

Chagres, 21 de marzo de 2012

MEMO VISITA DELEGACIÓN MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Visita a Chagres realizada el 22 de febrero.

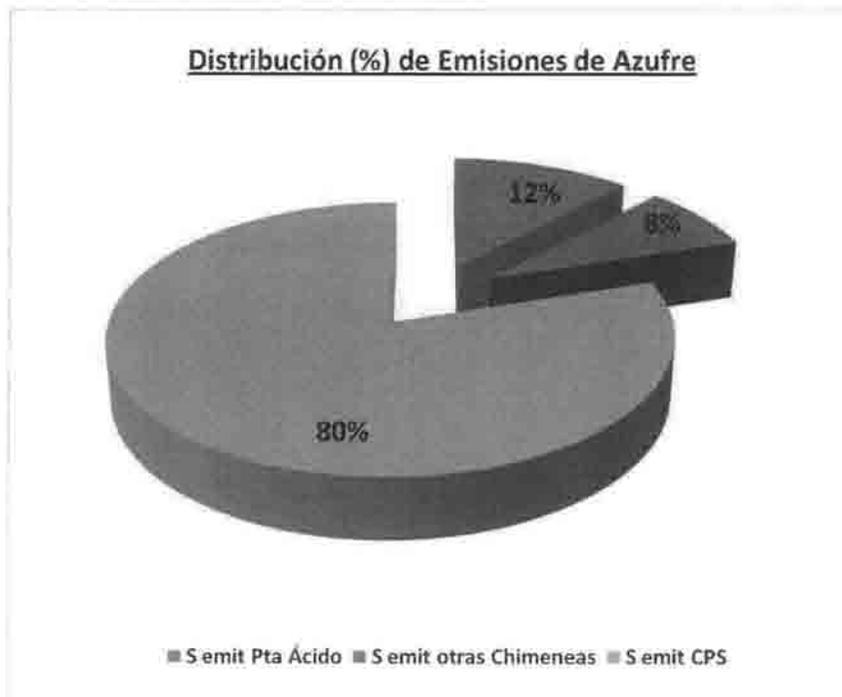
Durante la visita a las instalaciones de Chagres realizada por los señores Marcelo Fernández; Carmen Gloria Contreras y Priscila Ulloa en el contexto de la Norma de Emisión para Fundiciones, se trataron todos los temas planteados por la delegación dentro de los cuales se destaca la experiencia y conocimiento de Chagres en las siguientes áreas:

Balance de azufre y emisiones fugitivas:

La Operación Chagres de Anglo American realiza sus balances másicos de acuerdo a lo especificado en el DS-165 y sus posteriores perfeccionamientos, todos ellos autorizados y en conocimiento de las autoridades competentes.

La herramienta del Balance Másico aplicada mensualmente puede tener desviaciones importantes, razón por la que se considera que el ejercicio mensual es un ejercicio contable para efectos de la evaluación de cumplimiento de la norma. Estas desviaciones mensuales se van reduciendo o minimizando al cabo de los períodos anuales, período en el cual se debe evaluar la norma.

En la gráfica siguiente se muestra una distribución típica de las emisiones de Chagres:



Esta distribución se desprende de los balances másicos debido a que las emisiones de la Planta de Ácido son medidas por un instrumento apropiado para estas concentraciones y basado



espectrometría infra roja. Otras emisiones por chimeneas son estimadas y algunas de ellas medidas en forma ocasional. Finalmente las emisiones fugitivas son la resultante del ejercicio del balance y la información anterior.

La estadística de emisiones mostrada por el balance másico es la que nos permite afirmar que nuestras acciones de proyectos para reducir emisiones deben centrarse en las emisiones fugitivas. El Proyecto Modernización Chagres considera una mejora importante en los Convertidores, esto debido al cambio de los convertidores por otros de mejor diseño geométrico que permitirá que las campanas primarias sean considerablemente más efectivas y eficientes en la captura.

Se suma a lo anterior, las campanas envolventes las cuales deberán atrapar los gases fugitivos de las "bajadas y subidas" de los hornos convertidores. La captura de estos gases pasará por un sistema de fijación de azufre y posterior filtro de mangas previo a su descarga a la atmósfera a través de chimenea.

Emisiones de SO₂ Chimenea Planta Ácido Sulfúrico;

Tal como se comentó en la reunión del 22 de febrero y de acuerdo a las concentraciones objetivo del Ministerio de Medio Ambiente a controlar en Chimeneas de Planta de Ácido consultamos al Señor Douglas Louie de Canadá, experto en Plantas de Ácido Sulfúrico, respecto a la factibilidad de que Chagres lograra concentraciones menores a 300 ppm. Su respuesta se detalla a continuación.

Algunas Plantas de Doble Absorción pueden lograr concentraciones del orden, sin embargo Chagres no se considera entre esas plantas por:

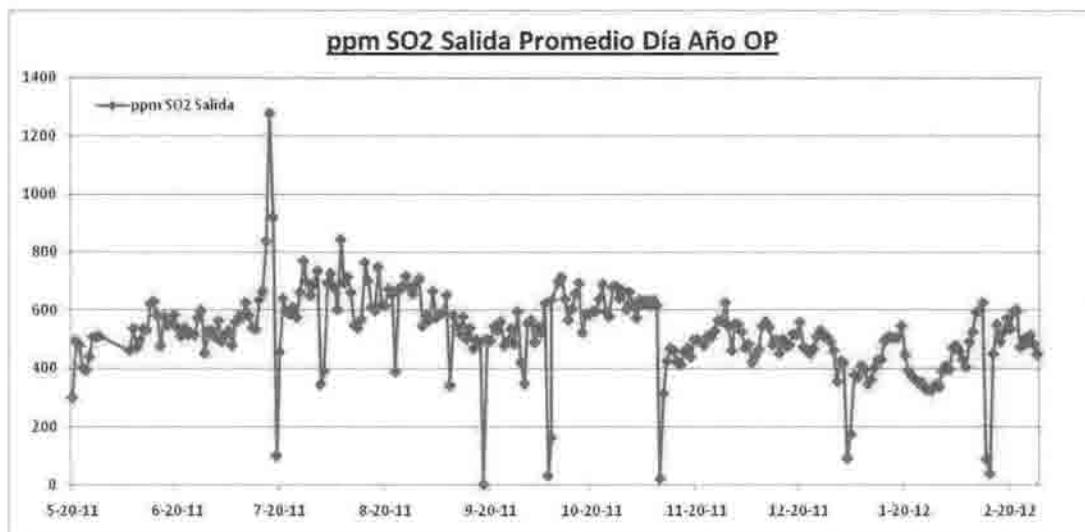
- *Tener concentraciones y flujos variables de SO₂ debido a la operación con convertidores Peirce Smith.*
- *La Planta de Chagres está operando en los límites de capacidad y eficiencia de conversión.*
- *En estas condiciones la planta no puede lograr un estado estacionario*
- *El resultado es que no hay margen de error en términos de operación de la planta. Cualquier deficiencia o mal funcionamiento, se traducirá en mayores emisiones de SO₂.*
- *El módulo de alta concentración para el SO₂ propuesto para el proyecto de Modernización Chagres podría mejorar el funcionamiento de la planta de ácido. La planta de ácido aún se espera que opere cerca de su límite de capacidad volumétrica, pero la concentración de SO₂ será un poco menor lo que puede ayudar a lograr mayores conversiones.*
- *El modulo de alta concentración de SO₂ puede también producir un flujo de gas más consistente y concentración del SO₂ a la planta de ácido que permite un funcionamiento más estable.*

Por nuestra parte podemos indicar que la Planta de Ácido de Doble Absorción de Chagres opera normalmente entre 500 a 600 ppm de SO₂. En el bien entendido que cuando tenemos catalizador nuevo estos valores son mejores, pero esta situación no se logra por mucho tiempo ya que al término de unos 2 a 3 meses las emisiones son de alrededor de las cifras indicados. Cabe mencionar que este es un comportamiento común, para Plantas de Acido de tratamiento de gases metalúrgicos.

En Plantas holgadas o sobre dimensionadas y con bajas concentraciones de entrada es factible lograr por un tiempo concentraciones inferiores a 300 ppm pero también se presenta la situación de pérdida de eficiencia de conversión (reactividad), sobre todo si se trata de plantas que son alimentadas con procesos no continuos.

En el Anexo (fotocopia del Libro de D Louie) se detalla el efecto de distintas variables que inciden en la degradación tanto física como química del catalizador: Contenidos de Cloruros, Fluoruros, Arsénico, Selenio, etc. generalmente en niveles de ppm

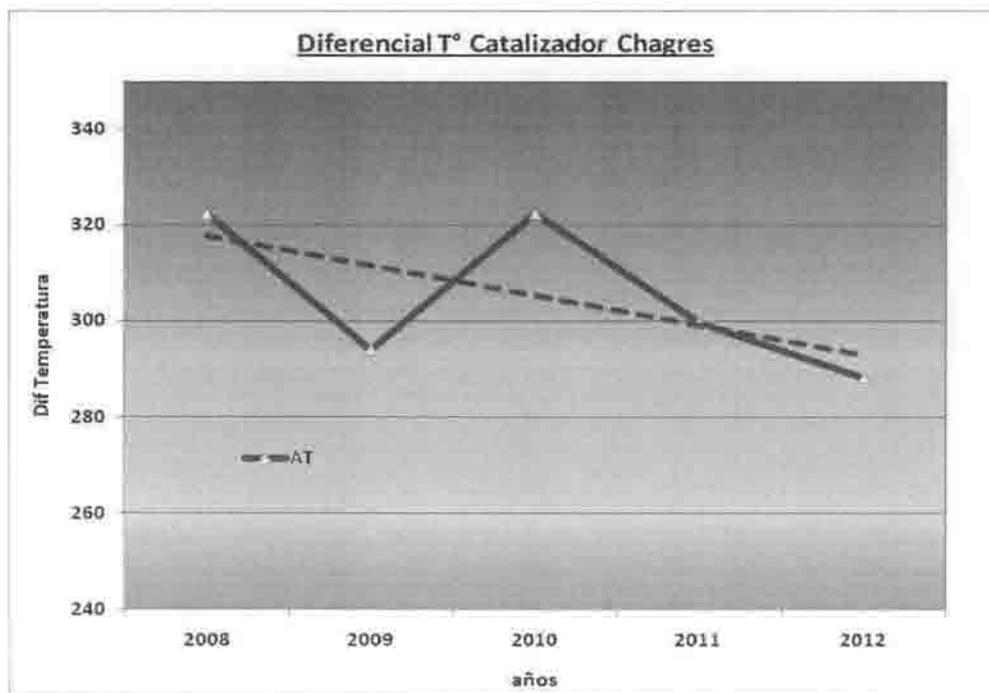
En la gráfica siguiente se muestra la tendencia de las ppm de SO₂ en la salida de Chimenea de Planta de Ácido para un período anual.



La reacción catalítica o de Conversión de SO₂ a SO₃ es una reacción exotérmica la cual en la medida que exista mayor conversión genera mayor calor el cual se mide como diferencial de temperatura para una misma condición o instalación.

En la medida que el diferencial de temperatura sea menor, será menor la conversión y mayor la emisión para una misma concentración de entrada.

En la gráfica siguiente se muestra el comportamiento del diferencial de temperatura del reactor (contenedor del catalizador) de Chagres el cual muestra que para varios años, el diferencial tiende a caer. Esto se debe corregir mediante un horneo de catalizador para mejorar la superficie de reacción y/o con cambio de la maza de catalizador por una nueva.



Curva diferencial T°



CONSULTAS ESPECÍFICAS MEDIADOS DE MARZO REALIZADAS POR M.M.A.

1. *En qué año se realizará el aumento de capacidad de fusión de 600 kta a 800 kta. Preguntamos esto pues ustedes proporcionaron en la encuesta que aplicamos el 2011, la información que se presenta en la tabla de abajo hasta el 2031 (como verás la información de la encuesta es distinta).*

Según nuestra estimación en la Planificación del Proyecto Modernización Chagres, durante el 2015 se concretará las partes relevantes y las modificaciones que permitirán después de un proceso de puesta en marcha (1 a 2 años) lograr las producciones estimadas por el proyecto. Los datos de la encuesta del correo están generados en el escenario que el proyecto Modernización Chagres no prospera o no se concreta.

2. *Respecto al conjunto de medidas que implementarán ¿Cuál de estas (según presentación de ustedes) permite reducir de 7.000 t/a S a 5.800 t/a S?*

La medida mas relevante para lograr la reducción de emisiones del Proyecto está en el conjunto de: nuevos Hornos Convertidores (con otra geometría); nuevas campanas primarias con sellos mas ajustados y; campanas envolventes o secundarias. Todo ello sumado al aumento en el manejo de gases y el mayor sello del Horno Flash.

3. *¿La concentración de la chimenea del secador con el nuevo filtro de mangas será de 32 mg MP/Nm³?*

El diseño del proyecto así lo considera, no obstante debemos esperar los resultados operacionales con práctica de "excelencia operacional". Si bien resulta difícil lograr esta cifra por lo antes indicado, esperamos que no se supere los 50 mg MP/m³.

4. *¿La concentración de la chimenea de la planta de ácido con la implementación de este proyecto disminuirá a 400 ppm de SO₂ (1040 mg/Nm³)? Con qué desviación.*

La concentración de la chimenea de la Planta de Ácido no mejora mucho mas de lo que tenemos actualmente debido a que el estándar de emisión en ppm es del orden de 400 a 600 ppm considerando algunos valles cuando las concentraciones de entrada estén bajas y/o algún lecho de catalizador nuevo. Hay que considerar que eventual y puntualmente las concentraciones son de valores mayores a las 600 ppm para lograr el rango de 400 a 600 ppm.

Es cierto que se puede partir con concentraciones del orden de las 300 ppm pero a poco andar la degradación física y química hace que las emisiones se sitúen en niveles mayores.

Por otro lado y debido al balance de emisiones que muestra que la gran emisión se encuentra en el proceso de Conversión es que nuestro foco se concentra en este proceso y, es este enfoque el que permite asegurar emisiones globales de la fundición por debajo de las 5800 ton/año de azufre con el proyecto de modernización.

