



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL**

**EXAMEN DE INFORMACIÓN**

**CODELCO DISTRITO NORTE  
UNIDAD FISCALIZABLE: RADOMIRO TOMIC**

**DFZ-2024-2508-II-MP-MMA**

|           | <b>Nombre</b>               | <b>Firma</b> |
|-----------|-----------------------------|--------------|
| Aprobado  | <b>Juan Pablo Rodríguez</b> |              |
| Revisor   | <b>Karin Salazar</b>        |              |
| Elaborado | <b>Francisco Alegre</b>     |              |



## Contenido

|  |    |
|--|----|
| Contenido .....  | 1  |
| 1. RESUMEN.....  | 2  |
| 2. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE.....                         | 4  |
| 2.1. Antecedentes Generales .....  | 4  |
| 3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS .....                 | 5  |
| 4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN .....                   | 5  |
| 4.1. Motivo y materia específica de la fiscalización ambiental .....     | 5  |
| 4.2. Revisión documental .....   | 5  |
| 5. HECHOS CONSTATADOS .....  | 6  |
| 5.1. Propuesta metodológica de cuantificación de emisiones de MP10 ..... | 6  |
| 6. CONCLUSIONES.....   | 19 |
| 7. ANEXOS.....   | 20 |



## 1. RESUMEN

El presente documento da cuenta de los resultados de la actividad de fiscalización ambiental realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, a la unidad fiscalizable, División Radomiro Tomic, de la Corporación Nacional del Cobre (en adelante “Codelco” o “titular”, indistintamente), ubicada en la Región de Antofagasta, comuna de Calama, provincia del Loa, a 25 km al norte de Calama y 8 km al sur de Chuquicamata. La División Radomiro Tomic, inició sus operaciones en el año 1995, esta mina a rajo abierto produce minerales oxidados.

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 “R.E. N°204/2024 MMA”. En el resuelto primero, numeral ii), de la resolución antes mencionada se establece que las fuentes reguladas deberán presentar a la SMA, en el plazo de un mes desde su publicación en el diario oficial, 12 de marzo de 2024, una propuesta metodológica de cuantificación de emisiones anuales de material particulado respirable MP10 en ton/año.

La materia relevante objeto de la fiscalización consideró evaluar si la metodología para la cuantificación de emisiones propuesta por la División Radomiro Tomic, cumple con los requisitos establecidos en la R.E. N°204/MMA, realizando la verificación de la trazabilidad de la metodología de cuantificación de emisiones.

El titular con fecha 12 de abril de 2024, encontrándose dentro del plazo, ingresó mediante carta GS DN 188/2024 a la SMA la propuesta de metodología de cuantificación de emisiones de MP10 para cada una de sus unidades fiscalizables las cuales corresponden a: División Ministro Hales (DMH), División Chuquicamata (DCH), División Radomiro Tomic (DRT) y el Tranque Talabre.

De acuerdo con la revisión realizada por esta Superintendencia se constató que las propuestas metodológicas de cuantificación de emisiones presentadas para DMH, DCH y DRT, no cuentan con todos los antecedentes técnicos necesarios para su aprobación; por lo tanto, a través de la Resolución Exenta N°999/SMA, de 26 de junio de 2024, se rechazó la propuesta metodológica y se solicitó al titular la complementación de la información y el reingreso de las propuestas para efecto de la obtención de la resolución aprobatoria por parte de esta Superintendencia.

Posteriormente, el titular a través de la carta conductora GMA 098/2024, de fecha 1 de agosto de 2024, presentó la propuesta metodológica de estimación de emisiones y todos sus anexos, para las divisiones Ministro Hales, Chuquicamata y Radomiro Tomic; siendo la División Radomiro Tomic el objeto del examen de información que da cuenta el presente informe. Cabe destacar que el titular ingresó el 25 de septiembre de 2024, carta conductora GS DN 477/2024, para complementar la propuesta metodológica ingresada previamente a través de carta GMA-098/2024.

De la revisión documental “Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para División Radomiro Tomic”, R.E. N°204/2024 Medidas Provisionales Calama-Abril 2024, es posible señalar: (i) Se identifican por el titular 18 tipos de fuentes o procesos emisores de material particulado, además de calderas (6) y grupos electrógenos (111); (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 medidas de control de abatimiento cuando corresponde; (iii) En relación con la eficiencia de captura de emisiones establecida en la R.E. N°204/2024 MMA, se identifican para DRT 45 procesos existentes que deben implementar medidas de control relacionadas con sus actividades. Estos procesos corresponden a los siguientes: Chancador Primario, Chancador Secundario, Chancador Terciario, Harnero Grueso, Harnero Fino, Transferencia de correas/Transporte Mineral y Stock Pile, para los cuales el titular considera una ecuación general para la determinación de la eficiencia, cuyas variables son la concentración basal (sin medidas de control) y concentración con medidas de control.

