masonry buildings	0.2	94
IV. Buildings extremely susceptible to vibration damage	0.12	90

^{*}RMS velocity in decibels, VdB re 1 micro-in/sec

En este sentido, para evaluar los efectos sobre la salud de la población el titular debió emplear el criterio señalado en la misma referencia (FTA-USA), Tabla 6-3 Criterio de Impacto para evaluación general de vibraciones, el cual corresponde a evaluación de vibraciones en residencias en donde pernoctan personas, por ejemplo (categoría 2).

¹ Manual de la Federal Transit Administration (USA), FTA Report N° 0123 “*Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*” (2018).

Preparado por: David Parra Cuevas

Tabla 2. Criterio general para la evaluación de impactos por vibración.

**Table 6-3 Indoor Ground-Borne Vibration (GBV) and Ground-Borne Noise (GBN)
Impact Criteria for General Vibration Assessment**

Land Use Category	GBV Impact Levels (VdB re 1 micro-inch /sec)			GBN Impact Levels (dBA re 20 micro Pascals)		
	Frequent Events	Occasional Events	Infrequent Events	Frequent Events	Occasional Events	Infrequent Events
Category 1: Buildings where vibration would interfere with interior operations.	65 VdB*	65 VdB*	65 VdB*	N/A**	N/A**	N/A**
Category 2: Residences and buildings where people normally sleep.	72 VdB	75 VdB	80 VdB	35 dBA	38 dBA	43 dBA
Category 3: Institutional land uses with primarily daytime use.	75 VdB	78 VdB	83 VdB	40 dBA	43 dBA	48 dBA

* This criterion limit is based on levels that are acceptable for most moderately sensitive equipment such as optical microscopes. For equipment that is more sensitive, a Detailed Vibration Analysis must be performed.

** Vibration-sensitive equipment is generally not sensitive to ground-borne noise; however, the manufacturer's specifications should be reviewed for acoustic and vibration sensitivity.

Los valores proyectados de niveles de vibración presentados por el titular presentaron una variación entre los **50 y 83 VdB**, no existiendo información respecto a la frecuencia de los eventos. De esta forma, de considerar el criterio de eventos frecuentes, 6 de los receptores identificados por el titular para la evaluación de impacto vibratorio sobre la salud de la población, se encontrarían por sobre los valores de referencia para categoría II, eventos frecuentes, cuyo límite corresponde a 72 VdB. Así, los antecedentes indican que podría existir una afectación significativa de la salud de la población al no existir antecedentes que acrediten la inexistencia de tales efectos.

Respecto al literal f) del Art. 11, Alteración del patrimonio cultural, el titular utiliza un criterio aplicable a construcciones categorizadas como “Diseño de ingeniería de hormigón y mampostería”, categoría II referencia FTA-EE.UU, siendo su uso incorrecto dado que no se considera un criterio preventivo, toda vez que el objeto de protección corresponde al patrimonio cultural, en específico inmuebles de conservación histórica, debiendo utilizar una categoría de edificación IV “Edificio muy susceptible al daño por vibraciones”, correspondiente a un nivel de velocidad de vibración de 90 VdB. **No obstante, los valores proyectados presentados por el titular se encontraron por debajo del criterio señalado, alcanzando un máximo de 78 VdB en inmuebles de conservación histórica.** Aun así, existieron incertezas respecto de la predicción de impactos lo cual implicaba una posible subestimación de los niveles predichos.

A partir de los antecedentes presentados en la instancia aludida, **se concluyó que no existían antecedentes suficientes para asegurar la inexistencia de los efectos, características y/o circunstancias del Artículo 11 de la Ley 19.300, sobre literal a) Riesgo para la salud de la población**, toda vez que el criterio utilizado para la evaluación de impactos por vibración sobre la salud de la población no era correcto y los valores proyectados superaban ampliamente aquellos estipulados para tales fines en el estándar de referencia.

