



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

GDS-007/2023

Página 1 de 1

Santiago, 23 de enero de 2023

Señora
Ivonne Moreno Araneda
Jefa de Sección de Normas
Departamento de Planes y Normas
División de Calidad del Aire
Ministerio del Medio Ambiente
Presente

REF: Proceso de revisión del D.S N°28/2013 del Ministerio del Medio Ambiente, que Establece Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico

MAT: Entrega de antecedentes

De su consideración:

Conforme a lo establecido en el Artículo 8° del D.S N°38/2012 del Ministerio del Medio Ambiente y a que CODELCO está participando del Comité Operativo Ampliado del proceso de revisión del D.S N°28/2013 con su respectivo participante, sírvase encontrar adjunto el documento titulado “Antecedentes para el Proceso Normativo de Revisión del DS N° 28/2013, Norma de Emisión de Fundiciones y Fuentes Emisoras de Arsénico”.

Solicito cordialmente a usted que el mismo sea tomado en debida consideración y agregado al expediente del proceso normativo de la referencia.

Sin otro particular, le saluda atentamente,

Humberto Rivas Guzmán
Gerente de Desarrollo Sustentable

cc: Archivo





Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Página 1 de 18

ANTECEDENTES PARA EL PROCESO NORMATIVO DE REVISIÓN DEL DS N° 28/2013, NORMA DE EMISIÓN DE FUNDICIONES Y FUENTES EMISORAS DE ARSÉNICO.

1.- Introducción:

1.1.- Fundamentos constitucionales y legales de las Normas de Emisión.

Nuestro ordenamiento jurídico establece obligaciones y deberes al Estado, es así como se menciona en la Constitución Política de la República (CPR) lo siguiente: Art. 19 N°8 CPR *“El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza.*

La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente”.

La Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), en su artículo N° 2 m) define *“El Medio Ambiente Libre de Contaminación: aquél en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquéllos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental”.*

En tanto el Art. 2 letra o) LBGMA define a las Normas de Emisión como las que *“establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora.”* (El Reglamento agrega: cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental).

Las normas de emisión constituyen uno de los instrumentos más eficaces para la protección del medio ambiente ya que pueden ser fiscalizadas directamente por la Superintendencia del Medio Ambiente según su Ley Orgánica (Ley N° 20.417/10), determinándose si la emisión contaminante está dentro o fuera del estándar fijado por la norma. Contándose entre sus atributos que los destinatarios de las normas de emisión son los titulares de las actividades consideradas como efluentes o emisoras de un contaminante determinado, mientras que en las normas de calidad ambiental, el destinatario es el Estado.

Cabe hacer presente que, de acuerdo al art. 52 de la LBGMA, el incumplimiento de las normas de emisión hace presumir legalmente la responsabilidad por daño ambiental.



Corporación Nacional del Cobre de Chile
 Huérfanos N° 1270
 Santiago
 Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Respecto a la relación entre norma de calidad y de emisión, se pueden señalar dos aspectos, en primer lugar actúan en forma conjunta y complementariamente como Instrumentos de Gestión Ambiental para la protección de la salud de las personas y/o el medio ambiente. Y segundo, las normas de emisión son muy eficientes, pero por si solas no pueden mantener un estándar ambiental.

El Decreto Supremo N° 38/13 Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, en su Artículo N° 33, señala "*Las normas de emisión constituyen un instrumento de gestión ambiental que podrá utilizarse con alguno de los objetivos que se señalan a continuación:*

a) La prevención de la contaminación o de sus efectos; o b) La mantención de la calidad ambiental de un territorio determinado, o su recuperación, en cuyo caso estarán insertas en un Plan de Descontaminación y/o de Prevención, según corresponda.

En ambos casos se utilizarán las mejores técnicas disponibles, como criterio a aplicar para determinar los valores o parámetros exigibles en la norma, cuando corresponda".

De acuerdo a lo anterior, los Objetivos de las normas de emisión, se separan en dos.

- La prevención de la contaminación o de sus efectos; o
- La mantención de la calidad ambiental de un territorio determinado, o su recuperación, en cuyo caso estarán insertas en un Plan de Descontaminación y/o de Prevención, según corresponda.

Para el caso en que el objetivo de la norma sea la Prevención de la Contaminación, se requerirá de estudios que den cuenta de los siguientes aspectos:

- Los efectos que produce el contaminante sobre la salud de las personas, la diversidad biológica u otros elementos del medio ambiente, como por ejemplo las áreas silvestres protegidas y especies silvestres que se encuentren en alguna categoría de conservación, y
- Las mejores técnicas disponibles para cada caso, considerando la utilización o producción de ellas en el país, y el acceso, en condiciones razonables, que la fuente regulada pueda tener a las mismas.



