



VPE N° 068

OFICIO ORDINARIO N° 455



**MAT.:** Adjunta Información solicitada sobre la Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico

Santiago, 29 ENE. 2018

**A :** SR. MARCELO MENA CARRASCO  
MINISTRO DEL MEDIO AMBIENTE

**DE :** VICEPRESIDENTE EJECUTIVO  
COMISIÓN CHILENA DEL COBRE

Conforme a su requerimiento realizado a través de Oficio Ordinario N°175528, del Ministerio del Medio ambiente de fecha 29 de diciembre de 2017, adjunto encontrará documento que contiene la Minuta con las Respuestas realizadas, relativas a la Norma de Emisión para Funciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico.

Sin otro particular, lo saluda atentamente,



**SERGIO HERNÁNDEZ NÚÑEZ**  
VICEPRESIDENTE EJECUTIVO

Adj.: Lo citado anteriormente

c.c.: Sra. Aurora Williams Baussá – Ministra de Minería  
Ministerio de Minería

SHN/cpb



OF. ORD. Nº 175528 /

**MAT:** Solicita informar antecedentes respecto a la Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico

SANTIAGO, 29 DIC 2017

DE : JORGE CANALS DE LA PUENTE  
MINISTRO (S) DEL MEDIO AMBIENTE

A : SERGIO HERNÁNDEZ NÚÑEZ  
VICEPRESIDENTE EJECUTIVO  
COMISIÓN CHILENA DEL COBRE

Junto con saludar, me dirijo a usted para solicitar tenga a bien enviar la información que a continuación se detalla y que se relaciona con la Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico, Decreto Supremo N°28 de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente.

La norma entró en vigencia el 12 de diciembre de 2013 y cuenta con los siguientes hitos para su implementación:

- 12 de junio de 2015, todas las fundiciones deben cumplir con las medidas orientadas a prácticas operacionales (artículo 15)
- 12 de diciembre de 2016, las fundiciones Altonorte, Chagres y Ventanas, que cuentan con planta de ácido de doble contacto, deben cumplir con los límites de emisión anual de SO<sub>2</sub> y de As; con el porcentaje de captura y fijación del azufre (S) y de arsénico (As) y los límites en chimenea (artículos 3 y 4).
- 12 de diciembre de 2018, las fundiciones Caletones, Chuquicamata, Hernán Videla Lira y Potrerillos, que cuentan con planta de ácido simple, deben cumplir con los límites de emisión anual de SO<sub>2</sub> y de As; con el porcentaje de captura y fijación del azufre (S) y de arsénico (As) y los límites en chimenea (artículos 3 y 4).

Considerando estos hitos, se solicita los antecedentes que corresponden a:

- ① Situación actual de las fundiciones respecto al mercado internacional y principales desafíos.
- ② Estado en que se encuentran las actuales fundiciones, tanto estatales como privadas respecto al cumplimiento de la Norma indicada.
- ③ Identificar y describir en detalle como los costos y potencial de reducción de los proyectos que se implementaron o implementarán en cada fundición de cobre para dar cumplimiento a la norma.

(11)

- ④ Antecedentes respecto al estudio para establecer una nueva fundición en la Región de Atacama que esté a la vanguardia en tecnología limpia y permita recuperar más minerales, anunciado por la Presidenta Michelle Bachelet en la Cuenta Pública 2017 (<https://prensa.presidencia.cl/discurso.aspx?id=54722>).

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

  
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE  
JORGE CANALS DE LA PUENTE  
MINISTRO(S) DEL MEDIO AMBIENTE  
MINISTRO(S)  
CRF/RCRI/APT/CIF/IMA/gqs

- C.c.:
- Archivo Gabinete Ministro del Medio Ambiente
  - Archivo División de Calidad del Aire
  - Archivo Oficina de partes

Índice

1	I. Situación Actual de las Fundiciones Nacionales Respecto del Mercado Internacional y Principales Desafíos.
8	II. Estado Actual de las fundiciones respecto al cumplimiento de la Norma.
24	III. Antecedentes respecto al estudio para establecer una nueva fundición en la Región de Atacama que esté a la vanguardia en tecnología limpia y permita recuperar más minerales, anunciado por la Presidenta Michelle Bachelet en la Cuenta Pública 2017.
28	IV. Conclusiones.

**Minuta Respuesta Oficio N° 175528 del Ministerio de Medio Ambiente.**

## Índice

	Página
I. Situación Actual de las Fundiciones Nacionales Respecto del Mercado Internacional y Principales Desafíos.	1
II. Estado Actual de las fundiciones respecto al cumplimiento de la Norma.	8
III. Antecedentes respecto al estudio para establecer una nueva fundición en la Región de Atacama que esté a la vanguardia en tecnología limpia y permita recuperar más minerales, anunciado por la Presidenta Michelle Bachelet en la Cuenta Pública 2017.	24
IV. Conclusiones.	26

## Minuta Respuesta Oficio N° 175528 del Ministerio de Medio Ambiente.

### I. Situación Actual de las Fundiciones Nacionales Respecto del Mercado Internacional y Principales Desafíos.

#### 1. Antecedentes generales Industria del Cobre<sup>1</sup>.

Chile es referente y líder de la Industria del cobre, mostrando participaciones significativas en aspectos relevantes. En efecto:

- Tiene las mayores reservas de cobre del mundo (29%, año 2016).
- Es y se proyecta como el mayor productor de cobre mina, con tendencia a la baja (27 y 25% en 2016 y 2030).
- Es y se proyecta como el mayor productor de concentrado de cobre del mundo, sin un crecimiento significativo (24 y 26% en 2016 en 2030).
- Consecuentemente, también es el principal exportador de concentrado con un 35% de participación en el comercio mundial en 2016. Junto a Perú totalizan el 59%, teniendo todos los restantes países participaciones menores al 7%.
- Mantiene, con fuerte tendencia a la baja, una participación considerable en la producción de cátodos SxEw (44 y 15% en 2016 y 2030).

Lo anterior contrasta con lo siguiente:

- Baja participación en la producción mundial de cobre refinado, que se proyecta declinando (11 y 4% en 2016 y 2030).
- Es prácticamente nula su participación en el consumo mundial de cobre refinado y no existen señales que proyecten una situación diferente.
- Bajo nivel de innovación y desarrollo de software y tecnologías mineras de alto impacto; baja integración horizontal y vertical del proceso productivo; bajo nivel de industrialización y exportación de componentes con contenidos de cobre significativos. Se están realizando algunos esfuerzos orientados a impulsar el desarrollo de la innovación, incipientes aún, pero que abordan problemáticas que afectan directamente la competitividad del parque de fundiciones nacionales (Núcleo Fundición-Refinería del Programa Minería de Alta Ley).
- La participación del concentrado de cobre sobre el total de las exportaciones de cobre nacional ha mostrado y proyecta un sostenido crecimiento desde un 48% en 2016, a un estimado del 77% del total exportado al año 2030.
- Baja participación en la producción mundial de cobre de fundición, que se proyecta declinando (8 y 5% en 2016 y 2030).

<sup>1</sup> Fuente: Cochilco, WMS, USGS y Wood Mackenzie, edición Q3 2017.

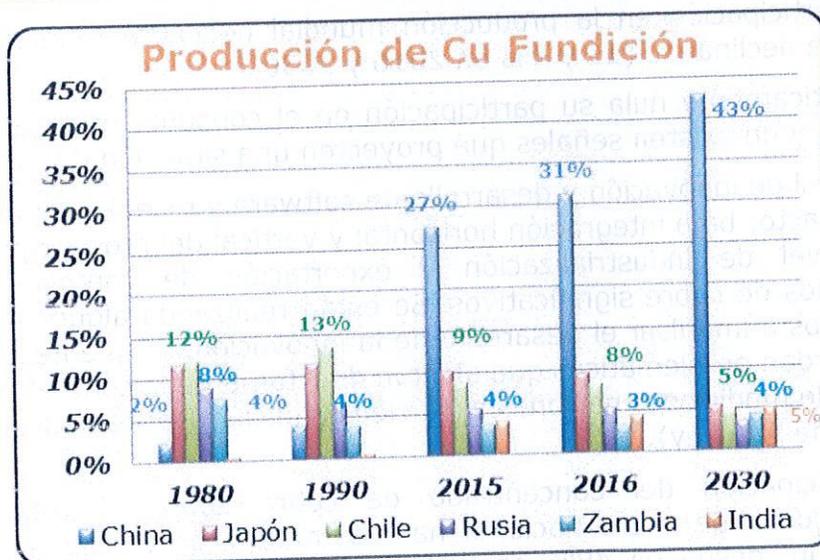
## 2. Industria de las Fundiciones y Posición Competitiva de la Industria Nacional.

La industria de las fundiciones muestra cambios sustantivos respecto de: Las tecnologías predominantes; las regiones donde se funde y la evolución y status de los principales parámetros operacionales, claves en su desempeño.

La capacidad instalada de fusión ha migrado desde los países con economías desarrolladas a los en vías de desarrollo, evolucionando desde un 47% de participación en 1992 a sólo un 24% en 2016. Por su parte, la capacidad instalada de fusión con tecnologías modernas ha evolucionado positivamente, alcanzando un 97% en 2016, desde un 60% en 1992. Actualmente predomina la tecnología Flash, con un 51% de participación.

