



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL**

**EXAMEN DE INFORMACIÓN**

**TRANQUE TALABRE**

**UNIDAD FISCALIZABLE: CODELCO CHUQUICAMATA**

**DFZ-2024-2108-II-MP-MMA**

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez	
Revisor	Elizabeth Salinas	
Elaborado	Ma. Ángeles Hanne	



## Contenido

1.	RESUMEN.....	2
2.	IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE .....	3
2.1.	Antecedentes Generales .....	3
3.	INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS .....	4
4.	ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN .....	4
4.1.	Motivo y materia específica de la fiscalización ambiental .....	4
4.2.	Revisión documental .....	4
5.	HECHOS CONSTATADOS.....	5
5.1.	Propuesta metodológica de estimación de emisiones.....	5
6.	CONCLUSIONES.....	14
7.	ANEXOS.....	15



## 1. RESUMEN

El presente documento da cuenta de los resultados de la actividad de fiscalización ambiental realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, al Tranque Talabre, asociado a la unidad fiscalizable “Codelco Chuquicamata”, ubicado a 12 kilómetros de la ciudad de Calama, Región de Antofagasta.

El Tranque Talabre, ubicado en el sector del Salar de Talabre, opera desde el año 1952, en la actualidad tiene una superficie aproximada de 65 km<sup>2</sup> y permite la disposición conjunta de los relaves provenientes de las Divisiones Ministro Hales y Chuquicamata y a futuro de la División Radomiro Tomic.

La actividad de fiscalización consistió en realizar un examen de información basado en los antecedentes presentados por el titular en el marco de la Resolución Exenta N°204/2024, del Ministerio el Medio Ambiente, que aprueba medidas provisionales en conformidad con el artículo 43 Bis de la Ley N°19.300 y medidas complementarias para la zona saturada de la ciudad de Calama y su área circundante, en adelante indistintamente “R.E. N°204/2024 MMA” o “medida provisional”. Donde se establece en el resuelto primero, numeral ii), que las fuentes reguladas deberán presentar a la SMA, en el plazo de un mes desde la publicación de la resolución, una propuesta metodológica de cuantificación de emisiones anuales de Material Particulado respirable (MP10) en ton/año.

La materia relevante objeto de la fiscalización corresponde a las emisiones atmosféricas del Tranque Talabre, y considero evaluar si la metodología para la cuantificación de emisiones de MP10, propuesta por la Corporación Nacional del Cobre de Chile, en adelante indistintamente “Codelco” o el “titular”, cumple con los requisitos establecidos en la R.E. N°204/MMA, realizando la verificación de la trazabilidad de la metodología.

A través de la carta conductora GS DN 188/2024, de fecha 12 de abril de 2024, Codelco presentó la propuesta metodológica de estimación de emisiones y anexos asociados, para las divisiones Ministro Hales, Chuquicamata y Radomiro Tomic, junto con Tranque Talabre, siendo está última el objeto del examen de información que da cuenta el presente informe.

De la revisión documental “Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para Traque Talabre-RES Ex. N°204/2024 Medidas Provisionales Calama-Abril 2024”, es posible señalar: (i) Se identifican por parte del titular 8 tipos de fuentes o procesos emisores de material particulado, siendo los procesos de construcción y operación de sectores de depositación de relaves junto con la erosión eólica de la cubeta, las que aportan la mayor cantidad de emisión de material particulado por la operación del Tranque; (ii) El titular considera la ecuación general para la estimación de emisiones, en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020, basada en AP42 de la EPA, indicando los factores de emisión, parámetros, así como los niveles de actividad y eficiencias cuando corresponde; (iii) En relación con la estimación de emisión por erosión del tranque, se observa que el titular menciona en el documento de la metodología que para el cálculo el factor de emisión se determinará el contenido de fino de la superficie del Tranque Talabre en las parcelas y subparcelas que se encuentran activas, no obstante, la SMA indica que deberá aplicar su propuesta de cuantificación de emisiones a todas las parcelas y subparcelas (activas, inactivas y en preparación) que conforman el Tranque.

En consideración a los hechos constatados, es posible concluir que la propuesta de metodología ingresada en Oficina de Partes de esta Superintendencia, bajo carta GS DN 188/2024, de fecha 12 de abril de 2024, en conjunto con los antecedentes que la acompañan, se ajustan a los requisitos establecidos en la R.E. N°204/2024 MMA para el Tranque Talabre, de Codelco, asociado, para estos efectos, a la Unidad Fiscalizable Codelco Chuquicamata.