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

En el caso de que las normas de emisión tengan por objetivo la mantención o recuperación de la calidad ambiental, se requerirán estudios que den cuenta de los siguientes aspectos:

- La concentración ambiental o distribución del contaminante en el área de aplicación de la norma, su metodología de medición y los resultados encontrados;
- La relación entre las emisiones del contaminante y la calidad ambiental;
- La capacidad de dilución y de recuperación del medio receptor a normar;
- Los efectos que produce el contaminante sobre la salud de las personas, la diversidad biológica u otros elementos del medio ambiente, (ej: áreas silvestres protegidas, especies silvestres en categoría de conservación), y
- Las mejores técnicas disponibles para cada caso, considerando la utilización o producción de ellas en el país, y el acceso, en condiciones razonables, que la fuente regulada pueda tener a las mismas.

Dicho lo anterior cabe preguntarse si el proceso de revisión normativo actual cumple con los requisitos y objetivos descritos en la normativa para un proceso de revisión de una norma de emisión, siendo clave en este análisis la relación entre la **calidad existente actualmente** en los territorios donde se encuentran las fuentes emisoras y las medidas implícitas en la regulación que se encuentra en elaboración. Los procesos normativos deben contar con claridad de cuál es el objetivo perseguido y la razonabilidad y prioridad de los esfuerzos para llegar a ese objetivo.

Adicionalmente, cabe tener presente el principio de gradualidad que debe primar al momento de establecer límites de emisión o parámetros de operación a fundiciones de cobre, las cuales ya han invertido cuantiosos recursos para lograr una calidad ambiental de los sectores aledaños a las fundiciones, como será desarrollada más adelante.

1.2.- Proceso normativo - hitos relevantes:

El Artículo N° 32 inciso N° 3 LBGMA dispone que un Reglamento (establecido mediante el DS N° 38/2012), establecerá el procedimiento para la dictación de las normas de calidad ambiental y de emisión. Según dicho precepto, el reglamento debe considerar a lo menos las siguientes etapas:

- Análisis técnico y económico
- Desarrollo de estudios científicos
- Consultas a organismos competentes, públicos y privados



Corporación Nacional del Cobre de Chile
 Huérfanos N° 1270
 Santiago
 Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

- Análisis de las observaciones formuladas
- Una adecuada publicidad

A continuación se detalla el proceso normativo en discusión, con los hitos relevantes:

16 Oct 2020	Revisión del D.S. N° 28 de 2013. Res. Ext. N° 1.119 Norma de emisión para fundaciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico
07 May 2021	Res. N° 400 Licitación estudio de antecedentes para revisión de norma
08 Jul 2021	Res. N° 680 Se constituye Comité Operativo de la Norma.
23 Sep 2021	Res. N° 1.062 Se amplía plazo para Anteproyecto de la revisión del DS N° 28/2013 (Julio 2022).
17 Jun 2022	Entrega de Informe Final DICTUC Greenlab Ltda.
29 Jul 2022	Res. N° 892 Se amplía plazo para Anteproyecto de la revisión de norma de emisión para fundaciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico, (30 de Abril 2023).
25 Oct 2022	Res. N° 1.308 Se constituye Comité Operativo Ampliado de la Norma.

- **Análisis Histórico de Desempeño Ambiental de Fundiciones de Codelco**

El DS N° 28/2013 del MMA, "Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico", estableció límites de captación y fijación de Arsénico (As) y Dióxido de Azufre (SO₂), así como también límites de emisiones (t/año) para ambos contaminantes, para cada una de las fundiciones de cobre de CODELCO. Con el objeto de cumplir las exigencias del DS N° 28/2013, CODELCO ha realizado esfuerzos de gran magnitud en los últimos 5 años, tanto en inversión como de carácter operacional. Las inversiones a la fecha ascienden a un total US\$M 2.261 en las fundiciones Chuquicamata, Potrerillos, Caletones y Ventanas.



Corporación Nacional del Cobre de Chile

Huérfanos N° 1270

Santiago

Región Metropolitana, Chile

www.codelco.com

Página 5 de 18

División	Total inversión MUS\$
División Chuquicamata	1.055
División Salvador	461
División Teniente	586
División Ventanas	159
Total	2.261

Tal como se observa en las tablas siguientes, estas inversiones han tenido un efecto significativo en disminuir emisiones de SO₂ y As a la atmósfera y la captura y fijación de SO₂ y As supera el límite de 95% establecido en dicho decreto.