5. *Aclarar cuál es el porcentaje de captura de S que tiene Chagres actualmente.*

El promedio anual de captura de azufre de los últimos cuatro años en Chagres es de 95,97% medido mediante balance másico.

6. *De acuerdo a la presentación enviada por Carlos, lámina 19 ¿Cómo se explica que con las medidas lograrán 48 t/a As, cuando las emisiones históricas de As de los últimos 3 años reportadas han sido menores a 20 t/a?*

Las emisiones de As tienen estrecha relación con el contenido de As en los concentrados y en la medida que éste aumente, las emisiones también aumentan.

Por otro lado, se presenta la situación particular de las minas en los cuales los contenidos de arsénico son variables de acuerdo a la zona de la mina y características de los yacimientos.

La cifra de 48 t/a de As es la emisión estimada en las condiciones puntuales de mayor contenido de As en Concentrados, situación que se presenta con cierta regularidad y para efectos de planificación a largo plazo deben considerarse. No obstante lo anterior, nuestro proyecto de modernización reduce la emisión de arsénico si se compara con caso sin proyecto tratando las mismas calidades de concentrado. Como resultado global de largo plazo, la emisión de arsénico será menor con proyecto y se espera que alrededor del 80 - 90% de los años, la emisión esté por debajo de las 20 t/a.

7. *A qué nivel de captura llegan de As y S con la implementación de estas medidas?*

De concretarse el Proyecto Modernización Chagres, la captura de azufre será de 97,5%. Caso contrario, nuestra recuperación se mantendrá en el orden de 96%. La captura para el elemento Arsénico será también del orden de 97,5% para los años con mayor contenido de éste elemento en el concentrado.

8. *Potencial ahorro de combustible por uso de vapor de planta de ácido en otras operaciones (secador)*

El principal ahorro de combustible de proyecto lo aporta la detención del proceso pirometalúrgico de limpieza de escoria (aproximadamente 3.000 ton/año).

La mayor generación de vapor originada por proyecto, tanto de caldera de horno flash como de planta de ácido, permitirán secar todo el concentrado procesado. El ahorro de combustible producto de no utilizar secadores de llama directa en este proceso, es del orden de 6.000 ton/año

---- 0000 ----

0632 VTA



ANEXO LIBRO PLANTAS DE ÁCIDO

The catalyst bed is a very efficient dust filter because of the molten state of the active ingredient of the catalyst. Therefore, dust in the inlet gas is easily captured and held in the beds. Plant shut-downs and screening of the catalyst are necessary when the pressure drop across the bed(s) is too high.

Colour

Fully sulphated sulphuric acid catalyst will be characterized by a yellow, gold, orange or yellow/green colour. This colour is indicative of vanadium in its +5 oxidation state (V^{5+}). If vanadium is in its +4 oxidation state (V^{4+}), the catalyst will have a green, pale green or pale blue colour. Catalyst containing V^{4+} can easily and readily be oxidized back to the V^{5+} state. Catalyst that contains vanadium in the +3 oxidation state V^{3+} will appear dark blue or black in colour and cannot be converted back to the +5 oxidation state. This catalyst must be replaced since it is no longer active.

Catalyst Decay

While theoretically the catalyst itself is not affected or used up during the chemical reaction, in practice catalyst is deactivated over time. The four basic mechanisms of catalyst decay are:

- Poisoning
- Fouling
- Thermal degradation
- Loss of catalyst material through formation and escape of vapours.

The major catalyst contaminants are listed in the Table 3-2.

Table 3-2 – Catalyst Contaminants

Contaminant	Remarks
Chlorides	Chlorides cause vanadium loss and a reduction in catalyst activity. Maximum recommended limit in the gas is 1.0 ppmv.
Fluorides	Attacks the silica in the catalyst carrier. Maximum recommended limit in the gas is 0.3 ppmv.
Arsenic (as As_2O_3)	Arsenic causes vanadium loss and a reduction in catalyst activity. Effect of catalyst poisoning reaches a maximum at a temperature of 550°C (1022°F). Above 350°C (1022°F), a volatile compound of As_2O_3 and V_2O_5 is formed which condenses in subsequent catalyst layers. Maximum recommended limit in the gas is 10 ppmv. Maximum limit in the catalyst is 0.01 g/litre of catalyst.
Selenium	Selenium has a temporary effect on catalyst activity at temperature less than 400°C (752°F). Catalyst activity returns when it is heated to 480 to 500°C (896 to 932°F).
Carbon Monoxide	Carbon monoxide reduces the conversion of SO_2 to SO_3 .
Dust	Dust will plug the catalyst bed causing an increase in pressure drop. Dust concentrations of 0.5 mg/Nm ³ at a gas velocity of 1600 Nm ³ /h m ² will result in a dust build-up of 7 kg/m ³ of catalyst volume each year. Dust will also block the catalyst pores resulting in a loss of catalyst activity.

Operation of the catalyst bed at excessive temperatures can volatilise the vanadium and lead to deactivation of the catalyst.

Caesium-Promoted Catalysts

Conventional vanadium pentoxide catalyst has a strike temperature of about 400°C (752°F) to initiate a self-sustaining reaction. Caesium-promoted catalyst has a much higher activity in the low temperature range resulting in a strike temperature 20 to 40°C (36 to 72°F) lower than standard catalyst.

For applications in the first catalyst pass, caesium-promoted catalyst can allow the bed to operate at lower inlet temperatures. This is advantageous when high strength gas (14% SO_2 /15% O_2) is being treated. At normal inlet temperatures of 410°C (770°F), the resulting outlet temperature would be in excess of 650°C (1202°F) which would

Research into different catalyst shapes is a result of the desire to reduce catalyst bed pressure drops which translates directly into energy savings as a result of reduced blower power consumption. Reduced pressure drops also allow more dust to accumulate before pressure drops increase to the point where the plant must be shut down for catalyst screening. The catalyst shape must achieve all of the above without compromising on catalyst activity or mechanical strength.

Catalysts were first manufactured as cylindrical pellets, typically 6 to 8 mm in diameter. Ring shaped catalyst provide a pressure drop reduction of up to 50% over pellet shaped catalyst. A typical ring will be 10 mm diameter with a 4 mm diameter hole and 13 mm long. Larger rings provide an even bigger reduction in pressure drop and are used in special cases where rapid dust build up in the bed can occur. The larger rings are applied in a thin layer (100 mm) on top of the regular catalyst and allow dust to penetrate further into the bed rather than in the top layer where a high pressure drop can develop in a short time.

Ribbed or daisy-shaped rings are a further improvement on the standard rings. Ribbed catalyst is a bit larger in diameter (12 mm) than the standard ring. The ribs on the outside of the ring increase surface area by 10% which provides more contact area for gas to migrate into the catalyst pores. Pressure drop is further reduced over the standard ring resulting in pressure drops of 80 to 85% of the pressure drop across rings.

Catalyst Activity

Activity is a measure of the ability of the catalyst to convert sulphur dioxide to sulphur trioxide. The more active a catalyst, the less catalyst will be required to perform the required conversion. The chemical formulation is the primary factor in catalyst activity but other factors such as catalyst shape, pore structure, manufacturing process, etc. can affect the activity of the catalyst.

Catalyst Life

Catalyst life is defined as the length of time that the catalyst can economically be kept in service. The effective life of a catalyst depends on many factors such as handling, operating temperature, exposure to poisons, dust build-up, etc. Catalyst in the first pass will have the shortest life because it is exposed to the worst conditions while catalyst in the final passes will last the longest.

Table 3-1 – Expected Catalyst Life

Pass	Years
1	5-6
2	6-8
3	10+
4	10+

Mechanical Strength

The mechanical strength of the catalyst is important to minimize catalyst losses due to attrition, breakage, etc. Mechanical strength must be achieved while maintaining a porous structure. Modern catalyst can be continually operated at 630°C with short excursion up to 650°C without experiencing any mechanical damage.

When a catalyst bed is screened, catalyst losses are inevitable regardless of how carefully the screening operation is performed. A catalyst with sufficient strength will limit catalyst losses to 6 to 7% of the bed. Losses of over 10% of the catalyst indicates that the strength of the catalyst has decreased or that the methods used to remove, screen and install the catalyst need to be revised.

Screening losses are, in some ways, desirable since any make-up necessarily introduces fresh catalyst to the bed, thus improving the overall activity.

Pressure drop

Gas pressure drop across the catalyst beds represent about 20% of the total resistance (excluding gas cleaning) to gas flow under clean plant conditions.

EVALUACIÓN PRELIMINAR

ESCENARIOS FRENTE A UNA NUEVA NORMATIVA DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS PARA FUNDICIONES CHILENAS. EL CASO DE LAS FUNDICIONES DE CODELCO

1. ESCENARIOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUNDICIONES CODELCO

1.1 Fundición Ventanas

Actualmente la Fundición Ventanas tiene captaciones de azufre del orden del 93%. El año 2010 la captación fue de 93,81%.

Las acciones que han permitido este nivel de captura son:

- Aumento de capacidad de tratamiento de gases de 125.000 a 140.000 Nm³/hr.
- Mejoras en instalaciones y reducción de emisiones fugitivas en Convertidor Teniente.
- Mejoras en instalaciones y reducción de emisiones fugitivas en Convertidores Pierce-Smith.

Para alcanzar capturas del orden del 95% de azufre, se deben llevar a cabo las siguientes mejoras:

- Captación y tratamiento de gases sangría de Metal Blanco CT – HE
- Adición mecánica de carga fría a CPS
- Mejoramiento de Planta de Ácido en capacidad y concentración de SO₂
- Incremento de la capacidad de filtro de mangas de Planta de Secado de Concentrado
- Incremento de la capacidad de Precipitador Electrostático de Horno Eléctrico.

Para alcanzar captaciones de azufre del orden de 96% a 96,5% se deben implementar campanas secundarias tanto en Convertidor Teniente como en Convertidores Pierce-Smith. Los gases de esas fuentes deben ser captados y posteriormente tratados.

En la siguiente tabla se presentan los costos asociados a estos Proyectos:

Fundición Ventanas					
Nº	Año	Descripción Escenario	Emisión - Captura S		Inversiones
			t/a	% Captura	MUS\$
1	2010	Caso Base	7 800	93.8	
2	2013	Captación Gases Sangría CT y HE	7 475	94.1	10.0
3	2013	Alimentación Mecánica Carga Fría a CPS	7 258	94.3	1.40
4	2014	Mejoramiento Planta de Ácido	6 500	95.0	9.00
5	2014	Aumento Capacidad Filtro Manga/Secador y PPEE HE	6 500	95.0	3.80
				sub total	24.2
6	2016	Captación y Neutralización Gases Secundarios CT y CPS	4 500	96.5	60.0
				Total	84.2

Observación: La estimación de inversiones de los proyectos de mejoramiento tiene un nivel de ingeniería de perfil.

Situación Actual.

1. **Captación Gases Sangría CT y HE-Mejoramiento Planta Ácido.** El objetivo del proyecto es aumentar la capacidad de captación y tratamiento de Azufre y Arsénico en la Fundición. El alcance del proyecto considera: aumento de la capacidad de tratamiento de gases en PAS, recuperación calor en etapas absorción y conversión de PAS, tratamiento gases de cola en Chimenea PAS y captación y tratamiento gases sangría CT (Escoria-Metal Blanco) y H.E. (Metal Blanco). Se está iniciando el estudio de prefactibilidad con una inversión estimada de 0,9 millones de US\$. El Plazo para desarrollar la prefactibilidad se estima en 9 meses. La inversión estimada del proyecto es de **85 millones de US\$**. La fecha estimada para que el proyecto entre en operación primer trimestre del 2015.
2. **Aumento Capacidad PPEE HE.** Se está ejecutando de manera fast track como proyecto de emergencia. El actual HE, procesa 890 (ton/día) escoria líquida del CT y 120 (ton/día) circulante y su producción de metal blanco es de 350 (ton/día) y de escoria a botadero de 660 (ton/día). Durante el proceso de limpieza de escoria se genera un flujo máximo de gases 61.314,0 (Nm³/hr). Para la captación del material particulado en los gases cuenta con un Precipitador Electroestático de tres campos, fabricado por FLSmidth.
De las mediciones isocinéticas que se realizan cada año, se desprende que el precipitador ha disminuido su eficiencia de captación, donde el promedio de los últimos tres años es de 88,68%, a pesar de que las condiciones de entrada al equipo (flujo de gases, carga de polvo, temperatura) están dentro de los valores de diseño. Actualmente la emisión por chimenea, promedio de los últimos tres años, es de 226,4 mg/Nm³.
La capacidad actual de PPEE es de 120 mg/Nm³ de emisión material particulado por chimenea. Condición que se logrará con el reemplazo de partes y piezas recomendadas por el fabricante de acuerdo a

inspección realizada. Para cumplir con normativa futura más exigente, se requiere implementar un campo adicional similar a los actuales, pero de mayor longitud y cambiar los transformadores (monofásicos a trifásicos). Además de implementar un sistema que humedece los gases, para mejora la resistividad del particulado de menor tamaño.

Se estima que con estas mejoras el material particulado emitido por chimenea no exceda los 50 mg/Nm³. La inversión estimada del proyecto del proyecto es **6 millones US\$**. Se espera esté operando el primer semestre 2012.

3. **Aumento Capacidad Filtro de Mangas Secador.** Se está ejecutando de manera fast track como proyecto de emergencia. El proyecto consiste en realizar un overhaul del actual filtro de mangas reemplazando gran parte estructural del filtro de mangas e implementar una precámara decantadora para permitir capturar mayor cantidad de material particulado, con una emisión menor a 100 (mg/Nm³). Inversión estimada **2 millones de US\$**. Se espera esté operando el primer semestre 2012.
4. **Alimentación Mecánica Carga Fría CPS.** Sin Cambio
5. **Captación y Neutralización Gases Secundarios CT y CPS.** Sin Cambio

1.2 Fundición Potrerillos

La Fundición Potrerillos actualmente tiene una captura de azufre del orden de 84%, sujeta al desempeño de los sistemas de Manejo y Limpieza de Gases y Planta de Ácido, en operación desde 1997 y 1999 respectivamente. Se requiere reemplazar estos sistemas, para asegurar la continuidad de las operaciones.