El resultado de este examen de información no obsta a que en el futuro se realicen nuevos requerimientos o procedimientos de fiscalización ambiental, y no lo exime de ninguna clase de responsabilidad que pudiese contraer por cualquier hallazgo, respecto del instrumento que lo regula, que se produzca con anterioridad, o posterioridad a la fecha en que se efectuó este examen de información, y no hubiera sido directamente percibido y/o constatado.



## 2. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE

### 2.1. Antecedentes Generales

<b>Identificación de la Unidad Fiscalizable:</b> Codelco Chuquicamata (Tranque Talabre)	<b>Estado operacional de la Unidad Fiscalizable:</b> En operación
<b>Región:</b> Antofagasta	<b>Ubicación específica de la unidad fiscalizable:</b> El Tranque Talabre, se localiza a 12 Kilómetros de la ciudad de Calama, y está ubicado en el sector del Salar de Talabre.
<b>Provincia:</b> Calama	
<b>Comuna:</b> Calama	
<b>Titular(es) de la unidad fiscalizable:</b> CODELCO	<b>RUT o RUN:</b> 61.704.000-K
<b>Domicilio titular(es):</b> Huérfanos 1270, Piso 5, Santiago, Región Metropolitana	<b>Correo electrónico:</b> oleal@codelco.cl
	<b>Teléfono:</b> +56 2 26903945
<b>Identificación representante(s) legal(es):</b> Oscar Leal Choque	<b>RUT o RUN:</b> 10.597.962-2
<b>Domicilio representante(s) legal(es):</b> Huérfanos 1270, Piso 5, Santiago, Región Metropolitana	<b>Correo electrónico:</b> oleal@codelco.cl
	<b>Teléfono:</b> +56 2 26903945



### 3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS

Identificación de Instrumentos de Carácter Ambiental fiscalizados.					
N°	Tipo de instrumento	N°/ Descripción	Fecha	Comisión/ Institución	Título
1	Resolución Exenta	204	2024	Ministerio del Medio Ambiente	Medidas provisionales en conformidad con el artículo 43 Bis de la Ley N°19300 y medidas complementarias para la zona saturada para la ciudad de Calama y su área circundante.

### 4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN

#### 4.1. Motivo y materia específica de la fiscalización ambiental

Motivo	Descripción
Programada	<input type="checkbox"/> Denuncia
	<input type="checkbox"/> Autodenuncia
	<input checked="" type="checkbox"/> De Oficio
	<input type="checkbox"/> Otro
	<input type="checkbox"/>
<b>Materia</b>	Metodología de estimación de emisiones de material particulado respirable (MP 10) para el Tranque Talabre.

#### 4.2. Revisión documental

ID	Nombre del documento revisado	Origen/ Fuente	Observaciones
1	Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para Traque Talabre-RES EX. N°204/2024 Medidas Provisionales Calama-Abril 2024.	Carta conductora GS DN 188/2024, de fecha 12 de abril de 2024 de CODELCO	De acuerdo con el resuelvo primero de la Resolución Exenta N°204/2024 MMA.