Fundiciones	Captura S				Captura As			
	2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022
Chuquicamata	97,7	97,2	95,9	96	97,4	97,7	95,3	96,5
Potrerrillos	96	97,7	98,3	95,1	96,1	98,9	95,9	97,2
Caletones	98,8	96,6	96,8	96,8	96,5	96,6	96,4	96,1
Ventanas	96,5	95,1	95,7	96,2	95,8	95,2	95,1	95,1
DS 28	95	95	95	95	95	95	95	95

Emisión de Dióxido de Azufre

Fundiciones	2020	2021	2022	Límite Máximo ton/año
Ventanas	10.422	9.188	4.758	14.650
Chuquicamata	18.180	14.125	17.761	49.700
Caletones	28.626	28.864	24.822	47.680
Potrerrillos	7.034	8.468	10.286	24.400

Emisión de Arsénico

Fundiciones	2020	2021	2022	Límite Máximo ton/año
Ventanas	28,4	35,4	24,1	48
Chuquicamata	180,8	136,6	216,7	476
Caletones	67,0	105	100,5	130
Potrerrillos	51,0	65	23	157



Corporación Nacional del Cobre de Chile
 Huérfanos N° 1270
 Santiago
 Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Página 6 de 18

• Análisis de Calidad del Aire y vinculación con emisiones de Fundiciones locales.

Los cambios en las operaciones, así como en la infraestructura de las fundiciones han llevado a logros importantes en materia de calidad ambiental del aire de las áreas de influencia a dichas instalaciones. Así se refleja en los índices registrados, que por lejos cumplen la normativa nacional para SO₂ y el estándar internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS). A continuación se adjunta gráficas de los valores registrados en las Estaciones con Representación Poblacional, oficiales según la Superintendencia del Medio Ambiente.





Corporación Nacional del Cobre de Chile

Huérfanos N° 1270

Santiago

Región Metropolitana, Chile

www.codelco.com

Página 7 de 18



Para cumplir lo exigido por el DS N° 28/2013 y la implementación de los proyectos asociados, las fundiciones de Codelco aún no han alcanzado sus capacidades nominales, con lo cual no se ha llegado a plena carga de éstas según producción autorizada y capacidad instalada.

En otras palabras, Codelco aún no entra en régimen en sus fundiciones y ha tenido que disminuir capacidad de fundición de concentrados. No obstante, se proyecta que el desempeño ambiental de las fundiciones seguirá en valores similares o aún mejores, dependiendo de otros factores como las leyes de As y S de los concentrados.

Se ha incorporado a la División Ventanas en este análisis, pero cabe mencionar que, como es de público conocimiento, esta operación se encuentra en planificación de su etapa de cierre, situación que requiere previamente una modificación legal.

Como se aprecia en los antecedentes señalados anteriormente, la calidad ambiental del aire registrada en las distintas estaciones de monitoreo dan cuenta de una relación estrecha entre la emisión y la calidad, siendo esta última, la motivación que debe llevar una norma como la que se encuentra en discusión.

2.- Análisis de Propuestas de Norma de Emisión que modifica DS N° 28/2013



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

2.1.- Análisis y focos críticos de Propuestas de Norma de la Consultora DICTUC Greenlab Ltda.

Luego de revisar las propuestas realizadas por la consultora DICTUC Greenlab Ltda., vemos con preocupación algunos puntos que pasaremos a abordar a continuación:

2.1.1.- Establecimiento de criterio de cumplimiento para los Balances de Masas para captura y fijación de Azufre y Arsénico, actualmente de 95% en forma anual, considerando los materiales de limpieza producto de mantenciones que se realicen en el periodo. Según lo descrito en las distintas alternativas, se piensa verificar su cumplimiento en forma anual, pero ya no incorporando los materiales de limpieza, que solo serían considerados cuando se verifique en forma trianual.

Es un hecho que las plantas de ácido van permanentemente acumulando residuos con alto contenido de arsénico y que su no contabilización obligará a incrementar el porcentaje de captura para dar cumplimiento a los valores establecidos.

Lo anterior nos lleva a consultar si producto de esta modificación propuesta habrán dos criterios de cumplimiento en este punto, uno en forma anual y otro trianual, además si estos periodos trianuales serán móviles o dinámicos, con especial atención en periodos de mantenimiento de instalaciones.

2.1.2.- En el caso de las emisiones de las Plantas de Ácido, si bien se mantiene el límite de emisión de 600 ppm de SO₂, medido en forma directa por un CEMS, se reducen las horas de sobrepaso de este límite desde un 5% a un 1%. A nuestro juicio con ello se expone a las operaciones de las fundiciones y plantas de ácido a un alto riesgo de incumplimiento, ya que en virtud de las mayores exigencias ambientales, se tendrán que realizar más mantenciones de dichas plantas y de los distintos equipos de fundición, conllevando con esto mayores etapas de encendido. En este sentido cabe considerar que según la data histórica, la mayor cantidad de eventos de sobrepaso se producen en las partidas o encendidos de los diferentes equipos, por temas de temperatura, principalmente de las partes que componen las plantas de ácido, con lo cual el incumplimiento es más factible que ocurra. En virtud de ello se plantea la necesidad de reconsiderar esta medida.