En relación a la producción de cobre de fundición, la participación de Chile en la producción mundial de cobre de fundición alcanzó su *peak* en 1990 (13,3%), iniciando a partir de dicho año un permanente y significativo descenso. La proyección, estima que alcance un valor próximo al 5% hacia 2030, es decir, se tendrá una disminución de más de un 60% de su máxima participación (gráfico N° 1).

**Gráfico N° 1 Participación de Chile en Producción Mundial de Cu Fundición**

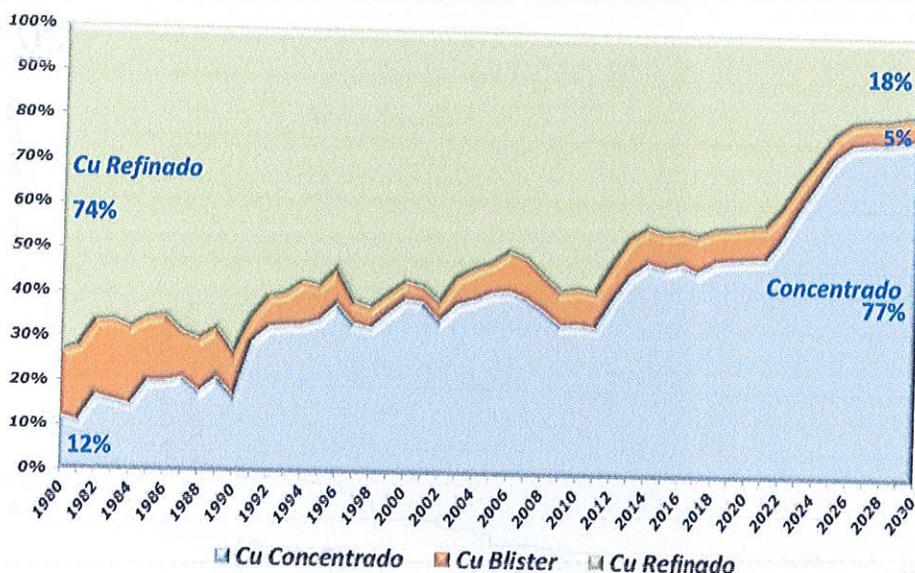


Fuente: Cochilco y WMS hasta 2016. Proyección, Wood Mackenzie, Edición Q3 2017, incluye proyectos.

Por su parte, China crece entre los años 1980 y 2030 a una tasa anual del 9,4%, pasando desde un 2 al 43% de participación en el mercado de las fundiciones. Hacia 2030, aparte de China, Chile y Japón, surgen otros actores relevantes tales como India, Zambia y Rusia con participaciones de 5, 4 y 3%, respectivamente. Se destaca la permanente pérdida de participación de otro actor relevante como lo es Japón.

La baja participación de Chile en la industria de Fundición y Refinería; el crecimiento de su producción vía sulfuros; el alto porcentaje de cobre en el concentrado excedentario y disponible para su exportación (ver gráfico N° 2) y la concentración en China de la capacidad de fundición y refinería, con el poder de mercado que ello implica, puede llegar a exponer a gran parte de la producción chilena a altos TC/RC, con la consiguiente pérdida de valor para el país. En un mercado más competitivo como el del *commodity* cátodo de cobre, el ejercicio de poder de mercado parece menos probable.

**Gráfico N° 2, Participación por Producto de la Exportaciones Físicas de Cu**



Fuente: Real, Cochilco hasta 2016. Proyección, estimada en base a información de W. Mackenzie, edición Q3 2017 (Producción Cu Mina, SxEw, Fundición). Consumo interno y exportación de blíster de 2016 se asumen constantes en las proyecciones; incluye todos los proyectos.

La posición competitiva de las fundiciones nacionales se muestra fuertemente deteriorada en relación al resto de la Industria. Las fundiciones nacionales mejor posicionadas son Altonorte y Chagres, del 4<sup>to</sup> cuartil, con un 75,3 y 77,9% de la producción con menor costo que ellas, tal como se aprecia en el gráfico N°2.

Dicho gráfico muestra cómo ha evolucionado, entre el año 2000 y 2016, la posición competitiva de la industria nacional medida como la producción con menor costo en la curva de Costos Directos Cash (Costo sin depreciación y créditos por subproductos).

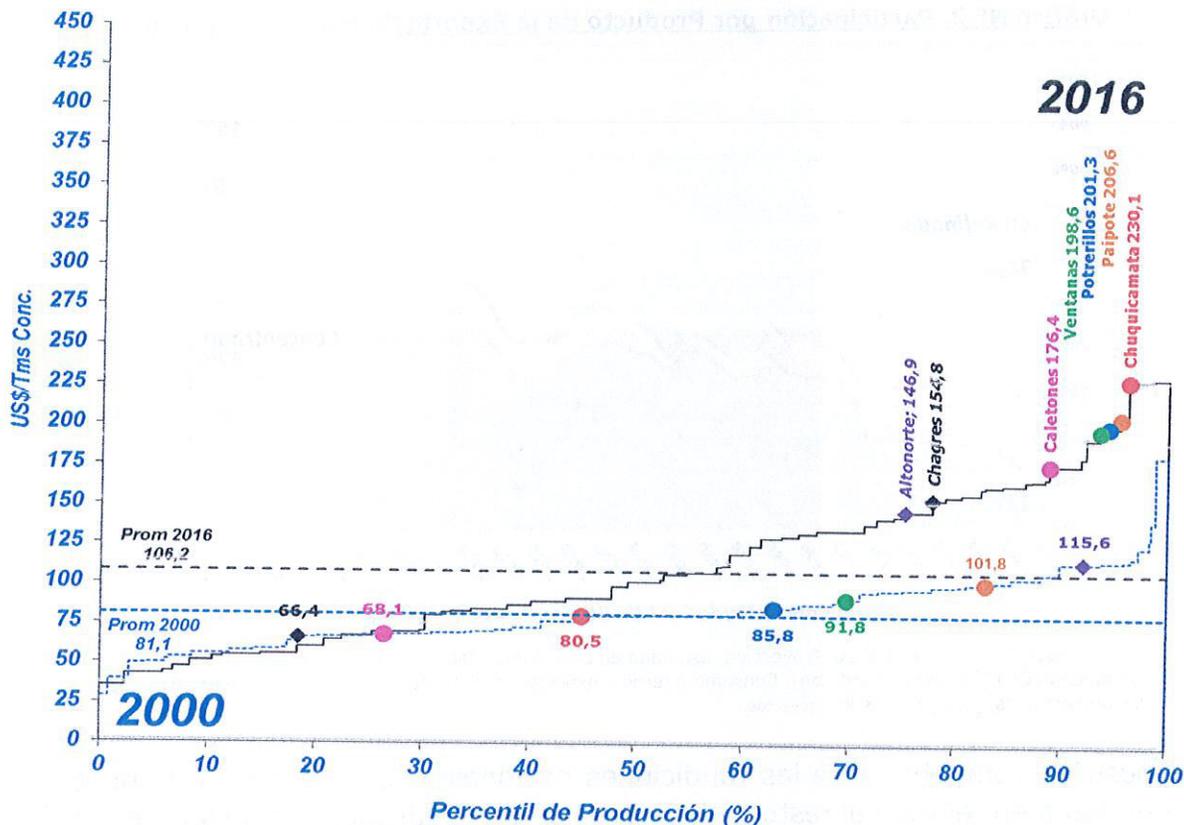
De su análisis se desprende que la industria en general, ha aumentado sus costos al constatar el desplazamiento hacia arriba de los Costos Directos Cash y que la industria nacional ha perdido competitividad y se muestra fuertemente deteriorada en relación al resto de la Industria.

En efecto, con la sola excepción de Altonorte, las fundiciones nacionales han aumentado sus costos a una velocidad mayor que la industria y, por tanto,

pierden competitividad y se posicionan en lugares en que el porcentaje de producción con menor costo que ellas es mayor.

Adicionalmente, todas las fundiciones nacionales muestran en el año 2016 Costos Directos Cash muy por sobre la media de la industria, mientras en el año 2000 al menos 3 de ellas estaban bajo la media.

Gráfico N° 2, Evolución Posición Competitiva Industria Nacional en Curva de Costos Directos Cash, Años 2000 y 2016, (US\$/tms Conc)



Fuente: Elaboración Cochilco con base en información de W. Mackenzie, Copper Smelter Cost, edición Q3 2017.

En la Tabla, N° 1, se muestra para el año 2016 la posición competitiva de las fundiciones de la industria nacional respecto del resto de la industria, tanto para el Costo Directo Cash, como para los otros costos y parámetros operacionales y producción.

Al igual que en el caso del Costo Directo Cash la posición competitiva se mide, en cada variable y fundición nacional, con base al porcentaje de producción Ex Concentrado de la industria con mayor o menor valor que la variable en análisis.

Posiciones entre 0 y 25%, de 1<sup>er</sup> cuartil, dan una posición de alta competencia y, por tanto, constituyen una fortaleza, y para aquellas en que su posición es de 3<sup>er</sup> o 4<sup>to</sup> cuartil o baja competitividad, una debilidad.

En general, las fortalezas –posición de 1<sup>er</sup> cuartil– están dadas en variables de producción, propias de ser el principal país productor y excedentario de concentrados, con características ventajosas en ellos y con fundiciones de gran tamaño.