## 5. HECHOS CONSTATADOS

### 5.1. Propuesta metodológica de estimación de emisiones

<p><b>Número de hecho constatado: 1</b></p>
<p><b>Exigencias:</b></p> <p><b>R.E. N°204/2024, Ministerio del Medio Ambiente, Aprueba medidas provisionales en conformidad con el artículo 43 bis de la Ley N° 19.300 y medidas complementarias para la zona saturada de la ciudad de Calama y su área circundante.</b></p> <p><b>Resuelvo Primero, literal ii):</b> <i>“Para efectos de cuantificar las emisiones máximas permitidas en las fuentes principales, las fuentes reguladas deberán presentar a la SMA, en un plazo de 1 mes desde la publicación de la presente resolución, una propuesta metodológica de cuantificación de emisiones anuales de material particulado respirable MP 10 en ton/año, que considere las emisiones fugitivas. Dicha propuesta deberá considerar el factor de emisión utilizado, el nivel de actividad y eficiencia, indicando para cada uno de ellos el medio de verificación y los procedimientos para acreditar el cumplimiento de los límites exigidos en la Tabla precedente. Dicha propuesta podrá considerar el o los estudios técnicos que permitan definir las variables y parámetros para cuantificar las emisiones máximas permitidas. Si el período de evaluación de los límites de emisión de la Tabla 1 no comenzare el 1º de enero, éstas se calcularán según la siguiente relación:</i></p> <p><i>Límite de emisión = (Límite de emisión / 365) * N° de días restantes.</i></p> <p><i>Donde el N° de días restantes corresponde a los días contados desde la entrada en vigencia de las medidas provisionales hasta el 31 de diciembre de ese año.</i></p> <p><i>La SMA dispondrá de un plazo de 3 meses contados desde la recepción de la propuesta, para informar sobre su aprobación. Las emisiones deberán calcularse a partir de la fecha de publicación de la resolución exenta que aprueba las medidas provisionales y complementarias.</i></p>
<p><b>Resultado (s) examen de información:</b></p> <p>Del examen de información a los antecedentes presentados por el titular, es posible señalar lo siguiente:</p> <p>Codelco a través de carta conductora GS DN 188/2024, de fecha 12 de abril de 2024, ingresó propuesta de estimación de emisiones, de acuerdo con el Resuelvo 1, literal ii) de R.E. N°204/2024, del Ministerio del Medio Ambiente. La señalada carta contenía la propuesta metodológica de estimación de emisiones y sus anexos, para las divisiones Ministro Hales, Chuquicamata y Radomiro Tomic, junto con Tranque Talabre, siendo está última el objeto del presente examen de información y cuyo documento se denomina <i>“Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para Tranque Talabre”</i>.</p> <p>Respecto a la exigencia: <i>“(…)Para efectos de cuantificar las emisiones máximas permitidas en las fuentes principales, las fuentes reguladas deberán presentar a la SMA, en un plazo de 1 mes desde la publicación de la presente resolución, una propuesta metodológica de cuantificación de emisiones anuales de material particulado respirable MP 10 en ton/año, que considere las emisiones fugitivas (...)”</i>, es posible señalar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ La fecha de publicación de la medida provisional fue el del 12 de marzo de 2024, luego el plazo para la presentación de la propuesta metodológica de cuantificación de emisiones por parte de Codelco es el 12 de abril de 2024. En este contexto, el titular ingresó a la SMA con fecha 12 de abril de 2024 la correspondiente propuesta metodológica, por lo cual es posible indicar que la metodología fue presentada dentro del plazo establecido en la medida provisional.</li></ul> <p>En relación con la exigencia <i>“(…) Dicha propuesta deberá considerar el factor de emisión utilizado, el nivel de actividad y eficiencia, indicando para cada uno de ellos el medio de verificación y los procedimientos para acreditar el cumplimiento</i></p>



de los límites exigidos en la Tabla precedente. Dicha propuesta podrá considerar el o los estudios técnicos que permitan definir las variables y parámetros para cuantificar las emisiones máximas permitidas (...)", se realizó por parte de esta Superintendencia el examen de información de los antecedentes contenidos en el documento denominado "Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para Tranque Talabre", respecto de lo cual se constató lo siguiente:

- El titular señala que el Tranque Talabre, en la actualidad tiene una superficie aproximada de 6.500 hectáreas (65 Km<sup>2</sup>) y permite hoy la disposición conjunta de los relaves provenientes de las plantas concentradoras de las Divisiones Ministro Hales y Chuquicamata y en un futuro de la planta concentradora de División Radomiro Tomic. Adicionalmente indica que la cubeta se encuentra confinada por cinco muros principales, denominados Muros Norte, Oeste, Sur, Noroeste I y Noroeste II.
- La depositación de relaves en el Tranque Talabre se realiza en función de un "Plan de Llenado" en sectores definidos (parcelas y subparcelas), los cuales se encuentran delimitados por pretilos construidos en el interior de la cubeta. El titular presentó un Layout general del tranque y un diagrama de proceso general de este, donde destaca en sus operaciones unitarias la depositación de relave en la cubeta y muros perimetrales y la recuperación de aguas claras y su envío a los procesos de concentración de sulfuros en División Ministro Hales y Chuquicamata, los que corresponden a procesos húmedos, por lo que no generan emisiones de material particulado.
- El titular para el Tranque Talabre, identificó en total 8 tipos de fuentes o actividades que generan emisiones de material particulado. Las cuales se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 1: Fuentes emisoras de material particulado respirable identificadas en el Tranque Talabre.