2.1.3.- Con relación a la emisión establecida en las Alternativas 2 y 3 para los Hornos de Refino, donde se cambia la medición desde la escala Ringelman a un



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Página 9 de 18

método de medición con pruebas isocinéticas (método CH-5 USEPA), se debe considerar que el 20% de Opacidad de la escala Ringelman, actualmente vigente y que se mantiene en la Alternativa N° 1, equivale aproximadamente a 30 mg/m³N de emisión de Material Particulado. En este caso en las alternativas mencionadas se reemplaza por un valor fijo de 5,8 mg/m³N.

Siendo este valor inalcanzable con la tecnología actualmente disponible, como son los filtros de mangas, instalados por ejemplo en la fundición de Caletones, esta situación conlleva a invertir en un nuevo sistema de limpieza húmeda de gases, encareciendo aún más la operación.

El foco de interés es la cuantía de la reducción solicitada, si bien las Fundiciones de Codelco cumplen con este límite de 20% de Opacidad de la escala Ringelman, se hace muy complejo reducir en a lo menos 6 veces el valor de estas emisiones.

En este contexto, se debe analizar la razón de costo - eficiencia de este tipo de medidas, y, en cualquier caso, considerar gradualidad en su implementación en tanto involucra esfuerzos económicos y operativos relevantes. aproximadamente US\$ 50 a 90 millones, debido a la incorporación de torres de lavado, instalación de Precipitador Electrostático Húmedo, Ventilador de Tiro Inducido y una chimenea de descarga, dicho lo anterior es de suma relevancia el considerar la gradualidad en esta medida a objeto de realizar los proyectos necesarios y que sean adecuados a las operaciones de las fundiciones.

2.1.4.- Para los límites establecidos en los Techos de Reactor, Techo de CPS y Techo Horno de Refino, se hace presente que la medición de cada uno por separado con límites individuales como se presentan en la Alternativa N° 3, es muy complejo de realizar, debido principalmente porque los procesos mencionados comparten una sola nave y es muy difícil separar los flujos de gases, que son principalmente de naturaleza incierta y que se deben al mismo movimiento de materiales fundidos y gases fugitivos de los distintos procesos. Adicionalmente, se debe considerar que la instalación de distintas campanas con sus sistemas de ductos separados y sistemas de medición, generarían un colapso de tubos en la parte superior de la nave, debiendo reforzar la estructura de ésta, encareciendo la inversión asociada y por ende la operación, así como su mantenimiento. Cabe hacer presente que en fundiciones de alto desempeño se tiene un sistema común de extracción de gases terciarios.

A nuestro juicio, debe re- evaluarse esta medida presentada y asociarla a la condición actual de las instalaciones de las distintas fundiciones nacionales.

2.1.5.- Respecto a los límites de emisión para las chimeneas de las Campanas Secundarias, lo planteado importa una inversión en este tipo de sistemas de



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

abatimiento en dos Fundiciones (DET y DSAL), ya que DCH cuenta con este tipo de campanas, pero sin medición.

Ahora bien, sobre el límite de 11,6 mg/m³N, debido al volumen de gases que por estas campanas circula (etapas de sangría, fusión y conversión) y la eficiencia de los métodos de abatimiento actuales en el mercado, como son los Filtros de Manga, resulta muy difícil cumplir dicho límite, ya que si consideramos una eficiencia estándar que tienen los Filtros de Manga de valores cercanos al 95%, el resultado es muy superior al valor planteado, sobrepasándolo en aproximadamente un 80%. Según el juicio experto de la empresa NERIN (China), un filtro de mangas de alto desempeño permite emitir una descarga de no menos de 20 mg/Nm³. Por lo que se requiere revisar el valor establecido en virtud de la tecnología existente y el tipo de proceso a ser normado.

2.1.6.- Sobre la medida establecida en la Alternativa N° 3 para el Reactor de Fusión, de 15 g/ton de PM-10, medido por CEMS, se solicita reconsiderar esta forma de cumplimiento, ya que en el mercado no se encuentran este tipo de sistemas de medición continuo que puedan discriminar por tamaño de partícula.

A la vez se requiere precisión respecto a donde se pretende realizar la medición solicitada, sobre que flujo de gases, respecto de que tonelaje será el parámetro a medir, es sobre lo producido, lo procesado o bien un peso estimado de otro indicador.

2.1.7.- En el Sistema General de la FUCO, la Alternativa N° 3, relativa a solicitar la emisión máxima de 300 g/ton de Material Particulado diario, el cual debe ser medido por CEMS, se solicita reconsiderar este límite, ya que éste se compone de la sumatoria de las distintas lecturas o mediciones discretas enunciadas en forma precedente y no mediante un monitoreo continuo de emisiones.