Los proyectos a implementar para obtener capturas del orden del 92% consideran mejorar la captación de gases en los hornos, mejorar los sistemas de conducción, enfriamiento y limpieza de gases, potenciar los electro-precipitadores húmedos en la Planta de Ácido reemplazar la Torre de Catálisis y agregarle un sistema de doble absorción.

Capturas del orden del 94%, incluirían cambio de las campanas del Convertidor Teniente y de los Convertidores Pierce-Smith.

Para alcanzar captaciones de azufre del orden del 96% se deben implementar campanas secundarias tanto en Convertidor Teniente y Convertidores Pierce-Smith. Estos gases deben ser captados y posteriormente tratados.

En la siguiente tabla se presentan los costos asociados a estos Proyectos:

Fundición Potrerillos					
N°	Año	Descripción Escenario	Emisión - Captura S		Inversiones
			V/a	% Captura	MUS\$
1	2010	Caso Base (Con venteo de gases CPS a chimenea)	36 657	83,5	
2	2012 - 2013	Recuperación Sistema Manejo y Limpieza de Gases y PAS	23 643	89,3	60,0
3	2012 - 2013	Cambio de Limpieza Escoria a Flotación	21 336	90,4	
4	2012 - 2013	Optimización PAS (cambio a doble adsorción)	17 526	92,1	40,0
5	2014	Cambio Campanas CT y CPS	12 734	94,3	12,0
				sub total	112,0
6	2016	Captación y Neutralización Gases Secundarios CT y CPS	8 526	96,2	60,0
				Total	172,0

Observación: La estimación de las inversiones de los proyectos está a un nivel de ingeniería de perfil.

Situación Actual.

- Cambio de Limpieza Escoria a Flotación.** Se encuentra en construcción la planta de flotación de escorias con una inversión estimada **80,8 millones de US\$**. El plazo para su construcción y puesta en marcha se estima en 19 meses. Entrada en operación marzo 2013. El proyecto se justifica por rentabilidad, la evaluación económica se realiza comparando el caso base, operación actual con 3 HLEs utilizando reductor ENAP 6 y el caso con proyecto, planta de limpieza de escorias CT por flotación con enfriamiento en ollas y molienda gruesa SAG.

Se consideran estimaciones de ingresos por mayor recuperación metalúrgica de cobre 97,4% versus la recuperación actual de la fundición de 95,2%. Respecto de los costos, se genera una reducción de los costo de operación de tratamiento de escoria de 30, 6 US\$/ton escoria en la situación sin proyecto versus 22,7 US\$/ton escoria con proyecto.

Las estimaciones para el caso base indican una emisión de As de 14,5%, equivalente a un 85,5% de captura de este elemento, que a nivel anual significaría una emisión de 241,4 toneladas de As, para 340 días de operación de la Fundición. El caso con flotación tendría una emisión de As de 9,4%, equivalente a 90,6% de captura, que a nivel anual significaría una emisión de 156,4 toneladas de As. Emisiones azufre no relevante.
- Recuperación Sistema Manejo y Limpieza de Gases y PAS-Optimización PAS-Cambio Campanas CT CPS.** Los equipos del sistema de captación, enfriamiento, manejo, limpieza y procesamiento de los gases metalúrgicos de la Fundición Potrerillos, evidencian un alto grado de deterioro por corrosión y por alto nivel de acumulación y arrastre de polvos hacia la Planta de Acido.

La corrosión se ha generado porque el sistema de enfriamiento radiativo de los gases del CT, produce gas SO₃ en cantidades mayores a las

normales y consecuentemente ácido sulfúrico, el cual corroe los equipos y ductos.

La acumulación de polvos en los sistemas de manejo y el arrastre de estos hacia la Planta de Acido, se debe a una operación deficiente de los precipitadores electrostáticos secos. Hay falta de capacidad de limpieza en los equipos actuales, los cuales además, están en muy mal estado.

Producto de las dos condiciones deficientes antes descritas, la Planta de Ácido recibe gases con contenidos de polvo y de SO_3 muy superiores a su diseño, lo cual ha provocado un alto nivel de deterioro en sus componentes, tales como los precipitadores electrostáticos húmedos, la torre de secado y el reactor de conversión poniendo en riesgo su continuidad operacional.

Para superar los problemas antes descritos se ha desarrollado a nivel conceptual una solución técnica integral desde la boca de los hornos convertidores hasta la planta de ácido, económicamente rentable, que permite aumentar la producción de ácido sulfúrico, aumentar la capacidad de fusión de concentrados, disminuir los costos de mantenimiento y el consumo de energía, asegurar la continuidad operacional de la Fundición y mejorar sustantivamente la fijación de azufre. La solución elegida, considera:

Cambiar las Campanas actuales del Convertidor Teniente y de los Convertidores Peirce Smith por otras de un diseño mejorado que capten todos los gases de proceso, con diluciones de 100% y con una mejor vida útil.

Incorporar equipos de enfriamiento mixto evaporativo y radiativo para los gases del CT para enfriar más rápido los gases y así disminuir la formación de SO_3 , repitiendo una solución técnica en aplicación en los Convertidores Teniente de la Fundición Chuquicamata y de la Fundición La Caridad en México.

Ampliar la capacidad de limpieza de los gases del Convertidor Teniente incorporando un nuevo Precipitador Electroestático y así asegurar su calidad a la llegada a la PAS.

Nuevo Trazado Ductos Gases, para disminuir distancias, pérdidas de carga y acumulación de polvos en su interior.

Reparación mayor Precipitadores Electroestáticos gases Convertidores Peirce Smith, para asegurar la llegada de gases limpios a la PAS.

Cambio del Ducto Pantalón actual por un Mezclador Anular Horizontal que asegura una buena mezcla de los gases del Convertidor Teniente con los de los Convertidores Peirce Smith, sin producir perturbaciones al tiraje en la boca de estos hornos.

Reparación mayor Equipos de Limpieza Húmeda de la Planta de Ácido, en especial los precipitadores electrostáticos húmedos.

Nuevo Convertidor Catalítico en Planta de Ácido con doble contacto y absorción.

Incorporación de sistemas de recuperación de calor en el nuevo Convertidor Catalítico, con producción de vapor para la refinería electrolítica y de aire precalentado para el secado de concentrado.

Esta solución se está estudiando a nivel de factibilidad con un costo de 10,9 millones de US\$. La inversión estimada del proyecto es de **155 millones de US\$** con prefactibilidad finalizada.

Se estima un aumento de la fijación de azufre de 80,5 a 95,0 % y de arsénico de 90,0 a 95,0 %.

La fecha estimada para que el proyecto entre en operación primer trimestre del 2014.

3. *Captación y Neutralización Gases Secundarios CT y CPS. Sin Cambio*

1.3 **Fundición Caletones**

En el año 2010 la Fundición Caletones obtuvo una captura de azufre de 85,5%. Los siguientes mejoramientos y optimizaciones operacionales permitieron que en los meses de Febrero y Marzo del 2011 la captura de azufre llegara a niveles del orden del 90%:

- Copar capacidad de plantas de limpieza de gases (flujo y concentración).
- Eliminación infiltraciones tren de gases
- Continuidad en secuencia de soplado de convertidores CPS.

Hay potencial para mejorar desempeño ambiental de la fundición Caletones con los activos existentes. Sin embargo, la sustentabilidad en el largo plazo requiere de los siguientes proyectos de inversión:

- Conexión CPS N°4 al tren de gases
- Reemplazo campanas Convertidor Teniente (CT)
- Reemplazo Campanas Convertidores Pierce-Smith (CPS)
- Plantas de Ácido con Doble Absorción

Lo anterior permitiría lograr capturas cercanas al 95%.

Para alcanzar captaciones de azufre del orden del 97% se debe implementar campanas secundarias tanto en Convertidor Teniente y Convertidores Pierce-Smith. Los gases de esas fuentes deben ser captados y posteriormente tratados.

En la siguiente tabla se presentan los costos asociados a estos Proyectos:

Fundición Caletónes					
Nº	Año	Descripción Escenario	Emisión - Captura S		Inversiones
			t/a	% Captura	MUS\$
1	2010	Caso Base	64 200	85.5	
2	2011	Manejo Operacional	44 700	90.0	
4	2013-2014	Reemplazo Campanas CT's y nuevos VTI	31 290	93.0	47.2
5	2015	Reemplazo Campanas CPS's y Plantas de Ácido Doble Adsorción	22 350	95.0	94.0
				sub total	141.3
7	2017	Captación y Neutralización Gases Secundarios CT y CPS	15 198	96.6	105.8
				Total	247.1

Observación: La estimación de las inversiones de los proyectos tiene soporte mixto entre un nivel de ingeniería conceptual y de perfil.

Situación Actual.

1.4 Fundición Chuquicamata

La Fundición Chuquicamata actualmente captura del orden de 90% del azufre del concentrado que procesa mediante 2 líneas de fusión paralelas: un Convertidor Teniente (CT) y un horno Flash (FSF).

Dentro de los escenarios de mejoramiento de emisiones existen 2 opciones o caminos a seguir:

Opción Continuidad Operacional Actual:

Mantener operación actual, con 2 líneas de Fusión (CT y FSF), desarrollando los siguientes proyectos asociados:

- Reemplazo campanas CPS y Modificación Plantas de Ácido a Doble Absorción (71 MUS\$)
- Módulos de limpieza adicionales, tratamiento de gases de cola plantas de ácido (140 MUS\$)

La inversión asociada a estos proyectos se estima en 211 MUS\$, esperando que logren una captura del orden del 95%.

Para alcanzar captaciones de azufre del orden del 97% se debe implementar campanas secundarias en el Convertidor Teniente y en los Convertidores Pierce-Smith. Los gases de estas fuentes deben ser captados y posteriormente tratados.

Opción Optimización:

Implica operar con sólo con una línea de fusión (sólo horno Flash), lo cual permitiría obtener capturas del orden del 93%.

Mediante los siguientes proyectos de mejoramiento se podría obtener capturas del orden del 95,6%:

- Reemplazo campanas CPS
- Modificación Plantas de Ácido a Doble Absorción

Para alcanzar captaciones de azufre del orden del 97% se deben implementar campanas secundarias en los Convertidores Pierce-Smith. Estos gases deben ser captados y posteriormente tratados. En la siguiente tabla se muestra los costos asociados a la opción Optimización:

Fundición Chuquicamata					
N°	Año	Descripción Escenario Optimizado	Emisión - Captura S		Inversiones
			t/a	% Captura	MUS\$
1	2010	Caso Base	46 000	90.0	
2		Transformación Tecnológica FU - sólo FSF	29 900	93.5	25.0
3		Reemplazo Campanas CPS	27 600	94.0	21.6
4		Modificación Plantas de Ácido a Doble Adsorción	18 500	95.6	30.0
				sub total	76.6
5		Captación y Neutralización Gases Secundarios CPS	11 100	97.4	60.0
				Total	136.6

Observación: La estimación de las inversiones de los proyectos está a un nivel de ingeniería de perfil.

La diferencia entre el costo de inversión de la opción base (CT + FSF) y la opción optimizada (sólo FSF) es de 135 MUS\$.

Situación Actual.

Se está desarrollando la factibilidad del proyecto Optimización de la fundición de Chuquicamata con un costo de 4,4 MUS\$. La fecha de término estimada mayo 2012.

El alcance del proyecto inversional considera a toda la operatoria de Fundición como impacto global de operar con una línea de producción, que incluye las siguientes modificaciones en Horno Flash, Convertidores Peirce-Smith y otras áreas:

- Modificaciones en el sistema de alimentación de carga para procesar una máxima cantidad de calcina de DMH, junto a materiales secundarios e insumos (tolvas, sistema de vasos presurizados, líneas de transporte neumático, sistemas de pesaje y dosificación, etc.).
- Cambio del sistema de dosificación de carga (loss-in weight feeding system) para elevar su capacidad desde 100 t/h a 150 t/h por línea (2 líneas), lo que considera cambiar el fornillo existente por otro de nuevo

diseño (Schenck Process), junto al moto-reductor, variador de frecuencia y re-programación de la lógica de control existente.

- Cambio de ventiladores de aire de proceso (10 kpa) por otros de mayor capacidad (15 kpa), para asegurar la velocidad y presión necesarias.
- Modificación al diseño del "eyector" de aire enriquecido (punto de mezcla de aire de proceso/oxígeno técnico) para operar con un mayor % de enriquecimiento (> 70%).
- Aumento de capacidad de circulación de agua de refrigeración (2 bombas eléctricas de mayor capacidad, bombas diesel de respaldo, intercambiadores de calor, 2 módulos en torre de enfriamiento).
- Modificaciones en sistema de sangría de eje y escoria del horno.
- Modificaciones en el sistema de alimentación de materiales sólidos en CPS (scrap/carga fría/fundente/carbón coke) para asegurar un tiempo de soplado efectivo superior a 76%.
- Sistemas de infraestructura para mantenimiento en el horno flash (sistemas de izaje y reposición de elevadores para manejo seguro de materiales y repuestos).

Junto a ello, se incluye aquellas instalaciones que discontinúan su operación, tales como una unidad de secado (Secador N° 4), Convertidor Teniente N° 2, Horno Eléctrico y una planta de ácido sulfúrico (Planta de Contacto N° 2).

El monto estimado en esta etapa del proyecto es de 21,0 MUS\$ que incluye las modificaciones en el horno flash, en sistema de alimentación de scrap/carga fría/fundente a CPS. Adicionalmente, se debe considerar el gasto operacional en plan de desvinculación asistida (estimado en 22,4 MUS\$) para el personal excedente.

Resto de proyectos incluidos en el escenario sin cambio.