N°	Actividad o fuente emisora
1	Carga/descarga de material
2	Excavación/movimiento de material por uso de maquinaria pesada
3	Erosión eólica
4	Tránsito por caminos no pavimentados industriales
5	Tránsito por caminos pavimentados
6	Combustión del motor de vehículos
7	Combustión del motor de maquinaria
8	Combustión grupo electrógenos

Fuente: Tabla II.1: fuentes emisoras –TT de la propuesta metodológica del titular

- En la metodología el titular declara que los procesos de construcción/operación de sectores de depositación de relaves junto con la erosión eólica de la cubeta, son los que aportan la mayor cantidad del material particulado por la operación del tranque, y en menor medida el aporte de material particulado proviene del tránsito de vehículos por caminos no pavimentados y el funcionamiento de grupos electrógenos asociado a algunos pozos de la barrera hidráulica del tranque.
- Se describen para cada tipo de fuente identificada las metodologías para el cálculo de las emisiones de MP10 abarcando la totalidad de las actividades desarrolladas en el Tranque Talabre.
- Se considera la ecuación general para la estimación de emisiones de una fuente emisora, la cual corresponde a la siguiente:

*Ecuación 1. Ecuación general para estimación de emisiones*

$$E = NA * FE * \left(1 - \frac{EA}{100}\right)$$



Donde:

E : Emisión

NA : Nivel de actividad

FE : Factor de emisión

EA : Eficiencia de abatimiento global de reducción de emisiones, en %

- Se observa que los factores de emisión propuestos corresponden a los definidos por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU (US-EPA) en el documento AP-42, y en la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020.
- A la propuesta se acompañaron anexos en formato KMZ con detalle de caminos principales, parcelas y subparcelas del tranque, así como anexos con estudio (Anexo E de la propuesta) y con protocolo para la toma de muestra de porcentaje de fino y porcentaje de humedad (Anexo A).

A continuación, se presenta la forma de cuantificación de emisiones, para cada tipo de fuente identificada en el documento de la metodología de cuantificación de emisiones:

### 5.1.1 Carga/Descarga de Material

- Considera el material particulado generado por el manejo de material, en este caso al cargar o descargar relave o empréstitos al interior de la cubeta del Tranque para la construcción de muros y pretiles interiores. La transferencia del material se realiza por maquinaria pesada como Excavadoras, Cargadores Frontales, entre otros y se propone utilizar el factor de emisión obtenido en la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, con la siguiente formula:

*Ecuación 2. Factor de emisión para carguío y volteo de material*

$$FE_{MP10} = k * 0,0016 * \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Donde,

FE : Factor de emisión (kg/ton).

k : Factor tamaño partícula MP10 = 0,35

U : Velocidad media del viento (m/s).

M : Contenido de humedad del material (%).

- En la Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para Tranque Talabre, en el factor de emisión de carguío, se indica “U : Velocidad media del viento (m/s). Datos de la estación Fundición”. Sin embargo, el Capítulo 3 del mismo documento, denominado “Identificación Estaciones Meteorológicas para la estimación de emisiones de MP10”, se señala que la estación meteorológica a utilizar en los factores de emisión para la estimación de las emisiones del Tranque Talabre corresponde a la estación Talabre 3(ubicada en el Tranque Talabre) por lo que se deberá utilizar esa estación para el cálculo del factor de emisión de la Ecuación 2.
- En el capítulo 4 de la propuesta metodológica, que corresponde a los Anexos, específicamente en Anexo A, se menciona la determinación del porcentaje (%) de fino correspondiente a MP bajo malla #200 sobre la superficie del Tranque.



- A la misma muestra utilizada para determinar el contenido de finos se le determinara el % de humedad en laboratorio.
- En cuanto al **Nivel de Actividad** corresponderá a la cantidad de material (Toneladas) removido en el periodo, obtenido a partir de reporte de avance generado por el titular, y como medio de verificación los antecedentes del estado de pago de la empresa contratista.
- El titular indica que la actividad de Carga y Descarga de material tiene como medida de mitigación de material particulado la humectación de los frentes de trabajo.

### 5.1.2 Excavación/Movimiento de Material por uso de Maquinaria

- Considera el material particulado generado por las actividades realizadas para la sectorización del área de depositación de relaves, mediante obras de contención y conducción, donde además de carga y descarga ocurre actividades de excavación y compactación. Se propone utilizar el factor de emisión obtenido en la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, con la siguiente formula:

*Ecuación 3. Factor de emisión para Excavación/Movimiento de material por uso de maquinaria pesada*

$$FE_{MP10} = \frac{0,75 * 0,45 * (s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$$

Donde:

FE : Factor de emisión (kg/h).

s : Contenido de finos del material a excavar o mover (%).

M : Contenido de humedad del material a excavar o mover (%).

