

**Presentaciones del tercer Seminario de Fundiciones y Refinerías,
del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile
en el Hotel Park, Calama. Octubre 2016.**



INDUSTRIA DE FUNDICIONES DE COBRE

**Ignacio Moreno F.
Subsecretario de Minería**

@SubMineria

Santiago, 19 de octubre de 2016





FUNDICIONES Y REFINERÍAS EN CHILE

1. Dónde estamos
2. Dónde queremos llegar
3. Posibles Planes de Acción
4. Financiamiento





1. DÓNDE ESTAMOS





1.1 REGULACIONES INTERNACIONALES CADA DÍA MÁS COMPLEJAS

Por ejemplo: Corrosividad de Cargas Sólidas a Granel en la OMI

- Clasificación materiales peligrosos sólo a granel (MHB).
- Discusión en primero pasos ante la OMI.
- El Código de la OMI que ha regulado el transporte de cargas a granel establece un test para determinar la corrosividad de sustancias líquidas y sólidas que pueden transformarse en líquidas, denominado "C1".
- Con ese test, el cobre será clasificado como corrosivo.





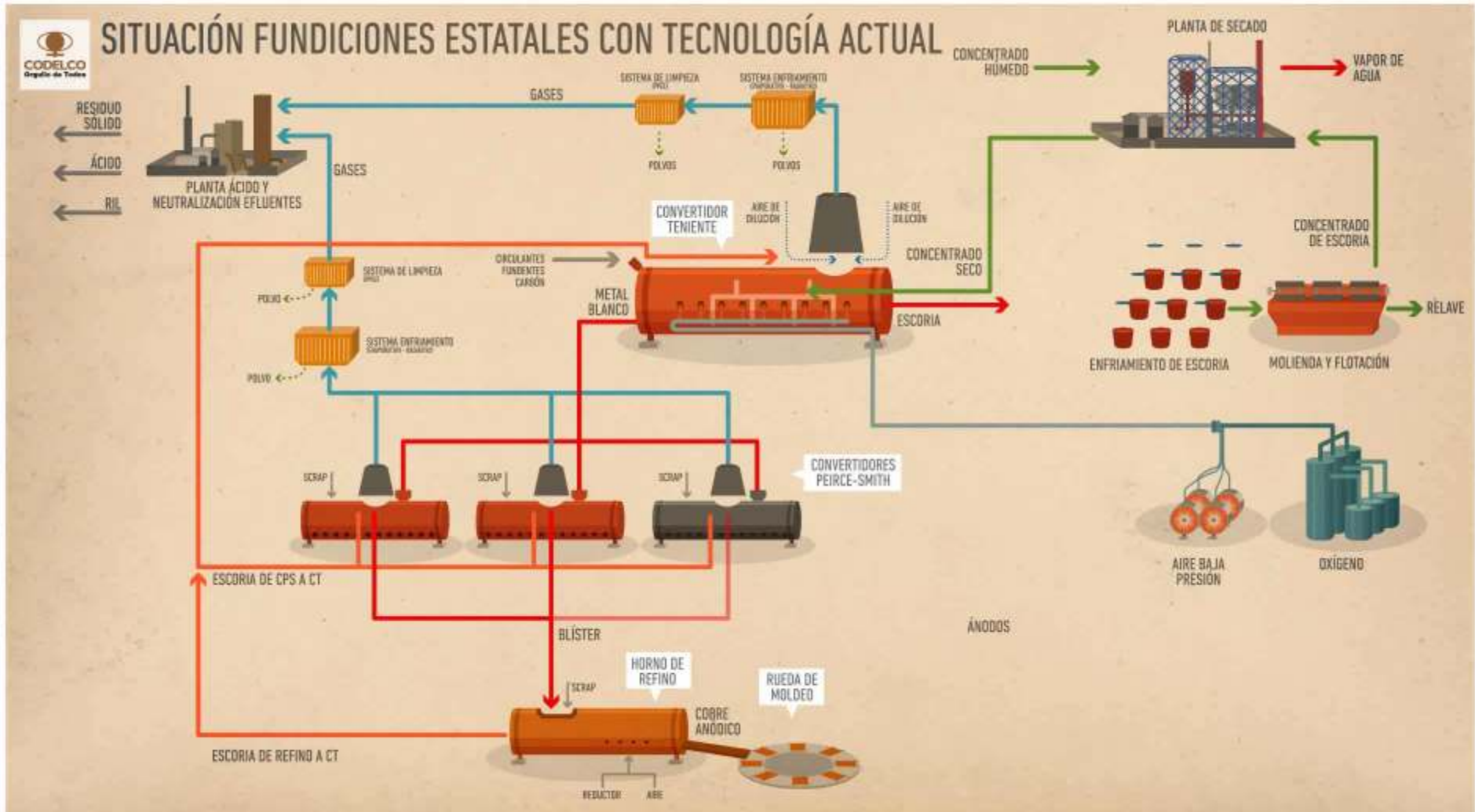
1.2 CONFIGURACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL

	Fusión	Conversión	Tratamiento Escorias	Planta Ácido	Secado Concentrado
Chuquicamata	Horno Flash	CPS	HELE – HLE	Simple Contacto	Rotatorio
Caletones	Convertidor Teniente	CPS	HLE	Simple Contacto	Fluosólido
Potrerosillos	Convertidor Teniente	CPS	HLE	Simple Contacto	Fluosólido
Ventanas	Convertidor Teniente	CPS	HELE	Doble Contacto	Rotatorio
Hernán Videla Lira	Convertidor Teniente	CPS	HELE	Simple Contacto	Rotatorio
Alto Norte	Noranda	CPS	Flotación	Simple y Doble Contacto	Rotatorio
Chagres	Horno Flash	CPS	HLE	Doble Contacto	Vapor

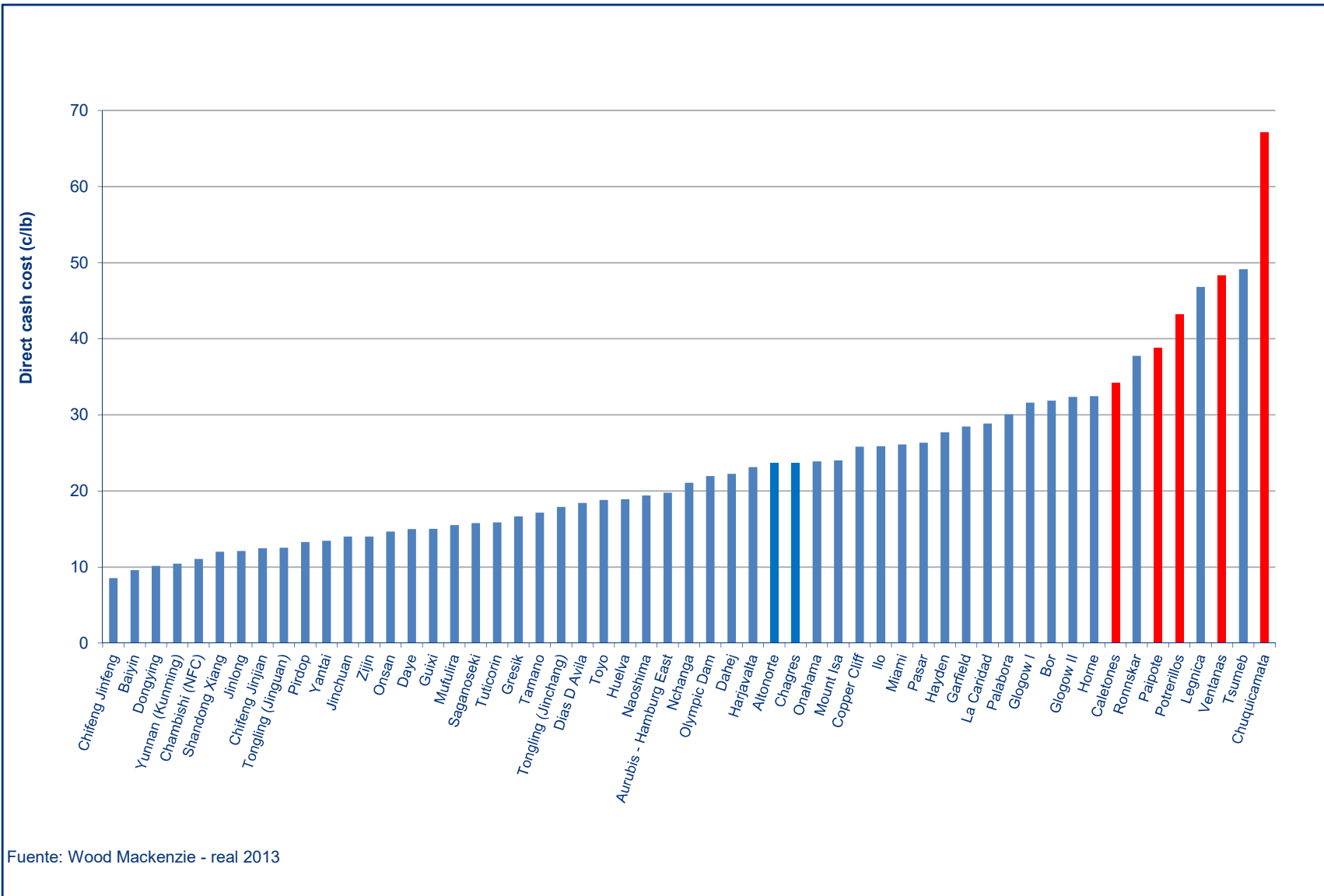
Fuente: Comisión Chilena del Cobre



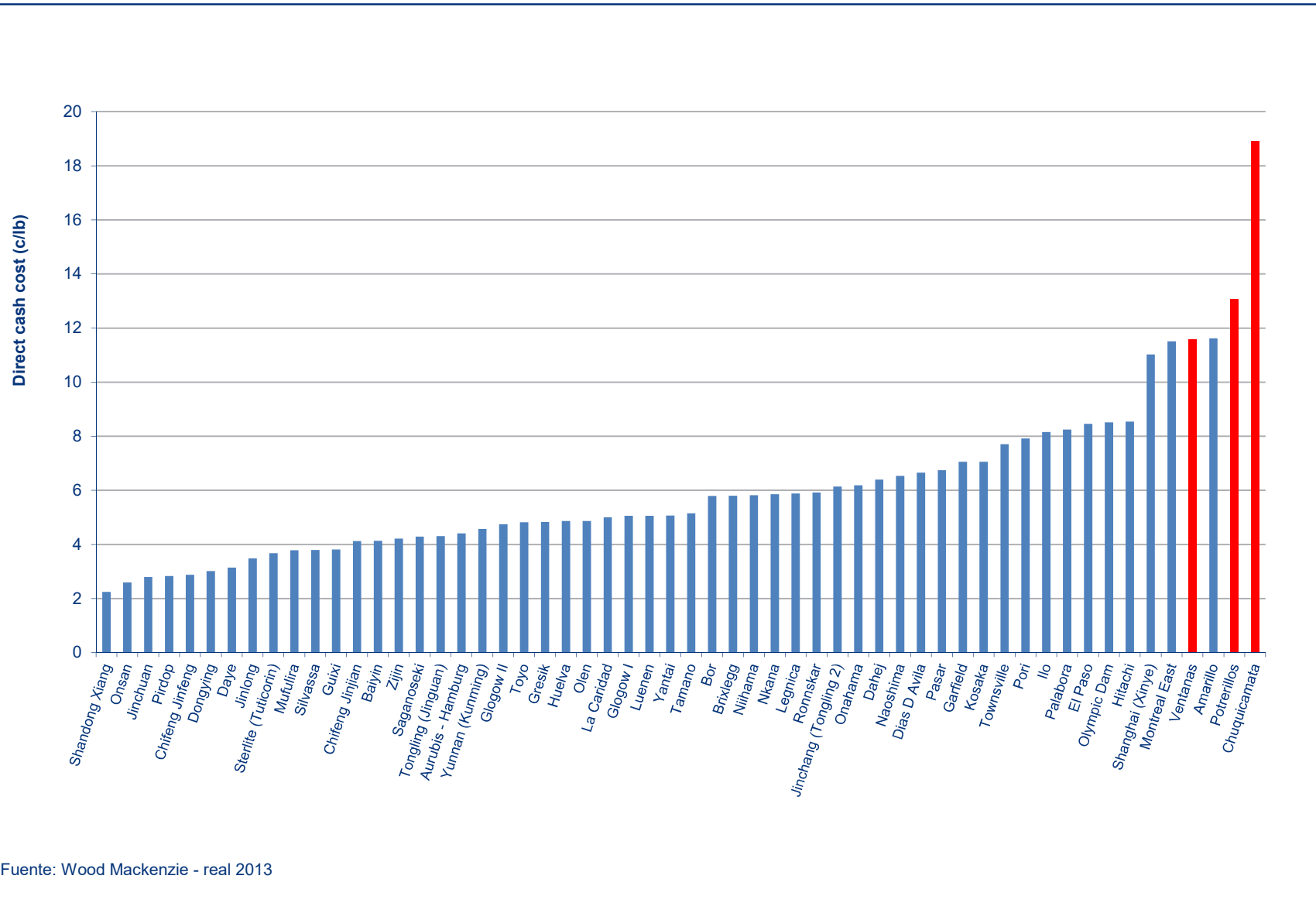
1.2 SITUACIÓN ACTUAL FUNDICIONES CHILENAS