En consideración a los hechos constatados, es posible concluir que la propuesta de metodología ingresada en Oficina de Partes de esta Superintendencia, mediante carta GMA 098/2024, de fecha 1 de agosto 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 la División Radomiro Tomic, de Codelco.

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.



## 2. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE

### 2.1. Antecedentes Generales

|  |  |
|--|--|
| <b>Identificación de la Unidad Fiscalizable:</b><br>Radomiro Tomic                                     | <b>Estado operacional de la Unidad Fiscalizable:</b><br>En operación   |
| <b>Región:</b> Antofagasta   | <b>Ubicación específica de la unidad fiscalizable:</b><br>División Radomiro Tomic, de Codelco Distrito Norte, ubicado a en la Región de Antofagasta, comuna de Calama, a 25 km al norte de Calama. |
| <b>Provincia:</b> Calama   |  |
| <b>Comuna:</b> Calama  |  |
| <b>Titular(es) de la unidad fiscalizable:</b><br>CODELCO   | <b>RUT o RUN:</b><br>61.704.000-K  |
| <b>Domicilio titular(es):</b><br>Huérfanos 1270, Piso 5, Santiago, Región Metropolitana                | <b>Correo electrónico:</b><br>hriva002@codelco.cl  |
|  | <b>Teléfono:</b><br>+56 9 97899568   |
| <b>Identificación representante(s) legal(es):</b><br>Humberto Rivas Guzmán                             | <b>RUT o RUN:</b><br>14.118.493-8  |
| <b>Domicilio representante(s) legal(es):</b><br>Huérfanos 1270, Piso 5, Santiago, Región Metropolitana | <b>Correo electrónico:</b><br>hriva002@codelco.cl  |
|  | <b>Teléfono:</b><br>+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   |              |
|----------------|---------------|---|--------------|
| X              | No Programada |   | Denuncia     |
|                |               |   | Autodenuncia |
|                |               | X   | De Oficio    |
|                |               |   | Otro         |
|                |               |   |              |
| <b>Materia</b> |               | Metodología de estimación de emisiones de material particulado respirable (MP 10) para División Radomiro Tomic. |              |

#### 4.2. Revisión documental

| ID | Nombre del documento revisado   | Origen/ Fuente   | Observaciones  |
|----|---|--|--|
| 1  | Metodológica Estimación de Emisiones de MP10 para División Radomiro Tomic y anexos, 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.           |
| 2  | Solicitud de extensión de plazo para dar respuesta a la Res. Ex. N°999/2024 de la SMA.          | Carta conductora GMA 096/2024, de 19 de julio de 2024 de CODELCO.              | Mediante Res. Ex. N° 1203 de 23 de julio de 2024, la SMA otorgó ampliación de plazo. |
| 3  | Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para División Radomiro Tomic y anexos, agosto 2024. | Carta conductora GMA 098/2024, de fecha 1 de agosto de 2024 de CODELCO.        | De acuerdo con Res. Ex. N°999/2024 de la SMA.  |
| 4  | Ingresa información complementaria.   | Carta conductora GS DN 477/2024, de fecha 25 de septiembre de 2024 de CODELCO. | Antecedentes que complementan carta conductora GMA 098/2024.                         |



## 5. HECHOS CONSTATADOS

### 5.1. Propuesta metodológica de cuantificación de emisiones de MP10

|   |
|---|
| <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, numero 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.</i></p> <p><i>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 realizado a los antecedentes presentados por el titular, es posible señalar lo siguiente:</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 que el titular con fecha 12 de abril de 2024, encontrándose dentro del plazo, ingresó mediante carta GS DN 188/2024 a la SMA la propuesta de metodología de cuantificación de emisiones de MP10 para cada una de sus unidades fiscalizables: División Ministro Hales (DMH), División Chuquicamata (DCH), División Radomiro Tomic (DRT) y el Tranque Talabre.</p> <p>De acuerdo con la revisión realizada por esta Superintendencia se constató que las propuestas metodológicas de cuantificación de emisiones presentadas mediante carta conductora GS DN 188/2024, de fecha 12 de abril de 2024 de CODELCO, no disponía todos los antecedentes técnicos necesarios para su aprobación, por lo tanto, esta Superintendencia a través de la Resolución Exenta N°999, de 26 de junio de 2024 (en adelante, Res. Ex. N°999/SMA), rechazó la propuesta metodológica y solicitó el reingreso para efecto de la obtención de la resolución aprobatoria. Cabe mencionar, que el plazo otorgado para presentar una nueva propuesta metodológica correspondió a 15 días hábiles desde la notificación de la Res. Ex. N°999/2024 SMA, por lo cual el plazo para dar respuesta se cumpliría el 22 de julio de 2024.</p>  |



El titular solicitó dos reuniones de asistencia al cumplimiento durante el mes de julio de 2024, con objeto de aclarar la metodología de determinación de la eficiencia de captura de emisiones en los procesos unitarios regulados en la R.E. 204/2024 MMA. Estas reuniones se llevaron a cabo los días el 11 y 19 de julio de 2024 (Anexo 3).