El contenido de finos y la humedad del material será determinado mediante muestras de acuerdo con el capítulo 4 de la propuesta metodológica, en su Anexo 4.1

- Respecto del **Nivel de Actividad** se constató que
  - Para la actividad de excavación se utilizará lo establecido por la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, en función del volumen a excavar y el rendimiento de la maquinaria
  - Para la actividad de compactación, el nivel de actividad corresponde a las horas de compactación, sin embargo, la propuesta no consideró la fórmula de referencia propuesta en la guía antes mencionada, en base a la cual se pueden estimar dichas horas, sino que señala que se llevará el registro de las horas de operación a través del reporte de avance del titular, verificado con el estado de pago de la empresa contratista.

### 5.1.3 Erosión Eólica

- El titular indica en el Anexo E de su propuesta que “*se entenderá por erosión eólica, al proceso de disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción del viento*”.
- Dada la erosión eólica en sectores de acopio de material o áreas expuestas a erosión por acción del viento al interior de la cubeta del Tranque Talabre, se determinarán sus emisiones en base a “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, para lo cual se considera fórmula de erosión eólica de material en pila.



$$FE_{MP10} = k * \frac{s}{1,5} * \frac{f}{15}$$

Donde

FE : Factor de emisión (kg/ha-día).

k : Factor tamaño partícula MP10 = 0,953

s : Contenido de fino del material (%).

f : Porcentaje del tiempo en que la velocidad del viento (Estación Talabre 3) no obstruido es mayor a 5,4 m/s a la altura media de la pila.

Cabe mencionar, que la propuesta metodológica, referencia al documento “WRAP Fugitive Dust Handbook”, donde se establece que el factor de corrección por lluvia, indicado en la Ecuación 5, aplicará cuando se registren precipitaciones correspondientes al menos a 0,254 mm de agua caída en un día.

Ecuación 5. Factor de ajuste por lluvia.

$$FE_{ext} = FE * 1 - \left( \frac{P}{365} \right)$$

Donde:

FExt : Factor de Emisión ajustado con mitigación natural.

P : Número de días con precipitación sobre 0,254 mm.

- En relación con el factor de ajuste propuesto, cabe señalar que la Guía del MMA año 2020 utilizada para determinar el factor de emisión, no contempla factor de ajuste, cómo si lo hace para otro tipo de factores. No obstante, revisado por parte de esta Superintendencia el documento WRAP Fugitive Dust Handbook, de la Western Governors’ Association, de EEUU, es posible observar que si se presenta el factor de ajuste descrito en la ecuación 5, a aplicar al factor de emisión de emisiones de caminos no pavimentados en el Capítulo 6, y por otra parte, en el capítulo 9, para erosión eólica.
- El titular, señala que se determinará el contenido de fino de la superficie del Tranque Talabre en las **parcelas y sub parcelas que se encuentren activas** (énfasis agregado), a través de 4 campañas de monitoreo de tipo estacional donde se tomará una muestra de porcentaje (%) de fino y porcentaje (%) de humedad por parcela con el objetivo de poder caracterizar la variación de estas variables. No obstante, la SMA hace presente que el **contenido de finos se deberá determinar en todas las parcelas** (énfasis agregado), incluyendo las parcelas “inactivas” y “preparación”, dado que se deben cuantificar las emisiones de MP10 de toda la superficie erosionable, donde el propio contenido de finos variará en función de la actividad o inactividad de la parcela, lo que incidirá en la emisión total resultante.
- El titular indica que se puede considerar como medida de mitigación, la formación de costra salina (cohesión de partículas del relave), por lo que en “la superficie de las parcelas expuestas a la erosión eólica, que tengan una costra salina menor a tres años desde la última depositación de relave en su superficie, poseen una eficiencia de 100% dado que el relave, estaría contenido bajo esta costra salina por lo tanto no estaría en contacto con el viento”. Asimismo, se señala que la medida de mitigación será corroborada anualmente a través del plan de llenado del Tranque Talabre. Al respecto se hace presente que la emisión se debe calcular en el 100% de la superficie potencialmente erosionable, y no en una fracción de esta.