Acta Reunión CODELCO

Fecha de la reunión: 28-02-2012	Hora: 11.00– 13.00	Lugar: CODELCO, casa matriz, Huérfanos 1270, Santiago.
--	---------------------------	--

Asistentes:

- Diego Hernández, Presidente Ejecutivo CODELCO
- Juan Pablo Schaeffer, CODELCO
- María Francisca Domínguez, CODELCO
- Leonel Contreras, CODELCO
- Rodrigo Benitez, Jefe de la División Jurídica, MMA
- Marcelo Fernández, Jefe de la Oficina de Asuntos Atmosféricos, MMA
- Carmen Gloria Contreras, MMA

Objetivo de la reunión:

- Presentar el plan de inversión de las fundiciones de CODELCO para reducir las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) y arsénico de sus cuatro fundiciones: Chuquicamata, Potrerillos, Ventanas y Caletones, aumentando su nivel de captación de azufre y arsénico. La siguiente tabla muestra el nivel de captación de azufre de todas las fundiciones de cobre:

Fundiciones	Captación de Azufre (%)			
	1989 -1990	2006	2009	2010 ⁽⁸⁾
Chagres ⁽²⁾	75 ⁽⁴⁾	95,2	95,6	95,7
Ventanas	9 ⁽¹⁾	85 ⁽⁴⁾	92,3 ⁽⁷⁾	93,8
Altonorte	--	90 ⁽⁴⁾	93,3 ⁽³⁾	93,7
Chuquicamata	31 ⁽¹⁾	90 ⁽⁴⁾	91,1 ⁽⁷⁾	91,0
Paipote (HVL)	23 ⁽¹⁾	92 ⁽⁵⁾	87,7 ⁽⁶⁾	89,4
Caletones	6 ⁽⁴⁾	90 ⁽⁴⁾	87,3 ⁽⁵⁾	88,0
Potrerillos	3 ⁽¹⁾	89 ⁽⁴⁾	76,2 ⁽⁷⁾	83,5

Fuente: Elaborado por Carmen Gloria Contreras y Priscilla Ulloa a partir de:

- (1) COCHILCO, 2010.
- (2) Información entregada por Chagres, 2011.
- (3) Puesta en marcha 1993. Información obtenida de la visita a la fundición de Altonorte, 2011.
- (4) Environmental Management of Chilean Copper Smelters, Economic and Technical Options, Jaime A. Solari, General Manager, SGA.
- (5) Información obtenida del Informe de la U. Chile, 2009.
- (6) Fundición HVL (Paipote), 2010. Información entregada por Alejandro Díez.
- (7) Estimación a partir del concentrado tratado y emisiones reportadas por las fundiciones.
- (8) Visitas técnicas realizadas por Asuntos Atmosféricos, división Política y Regulación Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente.

Se adjunta:

1. Presentación realizada por Sr. Diego Hernández, CODELCO

Acta preparada por:

Carmen Gloria Contreras
Priscilla Ulloa

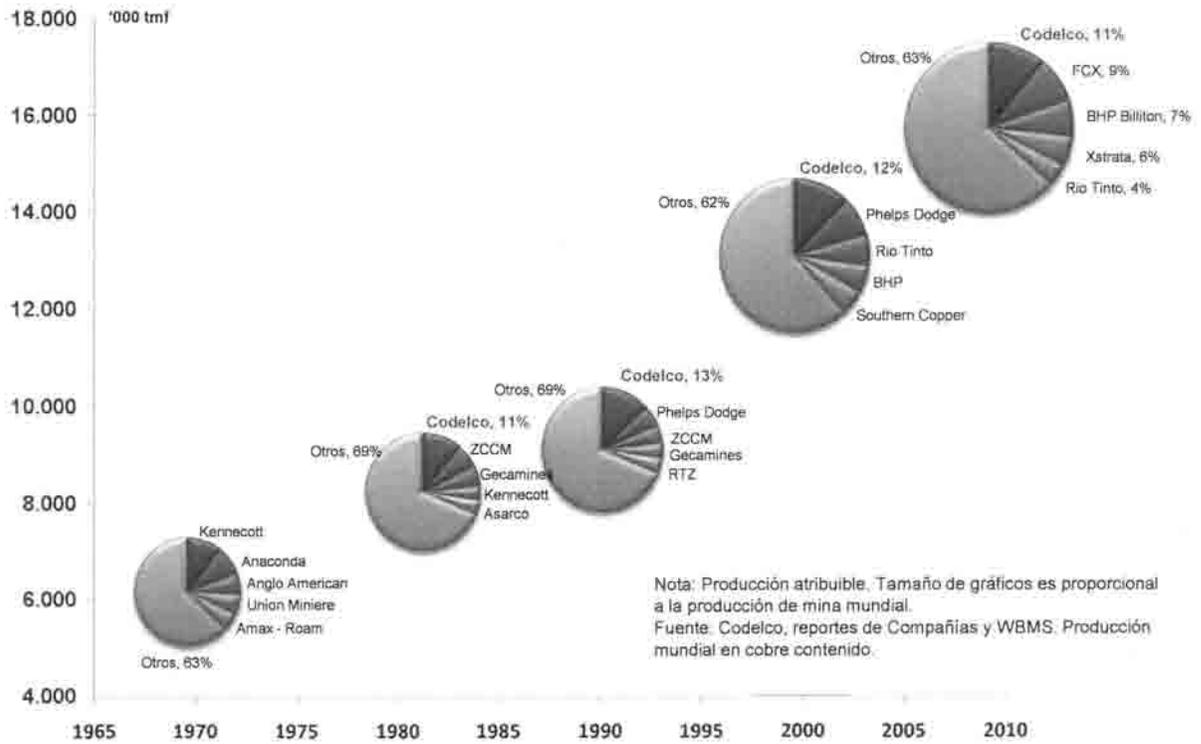
NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES



Contexto de la Empresa



Codelco: Primer Productor de la Industria

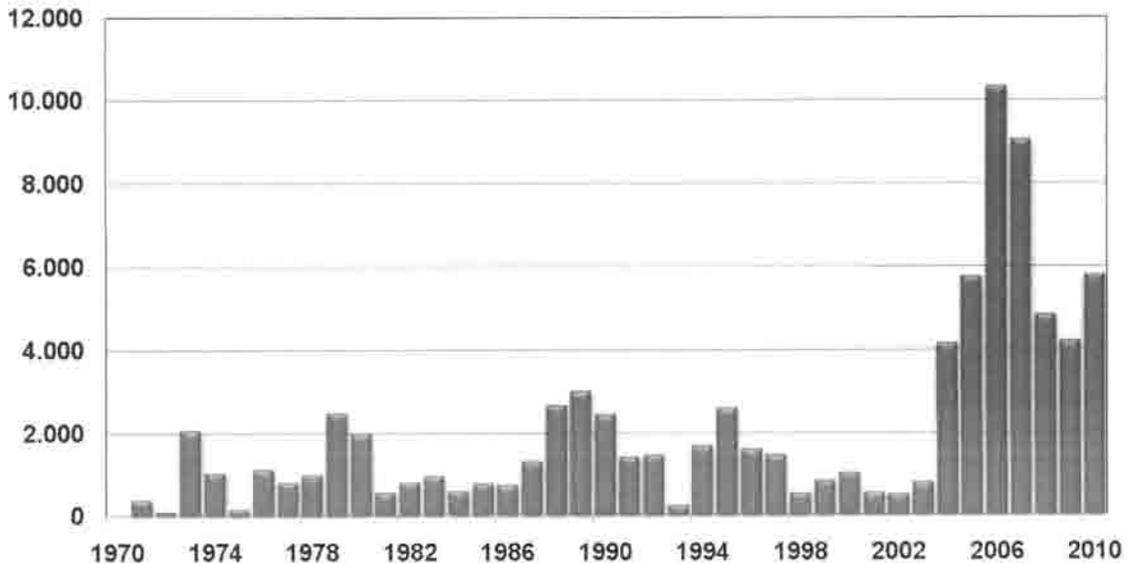


Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Excedentes

Millones de dólares, moneda 2010



En los 40 años desde su creación, Codelco generó Excedentes por US\$ 84.000 millones, en moneda de 2010

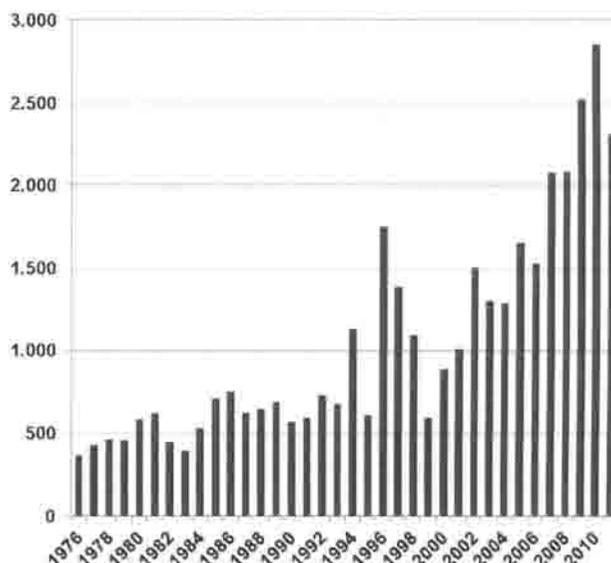
Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Inversiones: 1976-2011

Millones de US\$

Moneda de cada año	Moneda de 2011	Moneda de cada año	Moneda de 2011
1976	111	366	
1977	139	431	
1978	161	464	
1979	178	455	
1980	261	585	
1981	302	621	
1982	221	445	
1983	197	392	
1984	272	528	
1985	365	712	
1986	374	752	
1987	320	627	
1988	342	644	
1989	385	691	
1990	329	570	
1991	344	595	
1992	426	733	
1993	401	680	
1994	676	1.131	
1995	378	610	
1996	1.110	1.750	
1997	879	1.387	
1998	678	1.098	
1999	372	596	
2000	585	887	
2001	675	1.013	
2002	979	1.503	
2003	894	1.303	
2004	935	1.284	
2005	1.295	1.657	
2006	1.252	1.531	
2007	1.783	2.080	
2008	1.962	2.084	
2009	2.167	2.523	
2010	2.616	2.852	
2011*	2.312	2.312	
Total 1976-2011		37.892	
Promedio		963	



Notas: Incluye Proyectos, Desarrollo de Mina y, desde 1990, Aportes a Sociedades.

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

5



Aportes de Capital, Capitalización de Utilidades y Utilidades No Distribuidas de Codelco: 1976-2011

Millones de dólares, moneda 2010

	APORTES DE CAPITAL	CAPITALIZACIÓN DE UTILIDADES	UTILIDADES NO DISTRIBUIDAS	TOTAL	TOTAL Valores Nominales
1976-1989	4.361	251	0	4.612	1.624
1990-1993	15	0	0	16	10
1994-1999	0	711	0	711	486
2000-2005	0	125	0	125	92
2006-2009	1.069	466	526	2.060	1.944
2010	0	7	0	7	7
2011	0	356	0	356	376
TOTAL	5.445	1.916	526	7.887	4.539

Sin considerar el aporte de capital para su creación, el monto total de aportes por los conceptos mencionados alcanza a US\$ 3.828 millones, en moneda de 2010

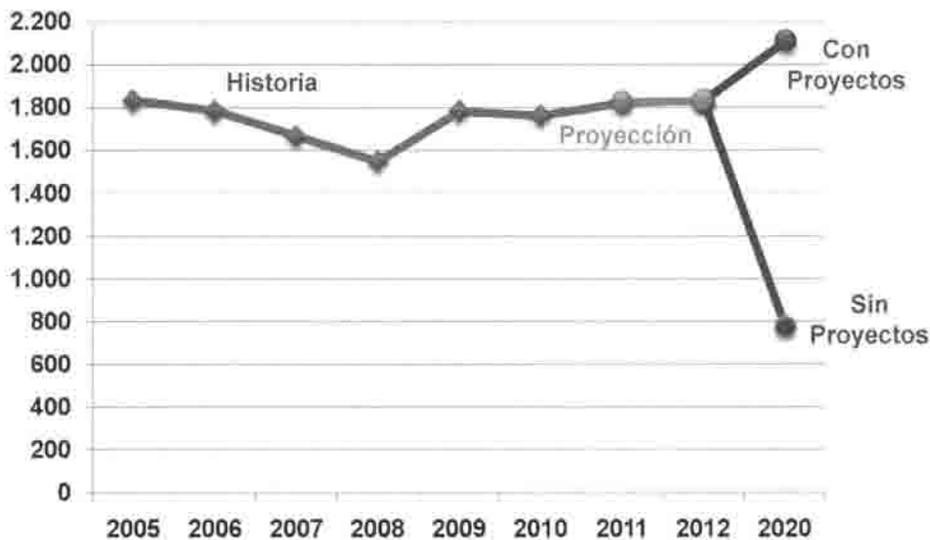
Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

6



La Prioridad de los Proyectos Estructurales

Miles de tmf



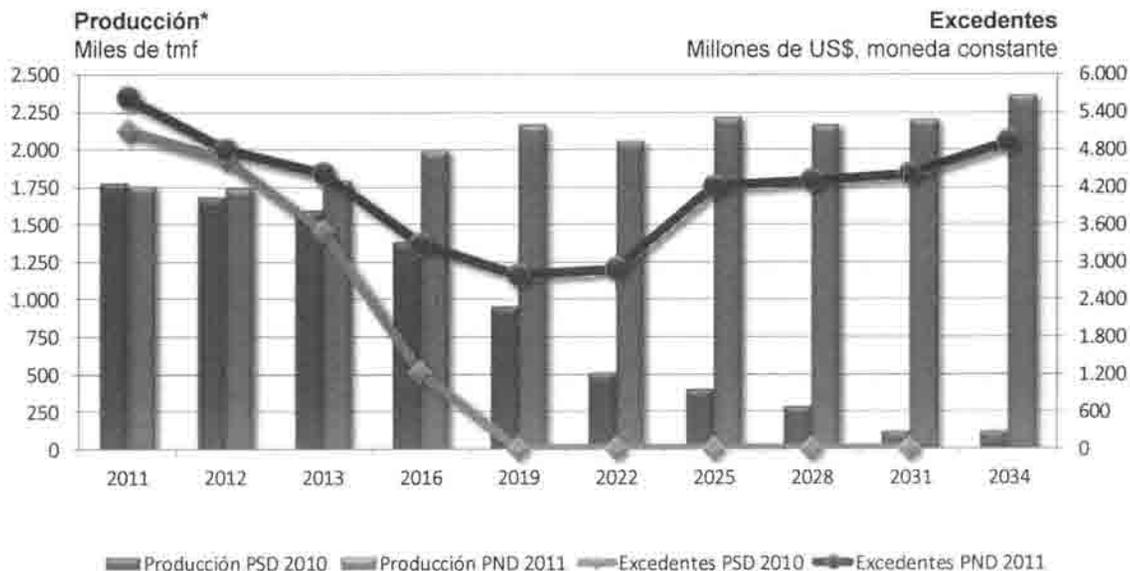
Nota: Incluye el 49% de participación de CODELCO en El Abra.
 Fuente de Proyecciones: Año 2011: Presupuesto. Año 2012: Plan Trienal propuesto al Ministerio de Hacienda y Ministerio de Minería. 2020: Plan de Negocios y Desarrollo (PND) 2011 y Plan Sin Desarrollo (PSD) 2011, y SCM El Abra.