Luego, con fecha 19 de julio de 2024, el titular a través de la carta GMA-096/2024, solicitó la extensión de 8 días adicionales del plazo otorgado inicialmente mediante la Res. Ex. N°999/SMA de 2024, los cuales se otorgaron mediante la Res. Ex. N°1203 de 23 julio de 2024.

Que, a través de carta conductora GMA-098/2024, de fecha 1 de agosto de 2024, Codelco reingresó propuesta de metodología de cuantificación de emisiones de MP10 y anexos, según lo requerido en el resuelto segundo de la Res. Ex. N°999/2024 de SMA.

La carta GMA-098/2024, incluyó la propuesta metodológica de estimación de emisiones de MP10 y todos sus anexos, para las divisiones Ministro Hales, Chuquicamata y Radomiro Tomic.

El presente examen de información está asociado a la división de Radomiro Tomic, en base a los documentos denominados *“Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para División Radomiro Tomic”* e *“Informe Respuesta, Resolución Exenta N°999 del 26 de junio de 2024 de la Superintendencia del Medio Ambiente”*. Adicionalmente, el titular acompañó la propuesta con los siguientes anexos:

- Anexo A Layout General y Procesos Mineros
- Anexo B Caminos Principales DRT
- Anexo C Procedimiento Muestreo
- Anexo D Áreas Erosión Eólica
- Anexo E Correas Transportadoras
- Anexo F Medición Eficiencia
- Anexo G Procedimiento medición
- Anexo H IT Calderas

Por otra parte, la SMA con fecha 3 de septiembre de 2024, mediante el ordinario N°2130, citó al titular a una reunión de asistencia al cumplimiento para el 11 de septiembre de 2024, en atención a la nueva propuesta metodológica de cuantificación de emisiones de MP10 presentada a través de la carta GMA-098/2024. En particular, esta Superintendencia formuló al titular observaciones sobre el cálculo de eficiencia de abatimiento de material particulado, el cual contempla una línea base de concentración de MP10 para las Divisiones (Chuquicamata, Radomiro Tomic y Ministro Hales). Por lo anterior, se indicó al titular que los antecedentes relativos al cálculo de eficiencia de abatimiento debidamente detallados debían ser presentados a través de la Oficina de Partes de la SMA, como documento complementario a la Carta GMA-098-2024.

En este contexto, el titular ingresó el 25 de septiembre de 2024, carta conductora GS DN 477/2024, para complementar las metodologías que fueron ingresadas previamente bajo carta conductora GMA-098/2024.

Que, en relación con la exigencia *“(...) 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 (...)”*, luego 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 División Radomiro Tomic”*, respecto de lo cual se constató lo siguiente:

#### **A. Identificación de fuentes emisoras de MP10 de la División Radomiro Tomic (DRT)**



El titular para la División Radomiro Tomic, identificó en total 18 tipo de fuentes o actividades que generan emisiones de material particulado MP10 en el proceso minero, las cuales se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 1 Fuentes emisoras de MP10 de DRT

| N° | Fuente emisora   | Proceso minero                        |
|----|--|---------------------------------------|
| 1  | Perforación  | Extracción rajo                       |
| 2  | Tronadura  | Extracción rajo                       |
| 3  | Excavación/Movimiento de material por uso de maquinaria pesada | Extracción rajo Relleno Sanitario DRT |
| 4  | Carga y descarga de material                                   | Extracción rajo                       |
| 5  | Erosión eólica   | Extracción rajo Lixiviación           |
| 6  | Chancado primario  | Chancado                              |
| 7  | Chancado secundario  | Chancado                              |
| 8  | Chancado terciario   | Chancado                              |
| 9  | Harnero gruesos  | Chancado                              |
| 10 | Harnero finos  | Chancado                              |
| 11 | Transferencia de material en correas                           | Chancado                              |
| 12 | Tránsito por caminos no pavimentados industriales              | Relleno Sanitario DRT                 |
| 13 | Tránsito por caminos no pavimentados públicos                  | N/A                                   |
| 14 | Tránsito por caminos pavimentados                              | Operación RT                          |
| 15 | Combustión del motor de vehículos                              | Operación RT                          |
| 16 | Combustión del motor de maquinaria                             | Extracción rajo                       |
| 17 | Combustión de grupos electrógenos (111 G.E.)                   | Extracción rajo lixiviación           |
| 18 | Combustión de calderas (6 calderas)                            | Lixiviación                           |

Fuente: Tabla 3 de "Metodología de Estimación de Emisiones de MP<sub>10</sub> para División Radomiro Tomic".