1.3 COSTO DIRECTO FUNDICIONES, 2013



1.3 COSTO DIRECTO REFINERÍAS, 2013





2. DÓNDE QUEREMOS LLEGAR

HACIA UNA MINERÍA COMPETITIVA Y SUSTENTABLE PARA CHILE

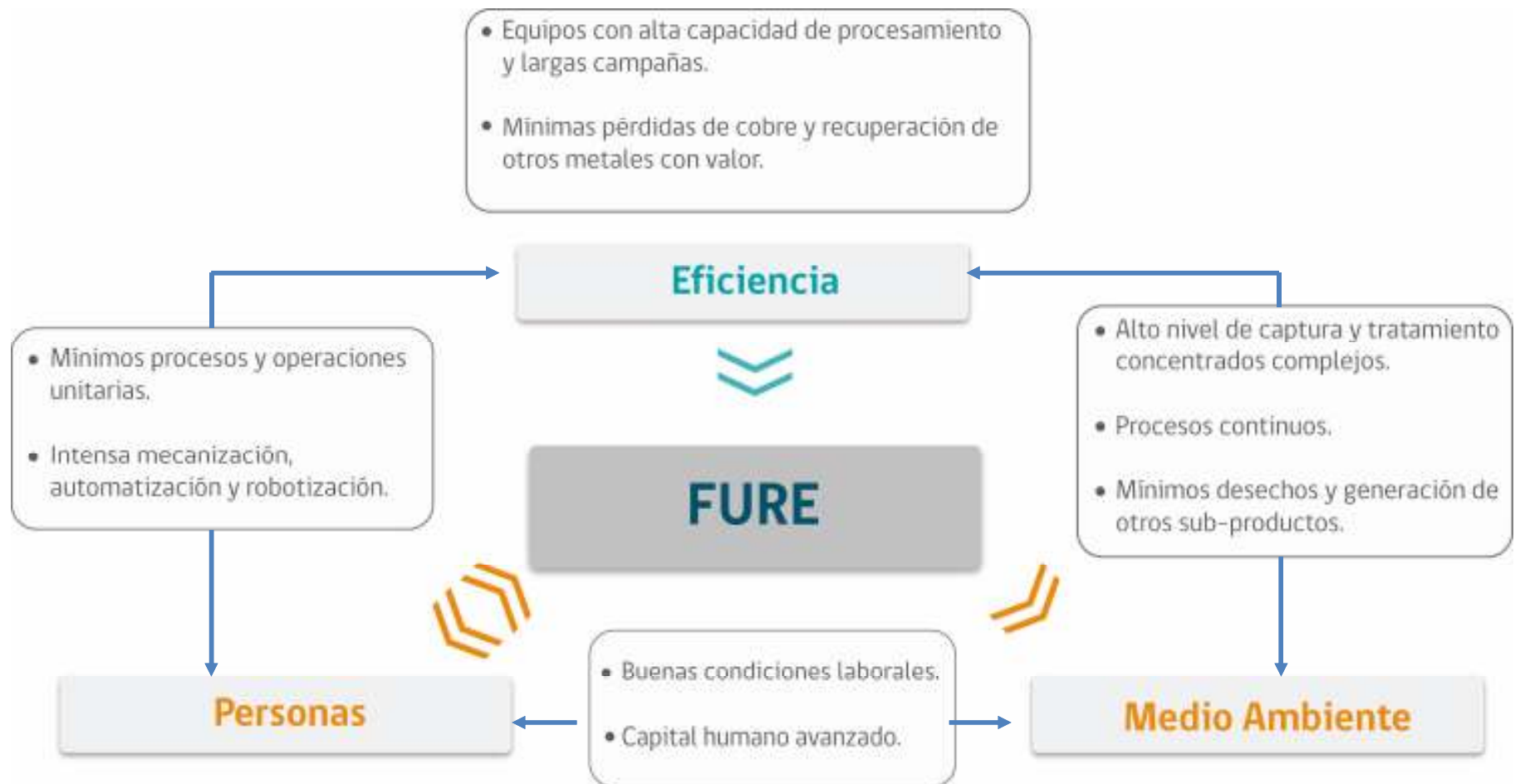


2.1 CONFIGURACIÓN TECNOLÓGICA A 2018

	Fusión	Conversión	Tratamiento Escorias	Planta Ácido	Secado Concentrado
Chuquicamata	Horno Flash	CPS	Flotación	Doble Contacto	Vapor
Caletones	Convertidor Teniente	CPS	Flotación	Simple Contacto Gases Cola	Fluosólido
Potrerosillos	Convertidor Teniente	CPS	Flotación	Doble Contacto	Fluosólido
Ventanas	Convertidor Teniente	CPS	HELE	Doble Contacto Gases Cola	Rotatorio
Hernán Videla Lira	Bottom Blowing	Bottom Blowing	HELE	Doble Contacto	-
Alto Norte	Noranda	CPS	Flotación	Doble Contacto	Vapor
Chagres	Horno Flash	CPS	HLE	Doble Contacto	Vapor

Fuente: Comisión Chilena del Cobre


2.2 VISIÓN DE FUTURO PARA LAS FUNDICIONES Y REFINERÍAS CHILENAS



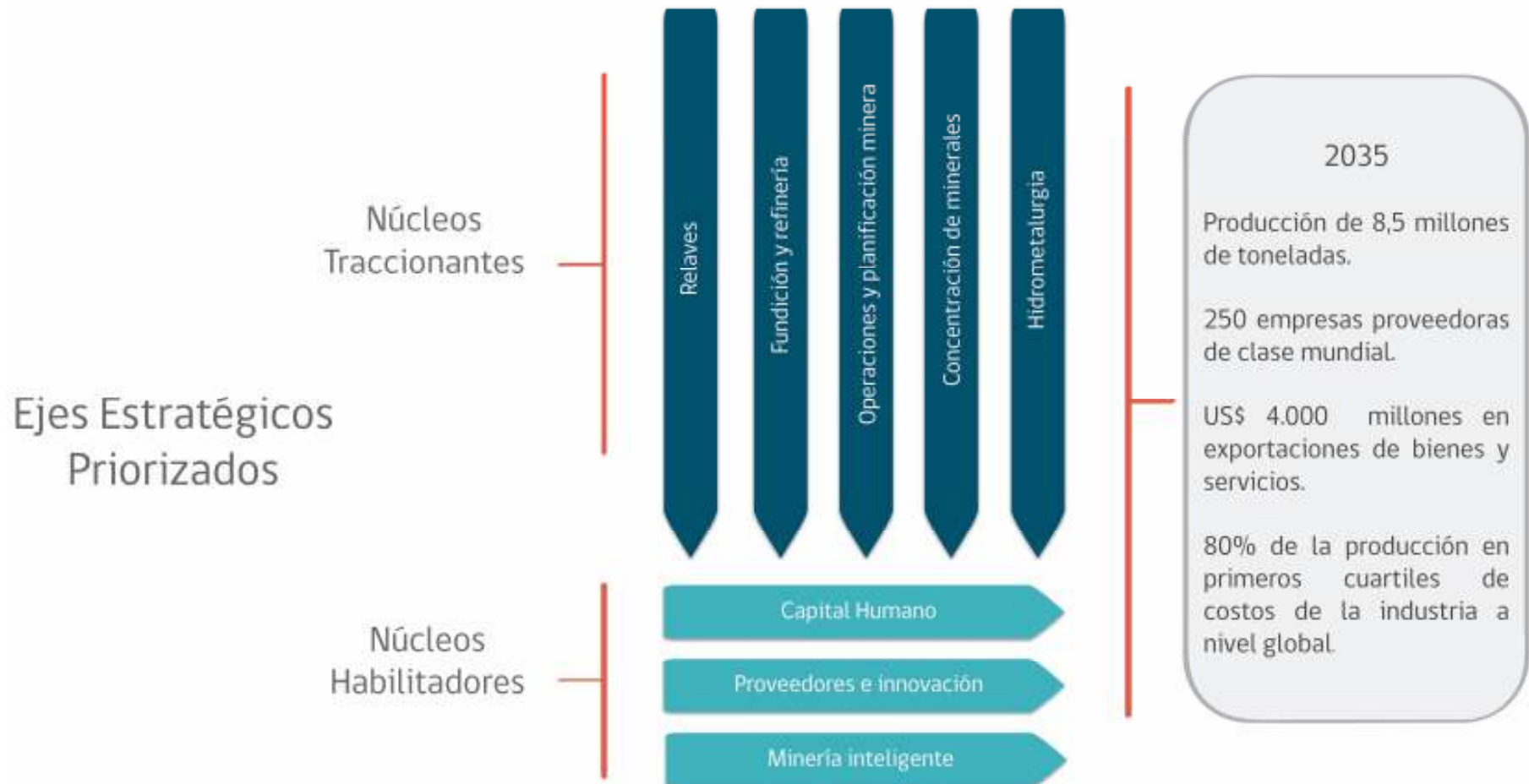


3. POSIBLES PLANES DE ACCIÓN

Todos enfocados a un cambio
tecnológico disruptivo

- Asociación Público Privada, nacional e internacional.
 - Coordinación y articulación de servicios públicos (programa Alta Ley, Valor Minero, Corfo, Conicyt, Medio Ambiente)
 - Integración de Ues y CITs
- 

3.1 PROGRAMA NACIONAL DE MINERÍA ALTA LEY



3.2 CAPACIDADES CLAVES REQUERIDAS PARA LA INNOVACIÓN EN FUNDICIONES





4. FINANCIAMIENTO

- **Creatividad y flexibilidad**
- Fondos públicos
- Fondos privados
- Asociación público-privada nacional e internacional





CONCLUSIONES

- El tratamiento y transporte internacional de los concentrados complejos (con alto contenido de arsénico) enfrenta crecientes restricciones ambientales. Esto plantea la oportunidad de contar con una fundición mejorada, dado el mayor costo de tratamiento en relación a los concentrados limpios.
- En general la industria de fundiciones chilenas se ubica en los últimos cuartiles de costos de la industria a nivel global. La baja competitividad del parque de fundiciones es más severo en los planteles estatales, que son integradas, a excepción de la fundición Hernán Videla Lira de Enami (Paipote).
- El desafío para las fundiciones estatales es invertir en mejorar sus proceso y alcanzar niveles competitivos en términos tecnológicos, pero además se requiere innovar en el modelo de gestión para lograr rentabilidades atractivas para sus dueños.
- Las decisiones que tomaremos hoy, son las que regirán a la minería chilena en las próximas décadas; y en materia de Fundiciones y Refinerías, debemos apostar a un cambio tecnológico disruptivo que nos permita como país ser más competitivos, no solo en productividad sino que también nos permita ser líderes en la generación de conocimiento.