Tabla N° 1, Fortalezas y Debilidades de la Industria Nacional (%)

<b>FUNDICIONES NACIONALES, AÑO 2016</b>									
<b>Fortalezas y Debilidades</b>									
	Promedio Muestra (1)	Corte 1er Cuartil <= 25%	% Producción con < o > Valor						
			Chq	Pot	Ven	Cal	Pai	Aln	Cgr
<b>VARIABLES PRODUCCION</b>									
<b>Concentrado Tratado</b> ktns	817	1309	31	87	91	<b>23</b>	96	44	88
Ley Cu Concentrado %	26,3	28,1	77	50	53	<b>23</b>	74	<b>13</b>	39
Recuperación Cu %	97,7	98,1	64	90	56	91	72	27	63
Ley S Concentrado %	29,2	39,4	80	85	57	26	<b>7</b>	<b>24</b>	71
Captura de S %	95,7	99,0	87	94	83	70	86	<b>80</b>	45
Utilización Cap Fusión %	77,3	92,2	37	73	57	<b>24</b>	<b>2</b>	29	68
Utilización Cap Moldeo %	70,6	86,0	86	75	26	36	<b>10</b>	<b>16</b>	48
<b>Producción Acido</b> ktm	686	1125	52	87	89	<b>21</b>	90	38	84
<b>INSUMO/PRODUCTO-PRECIOS</b>									
Costo MO KUS\$/Año	29,9	9043	75	58	59	71	54	62	67
Utilización MO hh/ t Conc	1,9	0,9	69	89	71	58	95	61	72
Consumo Bruto Energía MJ/t Conc	2679	2089	62	59	82	56	69	44	42
Generación EE Kwh/t Conc	75,0	101	52	99	77	84	98	80	79
Consumo Neto Energía MJ/t Conc	2409	1621	60	68	89	65	70	55	52
Costo Energía Bruta ¢/MJ	1,4	1,1	85	49	30	60	97	97	79
Costo EE ¢/Kwh	8,3	6,6	88	35	<b>24</b>	71	81	97	77
Precio Venta Acido (2) US\$/tm	34	75	<b>13</b>	<b>15</b>	47	30	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
<b>COSTOS- Cu EX CONCENTRADO</b>									
Mano de Obra US\$/Tms	26,5	8,8	94	83	81	86	93	78	84
Energía Bruta US\$/Tms	37,0	29,0	79	58	76	70	94	96	74
Total Otros US\$/Tms	44,8	26,6	96	98	99	85	82	45	72
<b>Costo Directo Cash US\$/ Tms</b>	<b>108,2</b>	<b>67,4</b>	<b>96,2</b>	<b>94,4</b>	<b>93,6</b>	<b>88,8</b>	<b>95,5</b>	<b>75,3</b>	<b>77,9</b>
Crédito SP de Sulfuros US\$/Tms	(29,2)	(47,7)	<b>21</b>	39	43	85	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>19</b>
Crédito Energía US\$/Tms	(5,9)	(8,6)	34	99	75	84	98	80	77
<b>Costo Neto Cash US\$/Tms</b>	<b>73,2</b>	<b>33,6</b>	<b>94,4</b>	<b>96,8</b>	<b>97,9</b>	<b>90,0</b>	<b>83,9</b>	<b>60,9</b>	<b>70,9</b>
Depreciación US\$/Tms	20,8	12,4	89	87	76	92	79	51	78
<b>Costo Neto Total US\$/Tms</b>	<b>94,0</b>	<b>44,2</b>	<b>93,8</b>	<b>96,2</b>	<b>90,0</b>	<b>90,8</b>	<b>86,0</b>	<b>59,8</b>	<b>73,4</b>

Fuente: Elaboración Cochilco con base en información de W. Mackenzie, Copper Smelter Cost, edición Q3 2017. (1) Base de Fundiciones costeadas. (2) Precio de Venta – Flete.

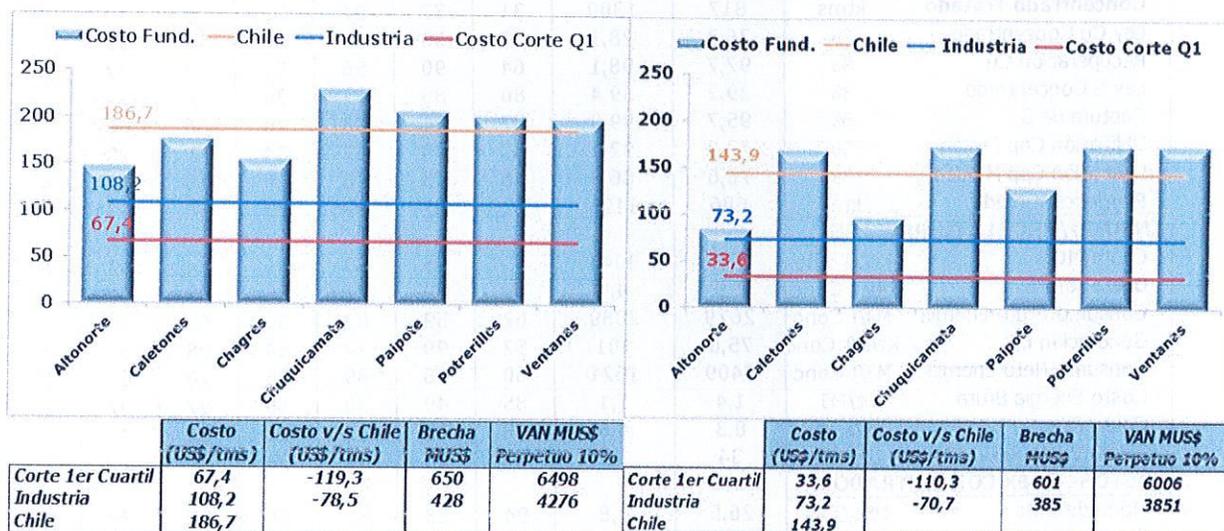
Entre las fortalezas asociadas a producción que se visualiza en algunas de las fundiciones nacionales, se tiene: Nivel de concentrados tratados; leyes de cobre y azufre de los concentrados; utilización de las capacidades de Fusión y Moldeo y producción de ácido. En lo relativo a costo, precios y relaciones Insumo-Producto, en general, las posiciones de las fundiciones nacionales son básicamente de 3<sup>er</sup> y 4<sup>to</sup> cuartil, es decir, debilidades.

En términos de Costo Directo Cash, Costo Directo Neto Cash y Costo Neto Total, en la práctica, todas las fundiciones nacionales son de 4<sup>to</sup> cuartil, exceptuando a Altonorte y Chagres en los dos últimos costos, en los cuales son de 3<sup>er</sup> cuartil.

Las fortalezas de excepción, posición de 1<sup>er</sup> o 2<sup>do</sup> cuartil, se dan en: el precio del ácido para todas las fundiciones nacionales; consumo bruto de energía en Altonorte y Chagres; créditos por subproducto por captura de azufre y generación de energía eléctrica en Chuquicamata y créditos por subproducto por captura de azufre en Paipote, Altonorte y Chagres.

Como se ha mostrado, las brechas de costos entre la Industria global y la nacional son significativas y con un alto potencial de mejora. En efecto, en la tabla N° 2 se muestra las brechas del Costo Directos Cash y el Costo Directo Neto Cash de la Industria Nacional y su valorización (en millones de US\$), respecto del costo medio de la Industria y del de corte del 1<sup>er</sup> cuartil.

Tabla N° 2, Brechas de Costos y Valorización  
Costo Directo Cash Costo Directo Neto Cash



Fuente: Elaboración Cochilco con base en información de W. Mackenzie, Copper Smelter Cost, edición Q3 2017.

De su análisis se desprende que las brechas del Costo Directo Neto Cash de la industria nacional son menores pero no menos exigentes. La valorización de ellas, asumiendo que tanto el nivel de producción como el diferencial de costos se mantienen a perpetuidad, se tiene un VAN de beneficios (al 10%) de US\$ 6.006 y 3.851 millones, al estimarse respecto del costo de corte del 1<sup>er</sup> cuartil o medio de la Industria, respectivamente.

### 3. Principales Desafíos de la Industria Nacional

Las fundiciones de cobre son una industria estratégica para la minería y el país, que permite, entre otros, hacer frente a la creciente participación de la industria China y mantener bajo ciertos límites los cargos por tratamiento y refinación.

En general, el principal desafío es transformar y potenciar el negocio evolucionando desde aquél con estrechos márgenes y de baja competitividad a uno altamente rentables y competitivo, con licencia social para operar en sus diferentes etapas de la cadena y agregando valor a la minería.

En particular, dentro de este contexto, los desafíos que se debe enfrentar serían:

Alcanzar un nivel de competitividad en costos y parámetros operacionales que sustenten la viabilidad del negocio. Para ello; junto al desarrollo tecnológico, la automatización y cambio en los paradigmas productivos o innovación; es necesario mejorar:

- La productividad de la mano de obra y minimizar la utilización de insumos, suministros y servicios.
- La gestión de los activos, optimizando la disponibilidad y la utilización de las instalaciones existentes.
- La recuperación de cobre y otros metales valiosos.
- La captura de azufre y producción de elementos comerciales asociados.
- La eficiencia energética, mediante la recuperación de calor y optimizando la utilización de energéticos. Ser proactivo para enfrentar el riesgo potencial de futuras exigencias asociadas a la huella de carbono de los productos.
- Ampliar capacidad aprovechando las economías de escala, expandiendo la cadena de valor y/o incorporando tecnologías más eficientes.