A continuación, en base a la propuesta metodológica presentada por el titular se describe la forma de determinación de las emisiones y eficiencias de captura para aquellos procesos unitarios regulados mediante la tabla 2 de la R.E. 204/2024 MMA.

#### B. Determinación de emisiones para cada fuente emisora

En la metodología presentada, el titular declara que utilizará factores de emisión para obtener las emisiones. En este sentido, señala que los "factores" corresponden a los definidos por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU (US-EPA) en el documento AP-42, además de otros documentos y estudios aprobados por la autoridad ambiental chilena. Entre ellos se destaca la utilización de la "Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, MMA 2020" y la "Guía Metodológica para la Estimación de Emisiones Provenientes de Fuentes Puntuales, RETC 2019".

En base a lo anterior, los factores propuestos que se utilizaran para determinar las emisiones de las diferentes fuentes de la División Radomiro Tomic son 2:

- (i) Factores de emisiones de las guías vigentes del ministerio del medio Ambiente MMA.
- (ii) Factores de emisión basados en documentos oficiales de la US-EPA.

Para efectos de los cálculos, la ecuación general a utilizar para la estimación de emisiones de una fuente dada será la siguiente:



Ecuación 1

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

Donde:

E : Tasa de emisión (masa/tiempo)

NA : Nivel de actividad

FE : Factor de emisión

RE : Eficiencia global de reducción de emisiones, en %

En particular, los factores de emisión pueden definirse como valores representativos que relacionan la cantidad de un contaminante liberado a la atmósfera con la actividad asociada a la generación de ese contaminante. Estos factores se expresan generalmente como la masa del contaminante dividido por una unidad de masa, volumen, distancia, o duración de la actividad emisora.

A continuación, en la Tabla 2 Forma de cuantificación de emisiones de DRT, se presenta la forma de cuantificación de las emisiones, donde se incluye el nivel de actividad y la medida de control o abatimiento que será considerado para cada tipo de fuente identificada en el documento de la metodología de cuantificación de emisiones:

Tabla 2 Forma de cuantificación de emisiones de DRT

| Ítem | Fuente emisora   | Forma de determinación emisión | Guía de Referencia  | Nivel de actividad  | Frecuencia | Medida de control (abatimiento)   |
|------|--|--------------------------------|---|---|------------|---|
| 1    | Perforación  | Estimación usando FE           | Guía MMA 2020   | Número de perforaciones a realizar por mes                                  | Mensual    | Faldones para minimizar la emisión de MP (no es cuantificable).   |
| 2    | Tronadura  | Estimación usando FE           | Reporte AP-42 Actualización de 1998, Capítulo 11, Sección 11.9, Tabla 11.9-2 (Pág.11.9-7) | Numero de tronaduras a realizar por mes                                     | Mensual    | No considera medida de abatimiento.   |
| 3    | Excavación/Movimiento de material por uso de maquinaria pesada | Estimación usando FE           | Guía MMA 2020   | Horas de operación de la maquinaria pesada                                  | Mensual    | Supresores de MP y agua en el sector mina.  |
| 4    | Carga y descarga de mineral                                    | Estimación usando FE           | Guía MMA 2020   | Toneladas cargadas por mes y las toneladas de material a descargar al mes   | Mensual    | No considera medida de abatimiento.   |
| 5    | Erosión eólica   | Estimación usando FE           | Guía MMA 2020   | Hectáreas de acopio por los días al mes que se mantiene el material apilado | Mensual    | Humectación de caminos, aditivos como la sal, humectar plataforma donde los camiones CAEX depositan en el botadero y/o stocks<br>Para las Pilas Primarias aplicación de soluciones para la lixiviación. |
| 6    | Chancado Primario  | Estimación usando FE           | Reporte AP-42 Actualización de 1995, Capítulo 11, Sección 11.24,                          | Toneladas chancadas   | Mensual    | Sistema colector de MP con un filtro de mangas auto limpiantes con un ramal para una campana de   |