Al igual que el punto anterior, se requiere mayor precisión respecto a cuáles serán los parámetros considerados y mediante qué metodología estandarizada se realizará esta medición.



Corporación Nacional del Cobre de Chile
 Huérfanos N° 1270
 Santiago
 Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Página 11 de 18

2.2.- Análisis económico de alternativas enunciadas en la Modificación del DS N° 28/2013.

Las distintas alternativas que se están discutiendo en la elaboración del Anteproyecto de revisión de la norma de emisión, que viene a modificar el DS N° 28/2013, involucrarían una serie de cambios en las instalaciones de las fundiciones de Codelco, las cuales se pasan a mostrar en las siguientes tablas:

Tabla 1: Alternativa N° 1 de DICTUC Greenlab Ltda.

Punto de Medición	Contaminante	Fuente	Actual	Alternativa 1			
				Exigencias	CHU	DSA	DET
Sistema de la Fundición	As	Fundiciones Existentes	Emisión Anual	Emisión Anual	Se mantiene metodología de cálculo y límite de 95% de captura y fijación de As y SO ₂ .		
	SO ₂	Fundiciones Existentes	Balance Anual	Balance Anual			
Secadores	MP	Fundiciones Existentes	50 mg/Nm ³	50 mg/Nm ³	Se mantiene y cumple este límite de emisión de particulado		
Planta de Ácido	SO ₂	Fundiciones Existentes	600 ppm	600 ppm	Se mantiene y cumple este límite de emisión de SO ₂		
	As	Fundiciones Existentes	1 mg/Nm ³	0,8 mg/Nm ³	Se cumple este límite de emisión de As		
	Hg	Fundiciones Existentes	n.a.	0,1 mg/Nm ³	Se cumple este límite de emisión		
Hornos de Refino	Opacidad	Todas	20% Ringelman	20% Ringelman	Se cumple con este parámetro		
	MP	Todas	n.a.	n.a.	No se requiere implementar captura de gases terciarios		
Techo Reactor	MP	Todas	n.a.				
Techo CPS	MP	Todas	n.a.	n.a.			
Techo Hornos de Refino	MP	Todas	n.a.	n.a.			
Chimeneas de Campanas Secundarias	MP	Fundiciones Existentes	n.a.	11,6 mg/Nm ³	Fundición Chuquicamata cuenta con Campanas Secundarias. Requiere acondicionar F. de Mangas (2), existentes (Sangrías HF y CPS). También considera 2 Ventiladores nuevos, plataforma de medición en ducto de salida.	Requiere Campana Secundarias: - CT (1), Sangría CT (4) y CPS (3) - 3 Filtros de Mangas - 3 Ventiladores - 2 Chimeneas - Plataforma de medición en ducto de salida.	Requiere Campana Secundarias: - CT (2), Sangría CT (8) y CPS (4) - 5 Filtros de Mangas - 5 Ventiladores - 2 Chimeneas - Plataforma de medición en ducto de salida.
Sistema de la Fundición/Fuente (7)	MP	Todas	n.a.	n.a.			



Corporación Nacional del Cobre de Chile
 Huérfanos N° 1270
 Santiago
 Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Tabla 2: Alternativa N° 2 de DICTUC Greenlab Ltda.

Punto de Medición	Contaminante	Fuente	Actual	Alternativa 2			
				Exigencias	CHU	DSA	DET
Sistema de la Fundición	As	Fundiciones Existentes	Emisión Anual	Balance Anual	Se agrega cálculo de emisiones de S y As trianualmente		
	SO ₂	Fundiciones Existentes	Balance Anual	Balance Anual			
Secadores	MP	Fundiciones Existentes	50 mg/Nm ³	50 mg/Nm ³	Se mantiene y cumple este límite de emisión de particulado		
Planta de Ácido	SO ₂	Fundiciones Existentes	600 ppm	600 ppm (1)	Se mantiene y cumple este límite de emisión de SO ₂		
	As	Fundiciones Existentes	1 mg/Nm ³	0,8 mg/Nm ³	Se cumple este límite de emisión de As		
	Hg	Fundiciones Existentes	n.a.	0,05 mg/Nm ³	Se cumple este límite de emisión de Hg		
Hornos de Refino	Opacidad	Todas	20% Ringelman	n.a.			
	MP	Todas	n.a.	5,8 mg/Nm ³	Cumple con este requerimiento	Cumple con este requerimiento	Se requiere incorporar: - 2 Torres de Lavado Gases - 2 PPEE Húmedos - 2 Ventiladores y - 2 Chimeneas Auxiliares
Techo Reactor	MP	Todas	n.a.	n.a.	No se requiere implementar captura de gases terciarios		
Techo CPS	MP	Todas	n.a.	n.a.			
Techo Hornos de Refino	MP	Todas	n.a.	n.a.			
Chimenas de Campanas Secundarias	MP	Fundiciones Existentes	n.a.	11,6 mg/Nm ³ (6)	Fundición Chuquicamata cuenta con Campanas Secundarias. Requiere acondicionar F. de Mangas (2), existentes (Sangrías HF y CPS). También considera 2 Ventiladores nuevos. - Plataforma de medición en ducto de salida.	Requiere Campana Secundarias: - CT (1) , Sangría CT (4) y CPS (3) - 3 Filtros de Mangas - 3 Ventiladores - 2 Chimeneas - Plataforma de medición en ducto de salida.	Requiere Campana Secundarias: - CT (2) , Sangría CT (8) y CPS (4) - 5 Filtros de Mangas - 5 Ventiladores - 2 Chimeneas - Plataforma de medición en ducto de salida.
Sistema de la Fundición/Fuente (7)	MP	Todas	n.a.	n.a.			