Prever y ser proactivo frente a eventuales nuevos y futuros riesgos regulatorios asociados a nuevas exigencias medioambientales y sociales del negocio. Se debe proyectar con ciertas holguras y/o innovar en los procesos productivos y se debe controlar y disminuir el impacto medioambiental.

Enfrentar exigencias en transporte, manejo y tratamiento de concentrados limpio y complejos, con alto contenido de metales no deseados, mediante el desarrollo de nuevos procesos y/o innovando en los existentes. Aprender de otras experiencias e industrias y de eventos pasados.

Ampliar o diversificar la cartera de subproductos, recuperando elementos valiosos contenidos en los concentrados, los asociados al ácido y/o provenientes del procesamiento de chatarra electrónica.

Enfrentar el continuo deterioro de la cartera nacional de exportación del cobre con la disminución del refinado y aumento del concentrado, minimizando las necesidades de infraestructura caminera, portuaria y de transporte de tierra.

Considerar la disponibilidad actual y futura de concentrado en los países limítrofes (Perú y Argentina) para desarrollar su capacidad y potenciar, para la internacionalización, los servicios de apoyo a los procesos de fundición.

Promover negocios consumidores o buscar nuevas fuentes de consumo del ácido sulfúrico. Se debe enfrentar en un futuro próximo la transición desde un país importador neto a exportador (años 2022 a 2023), con el probable deterioro de su precio y eventual necesidad de neutralización.

Enfrentar la concentración de la capacidad de fundición de China y el poder de mercado que ello implica. Los concentrados nacionales podrían enfrentar alzas en los TC/RC.

## **II. Estado Actual de las fundiciones respecto al cumplimiento de la Norma.**

Existen dos subconjuntos de fundiciones. Uno, corresponde a las fundiciones de Ventanas, Chagres y Altonorte a las cuales la norma les exigía su cumplimiento a partir de diciembre 2016. A continuación se entrega una descripción del Plan Ambiental desarrollado y los resultados obtenidos ambientales obtenidos.

El segundo grupo lo constituyen aquellas que deben cumplir la norma en diciembre del año 2018. Para este grupo se describe el Plan ambiental que se encuentra en desarrollo.

### **Fundición Ventanas.**

La fundición de Ventanas pertenece a la División Ventanas (DVEN) de Codelco Chile, es un complejo metalúrgico de fundición y refinación de concentrados de cobre, para producir principalmente ánodos y cátodos. La DVEN tiene una capacidad anual de producción de 420.000 t de concentrado en la fundición, 400.000 t de cátodos en la refinación y 360.000 t de ácido sulfúrico. Su proceso de fundición considera fusión en Convertidor Teniente, conversión en convertidores Pierce Smith (CPS), horno Eléctrico para el tratamiento de las escorias de fusión, hornos basculantes y reverbero para refinación.

Para la fundición de Ventanas la Norma D.S N°28/2013 comenzó a regir en Diciembre del 2016, a partir del tercer año de la publicación de ésta.

La norma asignó límites anuales en toneladas para emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y Arsénico (As), de 14.650 ton/a y 48 ton/a, respectivamente.

El año 2011 la Fundición de Ventanas desplegó un **Plan de Cumplimiento Ambiental**, que se focalizó en los siguientes ámbitos:

- Disminuir las emisiones de material particulado y gases fugitivos de fundición
- Cumplir el Acuerdo de Producción Limpia Zona Industrial Puchuncaví – Quintero (APL)
- Cumplir la Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico D.S N°28/2013

Se ejecutaron **14 proyectos** por un monto de **MUS\$ 159**, los cuales fueron desarrollados íntegramente y a la fecha de septiembre del 2017 se encuentran operativos. En la tabla siguiente se muestran los proyectos y su inversión asociada:

Proyectos Inversionales	MUS\$	Operación
Centro de Acopio CuCons y Mallas Perimetrales	8.099	abr-12
Sistema Mecanizado Carga Fría CPS's	5.499	abr/oct-13
Aumento captación MP Secador Concentrado	2.394	abr-12
Aumento captación MP Horno Eléctrico	6.666	may-12
Captación Gases Secundarios CPS	27.572	dic-15
Captación Gases Sangría CT y HE	19.622	dic-15
Tratamiento de Gases de Cola	13.873	feb-16
Reemplazo intercambiado de Calor	1.877	mar-12
Reemplazo Torre K5	8.515	feb-16
Eliminación de Humos Visibles RAF	19.787	dic-16
Captación Gases Secundarios CT	18.995	dic-16
Instalación paño N°6 SS/EE N°2	2.860	oct-16
Tratamiento Gases Secundarios CPS y sangrías HE/CT	15.202	dic-16
Tratamiento de Gases Secundarios CT	4.962	mar-17
<b>Total Proyectos Inversionales</b>	<b>155.923</b>	
<b>Estudios Preinversionales</b>	<b>3.022</b>	
<b>Total Plan de Cumplimiento</b>	<b>158.945</b>	

Moneda. US\$ IPM USA 191,2

Los niveles de captura reportados para el periodo enero-septiembre, para SO<sub>2</sub> es 95% y para As de 94,7%. En términos de emisiones se reportan 3.946 toneladas de SO<sub>2</sub>, y para el As, 34 toneladas. Cabe mencionar, que a diciembre del 2016, la fundición emitió 6.929 toneladas de SO<sub>2</sub> y 46 toneladas de As, las cuales se encuentran por debajo de la exigencia del D.S N°28/2013.

Con respecto a los procesos unitarios la fundición Ventanas presentó las siguientes estadísticas a septiembre del 2017.

Año	Mes	Secador	Horno Limpieza de Escoria		Horno de Refino	Planta de Ácido		
		MP 50 (mg/Nm <sup>3</sup> )	As 1 (mg/Nm <sup>3</sup> )	MP 50 (mg/Nm <sup>3</sup> )	Opacidad 20%	As 1(mg/Nm <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> Promedio (ppm)	SO <sub>2</sub> Máximo (ppm)
2017	Enero	13,2	< 0,0142	22	-	< 0,0154	192	618
	Febrero	31	< 0,0145	23,1	-	< 0,0156	324	618
	Marzo	23,3	< 0,015	16,4	4,8	< 0,0147	207	549
	Abril	15,6	< 0,055	7	0,6	< 0,0151	83	520
	Mayo	12,1	< 0,055	16,9	1,7	< 0,014	132	485
	Junio	17,4	< 0,018	19,2	4,2	< 0,0079	137	549
	Julio	36,2	< 0,31	15,5	2,9	< 0,039	158	528
	Agosto	14,6	< 0,02	-	1,5	< 0,042	207	549
	Sept.	19,1	< 0,055	47,4	0,6	< 0,015	426	618
	<b>Promedio</b>	<b>20,3</b>	<b>&lt; 0,0619</b>	<b>20,9</b>	<b>2,3</b>	<b>&lt; 0,0199</b>	<b>207,3</b>	<b>559,3</b>
	<b>Máximo</b>	<b>36,2</b>	<b>&lt; 0,31</b>	<b>47,4</b>	<b>4,8</b>	<b>&lt; 0,042</b>	<b>426</b>	<b>618</b>

Elaboración propia: En base a presentación "Plan Ambiental División Ventanas-Gerencia de Proyectos y Desarrollo Octubre 2017 e información proporcionada por División Ventanas.

## Fundición Chagres.

La fundición de Chagres pertenece a la compañía minera Anglo American, está ubicada en la región de Valparaíso, en la comuna de Catemu, 80 km al norte de Santiago, tienen una capacidad de 553 ktpa de concentrados, 135 ktpa de ánodos y 500 ktpa de ácido sulfúrico. Su proceso tecnológico se basa en la fusión Flash y conversión en CPS, hornos de escorias y hornos de refinación.

La fundición de Chagres, en diciembre del 2013, no cumplía con las exigencias de la Norma en tres áreas específicas de su proceso: secado, hornos de limpieza y hornos de refino. Para lo cual implementó los siguientes proyectos:

- Reemplazo Sistema de Secado de Concentrado
- Tratamiento de Gases de Hornos de Refino
- Tratamiento de Gases de Hornos de Limpieza de Escoria

Según la información presentada la implementación de éstos tuvo un costo total de **MMUS\$ 70,5**. Dentro la cifra informada no se evidencia si se incluyen los costos asociados a los estudios preinversionales para la búsqueda de la mejor solución para el cumplimiento de la Norma.