|    |  |                      |   |   |         |   |
|----|--|----------------------|---|---|---------|---|
|    |  |                      |   |   |         | captación sobre la cubierta del faldón de salida.   |
| 7  | Chancado Secundario                                  | Estimación usando FE | Guía Metodológica Inventario de Emisiones M11 Metodología SINCA 2011, AMBIOSIS, Tabla 2-24, Pág. 32 | Toneladas chancadas   | Mensual | Sistema de captación de MP confinado en un galpón cerrado.  |
| 8  | Chancado Terciario                                   | Estimación usando FE | Reporte AP-42 Actualización de 1995, Capítulo 11, Sección 11.24,                                    | Toneladas chancadas   | Mensual | Sistema de captación de MP confinado en un galpón cerrado.  |
| 9  | Harnero Grueso                                       | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Toneladas de mineral mensual provenientes de chancado primario                    | Mensual | Sistema de captación de MP en un galpón confinado.  |
| 10 | Harnero Fino   | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Toneladas de mineral mensual provenientes de chancado secundario                  | Mensual | Sistema de captación de MP en un galpón confinado.  |
| 11 | Transferencia de material en correas transportadoras | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Toneladas transferidas  | Mensual | Aspersores de agua/espuma en traspasos. Encapsulamiento de correas, puntos de traspaso y acopios. Colector de MP en transferencias. |
| 12 | Tránsito por caminos no pavimentados industriales    | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Kilómetros recorridos de cada tipo de vehículo                                    | Mensual | Estabilización de caminos con sal, y/o aditivo supresor de MP. Humectación con agua.  |
| 13 | Tránsito por caminos no pavimentados públicos        | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Kilómetros recorridos por tipo de vehículo  | Mensual | No tiene medidas de mitigación.   |
| 14 | Tránsito por caminos pavimentados                    | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Kilómetros totales de cada tipo de vehículo circulando por cada ruta pavimentada. | Mensual | No tiene medidas de mitigación de material particulado adicionales.   |
| 15 | Combustión del motor de vehículos                    | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Kilómetros recorridos por tipo de vehículo  | Mensual | Revisión técnica al día.  |
| 16 | Combustión del motor de maquinaria                   | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Horas por tipo de maquinaria  | Mensual | Planes de Mantenimiento asociados a las horas de trabajo de cada uno de los equipos.  |
| 17 | Combustión de grupos electrógenos                    | Estimación usando FE | Guía MMA 2020   | Consumo de combustible  | Mensual | No se consideran medidas de abatimiento para la   |





Se hace presente que los límites de eficiencia que deberá cumplir DRT son los siguientes:

Tabla 3 Límites de eficiencia de captura de emisiones de MP10 para los procesos unitarios regulados que se indican para la División Radomiro Tomic

| Proceso   | Existentes | Nuevas |
|---|------------|--------|
| Chancador Primario                                | 50%        | 90%    |
| Chancador Secundario                              | 80%        | 90%    |
| Chancador Terciario                               | 80%        | 90%    |
| Harnero grueso                                    | 90%        | 90%    |
| Harnero Fino                                      | 98%        | 98%    |
| Transferencia de correas/ Transporte Mineral Seco | 95%        | 95%    |
| Stock Pile  | 95%        | 95%    |

Fuente: R.E. N°204/2024 MMA, Tabla 2 “límites de eficiencia de captura de emisiones de MP10 para los procesos que se indican”

Cabe mencionar que para el cálculo de las eficiencias de los procesos unitarios identificados en la tabla 3 del presente examen de información, el titular en anexo F de la propuesta metodológica, presentó el documento denominado “Descripción de la Forma de Determinación de Eficiencia de Captura por Procesos Unitarios”. En este documento, se señala lo siguiente: i) La medición de eficiencia tiene relación con el desarrollo de campañas específicas de medición en terreno de distintos parámetros, que permiten el cálculo de eficiencia en el control de MP10, al considerar las mediciones sin y con medidas de control, ii) Las medidas de control consisten en: colectores, supresores húmedos, encapsulamiento (total o parcial), los cuales se diseñan para capturar un volumen de aire y lograr una eficiencia que depende del caudal o carga de material particulado en dicho volumen. La eficiencia del sistema de control corresponde al porcentaje de MP10 capturado, respecto del total emitido. Cada proceso unitario puede contener uno o más sistemas de control, y iii) La eficiencia del proceso unitario se calcula a través de la siguiente fórmula general:

#### Ecuación 2

$$Ef (\%) = (Cb - Cm) * 100 * \left(\frac{100}{Cb}\right)$$

Donde:

Ef : Eficiencia del sistema de control, %

Cb : Concentración de partículas basal sin sistema de control,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Cm : Concentración de partículas medidas con sistema de control,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Esta fórmula estará determinada por el tipo de proceso y su configuración con relación a las actividades precursoras de emisión de MP10 y sus controles.