INDUSTRIA DE FUNDICIONES DE COBRE


Ignacio Moreno F.

Subsecretario de Minería

@SubMineria

Santiago, 19 de octubre de 2016





**Avance Plan de Proyectos para
Cumplimiento DS28, Codelco División
Ventanas.**

**José Sanhueza R., Gerente General
Enrique Correa C., Gerente de Proyectos y Desarrollo
Gerardo Sánchez S., Gerente de Operaciones FURE**

**3er Seminario Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.
FUNDICIONES Y REFINERÍAS
20 y 21 de Octubre, Calama, Chile.**

Contenido de la presentación

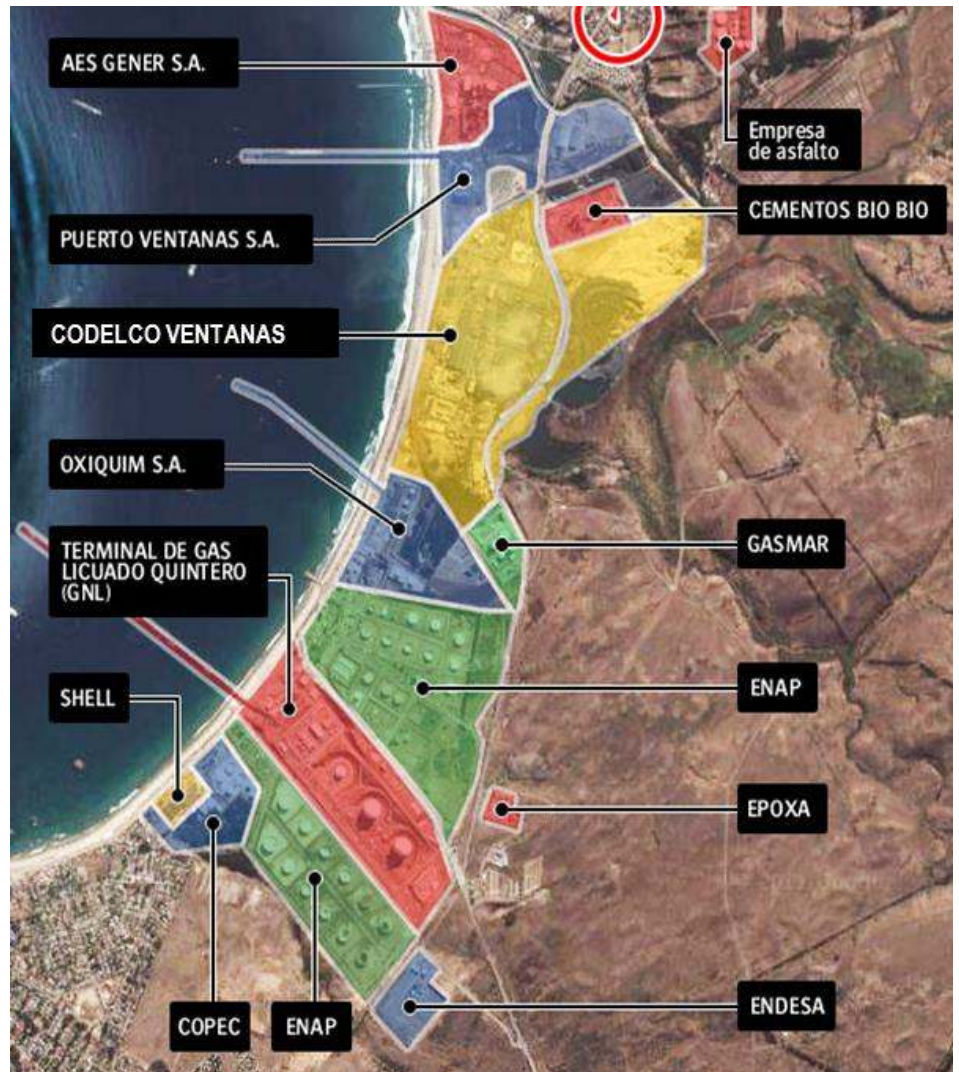
1. Contexto
2. Avance cartera de Proyectos para DS N°28
3. Resultados de Proyectos en operación
4. Proyectos en ejecución
5. Gestión del cambio
6. Reflexiones

Contenido de la presentación

1. Contexto
2. Avance cartera de Proyectos para DS N°28
3. Resultados de Proyectos en operación
4. Proyectos en ejecución
5. Gestión del cambio
6. Reflexiones

Antecedentes Generales

- División Ventanas, está ubicada en el **Polo Industrial** de la Comuna de Puchuncaví, en donde actualmente existen **14 empresas** instaladas en el lugar.
- Se mantiene relación permanente con **2 Municipios locales**:
 - **Puchuncaví**: 13.954 habitantes (15% rural, 85% urbano)
 - **Quintero**: 23.774 habitantes (12% rural, 88% urbano)
- El total de la fuerza **laboral del polo industrial es de 18.500** (directa e indirecta).



Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Red de Monitoreo Ambiental del Polo Industrial

- El Polo Industrial cuenta con un sistema de monitoreo ambiental en línea, que registran las concentraciones de SO₂ de todas las empresas del sector
- En la actualidad, las emisiones de SO₂ se distribuyen 50% la Fundición y 50% las generadoras eléctricas
- El sistema cuenta con 7 estaciones que son administradas por una empresa independiente.
- Las estaciones de monitoreo deben ser calibradas semanalmente, previo conocimiento de las autoridades.

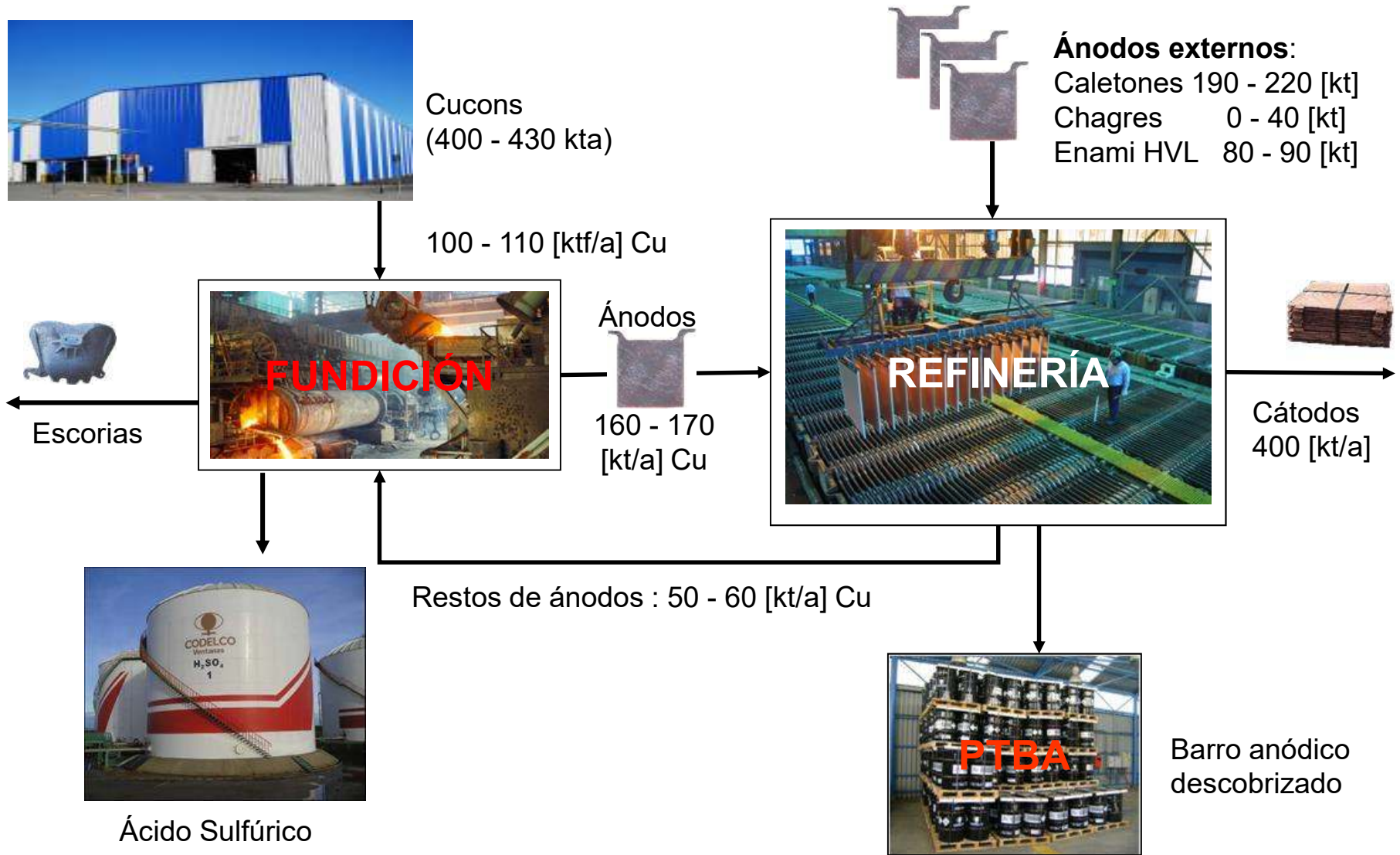


Estación	Distancia [km]
Los Maitenes	3
La Greda	2
Valle Alegre	7
Puchuncaví	8
Sur	5
Quintero	5
Ventanas	4

Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los derechos reservados.

CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Descripción Complejo Productivo División Ventanas.



Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Contenido de la presentación

1. Contexto

2. Avance cartera de Proyectos para DS N°28

3. Resultados de Proyectos en operación

4. Proyectos en ejecución




5. Gestión del cambio

6. Reflexiones

Estrategia Cumplimiento Plan de Proyectos Ambientales

1. Proyectos para Cumplimiento de los Límites Emisión de Chimenea de los Procesos Principales:

- Las mediciones se realizarán una vez iniciada la vigencia para el cumplimiento de la Norma (12 diciembre 2016), dado que son de control periódico inmediato de las chimeneas. Los procesos principales que se controlarán;

Proceso	Proyecto	Observación
Secado de Concentrados de Cobre	Mejoramiento diseño y overhaul Filtro de Mangas del Secado	PEM Abr-2012 
Horno Limpieza de Escoria	4° campo PPEE del Horno Eléctrico	PEM May-2012 
Planta de Acido	Tratamiento de Gases de Cola de Planta de Ácido	PEM Feb-2016 
Horno de Refino	Eliminación Humos visibles	PEM Dic-2016

2. Proyectos para Cumplimiento Anual de la Captura y Emisiones de Azufre y Arsénico

- Balances de azufre y arsénico con informes de progreso mensual, siguiendo los instructivos de la norma. Emisiones y captura determinadas por el balance de materiales global del proceso.

Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Plan de inversiones División Ventanas para DS N°28.

Proyectos Ejecutados

- Mejoramiento diseño y overhaul Filtro de Mangas del Secador
- 4° campo PPEE del Horno Eléctrico
- Alimentación Mecanizada Carga Fría en CPS
- Mitigación Material Particulado
- Captación Gases de Sangría CT y HE
- Captación Gases Secundarios CPS
- Tratamiento de Gases de Cola de Planta de Ácido

Proyectos en Ejecución

- Tratamiento de Gases Sangrías CT/HE y Secundarios CPS
- Eliminación Humos Visibles RAF
- Captación de Gases Secundarios CT
- Tratamiento de Gases Secundarios CT

2011

2015

2016

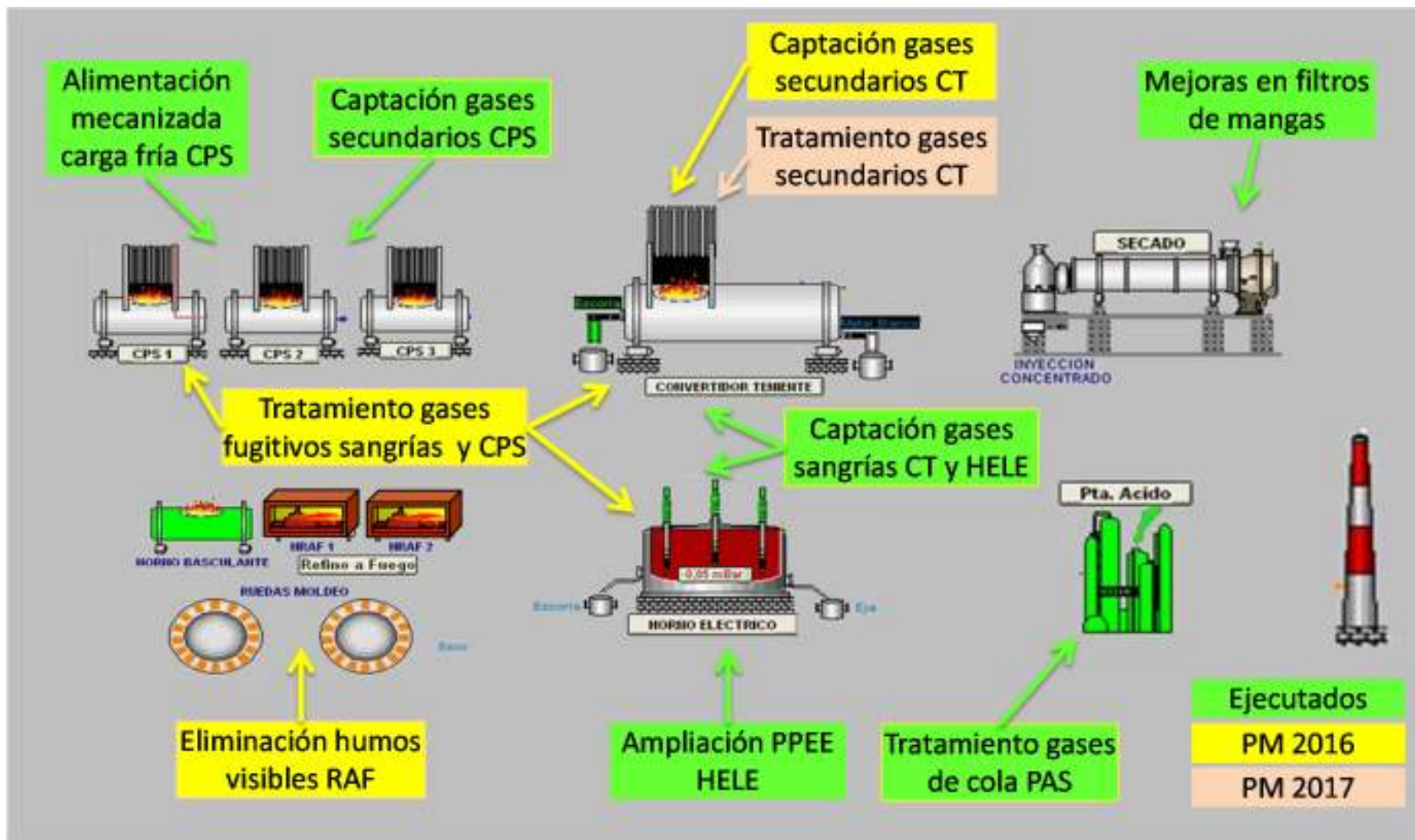
2017



CHILE. All Rights Reserved.

Moneda Base
2015

Proyectos Ambientales División Ventanas para DS N°28.



Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

VIDEO





Contenido de la presentación

1. Contexto
2. Avance cartera de Proyectos para DS N°28
3. Resultados de Proyectos en operación
4. Proyectos en ejecución
5. Gestión del cambio
6. Reflexiones

Criterios Diseño Proyectos Cumplimiento DS28

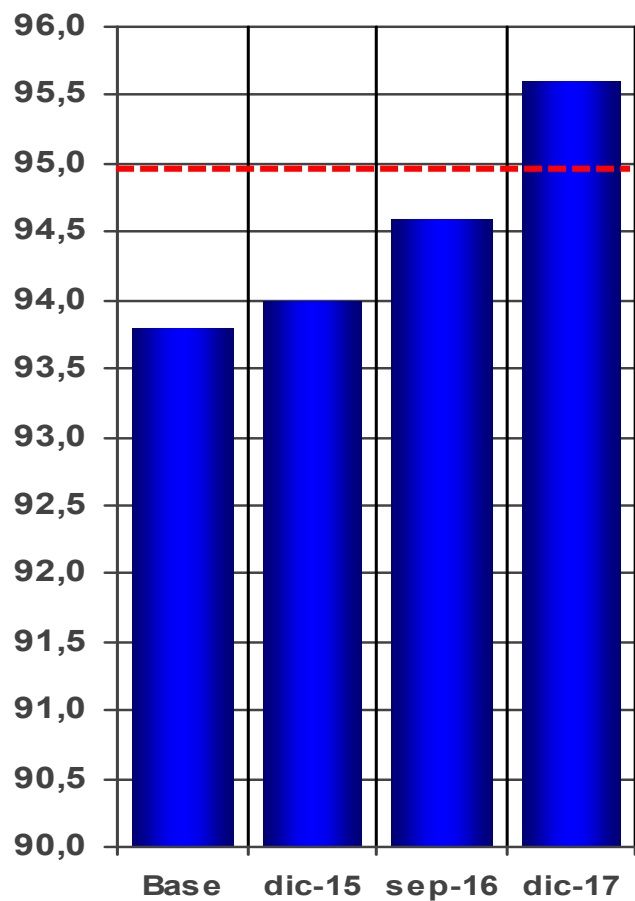
	SO2	As		SO2	As	
Situación Base 2010	Captura: 93,8% Emisión: 16.743 Ton	Captura: 90,7% Emisión: 85 Ton	→	Norma	Captura: 95,0% Emisión: 14.650 Ton	Captura: 95,0% Emisión: 48 Ton

Proyectos Ejecutados	SO2	As	Inicio
Alimentación carga fría CPS	0,25%	0,3%	2012
Tratamiento gases de cola Planta de Acido	0,56%	--	feb 2016
Captura y limpieza gases fugitivos sangrías CT/HE	--	2,5%	nov 2015
Captura y limpieza gases fugitivos secundarios CPS	--	0,25%	nov 2015
Captura	94,61%	93,75%	

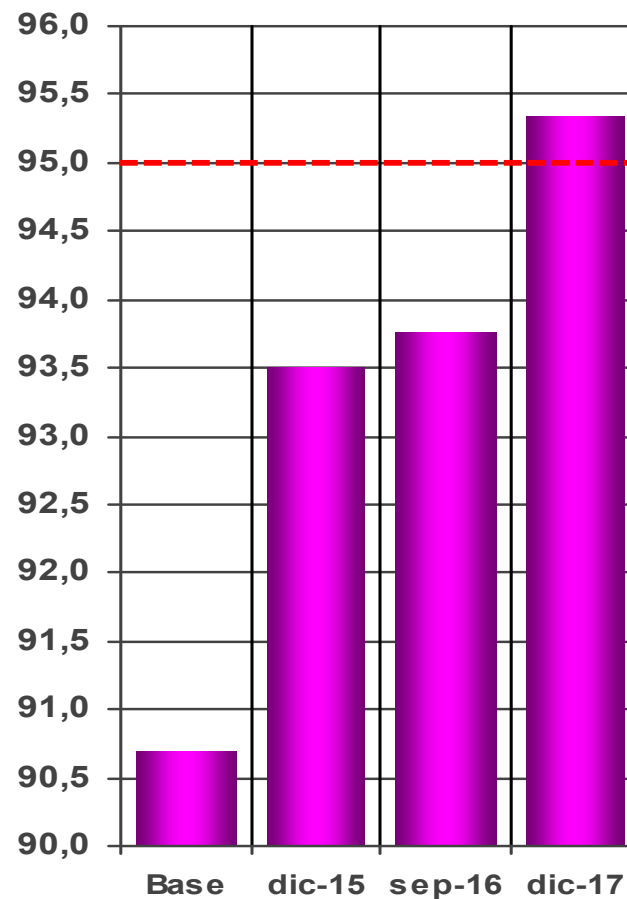
Proyectos en Implementación	SO2	As	Inicio
Captura y limpieza gases secundarios CT	--	0,9%	dic 2016
Tratamiento gases secundarios CPS	0,42%	0,2%	dic 2016
Tratamiento gases Sangrías CT/HE	0,15%	0,1%	dic 2016
Tratamiento gases secundarios CT	0,42%	0,2%	mar 2017
Eliminación Humos visibles	---	0,2%	dic 2016
Captura	95,60%	95,35%	
Emisión	11.886 Ton	42 Ton	

CHILE. All Rights Reserved.

Resultados Balance Azufre y Arsénico 2016



Balance de azufre



Balance de arsénico

Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Resultados Captación de gases de sangrías CT y HE



Captación y limpieza gases fugitivos de sangrías de CT y Horno Eléctrico:

- ✓ Se evidencia mejoramiento de condiciones en áreas de trabajo, facilitando operación de sangrado ✓
- ✓ Correcto funcionamiento de los cofres de encerramiento de ollas sangrías de metal CT y HE ✓
- ✓ **Operación a régimen de campana captación de gases de sangría de escoria CT** ✓
- ✓ Correcto funcionamiento de VTI y filtros de mangas ✓
- ✓ Colección sostenida de polvos derivados de las operaciones de sangrado CT y HE ✓
- ✓ Contenido de As en algunas corrientes por debajo de las expectativas de diseño ●

Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Resultados Captación de gases secundarios de CPS



Captación y limpieza gases fugitivos de Convertidores Peirce-Smith:

- ✓ Operación en continuidad, sometiendo exigencias constantes a las instalaciones. ✓
- ✓ Reforzamiento y correcciones por fallas de componentes compuertas secundarias ●
- ✓ Correcto funcionamiento y disponibilidad de VTI, buen control con variador de frecuencia para control de flujos ✓
- ✓ Se verifica interferencia entre sistemas de manejos de gases primarios y secundarios que afecta performance ambiental durante soplado de CPS ●
- ✓ Desgaste prematuro de mangas del filtro de mangas de gases de CPS. Análisis del mecanismo de falla para reponer mangas de alta disponibilidad a la exigencia ●
- ✓ Persisten emisiones importantes durante carguío de metal blanco ●

CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Tratamiento de Gases de Cola Planta de Acido









Tratamiento de gases de cola Planta de Acido:

- ✓ Operación estable, trabajando en perfecta armonía con la nueva torre de absorción final K5. No ha presentado fallas
- ✓ Excelente capacidad de respuesta en las partidas después de las detenciones prolongadas
- ✓ Simplicidad en el control de proceso ha permitido mantener concentraciones bajo 400 vpm en la mayor parte de la campaña
- ✓ Diseño con la flexibilidad para fijar mayor SO₂ residual, supeditado al equilibrio de costos por consumo de peróxido



Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Situación actual para cumplimiento norma DS28.