La información referente a la fundición de Chagres fue levantada de las presentaciones realizadas por profesionales del plantel, en el IV seminario de fundiciones y refinerías organizado por el Instituto de Ingenieros de Mina de Chile en diciembre del 2017. La situación operacional presentada en relación al cumplimiento de la Norma se indica en la tabla siguiente:

Proceso	Norma	Unidades	Target	a Oct-2017
Fundición Chagres	Emisión SO2	tpa	<14.400	9.880
	Emisión As	tpa	<35	26,33
	Captura SO2	%	>95	97,01
	Captura As	%	>95	95,54
Planta de Ácido	Emisión promedio hora SO2	ppm	<600	268
	Emisión promedio mes As	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	0,25
Secado	Emisión MP	mg/Nm <sup>3</sup>	<50	15,03
Horno de Limpieza Escorias	Emisión MP	mg/Nm <sup>3</sup>	<50	11,65
	Emisión As	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	0,57
Hornos de Refino	Opacidad	%	<20	18,9

*Elaboración propia: En base a presentación "Resumen y Conclusiones de los Proyectos para Cumplimiento D.S. 28" IV Seminario de Fundiciones y Refinerías de Cobre IIMCh 2017. Jorge Martinez R - Benjamín Martinich.*

A continuación se indica un resumen de los registros mensuales horarios de SO<sub>2</sub> (ppm) del 2017 de la planta de ácido de Chagres.

2017	Prom. SO <sub>2</sub> (ppm)	Máx SO <sub>2</sub> (ppm)	Nº de Eventos
Enero	241	812	1
Febrero	256	623	1
Marzo	267	783	2
Abril	267	607	1
Mayo	240	536	0
Junio	266	520	0
Julio	298	545	0
Agosto	294	561	0
Septiembre	288	562	0
Octubre	267	752	1
<b>TOTAL</b>	<b>268</b>	<b>812</b>	<b>6</b>

*Elaboración propia: En base a datos "Informe anual SO<sub>2</sub> planta ácido 2017" informada por Fundición Chagres.*

Donde se puede apreciar la baja emisión de ppm de SO<sub>2</sub> con respecto a la Normativa del DS 28, un 55% inferior, además de indicar solo 6 eventos sobre la norma durante el periodo.

### **Fundición Alto Norte.**

La fundición de Alto Norte, fue adquirida por la compañía Glencore a Xstrata en el año 2013, con una capacidad de fusión de 1.160 ktpa de concentrados, 320ktpa de ánodos y 1.000 ton de ácido sulfúrico. Su proceso de fusión en baño se efectúa en un reactor Noranda, mientras que la conversión se realiza en CPS, cuenta con una planta de flotación de escorias y hornos de refinación basculantes. Al igual que la fundición de Ventanas este plantel debió cumplir con Norma a los 3 años de la publicación de esta.

En el IV seminario de fundiciones y refinerías se presentaron los principales resultados de con respecto al cumplimiento de la Norma D.S 28 donde se indicó que el costo total de la implementación de los proyectos alcanzó a **MMUS\$ 100**. La cartera de proyectos ejecutada estuvo enfocada en:

- Cambio del secador rotatorio por secador a vapor
- Conversión a doble absorción planta de ácido N°3
- Reducción anódica con mezcla GNL y Vapor, para mitigar los humos negros en los hornos de refino.

Sobre el cumplimiento de la Norma a la fecha se puede indicar lo siguiente, en función de la información disponible:

<b>Proceso</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidades</b>	<b>Target</b>	<b>a Nov-2017</b>
Fundición Chagres	Emisión SO2	tpa	<24.000	21.000-23.000
	Emisión As	tpa	<126	110-120
	Captura SO2	%	>95	97
	Captura As	%	>95	No informa
Planta de Ácido	Emisión promedio hora SO2	ppm	<600	220
	Emisión promedio mes As	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	No informa
Secado	Emisión MP	mg/Nm <sup>3</sup>	<50	No informa
Horno de Limpieza Escorias	Emisión MP	mg/Nm <sup>3</sup>	<50	No informa
	Emisión As	mg/Nm <sup>3</sup>	<1	No informa
Hornos de Refino	Opacidad	%	<20	No informa

*Elaboración propia: En base a presentación "Alto Norte Seminario de Fundiciones IIMCh Resumen y Conclusiones" IV Seminario de Fundiciones y Refinerías de Cobre IIMCh 2017. Oscar Mendoza Salgado - Superintendente Mejora Continua.*

Con respecto al segundo grupo de fundiciones, Hernán Videla Lira, Chuquicamata, Potrerillos y Caletones se encuentran desarrollando su Plan ambiental para cumplir la Norma a partir de diciembre del año en curso. A continuación se describe el Plan Ambiental para cada una de las fundiciones.

### **Fundición Hernán Videla Lira (ENAMI)**

A partir del año 2013, ENAMI ha venido desarrollando los estudios preinversionales necesarios para que la Fundición Hernán Videla Lira (FHVL) cumpla con la Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico (DS N°28). Se puede indicar que a la fecha han finalizado los estudios de Generación de Alternativas, Perfil y Prefactibilidad.

La alternativa seleccionada al término del Estudio de Prefactibilidad es un proyecto de capacidad nominal de 700.000 toneladas/año de concentrado, con procesos de fusión y conversión con tecnología *Bottom Blowing* (BBR-BCC), una nueva Planta de Ácido Sulfúrico, Planta de Flotación de Escorias y Planta de Tratamiento de Efluentes.

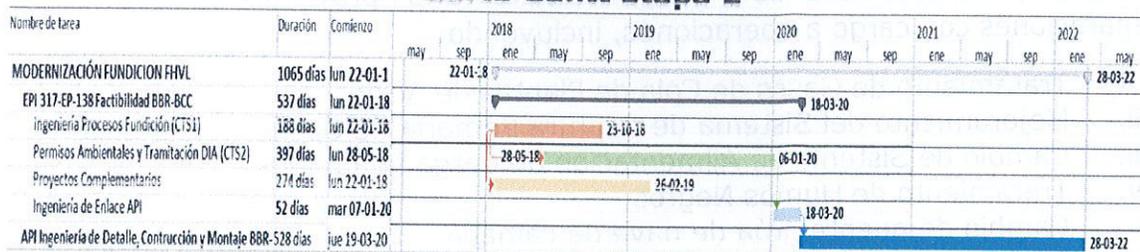
De los resultados del Estudio de Prefactibilidad se desprende además que ENAMI no estaría en condiciones de cumplir con el plazo que establece para FHVL el DS N°28. En función de lo anterior, se realizó el análisis de alternativas de cumplimiento transitorio de la normativa por el período de tiempo que abarca desde diciembre 2018 a marzo 2022.

De esta forma, el Proyecto de Modernización FHVL se separó en dos etapas:

- Etapa 1: Continuidad de producción actual y cumplimiento de DS N°28.
- Etapa 2: Aumento de capacidad, operación rentable y sustentable en el mediano y largo plazo, y cumplimiento de actuales y futuras normativas ambientales.



## Carta Gantt Etapa 2



Fuente: Presentación realizada por ENAMI a MDS-Cochilco el 14 de diciembre de 2017

A continuación se presentan las inversiones realizadas y por realizar en el marco del cumplimiento de la norma para Fundición HVL:

### Estudios y Proyectos Modernización FHVL

Proyecto	Inversión <sup>2</sup> (US\$ Miles)
<b>Etapa 1</b>	
ESTUDIO FACTIBILIDAD CUMPLIMIENTO DS 28	2.886
ADQUISICION PLANTA DE TRATAMIENTO DE GASES DE COLA	12.604
MEJORAS CAPTURA Y MANEJO DE GASES	26.593
CAMBIO DE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE CARGA FRÍA A CPS'S	3.844
TRATAMIENTO DE HUMOS NEGROS	2.000
CAMBIO DE PUENTE GRÚA DE NAVE DE CAMADA	2.500
REPARACIONES CON CARGO A OPERACIONES	7.530
<b>Total Etapa 1</b>	<b>57.957</b>
<b>Etapa 2</b>	
ESTUDIO PREFACTIBILIDAD REDUCCION DE EMISIONES	5.725
ESTUDIO DE PERFIL PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE METAL BLANCO	213
ESTUDIO FACTIBILIDAD REDUCCION DE EMISIONES	1.178
ESTUDIO PREFACTIBILIDAD BBR-BCC	494
ESTUDIO FACTIBILIDAD BBR-BCC	9.119
MODERNIZACIÓN FUNDICION HVL (BBR-BCC)	594.510
<b>Total Etapa 2</b>	<b>611.239</b>
<b>TOTAL ETAPAS 1 Y 2</b>	<b>669.196</b>

Fuente: Elaboración COCHILCO, sobre la base de EPIs y APIs presentados por ENAMI.

En los siguientes párrafos se describe el aporte de cada uno de estos proyectos al cumplimiento de la norma:

#### ETAPA 1:

##### Tratamiento de Gases de Cola de Plantas de Ácido.

Las plantas de ácido N° 1 y N° 2 con que actualmente opera FHVL, reportan mediciones de SO<sub>2</sub> en gases de cola mayores a 4.000 ppm cada una, valores que se encuentran sobre lo establecido en el DS N°28, el cual establece que las

<sup>2</sup> Moneda MDS-Cochilco 2017 (TC 2017: 681, 2018: 678, 2019: 669, LP: 647 \$/US\$)

chimeneas de las plantas de ácido deben emitir una concentración promedio horaria de SO<sub>2</sub> inferior o igual a 600 ppm.

De acuerdo al balance global del año 2016 para FHVL, las emisiones de SO<sub>2</sub> estarían focalizadas (> 60%) principalmente en los gases de cola de las plantas de ácido N°1 y N°2.