- Se presenta el Anexo E de la propuesta metodológica, que corresponde al Anexo 3 de la Adenda N° 2 del EIA del Proyecto RT Sulfuros CODELCO – CHILE, documento denominado “Análisis superficie erosionable tranque de relaves Talabre-MyMA”, Revisión O, de fecha Julio de 2014. En dicho documento, en la sección 3.6 se indica que: *“Tal como se señaló anteriormente, una vez finalizado el periodo de descarga de relaves en un sector determinado, y recuperadas las aguas claras, se formará en un periodo de tiempo estimado de aproximadamente 4 a 6 meses, una lámina gruesa o costra superficial que protegerá al relave depositado en la cubeta de las condiciones ambientales de la zona.*  
*Este tipo de costra salina se forma por la cementación o fuerte cohesión de las partículas en el tiempo, una vez recuperada y evaporada el agua del relave. Este efecto se observa generalmente en forma de pastelones o “costras” de material endurecido en la superficie. En estos casos la erosión eólica prácticamente no ocurre, aún con vientos extremadamente fuertes”*  
*[...]De acuerdo a la experiencia operacional del tranque (evidencias de inspecciones en los sectores de depositación), la vida media de esta costra salina es de aproximadamente 3 años, período que puede extenderse si la superficie no es alterada por intervención mecánica (ingreso de vehículos) o por procesos operacionales. Superada la vida media, la superficie de costra comienza a ser afectada por un proceso gradual de craquelamiento o desgaste del material que cubre la superficie de la costra, disminuyendo el efecto de cementación o material endurecido en la superficie, tal como se observa en Fotografía 3-3 y Fotografía 3-4. Por lo tanto, estas superficies de relave poseen algún grado de exposición a procesos erosivos, en especial ante vientos elevados, lo que se puede agravar por alteraciones mecánicas de la zona.”*
- A partir de la revisión del Anexo E de la propuesta metodológica, se observa que el documento da cuenta de un estudio del año 2014, que no dispone de datos empíricos de contenidos de finos por parcela, ni del cálculo del potencial erosionable en zonas con costra, sino que más bien describe la formación de la costra superficial y que esta posee diferentes comportamientos en el tiempo. Por otra parte, la metodología para estimación de emisiones por erosión en pila, propuesta por el titular, no considera que se deba utilizar una parte de la superficie potencialmente erosionable. Como fue indicado precedentemente, independiente de la formación o no de costra superficial, se debe considerar toda el área expuesta y caracterizar los finos de todas las parcelas y subparcelas, sin hacer distinción si el estado es, activa, inactiva o en preparación, para efectos de cuantificar las emisiones de toda la superficie del tranque.
- En relación con el **Nivel de Actividad** el titular indica que se obtiene tras la multiplicación de las hectáreas de acopio por parcela y sub parcela por los días al mes que se mantiene el relave depositado. No obstante lo anterior, se deberá considerar la sumatoria de las emisiones individuales obtenidas para cada una de las parcela y subparcelas, independiente de si esta activa, inactiva o en preparación, y donde en función de la multiplicación del factor de emisión y el nivel de actividad, se deberá determinar las emisiones de toda la superficie del tranque.

#### 5.1.4 Tránsito por caminos no pavimentados industriales

- Para la emisión por resuspensión de partículas en caminos no pavimentados producto del tránsito de vehículos livianos y pesados en el Tranque Talabre, se considera el factor de emisión obtenido en la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, capítulo 4 Resuspensión por tránsito de vehículos, según la siguiente ecuación.

*Ecuación 6. Factor de emisión para el tránsito de vehículos por caminos no pavimentados industriales dominados por vehículos pesados*

$$FE_{MP10} = k * 281,9 * \left(\frac{S}{12}\right)^{0,9} * \left(\frac{W}{2,72}\right)^{0,45}$$

Dónde:



FE: Factor de emisión (g/km-vehículo)

k : Factor tamaño partícula MP 10=1.5

s : Contenido de finos presentes en el camino no pavimentado (%)

W: Peso promedio de la flota que transita por un determinado camino y año cronológico (ton)

- El contenido de finos se determinará a través de 4 campañas por año, según protocolo del Anexo A del documento propuesto por el titular.
- El peso W, corresponderá al peso promedio de la flota de vehículos que circula por un arco de la red vial, el que considera el peso de cada tipo de vehículo, ponderado por el flujo vehicular de ese tipo de vehículo y dividido por el flujo total.
- El factor de emisión contempla un ajuste cuando existan días con precipitaciones mayores a 0.254 mm, que es el mismo factor descrito en 5.1.3.
- Se indica que se realizará como medida de mitigación el control de velocidad en ruta por GPS y un programa de humectación con agua en los caminos principales indicados en Tabla II.4 de la propuesta metodológica para la estimación de emisiones.
- Para el nivel de actividad (NA), el cual corresponde a **los kilómetros totales recorridos por cada tipo de vehículo** que circula por una ruta, se considera el número de viajes de ida y vuelta de cada vehículo o la obtención del dato de informes operacionales  
Por otra parte, para el cálculo del número de viajes de tierra y escombros se debe considerar un esponjamiento del 20% y 40%, respectivamente, acorde a lo señalado en la Tabla 2 de (INN Chile, 2000).