A continuación, en la tabla de acuerdo con los antecedentes entregados por el titular, se describe forma de medición de eficiencia según fuente emisora o proceso unitario y actividades que se ejecutan en la fuente.



Tabla 4 Eficiencia de captura de emisiones de MP10 para los procesos que se indican en la Tabla 2 de la Res- Ex. 204/2024 MMA

| N° | Fuente emisora o proceso unitario | Descripción   | Actividad | Medida de control de Actividades | Forma de medición de eficiencia  | Frecuencia de medición eficiencia       |
|----|-----------------------------------|---|-----------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 1  | Chancador Primario                | El proceso de chancado considera actividades de descarga y chancado que generan emisiones de MP10 que están directamente relacionados con las toneladas de mineral provenientes de las distintas actividades de rajo y stock.<br>DRT cuenta con dos procesos de chancado primario: óxidos y sulfuros.   | Descarga  | Aspersores                       | Medición ambiental (equipo fijo) | Medición Semestral<br>Con reporte anual |
|    |                                   | (i) <b>Chancador de Óxidos:</b> Cuenta con un sistema colector de polvo con filtro de manga autolimpiante en el chancado y además cuenta con aspersores en la tasa de descarga del chancado.<br>(ii) <b>Chancador de Sulfuros:</b> Chancador semi enterrado, que cuenta con un sistema de captación de MP que consiste en extraer el aire viciado para capturar el MP en el filtro de manga y dejar pasar el aire limpio, para finalmente por medio de un ducto con un ventilador centrífugo, expulsar al ambiente el aire limpio y por otro ducto devolver el MP a la correa de descarga del chancador. Éste, además, cuenta con sistema de aspersores en la tasa de descarga del chancador. | Chancado  | Colector                         | Isocinetico (CH-5)               |   |
| 2  | Chancador Secundario              | Consiste en triturar el mineral proveniente el chancador primario óxidos para reducir su tamaño a un diámetro inferior a 4 pulgada. Este proceso utiliza 7 chancadores más 7 harneros vibratorios que clasifican el mineral y alimentan la fracción gruesa.<br>Cuenta con un sistema de captación de polvo confinado en un galpón cerrado. Este sistema funciona con una campana ubicada sobre las líneas de chancado, la cual extrae el aire viciado – aire con MP - y lo lleva a través de un ducto hasta un colector, el cual capta el MP y lo devuelve a la correa de descarga del proceso. En el proceso de chancado secundario, existen actualmente 5 colectores de MP.                 | Chancado  | Encapsulamiento y Colector       | Medición ambiental               | Medición semestral<br>Con reporte anual |



|     |                     |   |                           |                            |                    |   |
|-----|---------------------|---|---------------------------|----------------------------|--------------------|---|
| 3   | Chancador Terciario | <p>Consiste en triturar el mineral proveniente el chancado secundario, el cual es transportado desde el Stockpile fino mediante cinco líneas, cada una de estas líneas, está compuesta por una correa transportadora, luego el mineral cae a un Harnero y un Chancador Terciario. El producto final de esta etapa es un mineral chancado con un tamaño no superior a una pulgada.</p> <p>Cuenta con un sistema de captación de MP en un galpón confinado. Una campana ubicada sobre el chancador, la cual extrae el aire con MP, y lo lleva a un colector, que retiene el MP y lo devuelve a la correa de descarga del chancador terciario. Existen 3 colectores de MP.</p>               | Chancado                  | Encapsulamiento y Colector | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 4   | Harnero Grueso      | <p>El harnero es utilizado para separar el material de distinto grosor de acuerdo con el requerimiento del sistema. El mineral transportado por correas desde el chancado primario alimenta los harneros, los cuales separan el material fino en una malla de 30x70 mm. El mineral con sobre tamaño pasa por los chancadores secundarios. Las emisiones de MP generadas por el harnero grueso son controladas por el mismo sistema de captación de MP del proceso chancado secundario.</p>  | Harnero                   | Encapsulamiento y Colector | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 5   | Harnero Fino        | <p>Separar el material de distinto grosor de acuerdo al requerimiento del sistema. El mineral transportado por correas desde el chancado secundario alimenta los harneros, los cuales separan el material fino en una malla de 25x70 mm. El sobre tamaño pasa por los 5 chancadores terciarios, los cuales reducen el tamaño del mineral. El material fino que pasa por los harneros y por los 18 chancadores terciarios es transportado mediante dos correas independientes que alimentan las correas de aproximación a la etapa de curado. Las emisiones de MP generadas por el harnero fino son controladas por el mismo sistema de captación de MP del proceso chancado terciario</p> | Harnero                   | Encapsulamiento y Colector | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.1 | Transporte CV101    | <p>Las transferencias de correas del área seca corresponden al traspaso de mineral desde la</p>   | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura)        | Medición ambiental | Medición semestral                      |