Ambas plantas de ácido cuentan con un sistema de monitoreo continuo de emisiones validado por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Para dar cumplimiento a los límites de emisión en chimenea se implementará el proyecto planta de tratamiento de gases de cola (gases de salida) de las chimeneas de las plantas de ácido N°1 y N°2.

La solución tecnológica propuesta consiste en una planta de tratamiento, compuesta por una torre de absorción empacada, que utiliza peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), en conjunto con agua desmineralizada (H<sub>2</sub>O), para oxidar el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) presente en los gases. Como resultado, se obtiene ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en una concentración de entre 50%-60%, el cual será recirculado hacia las plantas de ácido como agua de dilución y aporte de ácido. Los gases tratados tendrán concentraciones menores a 600 ppm de SO<sub>2</sub>, y serán descargados al medio ambiente por medio de una nueva chimenea que estará localizada en el área de emplazamiento de la planta de tratamiento de gases de cola.

#### Mejoramiento del Sistema de Captura Primaria de Gases Metalúrgicos.

El control de emisiones relacionado al Sistema de Captura Primaria de Gases Metalúrgicos consiste en mejorar el tren de gases de CT y CPS's. Las mejoras en los respectivos trenes de gases permitirán aumentar la captura de gases primarios y con ello aumentar las fijaciones de S y As en ácido producto y ácido-C.

#### Cambio de Sistema de Alimentación de Carga Fría a CPS's.

La implementación de mejoras en el sistema de alimentación de carga fría a los CPS, mediante alimentación por compuerta lateral de campana, permitirá una reducción de dos roll out/ciclo, de los 3 que actualmente se hacen, con la correspondiente reducción complementaria de emisiones de SO<sub>2</sub> y As.

A continuación se presentan la situación actual (caso base) y el impacto de los proyectos en las emisiones de azufre y arsénico.

### Balance de Emisiones de Azufre Etapa 1<sup>3</sup>

BALANCE DE EMISIONES DE AZUFRE POR ALTERNATIVAS PARA CUMPLIMIENTO DS28								
Entrada:	Caso Base t/día	Sistema N° 1 t/día	Sistema N° 2 t/día	Sistema N° 2 + Carga Fría t/día				
Total Concentrado húmedo + PP	1.090	1.090	1.090	1.090				
S en concentrado	28,5	28,5	28,5	28,5				
	310,7	310,7	310,7	310,7				
<b>Total entrada</b>	<b>310,7</b>	<b>310,7</b>	<b>310,7</b>	<b>310,7</b>				
Salida:	t/día	%	t/día	%	t/día	%	t/día	%
Ácido Producto	271,4	87,4	286,9	92,4	289,4	93,2	290,2	93,4
ácido C	7,7	2,5	7,7	2,5	7,8	2,5	7,8	2,5
Polvos Fundición	1,2	0,4	0,9	0,3	0,9	0,3	0,9	0,3
Anodo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Escoria Botadero	2,4	0,8	2,4	0,8	2,4	0,8	2,4	0,8
<b>Total Fijado (Captura)</b>	<b>282,8</b>	<b>91,0</b>	<b>298,0</b>	<b>95,9</b>	<b>300,6</b>	<b>96,8</b>	<b>301,4</b>	<b>97,0</b>
Total Emisiones Fijadas	27,9	9,0	12,6	4,1	10,1	3,2	9,3	3,0
<b>Total sale</b>	<b>310,6</b>	<b>100,0</b>	<b>310,8</b>	<b>100,0</b>	<b>310,8</b>	<b>100,0</b>	<b>310,8</b>	<b>100,0</b>

**Fuente:** Presentación realizada por ENAMI a MDS-Cochilco el 14 de diciembre de 2017

### Balance de Emisiones de Arsénico Etapa 1

BALANCE DE EMISIONES DE ARSÉNICO POR ALTERNATIVAS PARA CUMPLIMIENTO DS28								
Entrada:	Caso Base kg/día	Sistema N° 1 kg/día	Sistema N° 2 kg/día	Sistema N° 2 + Carga Fría kg/día				
Total Concentrado húmedo + PP	1.090.410	1.090.410	1.090.410	1.090.410				
As en concentrado	0,064	0,064	0,064	0,064				
	702,0	702,0	702,0	702,0				
<b>Total entrada</b>	<b>702,0</b>	<b>702,0</b>	<b>702,0</b>	<b>702,0</b>				
Salida:	kg/día	%	kg/día	%	kg/día	%	kg/día	%
Ácido Producto	0,1	0,01	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
ácido C	297,7	42,41	336,5	47,9	339,1	48,3	339,8	48,4
Polvos Fundición	164,0	23,36	93,0	13,2	92,0	13,1	92,0	13,1
Anodo	197,0	28,06	222,0	31,6	223,0	31,8	223,0	31,8
Escoria Botadero	19,0	2,71	19,0	2,7	19,0	2,7	19,0	2,7
<b>Total Fijado (Captura)</b>	<b>677,8</b>	<b>96,5</b>	<b>670,6</b>	<b>95,5</b>	<b>673,2</b>	<b>95,9</b>	<b>673,9</b>	<b>96,0</b>
Total Emisiones Fijadas	24,2	3,5	31,4	4,5	28,8	4,1	28,1	4,0
<b>Total sale</b>	<b>705,6</b>	<b>100,0</b>	<b>701,3</b>	<b>100,0</b>	<b>700,2</b>	<b>100,0</b>	<b>700,2</b>	<b>100,0</b>

**Fuente:** Presentación realizada por ENAMI a MDS-Cochilco el 14 de diciembre de 2017.

Sistema N°1: Tratamiento de Gases de Cola de Plantas de Ácido

Sistema N°2: Mejoramiento del Sistema de Captura Primaria de Gases Metalúrgicos

#### Tratamiento de Humos Negros.

Este proyecto tiene como objetivo el cumplimiento de la norma en cuanto a los humos visibles del horno de refino. De acuerdo a la información entregada por ENAMI, la opacidad actual alcanza valores superiores al 40%. Una vez implementado el proyecto, se cumpliría lo establecido en la norma (< 20%).

#### Cambio de puente grúa de nave de camada y vi. Reparaciones con cargo a operaciones.

Estos dos proyectos incluyen las actividades de mejoras que deben realizarse para asegurar la continuidad operacional de FHVL durante el periodo de transición o Etapa 1 y, además, asegurar las capturas globales de 95% en S y 95% en As.

## ETAPA 2

La Tabla siguiente muestra los indicadores principales de emisiones que se exigirán a la FHVL comparados con la situación actual para cada uno de estos.

### Indicadores principales de emisiones exigidos a FHVL desde diciembre de 2018

PRINCIPALES INDICADORES	UNIDAD	ACTUAL	NORMA
Captura S y As	%	< 90	> 95
Emisión SO <sub>2</sub>	ton/año	> 24.000	< 12.880
Emisión As	ton/año	< 17	< 17
Emisión SO <sub>2</sub> Chimeneas Planta Ácido	ppm	> 5.000	< 600
Emisión As Chimeneas Pta. de Ácido y Horno limpieza de escoria	mg/Nm <sup>3</sup>	> 2	< 1
Emisión Material Particulado Chimeneas Secador y HELE	mg/Nm <sup>3</sup>	> 100	< 50
Humos Visibles Horno de Refino	Opacidad	> 40 %	< 20%

**Fuente:** Proyecto Fundición BBR-BCC 700 ktpa, Estudio de Prefactibilidad

Los estudios hasta la fecha realizados, indican que para dar cumplimiento a la normativa ambiental es necesaria una modernización de FHVL, dado el deterioro de equipos principales tales como las plantas de ácido de simple contacto y manejo de gases, que hoy sólo permiten una captura cercana a 90%, siendo la principal fuente de emisión los gases de cola en las chimeneas de las plantas de ácido (SO<sub>2</sub> > 5000 ppm) y emisiones fugitivas. Todos estos cambios de equipos y nuevos procesos de limpieza de gases, encarecen los costos de operación de la fundición y no mejoran su productividad, por lo que tampoco lo hace su competitividad.

Por esta razón, además de cumplir con los objetivos ambientales, la administración de ENAMI impulsó como objetivos complementarios los aspectos de Competitividad, Productividad y Sustentabilidad, de manera que permitan potenciar el rol de fomento hacia la pequeña y mediana minería y su impacto social en las áreas donde se desarrolla, además de sostener el proyecto en sí mismo.

Como se ha mencionado, la alternativa seleccionada al término del Estudio de Prefactibilidad es un proyecto de capacidad nominal de 700.000 toneladas/año de concentrado, con procesos de fusión y conversión con tecnología Bottom Blowing (BBR-BCC), dando cabal cumplimiento a las normas ambientales vigentes, posicionándola además dentro del primer cuartil de costos y competitividad. La factibilidad del proyecto se encuentra actualmente en desarrollo. La captura de gases superaría el 99,3% para el caso de SO<sub>2</sub>, con una emisión anual máxima de 3.123 t/a (Norma: 12.880 t/a) y 8,6 t/a de As, cumpliendo la norma con holgura (17 t/a). El contenido de SO<sub>2</sub> en los gases de cola, con la nueva planta de ácido de doble contacto sería de 200 ppm, con un límite máximo permitido de 600 ppm.

## **Fundición Chuquicamata.**

El Plan Ambiental formulado por la Fundición de Chuquicamata considera la detención del Convertidor Teniente 2 y la operación de la fundición con el Horno Flash como único equipo de fusión de concentrados. Incorpora también los siguientes proyectos de inversión.