Se determinará la eficiencia asociada a los programas de humectación de los caminos al interior del Tranque de acuerdo con el Anexo B Protocolo Medición Eficiencias, B.1.1. medición de eficiencia en caminos.

*Ecuación 7. Determinación de eficiencia por supresión de polvo*

$$Eficiencia (\%) = \left( 1 - \frac{Emisiones\ de\ Polvo\ PM10\ (pcc)}{Linea\ Base\ de\ Polvo\ PM10\ (pcc)} \right) * 100$$

Donde:

Emisión de Polvo PM10 (pcc): Emisión de polvo MP 10 medida mensualmente.

Línea Base de Polvo PM10 (pcc): Línea base de MP10 en caminos sin tratamiento, medida una vez por año.

- La Emisión de Polvo PM10 (pcc) será determinada a partir de equipo Dustrack, mediante campañas mensuales (2 mediciones por mes) en los caminos no pavimentados humectados y según análisis estadístico, sobre la variación que experimenta la mediana y percentiles extremos (5% y 95%), lo que deberá ser presentado con la correspondiente ruta de cálculo y justificación.

### 5.1.5 Tránsito por caminos pavimentados

- Para la emisión por resuspensión de partículas en caminos pavimentados producto del tránsito de vehículos en el Tranque Talabre, se considera el factor de emisión de la "Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020", capítulo 4 Resuspensión por Tránsito de vehículos, según la siguiente ecuación.

*Ecuación 8 Factor de emisión para el tránsito de vehículos por caminos pavimentados*

$$FE_{MP10} = k * (sL)^{0,91} * (W * 1,1023)^{1,02}$$



Donde:

FE : Factor de emisión (g/km-vehículo).

k : Factor tamaño partícula MP10 = 0,62

sL : Carga superficial de finos en camino no pavimentado(g/m<sup>2</sup>).

W : Peso promedio de la flota que transita por el camino pavimentado (ton).

El Peso promedio de la flota se determinará de la misma forma descrita en 5.1.5. En tanto, la carga de finos en caminos pavimentados se determinará según procedimiento del Anexo A.

- El Nivel de Actividad, corresponde a los kilómetros totales recorridos totales por cada tipo de vehículo que circula por ruta, y se considera el número de viajes de ida y vuelta de cada vehículo o la obtención del dato de informes operacionales.
- La actividad de transporte por caminos pavimentados no tiene medidas de mitigación de material particulado adicionales

#### 5.1.6 Combustión de motor de vehículos

- Para las emisiones producto de la combustión interna de vehículos en el tranque, se utiliza el factor de emisión señalado en la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, para ese tipo de fuentes, el cual depende de la categoría vehicular, tipo de combustible y características de vehículos. Al respecto el titular informa los factores en la Tabla II.6
- El **Nivel de Actividad** corresponde a los kilómetros recorridos al mes por cada tipo de vehículo para la operación del Tranque Talabre, registrado en los reportes de movimiento de flota contratista.
- La combustión de vehículos, no tiene medida de mitigación de material particulado

#### 5.1.7 Combustión de motor de maquinaria

- Para las emisiones producto de la combustión interna de maquinaria en el tranque, se utiliza el factor de emisión señalado en la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, para ese tipo de fuentes, el que considera la siguiente ecuación.

*Ecuación 9 Factor de emisión por combustión de maquinaria fuera de ruta*

$$FE_{i,j} = P_i * (1 + FD_i) * FC_i * TAF_i * FE_{Base\ i,j}$$

Donde:

$FE_{i,j}$  : Factor de emisiones del contaminante j, de la maquinaria i, en (g/h).

$P_i$  : Potencia del tipo de maquinaria i, en (kW).

$FD_i$  : Factor de deterioro de la maquinaria i, adimensional.

$FC_i$  : Factor de carga de la maquinaria i, adimensional.

$TAF_i$  : Factor de ajuste transitorio de la maquinaria i, adimensional.