Preparado por: David Parra Cuevas

2.2. Observaciones a información actualizada por el titular

De revisar los antecedentes presentados en el Anexo P. “Actualización estudio de vibraciones”, es posible dar cuenta de los siguientes aspectos:

El cálculo de los alcances de niveles de vibración se realiza de manera incorrecta, considerando un área de influencia de 38 m asociada a la fase de construcción (etapa de excavación y compactación). De considerar el nivel de velocidad de vibración asociado al rodillo vibratorio, según establece la tabla 4-2 del anexo P, a 38 metros de distancia se obtiene un nivel de **72 VdB**, lo cual, si bien coincide con el máximo permisible más estricto del estándar, no se asocia a un nivel basal de vibraciones, el cual podría alcanzar los 50 VdB según el mismo estándar citado, o bien, considerando un **umbral de percepción de 65 VdB** aludido en la misma referencia. Lo anterior manifiesta relación con los resultados que presenta el titular en el apartado 7.1 del anexo P, en donde es posible apreciar niveles de vibración en torno a los **51 VdB** (Tabla 7-3, receptor R3).

Por otra parte, de observar la información presentada por el titular en la tabla 4-2 se estima un nivel de **93 VdB** para el frente de trabajo de excavación y compactación, lo cual difiere de las referencias de la tabla 7-4 del estándar FTA-USA, que establece un nivel de vibración de **94 VdB** para el rodillo vibratorio. De lo anterior, es posible dar cuenta de una subestimación de los valores predichos por el titular.

Con relación a los antecedentes presentados en el apartado 7.3.1 del anexo P, es posible dar cuenta de una superación de los máximos permitidos definidos por el titular para efectos del análisis del literal a) del artículo 11 de la ley 19.300. En particular, cabe señalar que el titular establece un límite de 75 VdB para el receptor ICH7 y un límite de 72 VdB para los demás receptores, en atención a la frecuencia de eventos. Este análisis, según lo estipulado por el titular, se establece en términos de los frentes de trabajo predichos, lo cual, según antecedentes señalados previamente, se encontrarían subestimados. Aun así, con el fin de sintetizar la información presentada por el titular para fines de realizar una correcta evaluación, se presenta el siguiente gráfico que contiene cada uno de los frentes² para cada uno de los receptores, de acuerdo con la información proyectada por el titular.

² Cada frente de trabajo es representado por una de las barras de la gráfica correspondiente a la figura 1.