Indicadores Claves:	Unidad	Norma	Estatus
Emisión SO2 Chimenea Planta Acido	vpm	600	
Emisión material particulado Chimenea Secador	mg/Nm3	50	
Emisión material particulado Chimenea Horno Eléctrico	mg/Nm3	50	
Eliminación Humos visibles Hornos de Refino Métrica: Opacidad Ringelman	%	<20	
Captación Dióxido de Azufre Emisión Dióxido de Azufre	% tpa SO ₂	95 14.650	
Captación de Arsénico Emisión de Arsénico	% tpa As	95 48	

Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Contenido de la presentación

1. Contexto
2. Avance cartera de Proyectos para DS N°28
3. Resultados de Proyectos en operación
4. Proyectos en ejecución
5. Gestión del cambio
6. Reflexiones

Avance Proyectos en ejecución año 2016:

Eliminación Humos Visibles Refino a Fuego 

Captación gases secundarios CT 

Tratamiento Gases Secundarios CPS y Gases 

Fugitivos de Sangrías CT y HE

Tratamiento Gases Secundarios CT (1). 

Nota 1: Con fecha 02/09/16 se emite RCA 294/16, que califica favorablemente la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto Tratamiento de Gases Secundarios del Convertidor Teniente.

Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Contenido de la presentación

1. Contexto
2. Avance cartera de Proyectos para DS N°28
3. Resultados de Proyectos en operación
4. Proyectos en ejecución
5. Gestión del cambio
6. Reflexiones

Factores claves en la Gestión del Cambio:

- ❑ Compromiso y conducción visible de la alta gerencia. Estructurar la gobernabilidad
- ❑ Socialización general e inducción a equipos de trabajos involucrados directa e indirectamente.
- ❑ Involucramiento temprano de los representantes de los trabajadores. Construcción de relato que interprete el desafío divisional y genere la adhesión y compromiso
- ❑ Fortalecer el rol de la línea directiva para identificar las necesidades de los trabajadores, dado el alcance e impacto de los cambios.
- ❑ Identificación temprana de operadores con potencial. Relevancia de un óptimo proceso de formación y entrenamiento. Diseño temprano de perfiles de cargo.
- ❑ Trabajo colaborativo e integrado entre las Gerencias FURE y GPD, equipos de proyectos y vendors. Soporte metodológico y preparación de manuales
- ❑ Detección oportuna de alertas. Medidas correctivas efectivas a los diseños y planes de puesta en marcha

Liderazgo Gerencial: Participación y formación



Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados.

CHILE. All Rights Reserved.

Amenazas y Oportunidades.

Oportunidades

- Consolidar la cultura Divisional con la concreción de iniciativas de productividad
- Fortalecer los diálogos de desempeño para asegurar gestión operacional de excelencia
- Avanzar en el rediseño de Procesos y/o operaciones unitarias

Amenazas

- Plan de descontaminación Con Con-Quintero-Puchuncaví
- Cambio Norma Primaria Dióxido de azufre
- Presiones sociales y comunitarias
- Programa de cumplimiento suscrito con SMA: Nuevas fiscalizaciones

Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Contenido de la presentación


1. Contexto
2. Avance cartera de Proyectos para DS N°28
3. Resultados de Proyectos en operación
4. Proyectos en ejecución
5. Gestión del cambio
6. Reflexiones

Reflexiones

- ❑ La División Ventanas está cumpliendo su compromiso de estar preparados para cumplir la norma del DS 28 que entra en vigencia a partir del 12/12/2016.
- ❑ Los proyectos claves para asegurar cumplimiento de la normativa aplicable para chimeneas y fuentes emisoras se encuentran operando a régimen. Queda solamente en etapa de ejecución, el proyecto para eliminación de humos visibles de Refino a Fuego, cuyo inicio de puesta en marcha está previsto para Diciembre de este año.
- ❑ Se dispone de planes alternativos, en el ámbito de la ejecución de proyectos, así como en materia operacional, que permitirán cumplir los requerimientos del DS 28, en la eventualidad que se presenten imprevistos a la planificación en curso.

Reflexiones

- ❑ Las inversiones realizadas permiten el cumplimiento del DS N°28 con la actual configuración tecnológica de la División. Al incluir el cambio en la norma primaria de dióxido de azufre, se puede poner en riesgo la continuidad operacional de la Fundición, por cuanto se imponen nuevas y mayores restricciones por sobre el DS N°28.
- ❑ Supeditado a la definición del valor de la norma horaria y su percentil de cumplimiento, tendría un fuerte impacto en la aplicación a Ventanas, aún con la operación a régimen de todos los proyectos ambientales.
- ❑ La sostenibilidad de la Fundición Ventanas, no se resuelve solamente con el cumplimiento del DS 28, sino que requiere de optimizaciones productivas significativas, para lo cual es esencial el involucramiento decidido de todos los Ventaninos.



**Avance Plan de Proyectos para
Cumplimiento DS28, Codelco División
Ventanas.**

**José Sanhueza R., Gerente General
Enrique Correa C., Gerente de Proyectos y Desarrollo
Gerardo Sánchez S., Gerente de Operaciones FURE**

**3er Seminario Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.
FUNDICIONES Y REFINERÍAS
20 y 21 de Octubre, Calama, Chile.**

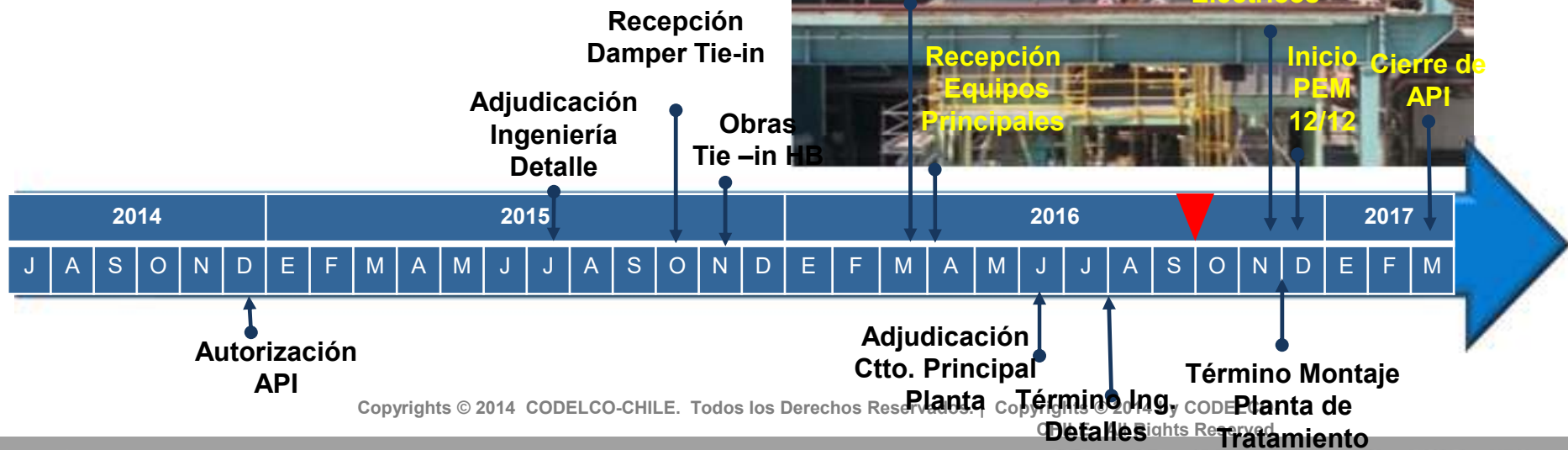
Proyecto Eliminación Humos Visibles Refino a Fuego

Objetivo: Tratamiento de los gases de salida del proceso de Refino a Fuego, mediante procesos de enfriamiento evaporativo y limpieza seca en filtros de mangas, para colectar material particulado, generado principalmente en la etapa de afino del proceso de refinación del cobre.