Corporación Nacional del Cobre de Chile

Huérfanos N° 1270

Santiago

Región Metropolitana, Chile

www.codelco.com

Página 13 de 18

Tabla 3: Alternativa N° 3 de DICTUC Greenlab Ltda.

Punto de Medición	Contaminante	Fuente	Actual	Alternativa 3			
				Exigencias	CHU	DSA	DET
Sistema de la Fundición	As	Fundiciones Existentes	Emisión Anual	Balance Anual Emisión Trianual	Se agrega cálculo de emisiones de S y As trianualmente		
	SO ₂	Fundiciones Existentes	Balance Anual	Balance Anual			
Secadores	MP	Fundiciones Existentes	50 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³	Se requiere confirmar este cumplimiento		
Planta de Ácido	SO ₂	Fundiciones Existentes	600 ppm	600 ppm (1)	Se mantiene y cumple este límite de emisión de SO ₂		
	As	Fundiciones Existentes	1 mg/Nm ³	0,8 mg/Nm ³	Se cumple este límite de emisión de As		
	Hg	Fundiciones Existentes	n.a.	0,05 mg/Nm ³	Se cumple este límite de emisión de Hg		
Hornos de Refino	Opacidad	Todas	20% Ringelman	n.a.			
	MP	Todas	n.a.	5,8 mg/Nm ³	Cumple con este requerimiento	Cumple con este requerimiento	Se requiere incorporar: - 2 Torres de Lavado Gases - 2 PPEE Húmedos - 2 Ventiladores y - 2 Chimeneas Auxiliares
Techo Reactor	MP	Todas	n.a.	1,95 kg/h	Requiere Campanas Terciarias: - 18 Campanas Terciarias	Requiere Campanas Terciarias: - 10 Campanas Terciarias	Requiere Campanas Terciarias: - 16 Campanas Terciarias
Techo CPS	MP	Todas	n.a.	0,77 kg/h	- 2 F. Mangas	- 3 F. Mangas	- 5 F. Mangas
Techo Hornos de Refino	MP	Todas	n.a.	0,73 kg/h	- 2 VTI	- 3 VTI	- 5 VTI
Chimeneas de Campanas Secundarias	MP	Fundiciones Existentes	n.a.	11,6 mg/Nm ³ (6)	Fundición Chuquicamata cuenta con Campanas Secundarias. Requiere acondicionar F. de Mangas (2), existentes (Sangrías HF y CPS). También considera 2 Ventiladores nuevos. - Plataforma de medición en ducto de salida.	Requiere Campana Secundarias: - CT (1), Sangría CT (4) y CPS (3) - 3 Filtros de Mangas - 3 Ventiladores - 2 Chimeneas - Plataforma de medición en ducto de salida.	Requiere Campana Secundarias: - CT (2), Sangría CT (8) y CPS (4) - 5 Filtros de Mangas - 5 Ventiladores - 2 Chimeneas - Plataforma de medición en ducto de salida.
Sistema de la Fundición/Fuente (7)	MP	Todas	n.a.	300 g/t (8)			



Corporación Nacional del Cobre de Chile
 Huérfanos N° 1270
 Santiago
 Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

En resumen si se valorizan los costos de inversión (CAPEX) y los costos adicionales de tipo operacional en que se debe incurrir anualmente (OPEX), en relación con las distintas Alternativas propuestas por la empresa consultora DICTUC Greenlab Ltda., se obtienen los resultados que presentan a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4: CAPEX y OPEX de Alternativas propuestas por DICTUC Greenlab Ltda.