Preparado por: David Parra Cuevas

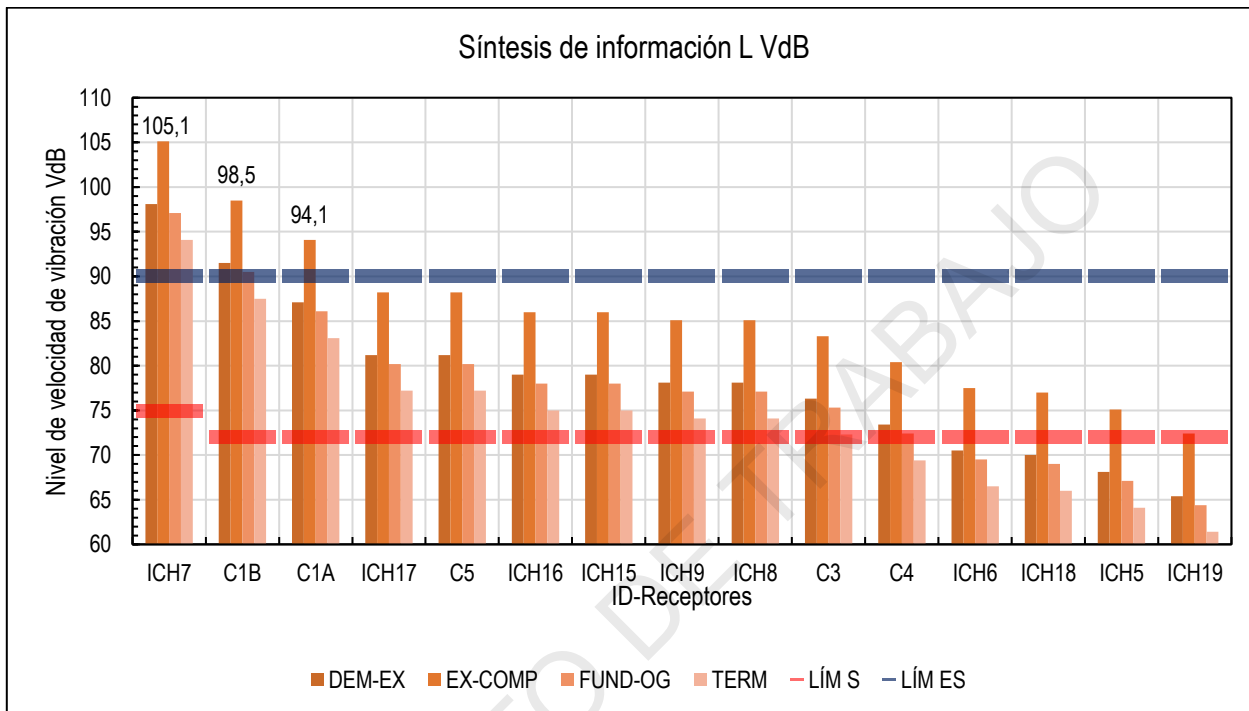


Figura 1. Síntesis de información presentada por el titular (por faena de construcción).

Habiendo identificado **superación en 14 de los 15 receptores**, al considerar la totalidad de escenarios (faenas de construcción), el titular presenta en el apartado 8 de su análisis un “**protocolo de mitigación**”, el cual busca restringir operativamente las maquinarias para dar cumplimiento a los máximos permisibles. En particular, el titular establece la necesidad de una **operación individualizada de maquinarias**, no pudiendo, en ninguna circunstancia, realizar una operación simultánea para la ejecución de obras.

Sin perjuicio de lo anterior, se sostiene la superación de máximos permisibles en algunos puntos según tabla 8-1, en particular sobre los receptores (destacados) ICH7, C1B y ICH17, cuyo principal impacto radica en la operación del rodillo vibratorio. Al respecto, el titular señala necesario el reemplazo del rodillo vibratorio por un rodillo de compactación estática, que ejecuta un compactado por gravedad, logrando reducir la velocidad *peak* de partículas a 0,071 PPV in/sec, lo cual se encuentra en torno a 85 VdB (por debajo del criterio preventivo referido a 90 VdB; 0,12 PPV in/sec).

Aun así, persiste, de acuerdo con los antecedentes previamente señalados, la superación de máximos permisibles referidos a la molestia lo cual es reconocido como una afectación sobre la salud de la población de acuerdo con el estándar FTA-USA que considera el titular como referencia para la evaluación. Por ejemplo, para los receptores C1B y C1A, se superan niveles *peak* de partículas en operación individual de maquinarias (retroexcavadora: 0,17 in/s; camión tolva: 0,14 in/s; cargador frontal 0,17 in/s; rodillo vibratorio: 0,24 in/s; camión mixer: 0,14 in/s). El titular no es claro en referirse a una afectación u otra.

Preparado por: David Parra Cuevas

Por otra parte, de observar la tabla 8-1 es posible notar que la emisión del rodillo vibratorio sobre el receptor ICH17 alcanza una velocidad *peak* de partículas de 0,12 in/s, lo cual no se ve reflejado en el análisis de faenas de construcción cuyo valor máximo alcanzable según la proyección realizada por el titular, es de 88,2 VdB (< 0,12 in/s). De observar la totalidad de emisiones proyectadas sobre los puntos receptores aludidos por el titular, se obtienen los siguientes valores referenciales en VdB con una referencia de $1 \times 10^{-6} \text{ in/s}$.