Monto (KUS\$): 17.178

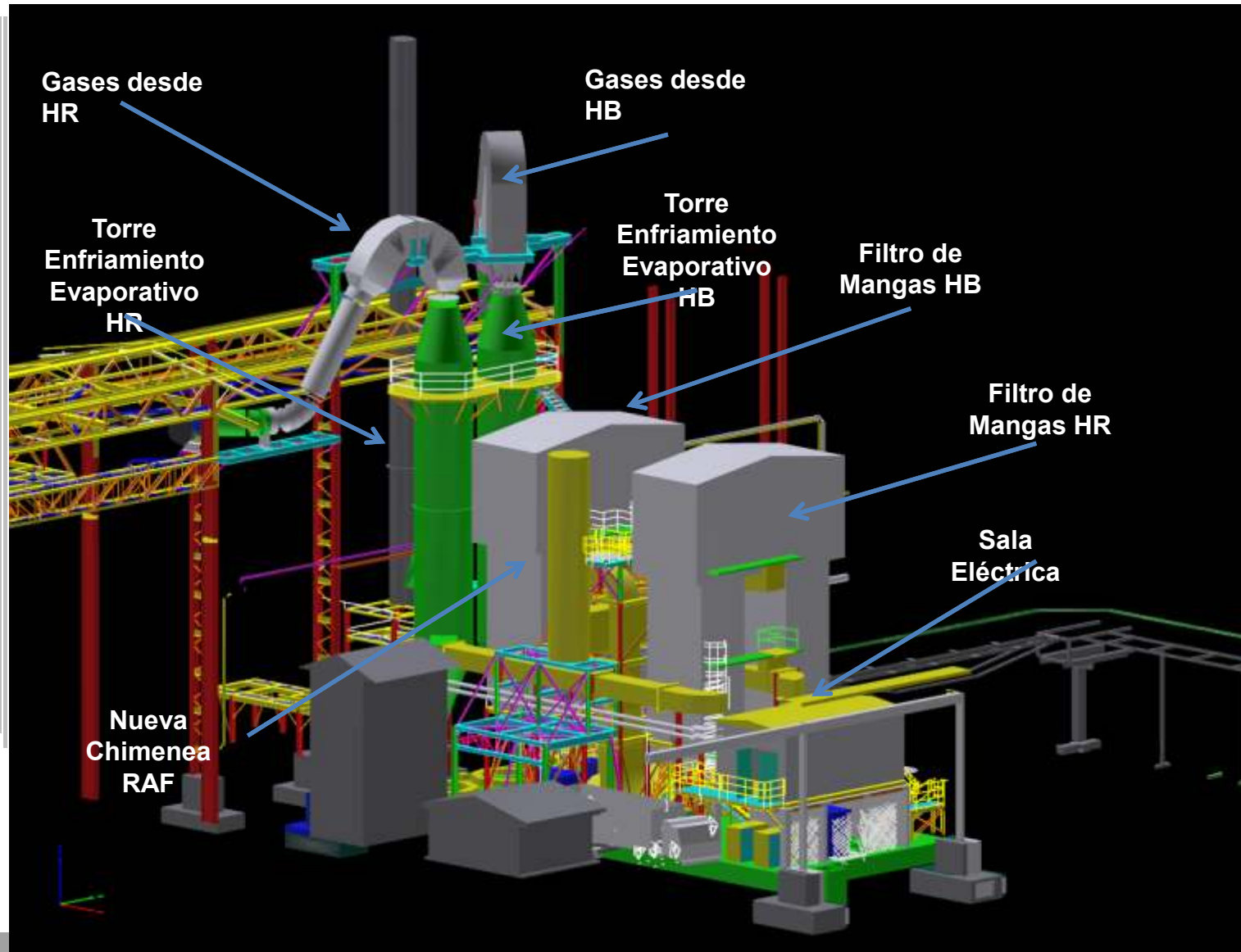
Fecha PEM: 12 - Dic. - 2016

Fecha Cierre API: Mar. - 2017



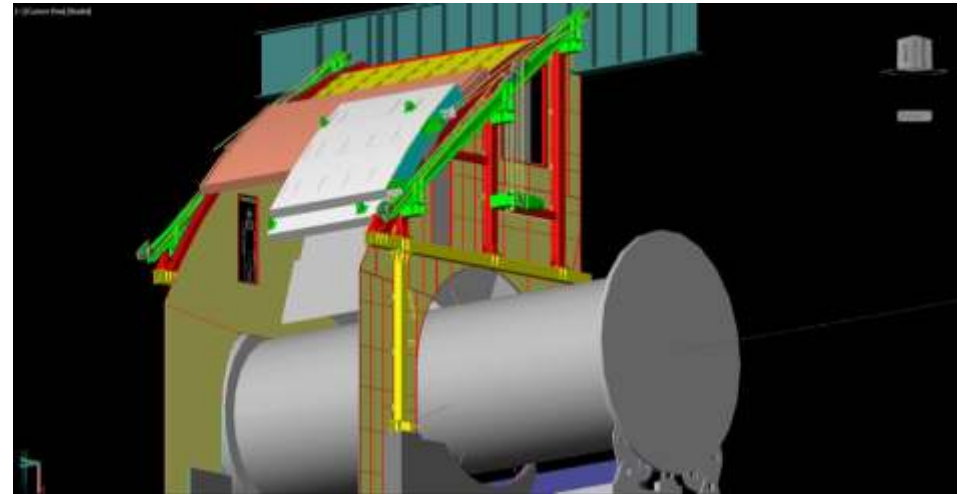
Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados.

Descripción Proyecto Eliminación Humos Visibles RAF



Captación de Gases Secundarios Convertidor Teniente

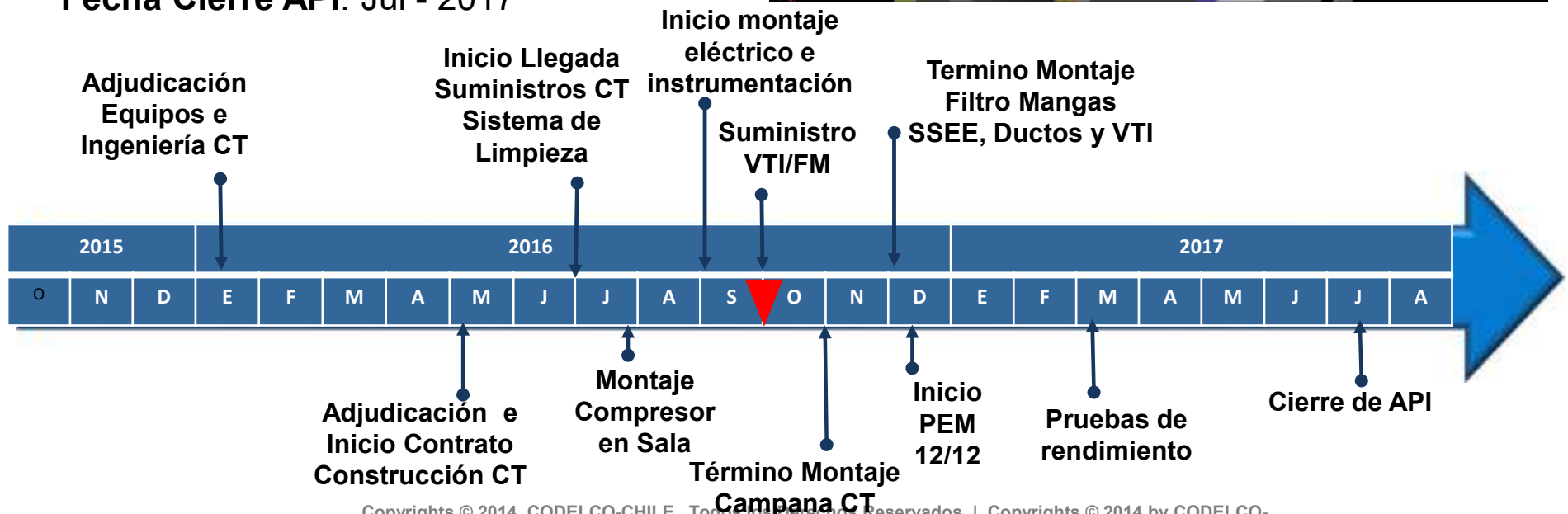
Objetivo: Captura de gases fugitivos de la campana primaria del CT. Considera su conducción, limpieza en filtros de mangas y tiraje mediante Ventilador de Tiro Inducido (VTI).



Monto (KUS\$): 16.456

Fecha PEM: 12 - Dic. - 2016

Fecha Cierre API: Jul - 2017



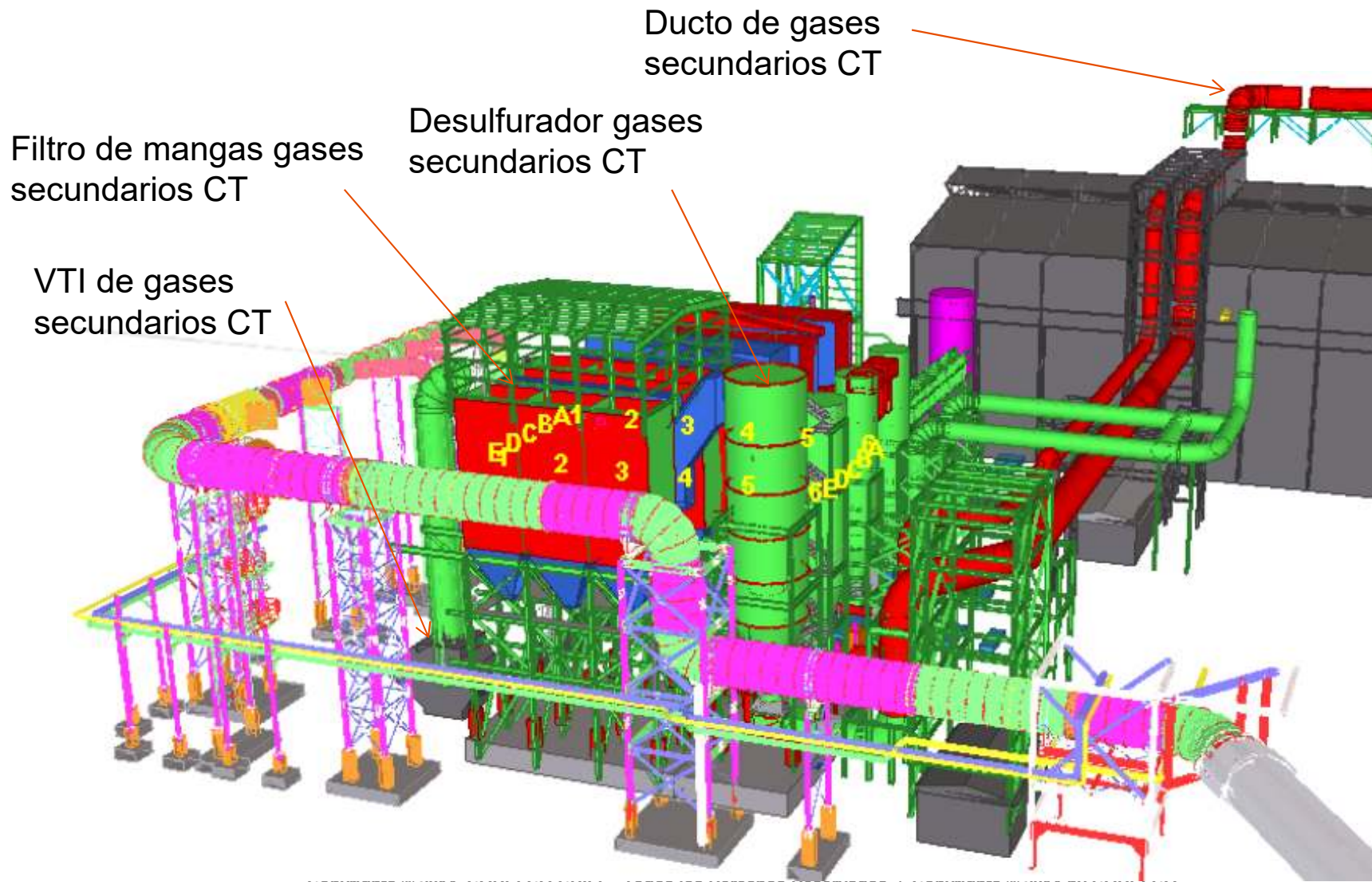
Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Avance Obras Proyecto Captación Gases Secundarios CT

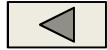


Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Descripción Proyecto Captación Gases Secundarios CT



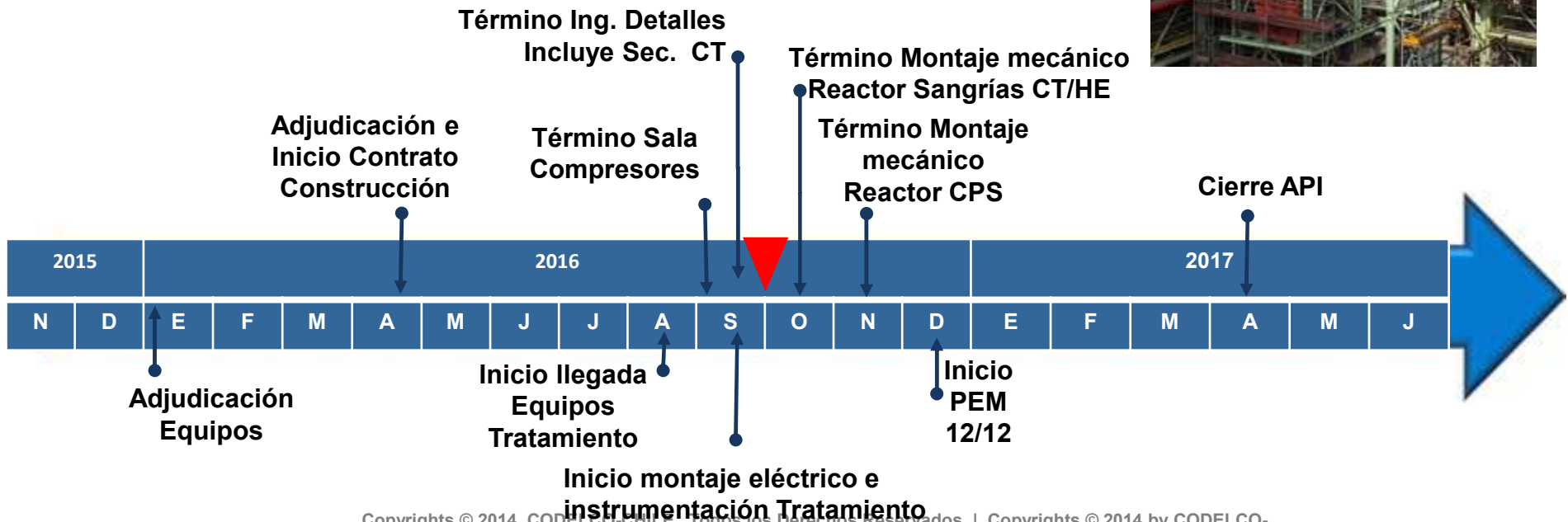
Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Tratamiento de Gases Fugitivos de CPS y Sangrías