|      |   |   |                           |                     |                    |   |
|------|---|---|---------------------------|---------------------|--------------------|---|
|      |   | correa CV 101 hasta la correa CV 112 punto en el cual, se le añade solución ácida al mineral como primera etapa del proceso de lixiviación. Para el área seca, se han identificado 17 puntos de transferencia. Los sistemas de control consisten en sistema de supresión en base a agua pulverizada y, por otro lado, las correas transportadoras se encuentran encapsuladas. |                           |                     |                    | Con reporte anual                       |
| 6.2  | Transferencia CV101 a Stock Pile Grueso           |   | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.3  | Transporte CV102 a Chancador Secundario           |   | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.4  | Transferencia Correa CV102 a Chancador Secundario |   | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.5  | Transporte CV103 a Chancador Secundario           |   | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.6  | Transferencia Correa CV103 a Chancador Secundario |   | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.7  | Transporte CV104 Stock a Chancador Secundario     |   | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.8  | Transferencia Correa CV104 a Chancador Secundario |   | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.9  | Transporte CV105 Stock a Chancador Secundario     |   | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.10 | Transferencia Correa CV105 a Chancador Secundario |   | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.11 | Transporte CV106 Stock a Chancador Secundario     |   | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.12 | Transferencia Correa CV106 a Chancador Secundario |   | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |
| 6.13 | Transporte CV107 Stock a Chancador Secundario     |   | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral<br>Con reporte anual |



|      |   |                           |                     |                    |                                      |
|------|---|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|
| 6.14 | Transferencia Correa CV107 a Chancador Secundario | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.15 | Transporte CV108 Stock a Chancador Secundario     | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.16 | Transferencia Correa CV108 a Chancador Secundario | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.17 | Transporte CV 110 a CV 112                        | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.18 | Transferencia CV 110 a CV 112                     | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.19 | Transporte CV 111 a CV 119                        | Transferencia/ Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.20 | Transferencia CV 111 a CV 119                     | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.21 | Transporte CV119 a Transferencia                  | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.22 | Transferencia CV119 a CV120                       | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.23 | Transporte CV110 a Transferencia                  | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.24 | Transferencia CV110 a CV112                       | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.25 | Transporte CV120 a Stock Pile Fino                | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |
| 6.26 | Transferencia CV120 a Stock Pile Fino             | Transferencia/ Transporte | Supresión Húmeda    | Medición ambiental | Medición semestral Con reporte anual |



|      |   |  |                              |                     |                       |  |
|------|---|--|------------------------------|---------------------|-----------------------|--|
| 6.27 | Transporte CV112                            |  | Transferencia/<br>Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.28 | Transferencia CV112                         |  | Transferencia/<br>Transporte | Supresión Húmeda    | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.29 | Transporte CV121 a<br>Chancado Terciario    |  | Transferencia/<br>Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.30 | Transferencia CV121 a<br>Chancado Terciario |  | Transferencia/<br>Transporte | Supresión Húmeda    | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.31 | Transferencia CV122 a<br>Chancado Terciario |  | Transferencia/<br>Transporte | Supresión Húmeda    | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.32 | Transporte CV122 a<br>Chancado Terciario    |  | Transferencia/<br>Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.33 | Transporte CV123 a<br>Chancado Terciario    |  | Transferencia/<br>Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.34 | Transferencia CV123 a<br>Chancado Terciario |  | Transferencia/<br>Transporte | Supresión Húmeda    | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.35 | Transporte CV124 a<br>Chancado Terciario    |  | Transferencia/<br>Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.36 | Transferencia CV124 a<br>Chancado Terciario |  | Transferencia/<br>Transporte | Supresión Húmeda    | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.37 | Transporte CV125 a<br>Chancado Terciario    |  | Transferencia/<br>Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.38 | Transferencia CV125 a<br>Chancado Terciario |  | Transferencia/<br>Transporte | Supresión Húmeda    | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |
| 6.39 | Transporte CV131 a<br>Transferencia CV112   |  | Transferencia/<br>Transporte | Capotas (Cobertura) | Medición<br>ambiental | Medición<br>semestral<br>Con<br>reporte<br>anual |