			F. Chuquicamata	F. Potrerillos	F. Caletones	Total
Alternativa N°1	N°	Ítem	Valor M (USD)	Valor M (USD)	Valor M (USD)	
	1	Costo directo	26	68	76	
	2	Costo indirecto	4	10	11	
	3	Costo del dueño	6	16	17	
	4	Contingencia	14	38	42	
		CAPEX Total (MUS\$)	50	132	147	328
		OPEX Total (MUS\$/año)	2,5	5,0	4,8	12,3
Alternativa N° 2	N°	Ítem	Valor (USD)	Valor (USD)	Valor (USD)	
	1	Costo directo	26	68	131	
	2	Costo indirecto	4	10	20	
	3	Costo del dueño	6	16	30	
	4	Contingencia	14	38	72	
		CAPEX Total (MUS\$)	50	132	252	434
		OPEX Total (MUS\$/año)	2,5	5,0	5,1	12,6
Alternativa N° 3	N°	Ítem	Valor (USD)	Valor (USD)	Valor (USD)	
	1	Costo directo	90	121	195	
	2	Costo indirecto	13	18	29	
	3	Costo del dueño	21	28	45	
	4	Contingencia	49	67	107	
		CAPEX Total (MUS\$)	173	233	376	782
		OPEX Total (MUS\$/año)	7,1	8,3	9,6	25,1



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Página 15 de 18

La Alternativa N° 1 si bien es un desembolso importante de recursos, es la que genera un gasto menor de dinero en inversiones a realizar, cercana a los MUS\$ 328, distante de los montos necesarios para llegar a cumplir con lo establecido en la Alternativa N° 3, que bordea los MUS\$ 782. Cabe recordar que estos montos son estimativos y que pueden ser aún mayores al ir progresando en las etapas inversionales, al realizar su evaluación con mayor detalle.

Sin perjuicio de anterior, la implementación de cualquiera de estas alternativas pondrá en serio riesgo la viabilidad del negocio de fundiciones en Codelco, lo cual podría llevar a evaluar el cierre de una o varias fundiciones. En efecto, las fundiciones de Codelco hoy tienen costos que están en el cuarto cuartil de la industria mundial en un negocio de margen de utilidad muy estrecho y la compañía se encuentra en una etapa de alto requerimiento de recursos para el financiamiento de sus proyectos estructurales que aseguren sus actuales niveles de producción, por lo que se visualiza difícil de disponer de recursos adicionales para proyectos de rentabilidad negativa que no están basados en una relación de costo eficiencia adecuada, en tanto no se basan en la necesidad de mejorar la calidad ambiental del aire en las zonas donde con comunidades cercanas a sus operaciones.

3.- Propuestas o Alternativas para Anteproyecto de Norma de Emisión de Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico:

En función del Principio de Progresividad y el permanente mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que se encuentran cercanas a las instalaciones de Codelco, es que hemos querido proponer algunas medidas a ser atendidas por la Autoridad Ambiental, para que puedan ser evaluadas y consideradas en la revisión y actualización de norma de emisión. Lo anterior, se traduce en las siguientes propuestas:

3.1.- En el ámbito de las emisiones atmosféricas de contaminantes como el SO₂, que son medidas mediante los sistemas continuos, CEMS, y en el marco de la gradualidad aconsejable en estos casos, a nuestro juicio es relevante considerar **mantener el porcentaje de excedencia en 5%**, y que éste solo pueda ser constituido por las horas de encendido y falla, HE y FA respectivamente. **Debiendo ser reducido a un 3% en un periodo no superior a 5 años de entrada en vigencia la norma**, plazo razonable para realizar los ajustes operacionales y gestión del cambio para reducir estas horas de excedencia en esas etapas de funcionamiento de la fuente.



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

3.2.- Respecto al cumplimiento de Balances de Masa sobre la captura y fijación de As y SO₂, se propone que se verifique el cumplimiento en forma trianual, debiéndose incluir el material de limpieza de las mantenciones que se realicen en el periodo. **No obstante mantener la verificación de cumplimiento anual de este indicador.**

3.3.- En relación a la incorporación de mediciones en los techos de los distintos sistemas de fusión, se propone estudiar la mejor alternativa a implementar, en especial por la configuración de las instalaciones de las fundiciones existentes en el país y lo complejo que sería realizar mediciones puntuales de emisiones fugitivas o de naturaleza desconocida al interior de las naves de estas fundiciones en forma parcial, debiéndose, a nuestro juicio, realizar una medición completa de la nave, mediante las pruebas isocinéticas estandarizadas.