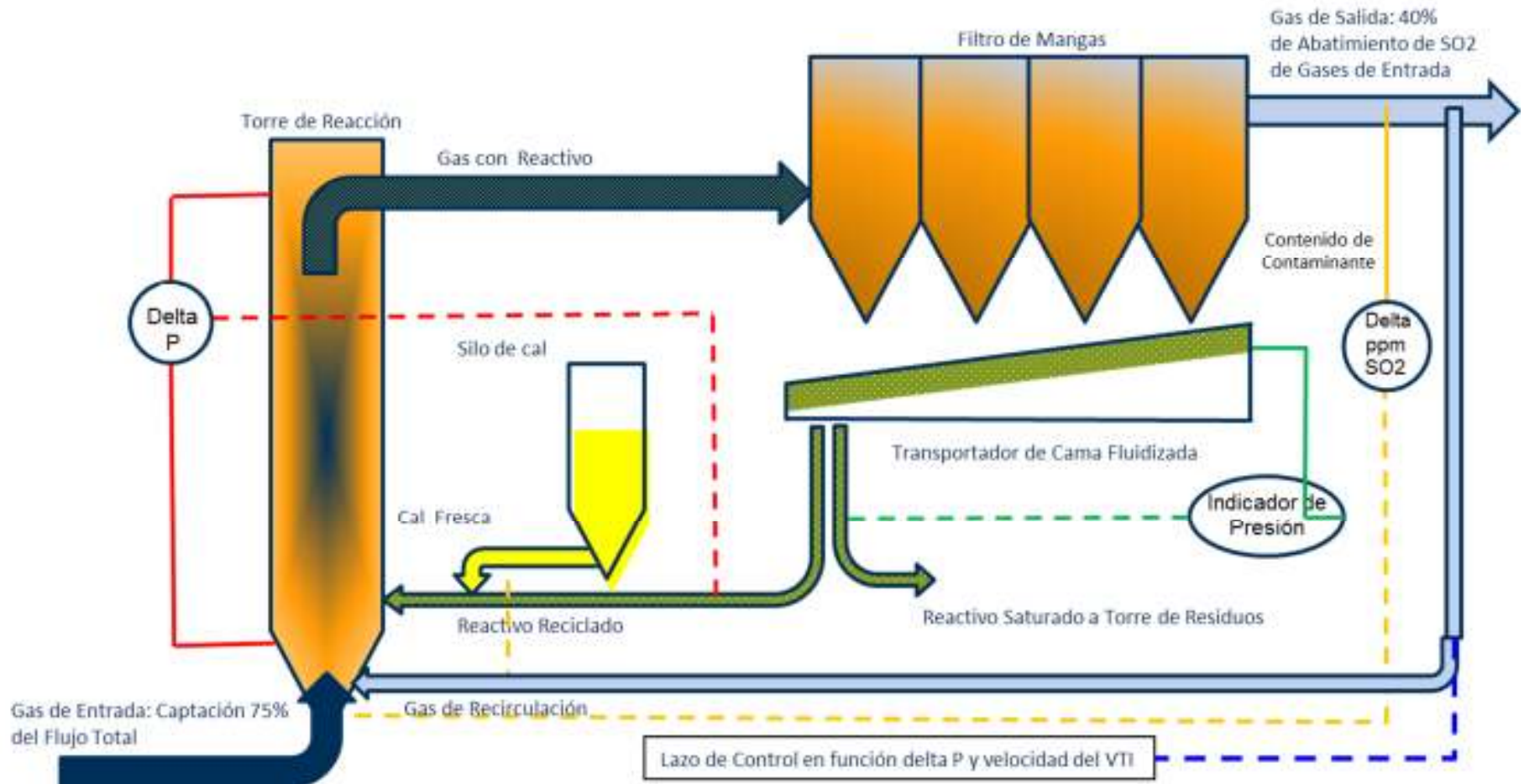
Objetivo: Tratamiento de gases fugitivos, CPS, de sangrías de CT/HE, para abatimiento de S y As con cal hidratada.

Monto (KUS\$): 13.471
Fecha PEM: 12 - Dic. - 2016
Fecha Cierre API: Abr - 2017



Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Descripción Tecnología Tratamiento de gases fugitivos



Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

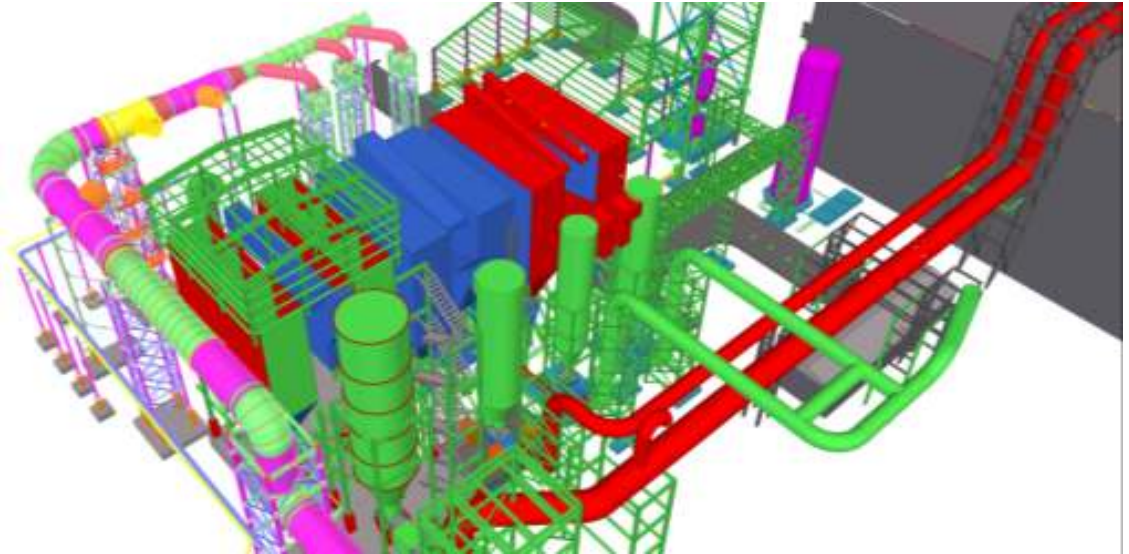
Avance Obras Proyecto Tratamiento Gases Fugitivos



CHILE. All Rights Reserved.

Tratamiento de Gases secundarios CT

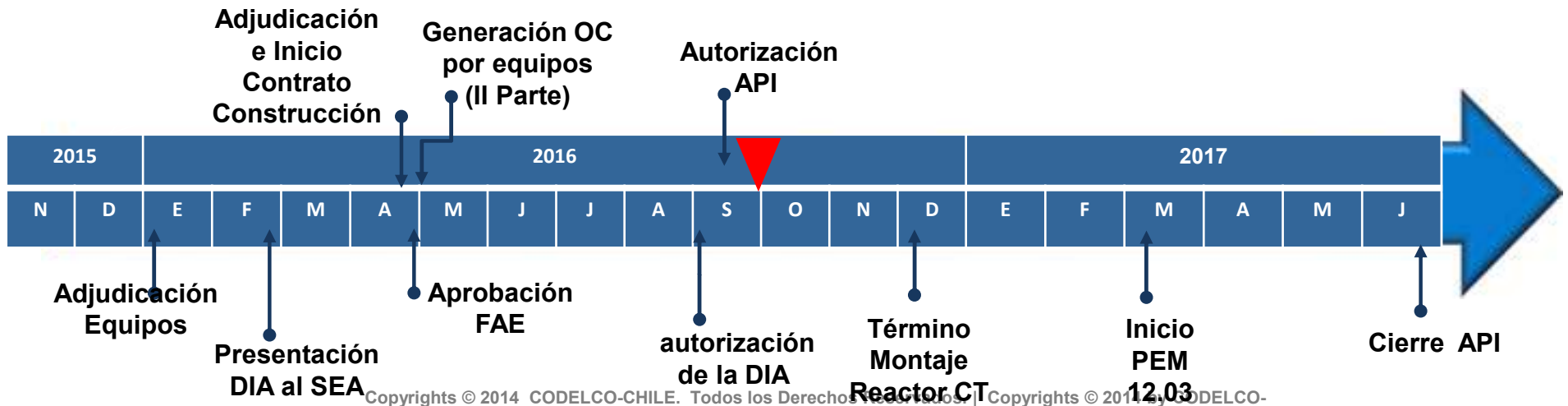
Objetivo: Tratamiento de gases secundarios CT, para desulfuración mediante reacción con cal hidratada en reactor fluidizado seco.