|   |   |  |  |             |  |                    |
|---|---|--|--|-------------|--|--------------------|
| 7 | Stock Pile (grueso-fino) y Stock Pile Sulfuro | <p><b>-Stock Pile (Gruoso - Fino):</b><br/>El acopio de mineral se encuentra completamente cerrado por una estructura de forma piramidal de 80 m de base y 35 m de altura. El mineral llega a la cúspide de la estructura de acopio y es extraído a través de chutes por alimentadores, ubicados en la base del acopio. La estructura está completamente cerrada y en la descarga de los alimentadores se encuentra un sistema de supresión de polvo con agua pulverizada.</p> <p><b>-Stock Pile Sulfuro:</b><br/>El acopio de mineral grueso se encuentra completamente cerrado por una estructura de forma cónica de 80 m de diámetro y 35 m de altura. El mineral llega a través de la correa Overland a la cúspide de la estructura de acopio y es extraído a través de chutes por alimentadores, ubicados en la base del acopio. Cabe destacar que este Stockpile se encuentra ubicado en DCH. La estructura está completamente cerrada y en la descarga de los alimentadores se encuentra un sistema de supresión de polvo con agua pulverizada.</p> | Descarga de correa a Stock Acopio de Mineral | Encapsulado | Medición ambiental spot (Equipo móvil) | Medición semestral |
|---|---|--|--|-------------|--|--------------------|

Adicionalmente, se indica que la medida provisional de Calama establece la implementación inmediata y permanente para las faenas mineras de implementar mecanismos de control de emisiones de polvo resuspendido por tránsito de camiones CAEX, con una eficiencia mínima de abatimiento del 85%. La DRT tiene una cantidad de 103 camiones CAEX. El titular propone frecuencia de medición anual para determinación del contenido de fino en los caminos, sin embargo dichas mediciones se deberán llevar a cabo a través de la ejecución de 4 campañas (una por cada estación del año), con el objetivo de poder caracterizar la variación del contenido de fino en los caminos no pavimentados, tal como fue presentado en la propuesta metodológica de Abril de 2024, considerando muestras en caminos que sean representativos dado que existen más de 90 kilómetros al interior de la División, considerando solamente los caminos no pavimentados. Lo anterior se llevará a cabo mediante el protocolo de medición de porcentaje de fino en caminos y acopios que se detalla en anexo C de la propuesta metodológica.

De los resultados del examen de información realizado en base a los antecedentes contenidos en la propuesta metodológica remitida mediante la carta GMA-098/2024 y anexos se constató que el titular da cuenta de los factores de emisión utilizados, el nivel de actividad, medios de verificación y procedimientos para determinar la eficiencia en los procesos unitarios señalados en la tabla 2 del resuelto 1, literal iv) de la Res. Ex. 204/2024 MMA. Además, se constata que la metodología de determinación de la eficiencia de procesos de la DRT cumple con la entrega de información para su determinación.



## 6. CONCLUSIONES

Se realizó un examen de información a la propuesta “Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para División Radomiro Tomic”, presentada por el titular CODELCO a través de la carta GMA-098/2024 complementada con carta GS DN 477/204, 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.

La metodología para la estimación de emisiones de MP10 presentada en la propuesta, da cuenta para todos los tipos de fuentes emisoras/procesos emisores identificados en la División Radomiro Tomic, respecto al uso de factores de emisión, así como la determinación del nivel de actividad y eficiencia de abatimiento, ajustándose a los requisitos establecidos en la medida provisional y permitiendo la verificación de la trazabilidad de la metodología. Además, de la descripción de la forma de determinación de eficiencia de captura para los procesos unitarios regulados mediante la tabla 2 del resuelvo 1, literal iv) de la Res. Ex. 204/2024 MMA.

Se hace presente que en la propuesta de cuantificación de emisiones la medición de eficiencia de abatimiento tiene relación con el desarrollo de campañas específicas de medición en terreno de distintos parámetros, que permiten el cálculo de eficiencia de abatimiento de emisiones de MP10, al considerar las mediciones sin y con medidas de control.

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 | Contenido Anexo   |
|----------|---|
| 1        | Carta GS DN 188/2024, de fecha 12 de abril de 2024. Propuesta metodológica de cuantificación de emisiones anuales de material particulado respirable MP10 y Anexo 02.DRT. |
| 2        | Res. Ex. N°999/2024 SMA. Rechaza propuesta de metodología de cuantificación de emisiones de MP10 y solicita reingreso.  |
| 3        | Actas reunión de asistencia al cumplimiento.  |
| 4        | Res. Ex. N°1023/2024 SMA, Otorga nuevo plazo para dar respuesta a Res. Ex. N°999/SMA de 2024.   |
| 5        | GMA 098/2024, de fecha 1 de agosto de 2024. Metodología Estimación de Emisiones de MP10 para División Radomiro Tomic y Anexos.  |
| 6        | Carta GS DN 477/2024, de fecha 25 de septiembre de 2024 de CODELCO. Complementa Antecedentes.   |