3.4.- El límite de emisión de Material Particulado de las de campanas secundarias, definido como 11,6 mg/m³N es, a nuestro juicio, un estándar muy difícil de cumplir en la actualidad, debiendo para ello realizar inversiones importantes. Por lo que, en virtud del tiempo requerido por los ciclos inversionales de esta empresa del Estado, **se propone mantener la obligación de incorporar en todas las fundiciones campanas secundarias, pero el límite señalado establecerlo en forma gradual y en al menos en dos etapas, una vez que se realice la puesta en marcha de estos equipos. Debiendo ser el plazo para ello, no superior a 8 años desde la entrada en operación de estos sistemas de abatimiento.**

3.5.- En virtud de nuestra experiencia operacional se presentan diversas complejidades respecto a la emisión de los reportes mensuales en el marco de las exigencias del DS N° 28/2013, los que presentan en algunas ocasiones omisiones o faltas, las que luego son subsanadas con la intervención y aclaración de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Estos eventos se presentan principalmente por la imposibilidad de acceder en forma oportuna al servicio requerido de las ETFAs (Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental) para realizar los estudios o pruebas isocinéticas o bien los análisis de laboratorio a tiempo, para ser reportados.

Lo anterior muchas veces está motivado por factores externos a las fuentes, como es el número escaso de ETFAs que están acreditadas para realizar estas labores, por otro lado las condiciones operacionales necesarias, para este tipo de pruebas, no siempre están de acuerdo a la planificación realizada e informada por las ETFAs a la SMA. Esto sumado a las pruebas de calibración necesarias para los equipos CEMS nos lleva a proponer que estos **reportes se realicen**



Corporación Nacional del Cobre de Chile
 Huérfanos N° 1270
 Santiago
 Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Página 17 de 18

cada tres meses como se hace en la actualidad para las centrales termoeléctricas que se encuentran regidas por el DS N° 13/2011.

En el caso de emisiones que se miden por CEMS y ya que se encuentran en línea con la plataforma de la SMA, según lo establecido en la Resolución N° 680/2021, se debiera mantener la situación.

3.6.- En relación a la Auditoría del Balance de Masas de la captura y fijación de Arsénico y Azufre que se realiza por la Entidad Técnica de Certificación Ambiental (ETCA), se propone que su **aprobación sea de carácter vinculante y por consiguiente la entrega del certificado por parte de la ETCA**, deba ser requisito para la validación del balance de masas que se presenta en forma anual. En este sentido la Fundición o Fuente Emisora de Arsénico, que no aprueba dicha Auditoría debe realizar un **informe detallado de las causas y un Plan de cumplimiento** para corrección de las No Conformidades o Hallazgos informados, el cual **no puede superar los tres meses de implementación, a objeto de que sea aprobado el balance anual emitido.**

4.- Resumen y Conclusiones

- De acuerdo al ordenamiento jurídico vigente las normas de emisión establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.
- De esta forma, debe haber una relación directa entre el valor normativo y el objetivo de la misma, en cuanto al riesgo que se pretende evitar o disminuir.
- Resulta entonces fundamental revisar la razón de costo eficiencia de los cambios normativos que se están analizando, para efectos de que exista razonabilidad y priorización de los esfuerzos a nivel país.
- De igual manera y de acuerdo a los antecedentes expuestos la calidad ambiental de las zonas de influencia a las operaciones de Codelco han experimentado una mejoría relevante en los últimos años, a niveles muy por debajo de las normas de calidad ambiental, vigentes en el país.
- Adicionalmente, estimamos que es esencial tener presente el principio de gradualidad que debe primar al momento de establecer límites de emisión o parámetros de operación a fundiciones de cobre. Como es sabido, durante los últimos años, estas instalaciones han realizado grandes esfuerzos para dar cumplimiento a la normativa (en CODELCO las inversiones a la fecha ascienden a un total US\$M 2.261 en las fundiciones Chuquicamata,



Corporación Nacional del Cobre de Chile
Huérfanos N° 1270
Santiago
Región Metropolitana, Chile
www.codelco.com

Potrerrillos, Caletones y Ventanas), y nuevos cambios implican esfuerzos adicionales en costos y en gestión operativa.

- Los cambios en las operaciones, así como en la infraestructura de las fundiciones han llevado a logros importantes en materia de calidad ambiental del aire de las zonas cercanas a dichas instalaciones. Así se refleja en los índices registrados, que por lejos cumplen la normativa nacional para SO₂ y el estándar internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- En relación a la Alternativas revisadas del estudio y propuestas realizadas por la consultora DICTUC Greenlab Ltda, tenemos que los costos solo en inversiones son cercanos a los MUS\$ 328, MUS\$ 434 y MUS\$ 782 en las distintas alternativas. Costos estimativos que además deben considerar los costos operacionales.
- Finalmente, a lo largo de este documento se han realizado comentarios a la a los análisis y propuestas revisadas, manifestando las complejidades que se proyectan. A su vez, se han levantado propuestas que esperamos la autoridad pueda analizar y considerar en este proceso de revisión de la norma, el que su también debe ser coordinado razonablemente con el proceso de elaboración de la norma primaria de calidad del aire para arsénico.