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved



Producción y Excedentes Proyectados

Escenarios: Plan de Negocios y Desarrollo (PND) y Plan Sin Desarrollo (PSD)



Fuentes: Año 2011: Presupuesto. Años 2012-2013: Plan Trienal propuesto a los Ministerios de Hacienda y Minería. Años 2016-2034: Plan de Negocios y Desarrollo (PND) 2011

* No considera la participación de CODELCO en El Abra (49%).

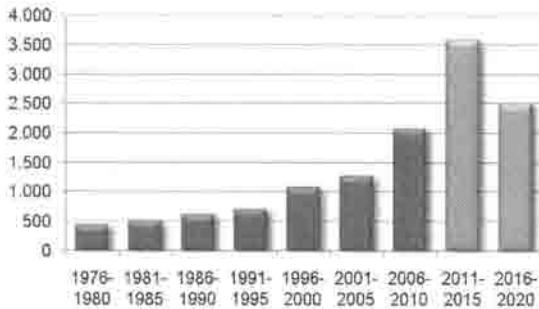
Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved



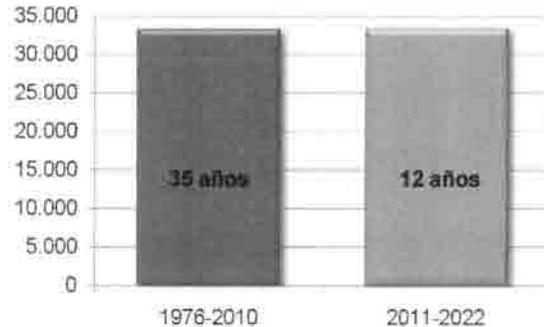
Codelco: Un Desafío Inversional Inédito

Millones de US\$, moneda de 2011

Promedio Anual de Inversiones por Quinquenio



Total de Inversión por Periodo



Fuente: 2011 en adelante, Plan Trienal propuesto a los Ministerios de Hacienda y Minería, y Plan de Negocios y Desarrollo 2011.
Nota: Incluye Proyectos, Desarrollo de Mina y, desde 1990, Aportes a Sociedades.

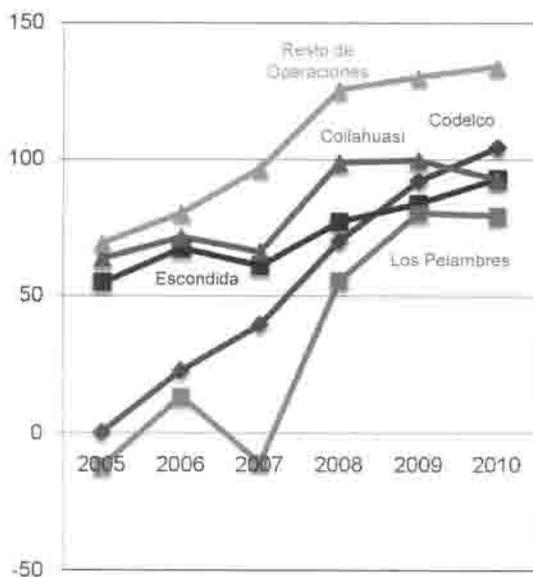
Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



El Desafío de la Competitividad

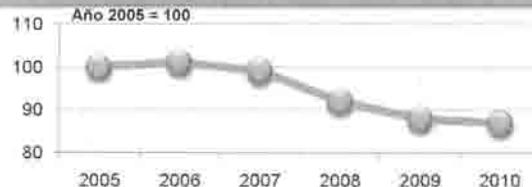
c/lb, moneda de cada año

Costos Directos Cash C1: Operaciones Nacionales

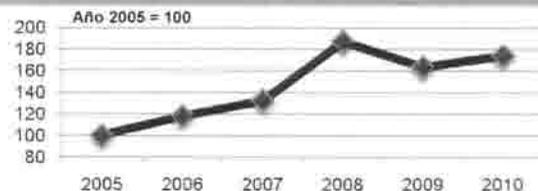


Fuente: Brook Hunt, Reportes de Empresas y Codelco

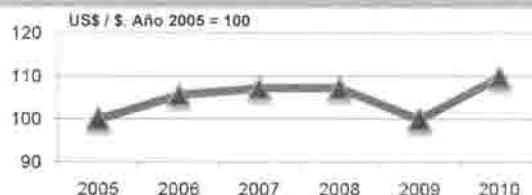
Índice de Ley del Mineral Tratado en Chile



Índice de Precios de Insumos Críticos de Codelco



Índice de Tipo de Cambio

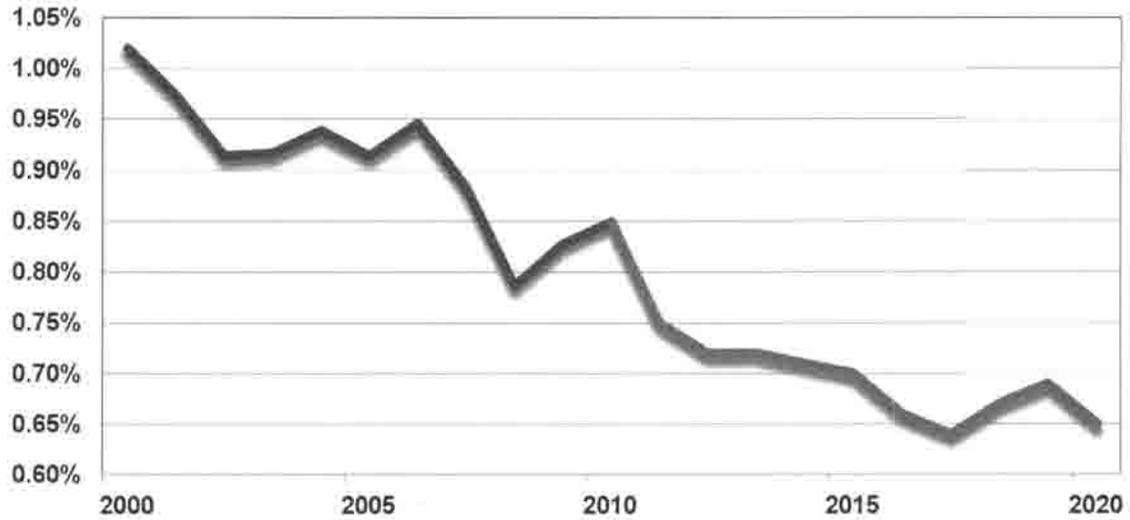


Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Ley Promedio del Mineral Tratado de Codelco

Porcentaje, %



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

11

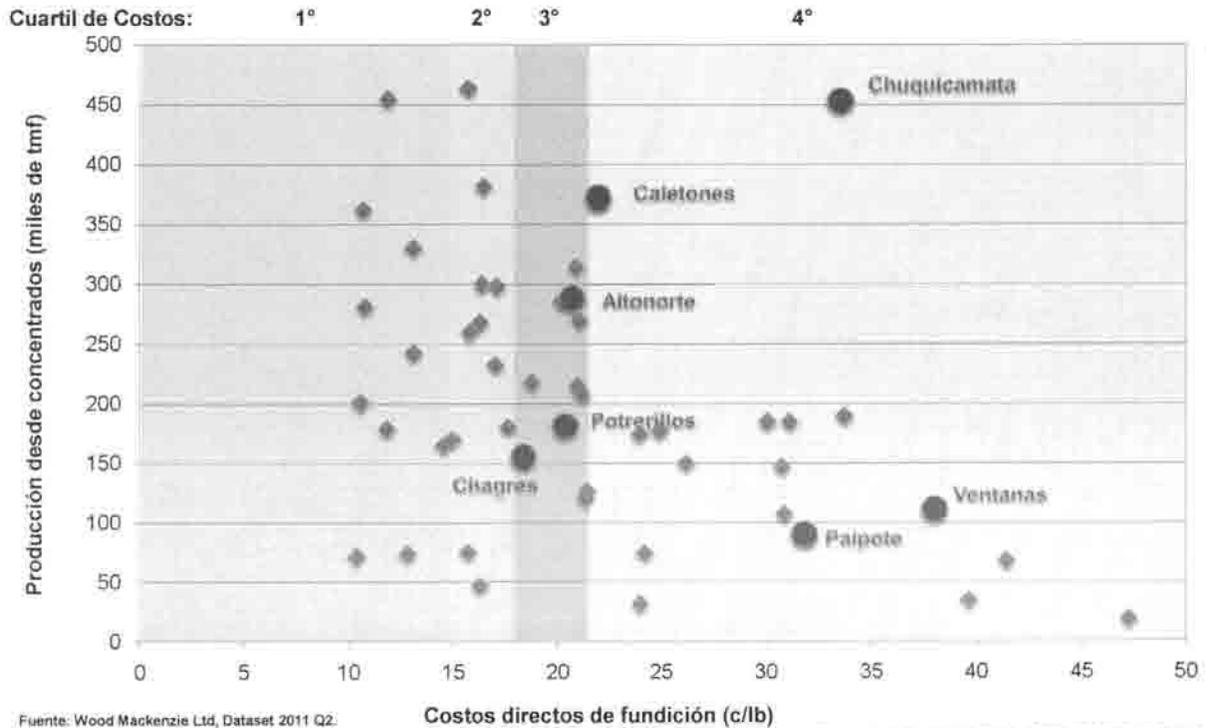


CODELCO
Orgullo de Todos



Benchmarking de Fundiciones

Costos Directos de Fundición y Producción desde Concentrados, 2010



Fuente: Wood Mackenzie Ltd, Dataset 2011 Q2.

Costos directos de fundición (c/lb)

Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

12

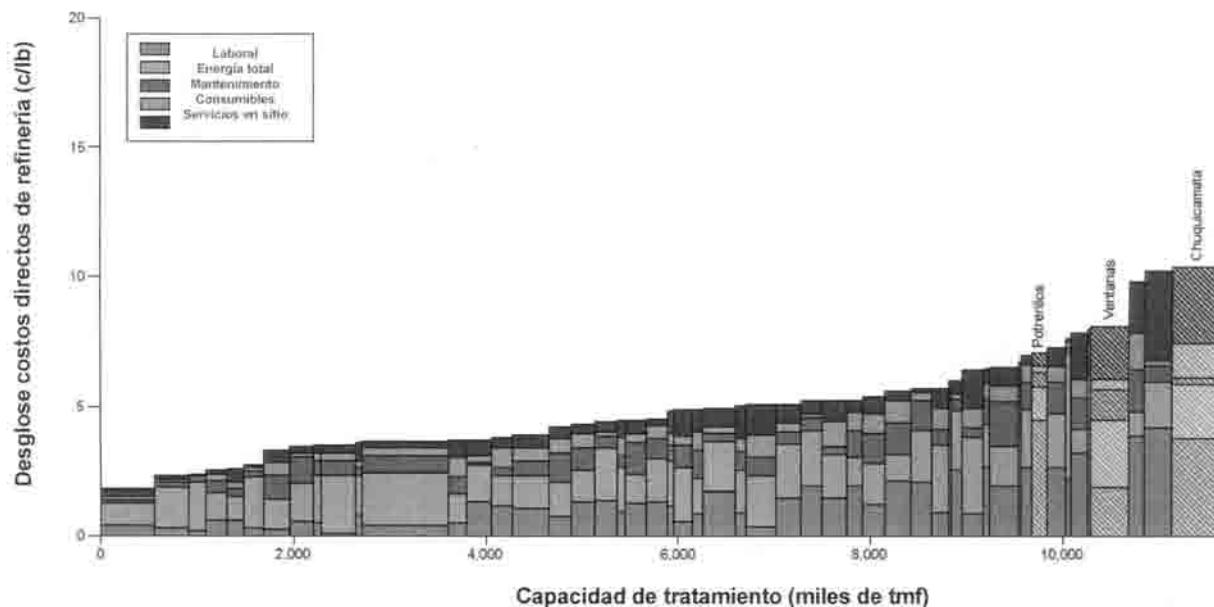


CODELCO
Orgullo de Todos



Benchmarking de Refinerías

Desglose de Costos Directos de Refinería, 2010



Fuente: Wood Mackenzie Ltd, Dataset 2011 Q2.

Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Proyecto Estructural de Seguridad y Salud Ocupacional

Focos de Gestión

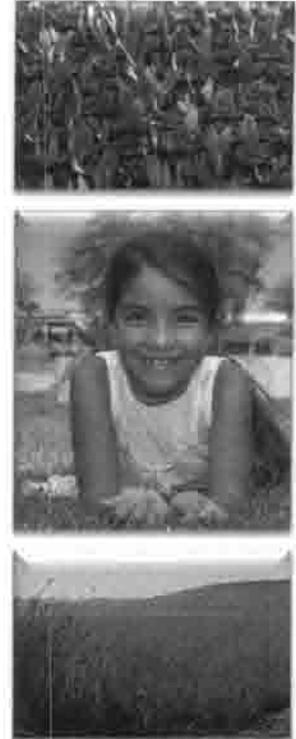


Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Proyecto Estructural de Medio Ambiente y Comunidades

FOCOS DE GESTIÓN

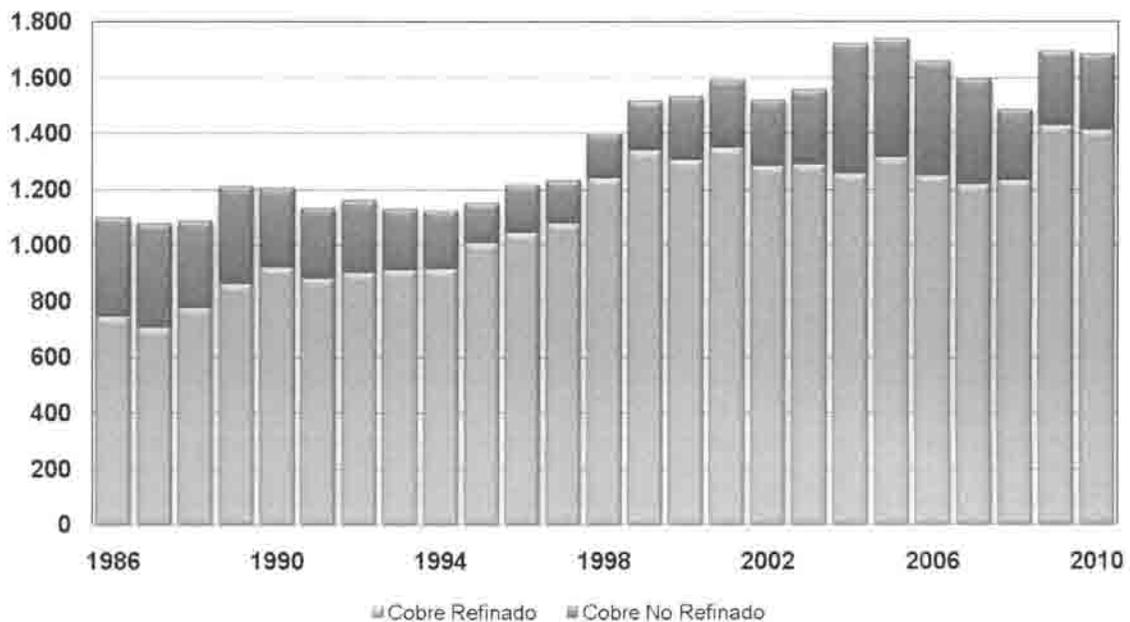


Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Producción de Cobre por Productos

Miles de tmf



Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Codelco Estatal: Un Gran Negocio para Chile

- Desde su creación, hace 40 años, Codelco ha generado excedentes para Chile por un monto de US\$ 84 mil millones (en moneda de 2010).
- Codelco aportó aproximadamente la mitad de estos excedentes en los últimos 7 años.
- Si la empresa se hubiera puesto a la venta 7 años atrás, el Estado habría recibido sólo una fracción de los US\$ 40 mil millones que generó Codelco.



Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

17



CODELCO
Gracias en Todos



Codelco: Un Gran Futuro

	Vida Útil
	Años
Chuquicamata	50
RT	30
MH	40
Salvador	25
Andina	67
El Teniente	68
Gaby	13



Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

18



CODELCO
Gracias en Todos



Contexto del Mercado de Refinados

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

19



CODELCO
Orgullo de Todos



Producción de Cobre en Chile, Año 2010

Miles tmf

TOTAL CHILE

CÁTODOS E.R.	1.055
CÁTODOS SX-EW	2.089
RAF	100
BLISTER / ÁNODOS	404
CONCENTRADOS	1.771
TOTAL	5.419

CODELCO*

CÁTODOS E.R.	427
CÁTODOS SX-EW	606
RAF	100
BLISTER / ÁNODOS	294
CONCENTRADOS	262
TOTAL	1.689

Fuentes: Cochilco y Codelco; * Codelco no incluye participación en El Abra.

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

20



CODELCO
Orgullo de Todos



Fundiciones y Refinerías de Cobre en Chile

Capacidad de producción, Año 2010

Miles tmf Cu (en forma de ánodos/cátodos)

FUNDICIONES		REFINERÍAS	
Caletones	387	Chuquicamata	533
Chuquicamata	515	Ventanas	400
Potrerillos	193	Potrerillos	155
Ventanas	118	Total Codelco	1.088
Total Codelco	1.213	Total Chile	1.088
Altonorte	375		
Paipote	93		
Chagres	158		
Total Otros	626		
Total Chile	1.839		

Fuentes: Brook Hunt y Codelco

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved

21



CODELCO
Orgullo de Todos



Impacto de un Nuevo Límite de Emisiones que Sea Inviabile para las Fundiciones Locales (I)

- Detención de operaciones.
- Aumento de volúmenes de concentrados no procesados en Chile, disponibles para exportación:
 - Carencia de infraestructura para su exportación.
 - Dificultades de comercialización (complejidad de los concentrados).
- Inexistencia de capacidad de fundición y refinación a nivel internacional, para absorber y procesar estos mayores volúmenes de concentrados:
 - Alza de cargos de tratamiento y refinación (TC/RC).
 - Transferencia de valor hacia fundidores y refinadores extranjeros (China, India, Japón y otros).

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved

22



CODELCO
Orgullo de Todos



Impacto de un Nuevo Límite de Emisiones que Sea Inviabile para las Fundiciones Locales (II)

- Deterioro de la cartera de productos:
 - Menores retornos por disminución de exportaciones de productos refinados y por el aumento de los TC/RC.
 - Deterioro de ingresos fiscales.
- Disminución de la producción de ácido sulfúrico:
 - Efecto negativo sobre el procesamiento de minerales oxidados y la producción de cátodos electro - obtenidos.
 - Presión alcista sobre el precio del ácido.
- Pérdida de puestos de trabajo.

Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

23



CODELCO
Orgullo de Todos



Decisión Estratégica para Abordar el Nuevo Escenario

- Alternativas de decisión para Chile, Codelco y Enami:
 - Invertir en infraestructura y logística para exportar los concentrados.
 - Construir nueva capacidad de fundición que cumpla con la nueva normativa.
- En ambas alternativas, los efectos son permanentes y los plazos no son inmediatos, requiriéndose para su ejecución de, al menos, 5 años.

Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

24



CODELCO
Orgullo de Todos



Propuesta de Codelco

- Cumplir sólo una norma en un plazo razonable.
 - Con hitos intermedios de control de avance.
- Límites de emisión equivalentes a un 94-95% de captura de Arsénico (As) y de Anhídrido Sulfuroso (SO₂).
- Tratamiento de los Humos Negros.

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

25



CODELCO
Gravita de Todos



Propuesta de Codelco

	2011	2017		2011	2017
CHUQUICAMATA			VENTANAS		
Emisión S (ton/año)	50.000	23.000	Emisión S (ton/año)	45.000 (9.500)	7.500
Captación S (%)	90	95	Captación S (%)	93	95
Emisión As (ton/año)	800	450	Emisión As (ton/año)	120	80
Captación As (%)	90	95	Captación As (%)	92	94
POTRERILLOS			CALETONES		
Emisión S (ton/año)	50.000	17.100	Emisión S (ton/año)	70.000	31.000
Captación S (%)	78	94	Captación S (%)	85	95
Emisión As (ton/año)	800	250	Emisión As (ton/año)	375	210
Captación As (%)	77	94	Captación As (%)	87	94

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

26



CODELCO
Gravita de Todos



Requerimientos de Inversión

FUNDICION	94 - 95 % Captura As y S (Mill US\$)	Eliminación Humos Negros (Mill US\$)	TOTAL (Mill US\$)
CHUQUICAMATA	120 - 150	30 - 40	150 - 190
POTRERILLOS	140 - 180	80 - 110	220 - 290
VENTANAS	120 - 140	40 - 50	160 - 190
CALETONES	140 - 180	90 - 120	230 - 300
TOTAL	520 - 650	240 - 320	760 - 970

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

27



CODELCO
ORGANITO DE TODOS



Factores Claves Asociados a la Construcción de los Proyectos

- Plazo: aproximadamente 5 años (con hitos de avance parciales).
- Inversiones: fluctúan entre US\$ 30 millones y US\$ 100 millones por cada proyecto.
 - Esto determina una serie de requerimientos para su evaluación y aprobación.
- Cumplimiento con el proceso inversional que contempla diversas etapas de autorización y desarrollo (prefactibilidad, factibilidad, construcción y puesta en marcha).
- Factores críticos de éxito:
 - Aprobación de las inversiones y financiamiento.
 - Obtención de permisos (calificación ambiental y autorizaciones sanitarias).
 - Interferencias con operaciones y equipos existentes.
 - Escasez de suministros críticos por alta demanda.

Copyright © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados | Copyright © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

28

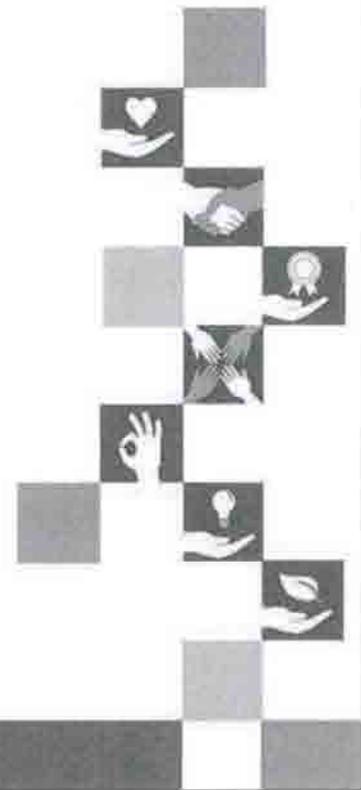


CODELCO
ORGANITO DE TODOS





NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES



Acta Reunión Comité Operativo

Fecha de la reunión: 28-02-2012	Hora: 15:00 a 18:00	Lugar: Ministerio del Medio Ambiente Teatinos 258, piso 2, Sala 5
--	----------------------------	--

Asistentes:

- Claudio Dodds F., COPRIM
- Claudio Dodds H., COPRIM
- Edith Torres, COPRIM
- Fabiola Valdebenito, COPRIM
- María de la Luz Vásquez, Ministerio de Minería
- Juan Bustos, Ministerio de Minería
- Adolfo López, COCHILCO
- Pedro Santic, COCHILCO
- Pedro Vallejos, Ministerio de Economía
- Jenny Tapia, SEREMI del Medio Ambiente Antofagasta
- Marcelo Fernández, MMA
- Carmen Gloria Contreras, MMA
- Priscilla Ulloa, MMA
- Viviana Ubilla, MMA
- Francisco Donoso, Economía Ambiental MMA

Ausentes:

- Walter Folch, MINSAL (justifico ausencia)

Objetivo de la reunión:

- Presentar los resultados del informe de avance del estudio: "Evaluación social de escenarios regulatorios para una norma de emisión de fundiciones de cobre en Chile" para las fundiciones: Chuquicamata, Hernán Videla Lira, Ventanas y Caletones, realizado por COPRIM para el Ministerio del Medio Ambiente. objetivos y contenidos del anteproyecto

Se adjunta: Presentación realizada por COPRIM

Acta preparada por:

Carmen Gloria Contreras
Priscilla Ulloa



Reunión: "Comité Operativo Norma de Fundiciones."

Lugar: Teatinos 258 - Sala 5 Piso 2.

Hora inicio: 15:00 hrs

Hora termino: 18:00 hrs.

Santiago, 28 de febrero del 2012.

Nombre	Institución	Firma
Pedro SANCIC	COCHILCO	
Roberto López	✓	
Marcelo Fernández	MMA	
Claudio Soddif	Coprim	
Claudio Soddif H.	"	
M. Edith Torres	Coprim	
Fabiana Valdebenito	Coprim	
Jenny Tapia F.	SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE - AETA	
Priscilla Ulloa M.	MMA	
Redir Volker	MIN. Economía	
RODRIGO LAZARUSO S. R. RIVERA		
Viviana Obilla A.	MMA	
Francisco Donoso G.	MMA.	