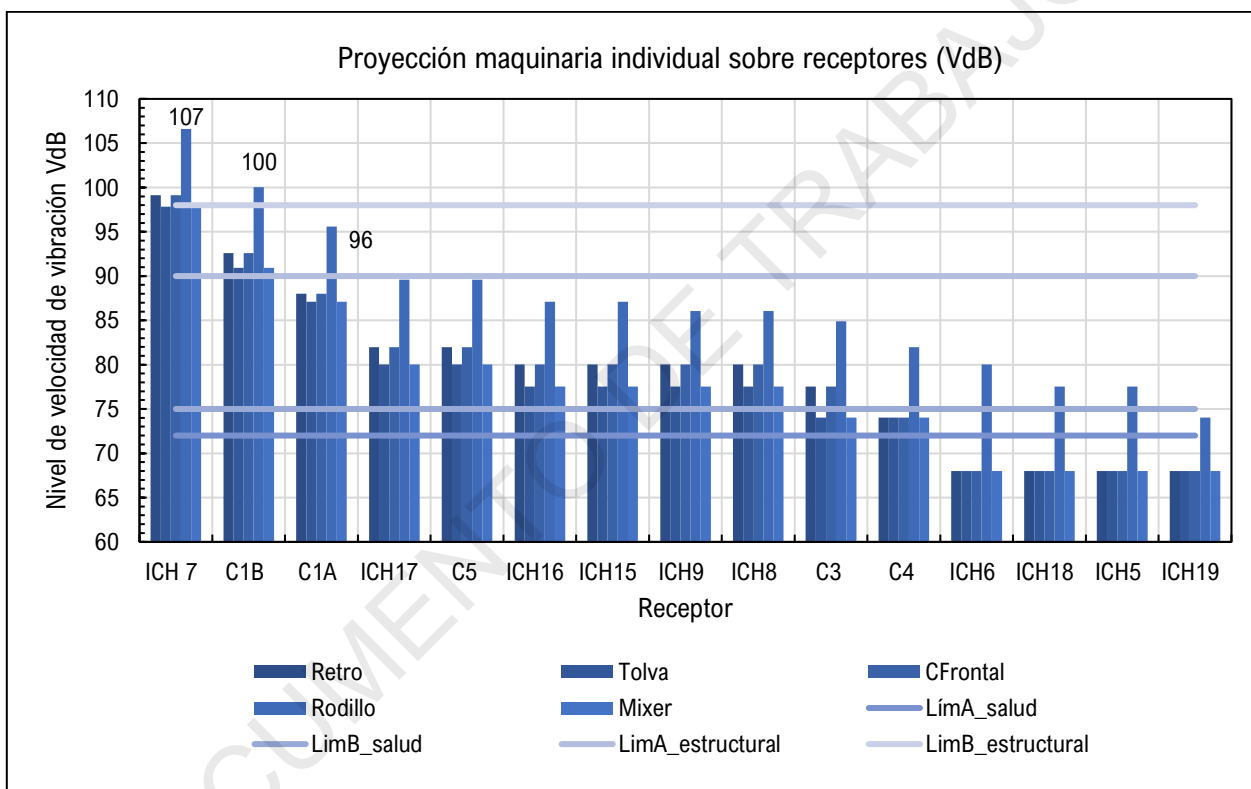


Figura 2. Síntesis de información presentada por el titular (por maquinaria).

En este sentido, es posible identificar diferencias de información respecto de la estimación por frentes de trabajo o faenas de construcción y por maquinarias de forma individualizada, lo cual no debiera suceder, toda vez que el frente de trabajo debiera ser igual o superior a la estimación de cada una de las maquinarias por si sola, tal como se señaló inicialmente con relación al frente que contempla el rodillo vibratorio y la emisión particular de este, sobre el mismo punto receptor.

A partir de los antecedentes presentados por el titular, es posible dar cuenta de inconsistencias técnicas que no reflejan a certeza el escenario más desfavorable. Si bien, mediante el “protocolo de mitigación” propuesto por el titular, se reduciría el mayor impacto asociado a la operación del rodillo vibratorio, no se cuantifican

Preparado por: David Parra Cuevas

nuevamente los niveles de vibración sobre los receptores en términos del frente de construcción asociado según se analizó en un principio.