$FE_{Base\ i,j}$  : Factor de emisión del contaminante j, de la maquinaria i, en (g/kWh)

A su vez, el factor de deterioro está dado por la ecuación EC. 2 de la Guía del MMA 2020, específicamente en el capítulo 6 Combustión de maquinaria fuera de ruta. Del mismo modo, se considerará el factor de deterioro relativo a la vida útil



cuando la edad de la maquinaria supera esa edad. (Vida útil 10 años para motoniveladora, retroexcavadora y otras maquinarias).

- *FC* : El factor de carga, en base a lo señalado en Caterpillar 2017, y considerando un escenario conservador, se debe utilizar un valor de 0,8 para todas las maquinarias fuera de ruta.
- *TAF* : El factor de ajuste transitorio depende de *FC* y de la tecnología de la maquinaria, en la Tabla II.8 de la propuesta metodológica se presentan los valores considerando que  $FC=0,8$ .
- *FEBase i,j*: Los factores de emisión base, según potencia, tecnología y contaminante se presentan en la Tabla II.9. de la propuesta metodológica. (Factores de emisión base para maquinaria fuera de ruta diésel)
  
- El **Nivel de Actividad** corresponde a las horas de utilización de cada maquinaria usada en el Tranque Talabre, el que se obtendrá a partir de los reportes mensuales, verificados con el correspondiente estado de pago de la empresa contratista.
- La combustión de maquinaria, no tiene medida de mitigación de material particulado.

#### 5.1.8 Combustión de motor de grupos electrógenos

- Para el cálculo de emisiones se utilizan los factores de la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020”, los cuales se presentan en la Tabla II.11. de la propuesta metodológica de Codelco.  
El **Nivel de Actividad** corresponde al consumo de combustible al mes de cada grupo electrógeno utilizado en el Tranque, y a las horas de funcionamiento. En tanto, a través de horómetro digital, sellado e inviolable, se registran las horas de actividad de los 2 grupos electrógenos que posee el Tranque.
- La Combustión de Grupos Electrógenos, no tiene medida de mitigación de material particulado.

De los resultados del examen de información realizado a la propuesta metodológica remitida, es posible indicar que los antecedentes presentados se ajustan a lo requerido.



## 6. CONCLUSIONES

Se realizó un examen de información al documento técnico “Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para Tranque Talabre-RES EX. N°204/2024 Medidas Provisionales Calama-Abril 2024” presentado por el titular CODELCO a través de la carta GS DN 188/2024 en el marco del cumplimiento de la Resolución Exenta N°204/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba medidas provisionales en conformidad con el artículo 43 Bis de la Ley N°19.300 y medidas complementarias para la zona saturada de la ciudad de Calama y su área circundante.

Cabe señalar que la metodología para la estimación de emisiones de MP10 presentada, da cuenta para todos los tipos de fuentes/procesos emisores identificados en el Tranque Talabre sobre el uso de factores de emisión, así como la determinación del nivel de actividad y eficiencia de abatimiento según corresponda, ajustándose a los requisitos establecidos en la medida provisional y permitiendo la verificación de la trazabilidad de la metodología.

Se hace presente que la propuesta de cuantificación de emisiones por erosión para el Tranque, debe utilizarse para el cálculo del 100% de la superficie del Tranque Talabre, independiente del estado de operación de la parcela y subparcela (activa, inactiva o en preparación), por lo tanto, se deberá determinar para cada tipo de parcela el contenido de finos para su uso en la estimación de emisiones.

Así también, se indica que las emisiones de MP10 se evaluarán respecto al límite de emisión establecido en la tabla 1 del resuelvo 1, literal i), de la Resolución Exenta N°204/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, desde la entrada en vigencia de las medidas provisionales, cuya fecha corresponde al 12 de marzo de 2024.

Finalmente, se deberá tener presente que el resultado de este examen de información no obsta a que en el futuro se realicen nuevos requerimientos o procedimientos de fiscalización ambiental, y no lo exime de ninguna clase de responsabilidad que pudiese contraer por cualquier hallazgo, respecto del instrumento que lo regula o cuando se presente el informe anual requerido en la medida provisional, que se produzca con anterioridad, o posterioridad a la fecha en que se efectuó este examen de información, y no hubiera sido directamente percibido y/o constatado.



## 7. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Propuesta metodológica de Tranque Talabre, de Codelco presentada mediante carta GS-DN-188/2024.
2	Anexos de la propuesta metodológica de Tranque Talabre Codelco.
3	Resolución Exenta SMA, que aprueba propuesta metodológica de estimación de emisiones.