Informe de Avance

ASESORÍA TÉCNICA A MMA

**EVALUACIÓN DE COSTOS DE ESCENARIOS
REGULATORIOS PARA UNA NORMA DE EMISIÓN DE
FUNDICIONES DE COBRE**

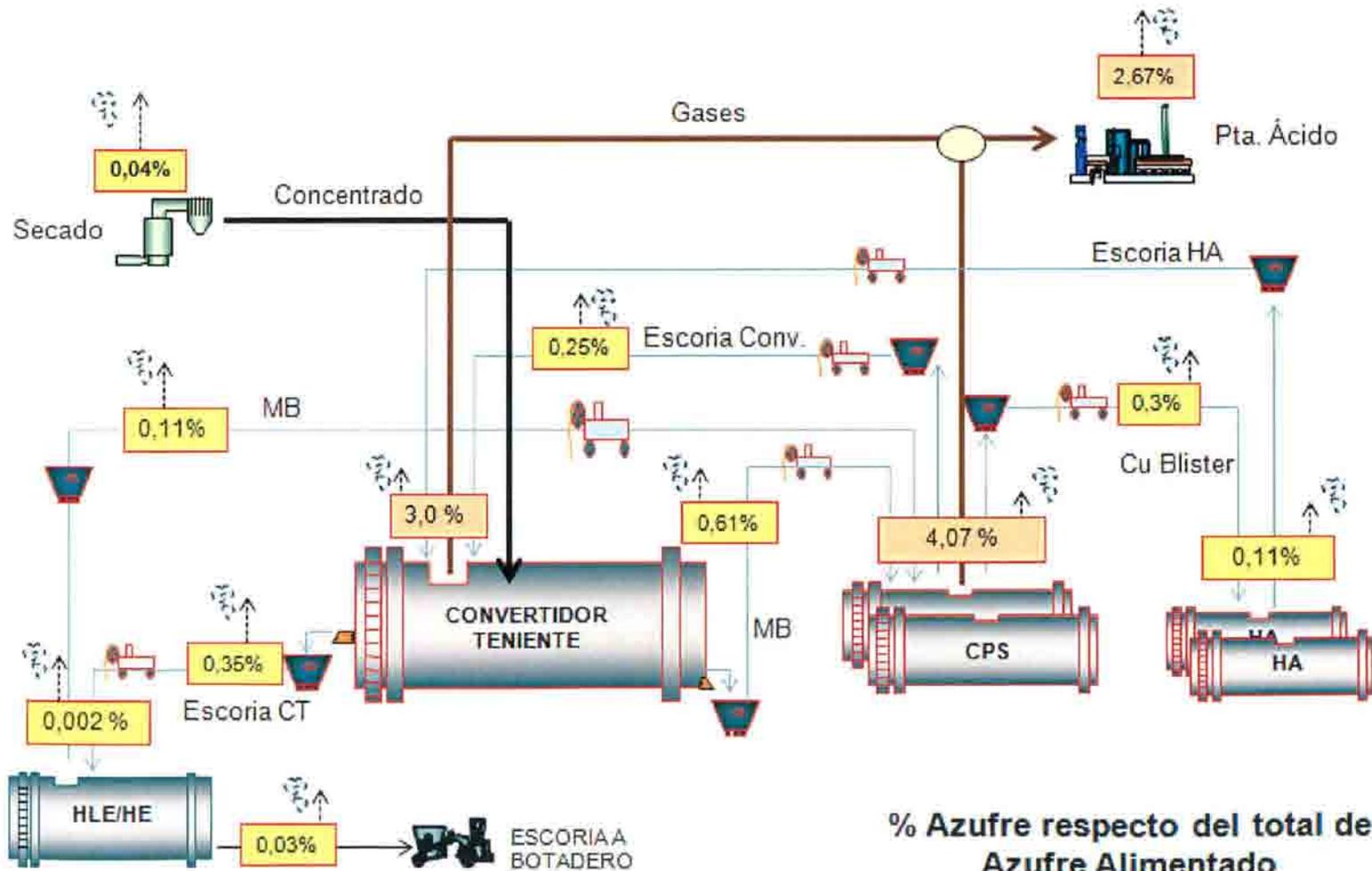
28/02/2012

Objetivos y Alcance



- Desarrollar un análisis de evaluación de costos y efectividad, para 3 escenarios regulatorios previstos en la elaboración de norma de emisión para fundiciones de concentrados de cobre:
94% escalón base 95%; 96%, 97% fijación SO₂, el último para fundiciones cercanas a población, que también debieran cumplir límites por chimeneas. As, con 1% de fijación sobre SO₂
- Evaluación para las 7 Fundiciones, 4 en la primera etapa: HVL, Chuquicamata, Caletones, Ventanas, considerando :
 - Correlacionar % actual de captura de SO₂ y As, con el estatus de procesos y sistemas de control existentes, mejoras operativas.
 - Identificar y evaluar el conjunto de medidas para cumplir escenarios propuestos en función disponibilidad de la tecnología, confiabilidad operativa y performance promedio, factibilidad de instalación por espacios, tiempos críticos de construcción, montaje y puesta en marcha, tiempo desarrollo fase pre-inversional.
 - Realizar análisis efectividad soluciones, riesgo asociado a eficiencias
 - Evaluar costos de tres escenarios con enfoque costo efectividad

Configuración típica Fu CT-CPS-HLE/HE y fuentes de emisión



% Azufre respecto del total de Azufre Alimentado
Fijación 88,5%

0590

¿Qué semana?

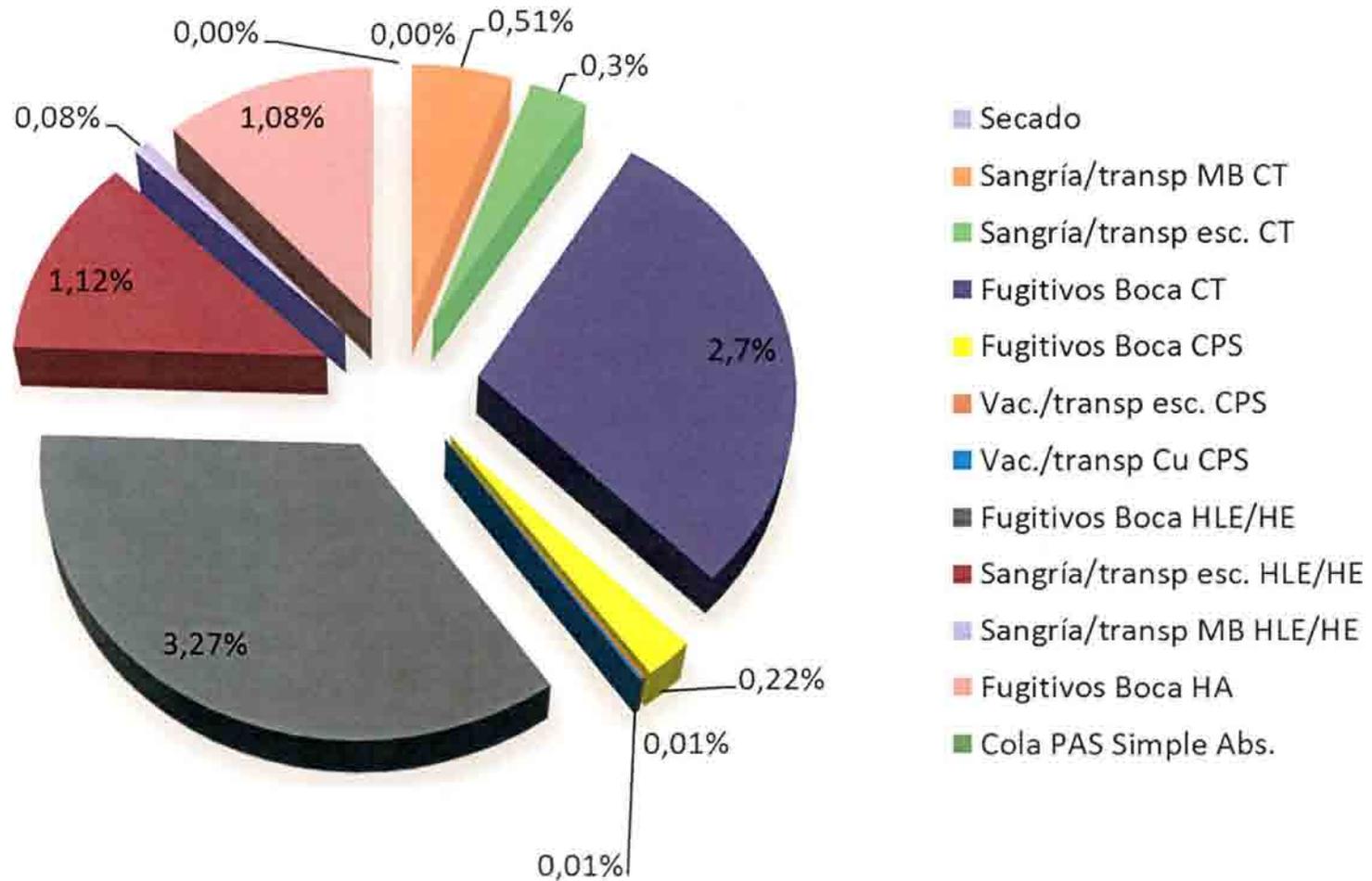
Emisiones 2010 de Azufre por proceso



Emisiones de Azufre		Chuqui	Altonorte	Potrerillos	FHVL	Ventanas	Chagres	Caletones	Total	% Fuente
Distribución por fuentes										
Coprim										
RAM	t/a									
Secado	t/a	133	6.499	83	40	0	0	169	6.924	3,9
Fusión	t/a	9.732	7.692	11.630	3.786	3.532	598	16.881	53.853	30,2
Limpieza de Escorias	t/a	324	21	299	247	298	199	607	1.995	1,1
Conversión	t/a	21.768	9.002	11.654	2.858	4.326	5.417	25.105	80.130	44,9
Planta de Acido	t/a	10.258	6.095	7.742	4.405	894	736	11.409	41.539	23,3
Refino a Fuego	t/a	553	311	239	114	50	207	484	1.957	1,1
Emisión no distribuida	t/a	1.301	-10.060	4.273	-437	-1.307	-221	-1.681	-8.132	-4,6
Desviación	%	3,0	-51,4	11,9	-4,0	-16,8	-3,2	-3,2	-4,6	1,2
Total Emisión Declarada	t/a	44.070	19.561	35.921	11.012	7.793	6.937	52.974	178.266	100

Nota : La emisión declarada es la proporcionada por las fundiciones en Encuesta

Distribución fuentes de emisión de As, % respecto al alimentado CT-CPS-HLE/HE Fijación 90,7%



HE/HLE fuente relevante As → Pta. Flotación

Fuentes emisiones y fijación base



Fundición	Hernán Videla L	Chuquicamata	Caletones	Ventanas
Esquema Operativo	1CT-1 de 2CPS-2PLG 1 HE-1 de 2HA	1HF-2 de 4CPS-2PLG PFE-3 de 6HA	2CT-2 de 4CPS-2PLG 4HLE-4 de 5HA	1CT-1 de 2CPS-1PLG 1HE-3HA
Capacidad conc. (kta)	350	1350	1372	436
Fijación S base (%)	89,2	93,2	87,8	93,3
Fijación As base (%)	91,3	98,2	90,9	95,1
Fuentes relevantes de Emisiones	Colas de PAS, simple absorción	Colas de PAS simple absorción	CPS 4 sin conexión a PLG	Fugitivos Campanas primarias CT y CPS
	Fugitivos campanas CT y CPS	Fugitivos campanas primarias CPS	Fugitivos campanas CT y CPS	Tratamiento gases chimeneas (límites), incluyendo lavado gases cola PAS de doble absorción.
	Gases chimeneas secundarias, HE, HA. (límites)	Gases chimeneas secundarias, HA, (límites)	Colas de PAS simple absorción	

PLG: Planta de limpieza de gases; PAS: Planta de ácido sulfúrico

Medidas de Control emisiones SO₂ y Material particulado



Medidas de Control / Fundición	Hernán Videla	Chuquicamata	Caletones	Ventanas
Captura total gases primarios (CPS 4)			✓	
Campanas Primarias CT	✓		✓	
Mejoras MAGA, VTI, PPEE, CM	✓		✓	
Campanas Primarias CPS	✓	✓		
Nueva Planta ácido, doble absorción	✓			
Doble absorción PAS existentes		✓	✓	
Captura y trat. gases sangrías CT o HF, HE	✓	✓		✓
Planta flotación escorias reemp. HLE		base	✓	
Campanas Secundarias y lavado gases CPS	✓	✓	✓	✓
Campanas Secundarias y lavado gases CT	✓		✓	✓
Límites por Chimeneas				
Tratamiento Gases cola PAS	✓	✓		✓
Post Combustión Hornos anódicos	✓	✓		✓
Torre des-mercurizadora en PLG	✓			existente
Potenciamiento filtros mangas secado conc.				✓

MAGA: Sistema de manejo y limpieza gases primario; PPEE: Precipitadores electrostáticos; VTI: Ventiladores Tiro Inducido; CM: Cámara de mezcla, ductos llevan gases a Pta. Limpieza de Gases

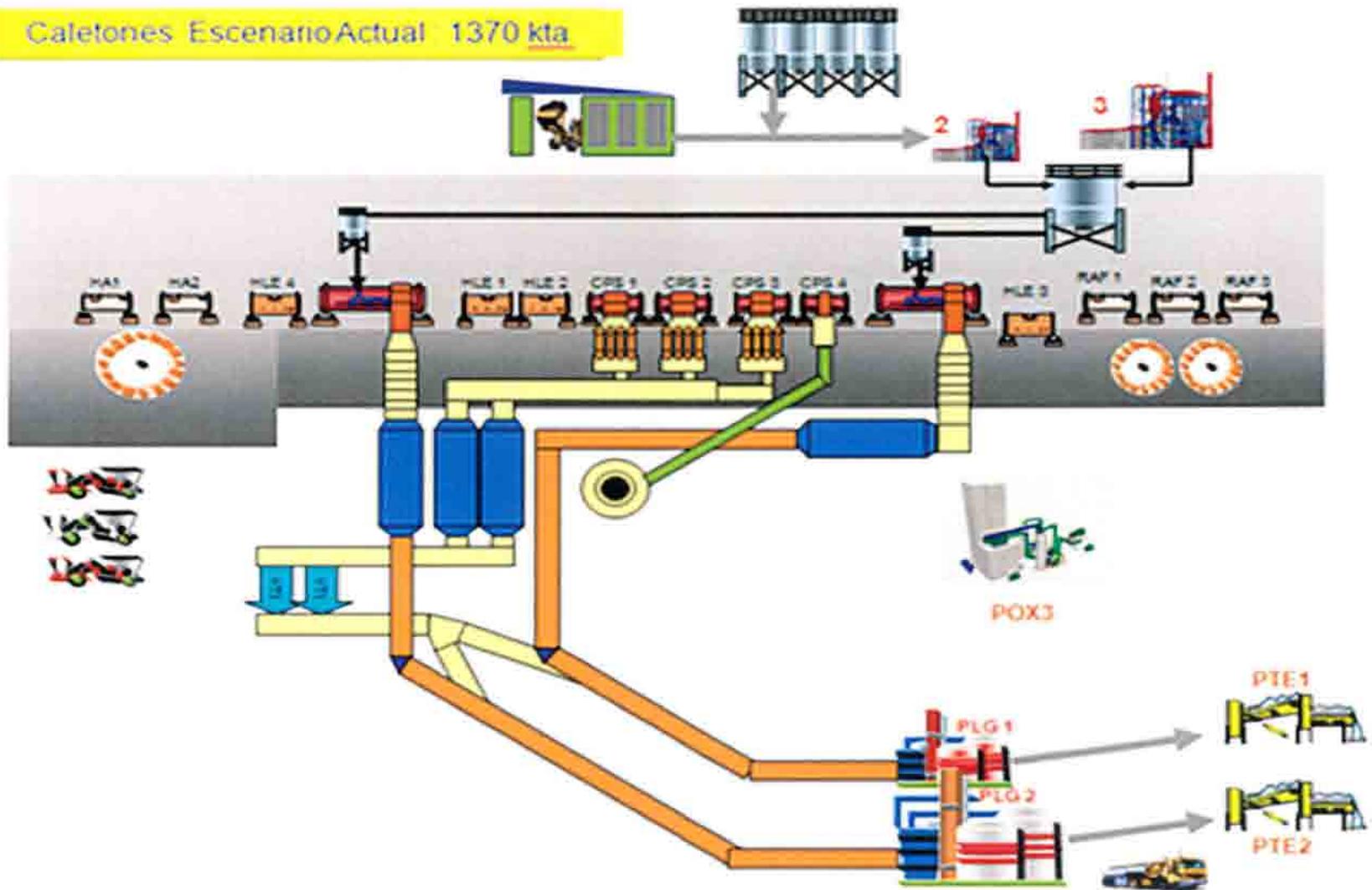
Campana primaria y Secundaria CPS



0658

Sistema Manejo de Gases Fundición Caletones

Caletones Escenario Actual 1370 kta



Tecnologías tratamiento de gases diluidos



Tecnologías tratamiento de gases diluidos 200.000 Nm ³ /h	Proceso y equipos	Insumos relevantes	Producto	Inversión KUS\$	Costo de operación KUS\$/a
Cansolv	Concentrador de SO ₂ , reactor, suministro de calor	Amina/vapor	H ₂ SO ₄	s/a	s/a
WSA (Topsoe)	Reactor catalítico, suministro de calor	NH ₄ ⁺	H ₂ SO ₄	48.500	s/a
Peracidox/Superox (Outotec/Petersen)	Venturi scrubber	H ₂ O ₂	H ₂ SO ₄ diluido	12.580	5.530
FGD (Endesa)	s/a	s/a	s/a	20.460	7.089
Lavado alcalino	Scrubber	CaOH/NaOH/ NH ₃	yeso a disponder	26.680	4.110