El titular establece en el apartado 8.3 una evaluación que concluye con un distanciamiento horizontal mínimo respecto a cada punto receptor, lo cual, sumado al cambio de maquinaria referida al rodillo vibratorio, debiera dar cumplimiento a los niveles máximos permisibles. No obstante, dada la inconsistencia de información, se realiza una modelación de propagación de los niveles de vibración considerando el frente máximo de emisión de 86 VdB correspondiente al frente demolición y escarpe/fundaciones y obra gruesa, toda vez que se asume una restricción operacional del rodillo vibratorio producto del cambio de maquinaria. Lo anterior con la finalidad de comprobar los distanciamientos señalados por el titular.

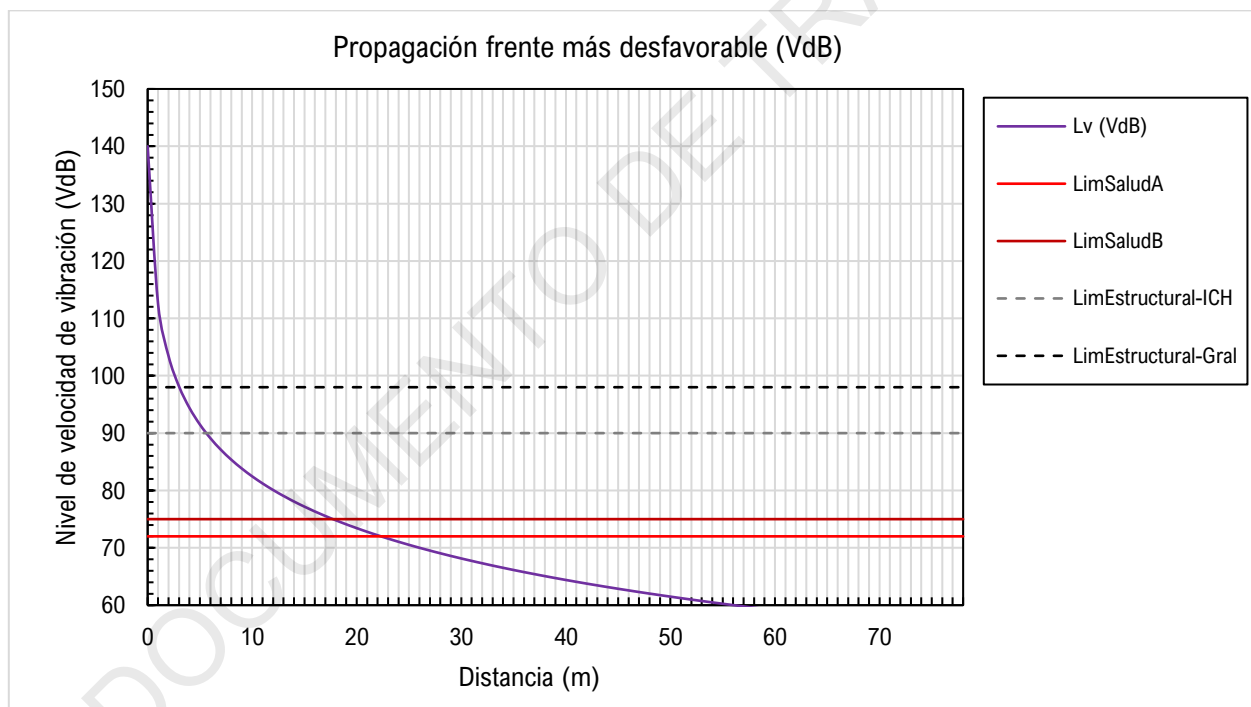


Figura 3. Cálculo de distancias de condicionamiento según frente más desfavorable identificado, correspondiente a 86 VdB.