### Proyecto Incorporación 5° CPS.

El propósito es aportar al cumplimiento de la Norma en lo que se refiere a la emisión y captura de azufre y arsénico. Como alcance considera instalar y dejar operativo una nueva unidad de conversión en la ubicación del actual Horno de Tratamiento de Escoria, HTE (ex-CPS N° 4), conectándolo al sistema de manejo de gases primarios y secundarios existente. El proyecto se encuentra en ejecución.

### Proyecto Reemplazo Campanas Primarias y Secundarias CPS's N° 3, 5, 6 y 7.

El propósito es dar cumplimiento a la Norma en lo que se refiere a la emisión y captura de azufre y arsénico. El alcance del proyecto considera el reemplazo de Campanas Primarias y Secundarias, de ductos radiativos, implementación del sistema de enfriamiento de las campanas de los CPS 6 y 7, construcción de una Sala Eléctrica, reemplazo de Centro de Control de Motores y de los transformadores de distribución e instalación de un nuevo sistema de control. El proyecto se encuentra en ejecución.

### Reemplazo Zonas de Contacto y Overhaul Zonas de Limpiezas de Gases.

El alcance del proyecto corresponde a la instalación de nuevas zonas de doble absorción doble contacto en una zona aledaña a las actuales instalaciones para reemplazar a las PAS N°3 y N°4. En las zonas de limpieza de gases se realiza un overhaul a las áreas de limpieza GCP 4 A/B y área de limpieza GCP 2 A/B. El proyecto se encuentra en ejecución.

### Reemplazo Secador N° 5.

El proyecto tiene por finalidad reducir el nivel de emisiones de material particulado MP y SO<sub>2</sub>. La información del secador N°5, muestra que en la actualidad, no se cumple con los requerimientos medioambientales debido a que el resultado de emisión de material particulado (MP) es de 245 mg/Nm<sup>3</sup> que se compara con la máxima emisión de 50 mg/Nm<sup>3</sup> que establece la norma. Mediciones isocinéticas adicionales realizadas, muestran que las concentraciones promedio, de 3418 ppm de SO<sub>2</sub> (la normativa exige para otras chimeneas <600 ppm). Considerando un flujo de gas de secado promedio de 78.205 Nm<sup>3</sup>/h, la emisión de SO<sub>2</sub> equivale a 5.797 ton/año, valor que corresponde a un 11,7 % de la emisión permitida (49.700 ton/año). Las situaciones anteriores obligan al

cambio del secador por uno de una tecnología de secado indirecto a vapor. El proyecto se encuentra en ejecución.

#### Reemplazo Sistema Manejo Gases Fugitivos HF.

La captación de los gases fugitivos del Horno Flash se realiza específicamente en los sectores de sangrías de eje, sangrías de escoria y Up-take del horno, mediante encerramientos compuestos por muros metálicos con tapa metálica abatible, accionada por un sistema de izaje.

El proyecto consiste en el overhaul de los equipos que constituyen el actual sistema de tratamiento de gases fugitivos. Se encuentra en ejecución.

#### Habilitación Sistema Tratamiento Gases Refino.

En alcance del proyecto incorpora un sistema de limpieza de gases para los gases generados en los hornos de refino. Consiste un proceso de tratamiento húmedo. Integra una torre quench con un precipitador electrostático húmedo, es un proceso que reduce el polvo y As y disminuye la temperatura desde un valor máximo de 400 °C a cercana 70 °C en el gas de entrada al proceso. También tiene la variante de abatir SO<sub>2</sub>, para ello posee un sistema alternativo de recirculación de solución de NaOH. El proyecto se encuentra en ejecución.

#### Mejoramiento Fundición Horno Flash Potenciado.

El proyecto considera realizar la ejecución de las modificaciones necesarias en la Fundición Chuquicamata para ajustar el tamaño y la operación con una sola línea de fusión. Se racionalizarán las instalaciones y se realizará un ajuste de la configuración operacional. El alcance del proyecto considera a toda la operatoria de Fundición al operar con una única línea de producción. El proyecto se encuentra en ejecución.

#### Reemplazo Planta Tratamiento de Efluentes Fundición.

El propósito del proyecto, corresponde al reemplazo de la planta PTA actual por una nueva y de esta manera procesar la totalidad de los efluentes provenientes de las Plantas de Acido de la Fundición de Concentrados.

El alcance del proyecto considera construir una Planta de Tratamiento de Efluentes de capacidad total de 80 m<sup>3</sup>/h, en otra ubicación, aproximadamente a 900 m al sur oeste de la planta actual, para las operaciones de neutralización, clarificación y filtrado, y Obras Anexas que incluyen línea de alimentación de efluentes, piscinas de efluentes, línea de alimentación de lechada de cal, estanques de lechada de cal, bombeo de fluidos, estanque de agua potable, estanque de agua industrial, tolva y estanque de repulpeo de polvos, línea de RCI, energía eléctrica, instrumentación, comunicaciones, obras civiles y estructurales, oficinas, comedor, casa de cambio.

#### Normalización, Manejo, Almacenamiento y Transporte de Polvos Metalúrgicos.

El Sistema de manejo de Polvos Metalúrgicos de la Fundición de Concentrado, tiene como objetivo coleccionar, recepcionar, transportar y almacenar transitoriamente los polvos metalúrgicos generados en el proceso de fusión del concentrado.

El Proyecto considera el levantamiento o mejora de las condiciones en que se encuentran las instalaciones de los sistemas de manejo de polvos metalúrgicos en las áreas, Convertidor Pierce Smith, Horno Flash, Tolva Tripartita y Zona de Transferencia. El alcance del proyecto contempla la incorporación de equipos y refacciones a objeto de mantener dentro del contexto normativo, las emisiones de polvos metalúrgicos en las áreas en las áreas mencionadas.

En la tabla siguiente, se ven las inversiones asociadas a cada uno de los proyectos que integran el Plan Ambiental. Las cifras incorporan los costos de los estudios necesarios para desarrollar los proyectos.

Proyecto Incorporación 5° CPS.	41.653
Reemplazo Campanas Primarias y Secundarias en CPs 3, 5, 6 y 7	44.212
Reemplazo Zonas de Contacto y Overhaul Zonas de Limpiezas de Gases	511.451
Reemplazo Secador N°5	71.595
Reemplazo Sistema Manejo Gases Fugitivos HF	12.282
Habilitación Sistema Tratamiento Gases Refino	78.563
Mejoramiento Fundición Horno Flash Potenciado	123.204
Reemplazo Planta Tratamiento de Efluentes Fundición	47.226
Normalización, Manejo, Almacenamiento y Transporte de Polvos Metalúrgicos	17.820
<b>Total Plan Ambiental Miles US\$</b>	<b>948.006</b>

Moneda. US\$ IPM USA 191,2

### **Fundición Potrerillos.**

El Plan Ambiental formulado por la Fundición de Potrerillos incluye los siguientes proyectos.

#### Proyecto Construcción Sistema Limpieza de Escorias CT por Flotación.

El propósito es la construcción de una planta de tratamiento de escorias por flotación con enfriamiento controlado en ollas. El proyecto tiene como alcance el reemplazo de 3 hornos de limpieza de escoria del CT, por un circuito de tratamiento de escorias con enfriamiento controlado en ollas, molienda gruesa SAG, molienda fina, flotación, espesamiento, filtrado de concentrados y filtrado y depositación de relaves. Tratará 1.700 toneladas por día de escoria, con contenidos de entre 8% y 9% de Cu.

El proyecto contribuye al cumplimiento de la Norma al disminuir las emisiones de arsénico y marginalmente las de SO<sub>2</sub>. El proyecto se encuentra finalizado y en proceso final de puesta en marcha. El proyecto se encuentra finalizando su

proceso de puesta en marcha.

### Proyecto Mejoramiento Integral Captación y Procesamiento Gases Fundición Potrerillos.

El propósito es realizar un mejoramiento integral de la captación, manejo y limpieza de gases provenientes del CT y CPS. El alcance del proyecto considera: cambiar las campanas actuales del CT y de los CPS por otras de un diseño mejorado que capten todos los gases de proceso, con diluciones de 100%; incorporar equipos de enfriamiento evaporativo para los gases del CT y de los CPS; ampliar la capacidad de limpieza de los gases del CT incorporando un nuevo Precipitador Electroestático; diseñar y construir un nuevo trazado de ductos de gases; y efectuar una reparación mayor de uno de los Precipitadores Electroestáticos de los gases de los CPS.

Considera también un overhaul al sistema de limpieza de gases de la planta de ácido y una transformación de simple a doble contacto doble absorción. El proyecto se encuentra en ejecución.

### Tratamiento de Humos Negros.

El alcance del proyecto involucra la instalación de un sistema de tratamientos común de humos negros para los hornos (2) de refino anódico de la Fundición de Potrerillos.

Se instalara una planta de tratamiento en base a captación adiabática húmeda (torre quench y precipitador electroestático húmedo) e instalación de VTI redundante para el manejo de gases. El proyecto se encuentra finalizando su etapa de factibilidad.

En la tabla siguiente, se ven las inversiones asociadas a cada uno de los proyectos que integran el Plan Ambiental. Las cifras incorporan los costos de los estudios necesarios para desarrollar los proyectos.