Fijación y emisión proyectada SO₂



Fundición % Fijación SO ₂	Hernán Videla		Chuquicamata		Caletones		Ventanas	
	Fijación %	t/a	Fijación%	t/a	Fijación %	t/a	Fijación %	t/a
Escenario Base	89,2 ± 0,2	24.800	93,2 ± 0,3	53.000	87,8 ± 0,2	108.400	93,3 ± 0,6	18.300
Escenario 95%	95,8	9.700	95,3	36.700	95,6	38.800	95,4	12.700
Escenario 96%	96,6	7.800	97,3	20.700	96,4	32.000	96,9	8.600
Escenario 97%	97,5	5.900	97,3	20.700	n/a	n/a	no alcanza	no alcanza

Fijación y Emisión Residual As



Fundición % Fijación As	Hernán Videla		Chuquicamata		Caletones		Ventanas	
	Fijación %	t/a	Fijación%	t/a	Fijación %	t/a	Fijación %	t/a
Escenario Base asoc. S	91,3	15	98,2 (*)	158	90,9	208	95,1	39
Escenario 95% S	97,2	5	98,2	156	93,3	153	96,8	25
Escenario 96% S	97,2	5	98,3	143	97,8	49	97,6	18
Escenario 97% S	97,6	4	98,3	143	n/a	n/a	no alcanza	no alcanza

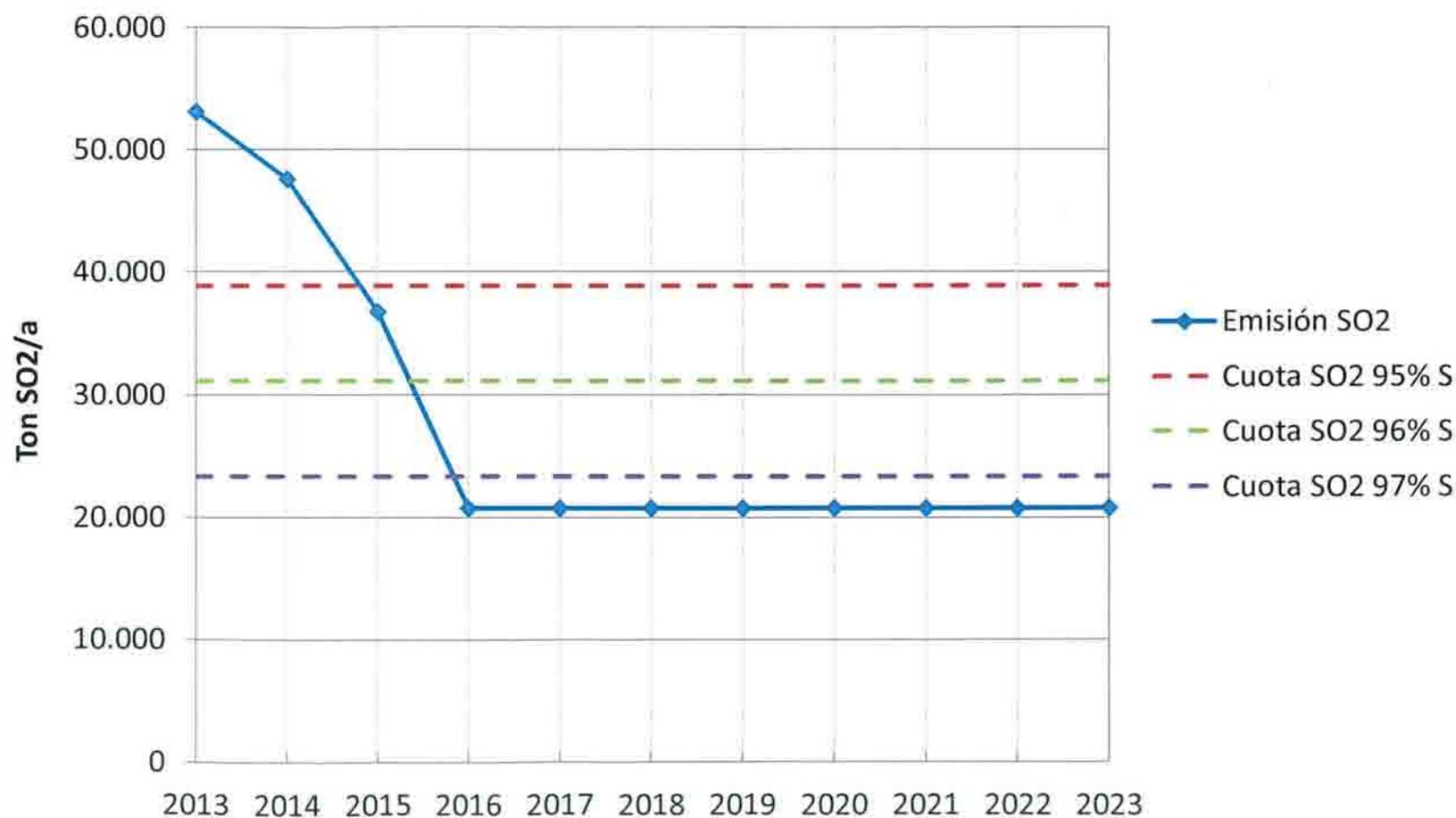
Nota (*): Incluye tratamiento gases de campana secundaria CPS, existente.

Evaluación de Costos y Efectividad por Escenario

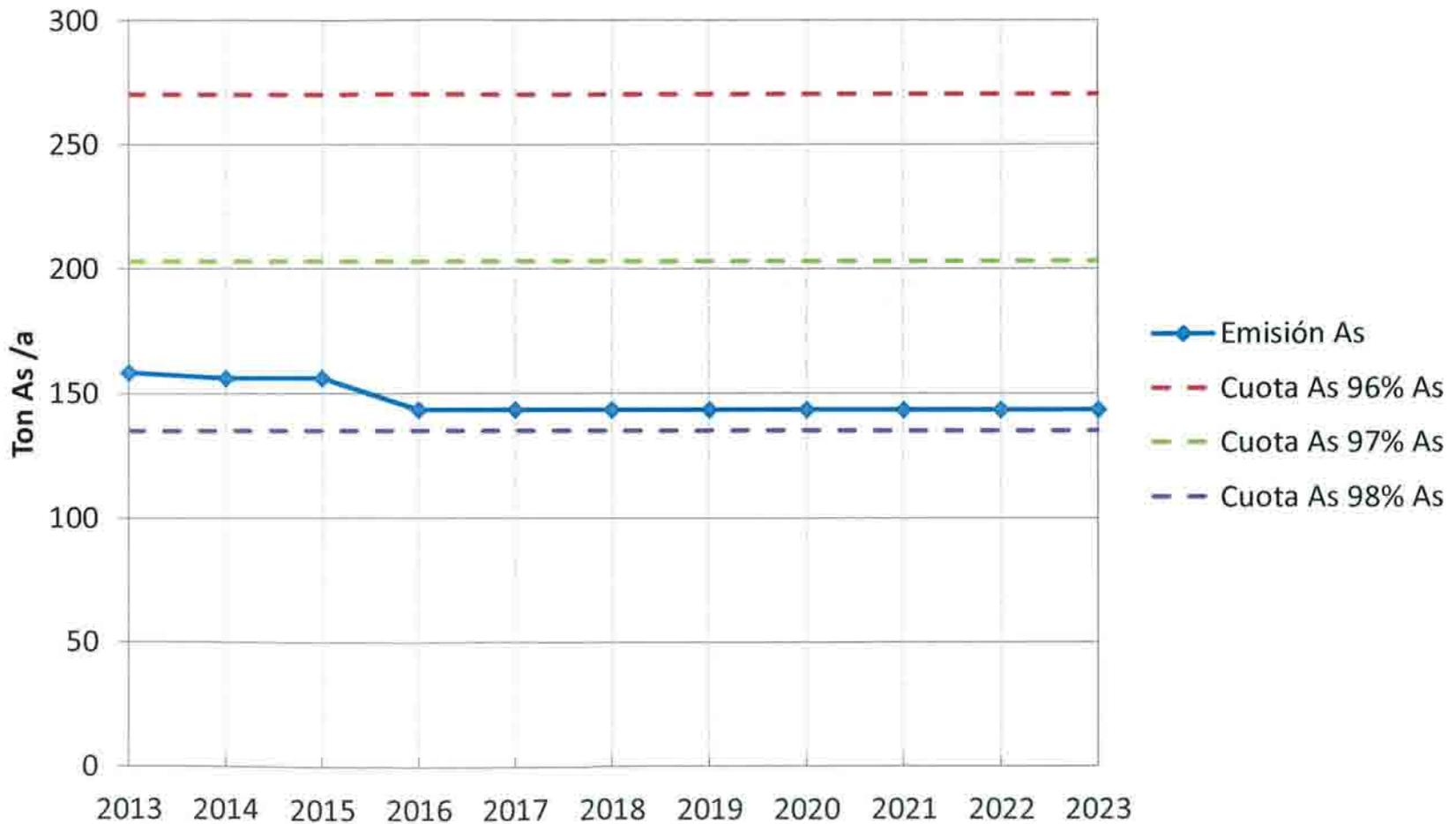


- Soluciones acumulativas y específicas por escenarios, fuentes mas relevantes.
- Soluciones para cumplimiento límites en chimenea, Fu cercanas a población
- Desarrollo de proyectos relacionado con: fases pre-factibilidad y fases ejecución con mantenciones generales, minimizar pérdidas
- CAE y VAC, con una tasa de 6% anual, en un horizonte de 25 años considerando Inversiones costos reposición, costos de operación incluyen producción de ácido como crédito y disposición de sólidos.
- Costos de operación disgregados en EE, Mantención, Insumos y otros gastos, disposición de sólidos.
- CUE o Costo Unitario equivalente, determinado en función del CAE y el tonelaje de SO₂ reducido

Cumplimiento Cuotas de emisión SO₂: Fundición Chuquicamata



Cumplimiento Cuotas de emisión As: Fundación Chuquicamata



VAC Soluciones Fundiciones

Evaluadas: HVL, Chuqui, Caletones, Ventanas



VAC (KUS\$)	Hernán Videla	Chuquicamata	Caletones	Ventanas	Sub total 4 Fu (kUS\$)
Fijación base SO ₂ %	89,2 ± 0,2	93,2 ± 0,3	87,8 ± 0,2	93,3 ± 0,6	

Escenario	249.476	108.898	439.483	77.875	
Límites chimeneas	69.698	41.849	n/a	98.105	209.652
Escenario 95% Total Acum	319.175	150.747	439.483	175.980	1.085.385

Escenario	263.258	297.619	495.248	188.677	
Límites chimeneas	69.698	123.765	n/a	98.105	291.568
Escenario 96% Total Acum	332.956	421.384	495.248	286.782	1.536.370

Escenario	356.116	297.619	n/a	No alcanza	
Límites chimeneas	69.698	123.765	n/a	No alcanza	291.568
Escenario 97% Total Acum	425.815	421.384	n/a	No alcanza	1.629.229

CAE Soluciones Fundiciones

Evaluadas: HVL, Chuqui, Caletones, Ventanas



CAE (KUS\$/año)	Hernán Videla	Chuquicamata	Caletones	Ventanas	Sub total 4 Fu (KUS\$/año)
Fijación base SO ₂ %	89,2 ± 0,2	93,2 ± 0,3	87,8 ± 0,2	93,3 ± 0,6	

Escenario	19.516	8.519	34.379	6.092	
Límites chimeneas	5.452	3.274	n/a	7.674	
Escenario 95% Total Acum	24.968	11.792	34.379	13.766	84.906

Escenario	20.594	22.014	38.742	14.760	
Límites chimeneas	5.452	9.682	n/a	7.674	
Escenario 96% Total Acum	26.046	31.695	38.742	22.434	118.917

Escenario	27.858	22.014	n/a	No alcanza	
Límites chimeneas	5.452	9.682	n/a	No alcanza	
Escenario 97% Total Acum	33.310	31.695	n/a	No alcanza	126.181

Análisis Costo Efectividad (CUE) por tonelada abatida



CUE (US\$ /t abat SO ₂) t/a Fijación SO ₂	Hernán Videla		Chuquicamata		Caletones		Ventanas		Sub total
	CUE US\$/t SO ₂ Abatida	Abat.SO ₂ t/a media							
Fijación Base SO ₂		89,2 ± 0,2		93,2 ± 0,3		87,8 ± 0,2		93,3 ± 0,6	
Escenario 95% Total Ac.	2.061	12.115	845	13.954	615	55.916	2.882	4.777	979
Límites	6.166	884	-	-	n/a	n/a	5.057	1.518	
Escenario 96% Total Ac.	1.919	13.570	1.184	26.773	640	60.569	2.846	7.883	1.032
Límites	-	-	2.446	3.959	n/a	n/a	-	-	
Escenario~ 97% Total Ac.	2.227	14.958	1.184	26.773	n/a	n/a	No alcanza	No alcanza	1.145
Límites	-	-	2.446	3.959					