Con respecto al frente de trabajo más desfavorable identificado, es posible comprobar que los distanciamientos críticos respecto al daño estructural para receptores respecto a una distancia menor a 7 metros del frente de trabajo de 86 VdB, lo cual es susceptible de generar un impacto de daño estructural sobre inmuebles de conservación histórica. Para las edificaciones en general, el distanciamiento crítico responde a 4 metros de distancia sobre el frente de trabajo según la gráfica anterior (lo cual implica una menor susceptibilidad a daño estructural).

Preparado por: David Parra Cuevas

Para efectos del distanciamiento asociado al máximo permisible referido a la salud de la población, se establece que a partir de 24 metros de distancia existe una susceptibilidad de afectación al superar el máximo permisible de 72 VdB, por lo cual esta última distancia difiere de la información que presenta el titular, referida a 19 metros de distancia, la cual se asocia sólo al receptor ICH7 según frecuencia de eventos, lo cual no debiera acotar el diseño de las acciones de control planteadas por el titular únicamente a este punto receptor.

En este sentido, habiendo comprobado la información presentada por el titular, identificando aquellos aspectos que requieren una verificación de cumplimiento normativo in situ, se deberá robustecer el plan de monitoreo propuesto en el apartado 8.4 considerando los siguientes puntos como parte de las acciones de control a implementar por el titular:

- Se deberá realizar el reemplazo del rodillo vibratorio por un **rodillo de compactación estática gravitacional** (PPV_{25ft} 0,071 in/s – 85 VdB con PPV_{ref} 1×10^{-6} in/s).
- Se deberá implementar un protocolo de información de actividades para **todos** los receptores **a menos de 24 metros** de distancia de las obras del proyecto, particularmente con atención al frente de trabajo más desfavorable, informando días y horarios de ejecución de actividades. El protocolo deberá incluir la información proveniente del monitoreo de vibraciones de forma resumida, clara y progresiva a los receptores.
- Se deberá realizar un **monitoreo de vibraciones triaxial** en aquellos receptores **a menos de 7 metros** de distancia de las obras del proyecto, con la finalidad de comprobar el cumplimiento de máximos permisibles por daño estructural, lo cual deberá realizarse de forma progresiva a medida que avancen las obras del proyecto, evidenciando la evolución temporal de los niveles de vibración en los receptores.
- **No se podrán realizar trabajos a menos de 7 metros de distancia** de los receptores de conservación histórica, toda vez que dicha distancia deberá quedar estipulada como riesgo de daño estructural considerando las características de las edificaciones.
- Se deberá presentar la información recopilada por el titular dentro de la primera semana de inicio de ejecución de actividades de construcción y posteriormente, de manera trimestral. El monitoreo de vibraciones deberá ser representativo del escenario más desfavorable. No obstante, no se restringirá únicamente a tal escenario, sino que el titular deberá presentar a certeza que dicho escenario responde al más desfavorable evidenciado en el proceso de evaluación ambiental, entregando información relativa a la **totalidad de frentes de trabajo evaluados**.

Preparado por: David Parra Cuevas

- Para efectos de la ejecución de frentes de trabajo, el titular deberá realizar **una ejecución de obras gradual**, comprobando en términos de carga mecánica y distancia, los niveles de vibración mediante un **monitoreo activo de vibraciones**. Posterior a la comprobación de factibilidad de restricción por distancia, se podrá asegurar la ejecución de actividades bajo cumplimiento de los estándares máximos permisibles, lo cual deberá ser monitoreado según el punto anterior.
- El monitoreo de vibraciones podrá ser ampliado a consideración de la autoridad ambiental, sobre lo cual corresponderá establecer claramente el fundamento de su ampliación en términos de la frecuencia, duración y espacialidad, con respecto a la información recopilada por el titular.
- En caso de requerirse, el titular deberá optar por modificación de maquinarias con menor emisión de vibraciones, sobre lo cual corresponderá presentar antecedentes teóricos (predicciones) y empíricos de la reducción de niveles de vibración de acuerdo con la información recopilada.