Construcción Sistema Limpieza de Escorias CT por Flotación	119.417
Proyecto Mejoramiento Integral Captación y Procesamiento Gases Fundición Potrerillos	369.511
Tratamiento Humos Negros	34.548
<b>Total Plan Ambiental Miles US\$</b>	<b>523.476</b>

Moneda. US\$ IPM USA 191,2

### **Fundición de Caletones.**

El Plan Ambiental formulado por la Fundición de Caletones incluye los siguientes proyectos.

### Proyecto Reducción de Emisiones Planta de Ácido.

El propósito es aportar al cumplimiento de la Norma en lo que se refiere a la emisión y captura de azufre. Como alcance considera la instalación de un

sistema de desulfuración de gases de cola de las Plantas de Limpieza de Gases N° 1 y 2, se considera la instalación de torres de reacción en base a carbón activado, con sus equipos de lavado y humidificación. Se encuentra en ejecución.

#### Proyecto Construcción Planta Tratamiento Escorias de Convertidores Teniente.

El propósito es dar cumplimiento a la Norma en lo que se refiere principalmente a la emisión y captura de arsénico y. Como alcance está considerado construir una planta de molienda y flotación para tratar las escorias de los Convertidores Teniente (CT), dejando fuera de operación los actuales hornos de limpieza de escoria (HLE). El proyecto se encuentra en ejecución.

#### Optimización Plantas de Secado Fluosólido N°1 y N°2.

Contribuye al cumplimiento de la Norma en relación con el material particulado emitido a la atmósfera por las chimeneas de los secadores de concentrado. Para la PSFL1 el alcance considera: mejoras del filtro de mangas y aislación térmica, cambio de la válvula rotatoria de entrada concentrado, reemplazo del quemador y tren de combustible, mantención a la fluoplaca Fuller, nuevo sistema de transporte de concentrado seco, migración del sistema de control y mejoramiento de la instrumentación.

Para la PSFL2 el alcance considera: cambio de fluoplaca, nuevo filtro de mangas, modificación acondicionamiento aire de fluidización, cambio de válvula rotatoria de entrada de concentrado, reemplazo de quemador y tren de combustible, nuevo sistema de recirculación de gravilla, nuevo sistema de transporte de concentrado seco, nuevo ventilador de extracción y fluidización. El proyecto se encuentra en ejecución.

#### Reducción Opacidad Humos Hornos Anódicos.

La Fundición Caletones posee actualmente dos líneas de refino, una ubicada al lado Rancagua y la otra al lado Sewell de la nave, donde se realiza la transformación del cobre blíster a cobre anódico. Cada línea cuenta con dos hornos de refino, denominados también Hornos Anódicos (HA), los cuales generan gases opacos, que son conducidos mediante chimeneas al ambiente, sin ningún tipo de tratamiento previo. El nivel de opacidad de estos humos, particularmente durante la etapa de Reducción del proceso de refino, es muy superior al 20% de la escala de Ringelmann.

El proyecto construye dos plantas de tratamiento de gases independientes, una para el lado Rancagua (HA N°1 y N°2) y otro para el lado Sewell (HA N°4 y N°5), con una capacidad de 80.000 Nm<sup>3</sup>/h cada una; compuestas por una Torre de Enfriamiento Evaporativo seguido de un Filtro de Mangas, que permitirían disminuir la opacidad de los gases generados en el proceso de refino que no cumplen con el límite establecido por la nueva normativa. Como objetivo secundario del proyecto se definió además disminuir la cantidad de material

particulado de los gases tratados en las plantas a concentraciones menores de 50 mg/Nm<sup>3</sup>, lo que también traerá como beneficio adicional la disminución de la cantidad de Arsénico que es emitido actualmente al ambiente. El proyecto se encuentra en ejecución.

En la tabla siguiente, se ven las inversiones asociadas a cada uno de los proyectos que integran el Plan Ambiental. Las cifras incorporan los costos de los estudios necesarios para desarrollar los proyectos.

Reducción de Opacidad Humos Hornos Anódicos	67.152
Construcción Planta Tratamiento Escorias de Convertidores Teniente - Proyecto	296.469
Optimización Plantas de Secado Fluosólido N°1 y N°2	28.712
Reducción de Emisiones Planta de Limpieza de Gases Fundición TTE	180.913
<b>Total Plan Ambiental Miles US\$</b>	<b>573.246</b>

Moneda. US\$ IPM USA 191,2

III. Antecedentes respecto al estudio para establecer una nueva fundición en la Región de Atacama que esté a la vanguardia en tecnología limpia y permita recuperar más minerales, anunciado por la Presidenta Michelle Bachelet en la Cuenta Pública 2017.

Para dar cumplimiento a lo anunciado por la Presidenta Michelle Bachelet en la Cuenta Pública 2017, que mandataba a distintas entidades estatales a iniciar un estudio conjunto para establecer una nueva fundición en la Región de Atacama; en julio de 2017 se constituyó una Comisión Presidencial integrada por autoridades del Ministerio de Minería y ejecutivos de Enami, Codelco, Corfo y Cochilco.

A partir de los antecedentes recogidos y las múltiples conversaciones sostenidas, esta Comisión estableció el marco general para la toma de decisiones:

- No es necesario congregarse a todos los actores en el desarrollo de un proyecto único con las condiciones señaladas, dado que las empresas convocadas a esta tarea tienen ya avanzados sus planes inversionales, los cuales no contemplan una asociatividad entre empresas públicas.
- En particular, Codelco no prevé inversiones en nuevas fundiciones adicionales a las que requiere para cumplir con el DS N° 28 y con su plan de inversiones estructurales. Por su parte, ENAMI posee un proyecto en etapa de pre factibilidad para construir una nueva Fundición en la comuna de Copiapó.
- En términos de la localización de una nueva Fundición para ENAMI, el lugar donde se encuentra emplazada la Fundición Hernán Videla Lira (en Paipote) parece ser el indicado (viabilidad de permisos).
- Para el desarrollo de una nueva fundición en la Región de Atacama, parece razonable evaluar el proyecto que hoy tiene ENAMI en pre factibilidad, dado su estado de avance y ejecución.
- Dado que esta Fundición requiere tecnología de avanzada, y que ENAMI no posee producción minera propia, parece razonable que se busque asociación con actores del sector privado para su desarrollo.

Bajo este marco, los objetivos se reformularon de la siguiente manera:

- i. Avanzar en las etapas siguientes de estudios para materializar una Fundición pública que cumpla con las normativas ambientales, así como con estándares de eficiencia productiva del más alto nivel mundial.
- ii. Que el sector privado se involucre en el financiamiento y control de gestión de la nueva fundición.

A partir de las consideraciones anteriores, en noviembre de 2017 esta Comisión definió los pasos a seguir:

1. Aprobar el Estudio de Factibilidad del proyecto de ENAMI, a fin de depurar el diseño e ingeniería de la nueva Fundición, así como evaluar variables, requerimientos y escenarios no analizados hasta el momento.
2. Solicitar a ENAMI que encargue una asesoría especializada de Bancos de Inversión y estructuradores de proyectos, de modo tal de generar, paralelamente al desarrollo de la factibilidad, una propuesta de modelo de negocio que optimice las tecnologías, y que incorpore financiamiento y gobernanza de este.

De acuerdo a la información entregada por ENAMI, el Estudio de Factibilidad de la Modernización de la Fundición HVL ya cuenta con las aprobaciones necesarias, y se llevará a cabo entre enero de 2018 y marzo de 2020.

En cuanto a la asesoría especializada de Bancos de Inversión y estructuradores de proyectos, ENAMI ha informado a Cochilco que actualmente se encuentra definiendo la estrategia de contratación de este servicio.

#### IV. Conclusiones

1. El primer grupo de fundiciones, Ventanas, Chagres y Altonorte, en opinión de Cochilco, y de acuerdo los resultados tenidos a la vista se encuentran cumpliendo la Norma. No obstante lo anterior el organismo con competencia para certificar lo anterior es la Superintendencia de Medio Ambiente. Es destacable el gran esfuerzo que significo para la gestión de las fundiciones desarrollar los Planes Ambientales ya que todos los proyectos ejecutados se realizaron con las fundiciones en operación, deteniéndola solo cuando era necesario efectuar las conexiones.
2. Con respecto a las fundiciones que deben cumplir con el DS 28 al 13 de diciembre del presente, todas se encuentran con sus planes de descontaminación desplegados y sus proyectos asociados en desarrollo, tal que, según sus últimos programas de ejecución estos estarían operativos en la fecha estipulada, dando cumplimiento a la normativa ambiental.

Sin embargo se visualizan situaciones de riesgo que podrían enfrentar los proyectos durante su desarrollo en el 2018, a saber:

- Situaciones exógenas relacionadas con el ambiente laboral, por el gran número de negociaciones colectivas que se desarrollaran este año, sumado a la expectativa de mejora en el mercado minero del cobre, que pudieran afectar la relación con los trabajadores contratistas de los proyectos, generando conflictos por demandas salariales, que podrían afectar el desarrollo y plazo de los proyectos.
- Gestión inadecuada en la implementación de los sistemas de contratación de la construcción, que podrían generar atrasos y mayores niveles de gasto.
- Eventos climáticos inesperados que afecten el desarrollo de los proyectos.