Monto (KUS\$): 4.963

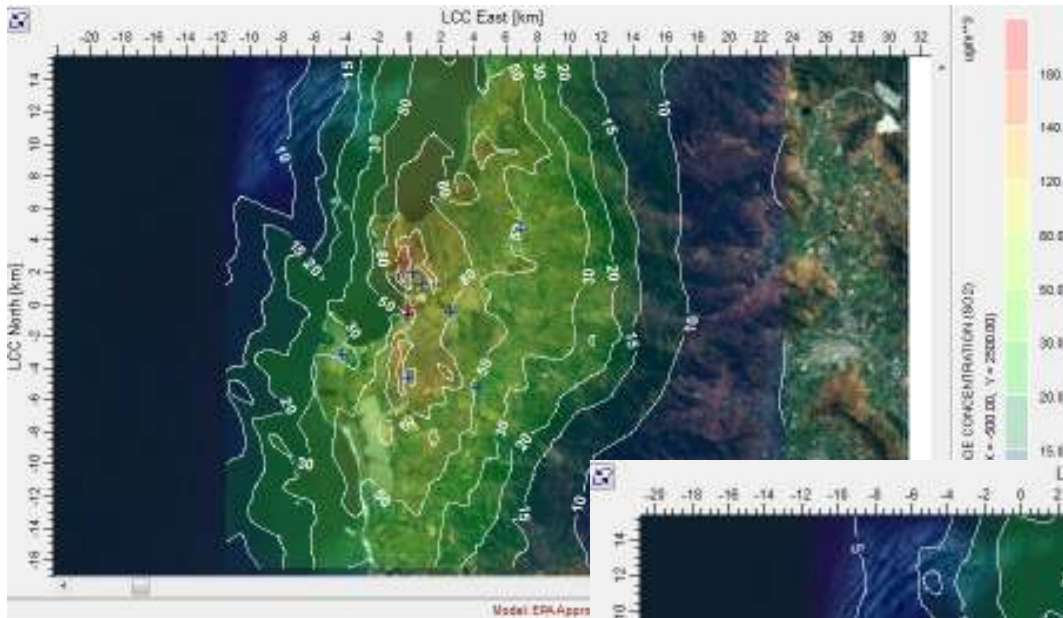
Fecha PEM: 12 - Mar - 2017

Fecha Cierre API: Jun- 2017



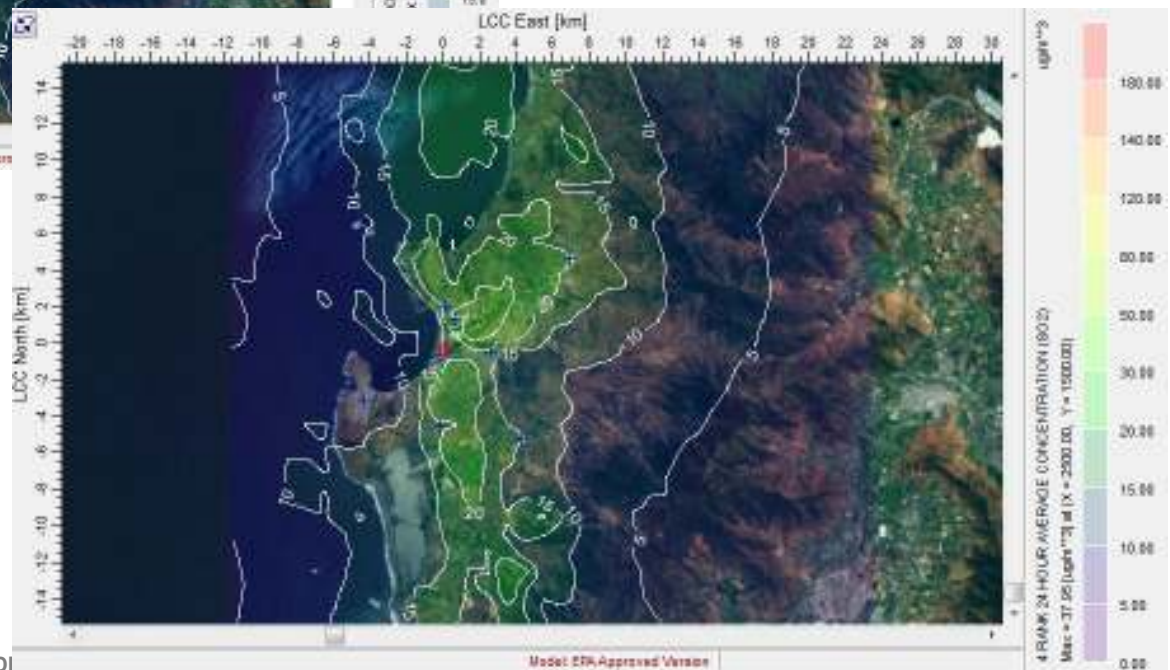
Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014, CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

DIA Proyecto Tratamiento de Gases Secundarios CT



Situación Actual: P99 de Concentración de SO₂ de 24 Horas. Promedios elevados en la franja circundante a la Fundición

Situación Final: P99 de Concentración de SO₂ de 24 Horas. Mejoramiento relativo significativo respecto del caso base sin Proyectos. Disminuyen promedios en la franja que circunda a la Fundición



Copyrights © 2014 CODI

CHILE. All Rights Reserved.

Resumen de Proyectos Ejecutados

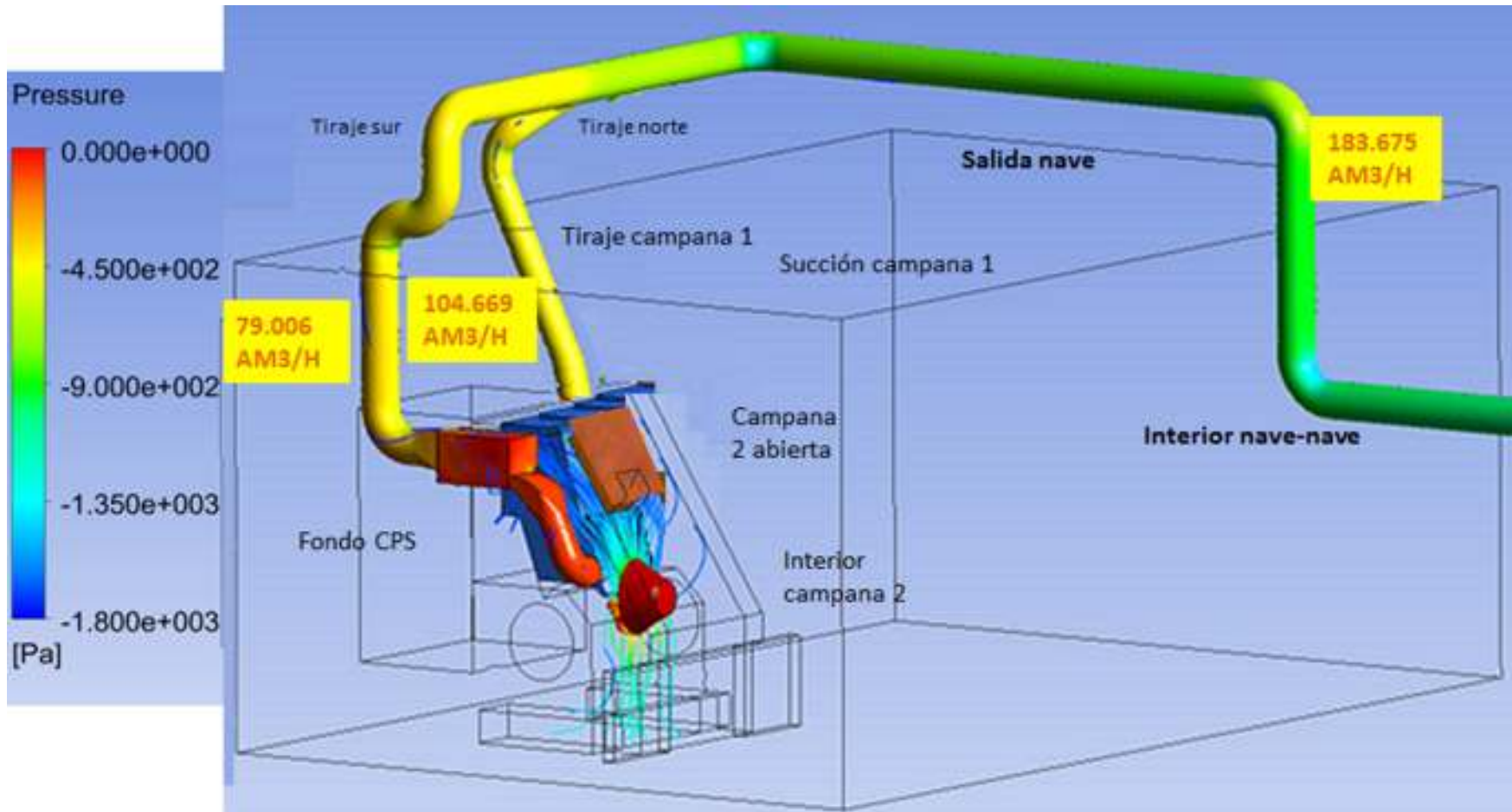
Resultado proyecto inversional

Proyecto	Av financiero (KUS\$)		Av físico	
	Ppto Aut	Real	Fecha Aut.	Fecha PEM
Aumento Captación MP Horno Electrico Ven Proy	7.626	6.666	may-12	may-12
Aumento Captación MP Secador Concentrado Ven Proy	2.394	2.320	abr-12	abr-12
Tratamiento de Gases de Cola Ven Proy	12.044	12.023	sep-15	feb-16

Cumplimiento KPI comprometido

Proyecto	Unidad	Periodo	Comprometido	Real 2016
Aumento Captación MP Horno Electrico Ven Proy	mg/Nm3	mes	50	45
Aumento Captación MP Secador Concentrado Ven Proy	mg/Nm3	mes	50	17
Tratamiento de Gases de Cola Ven Proy	vpm	hora	600	410

Mejoramiento Captación Gases Secundarios CPS

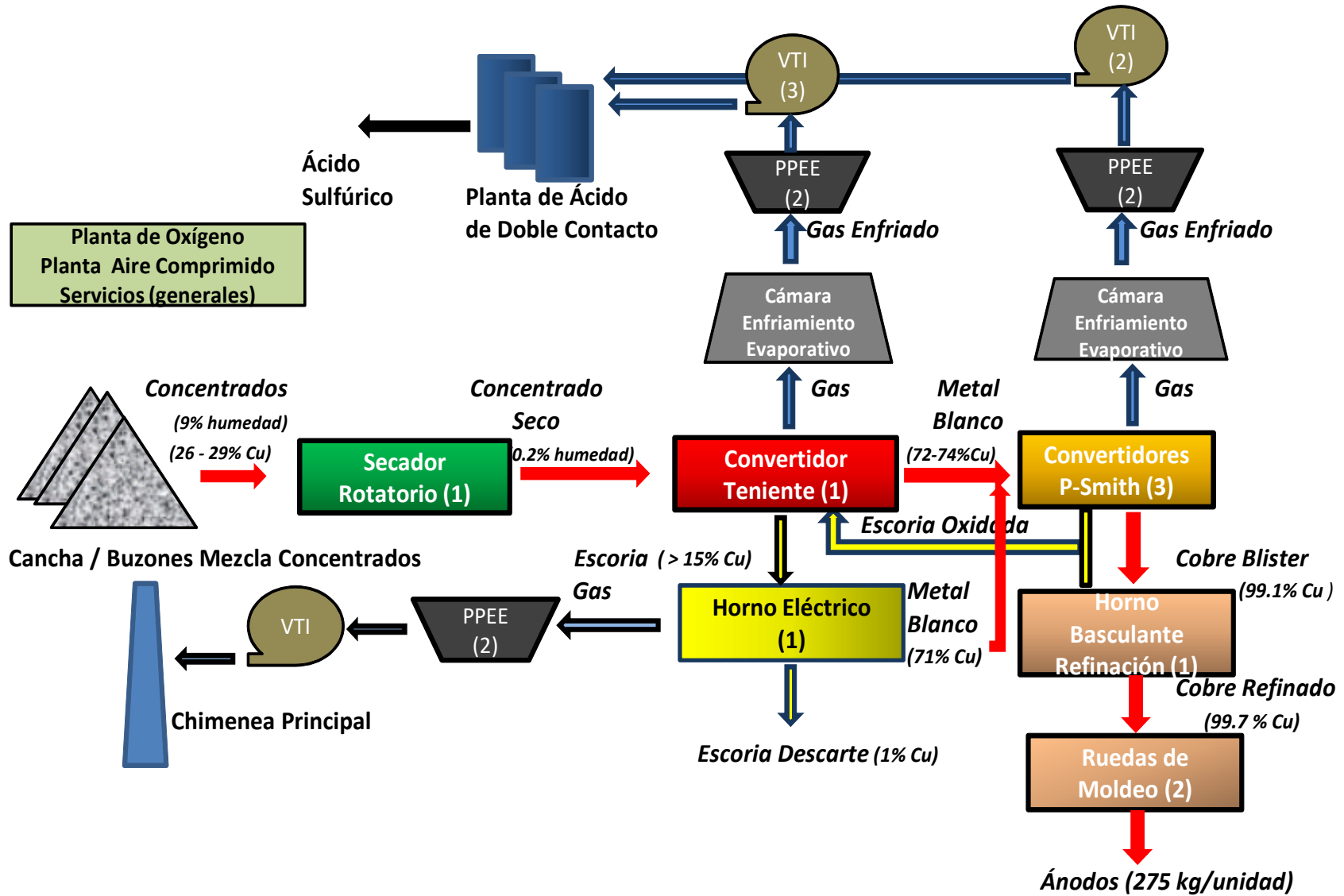


Instalaciones **complementarias** para mejorar la captación de emisiones durante carguío del metal blanco a los CPS, en que las compuertas **deben estar abiertas**.

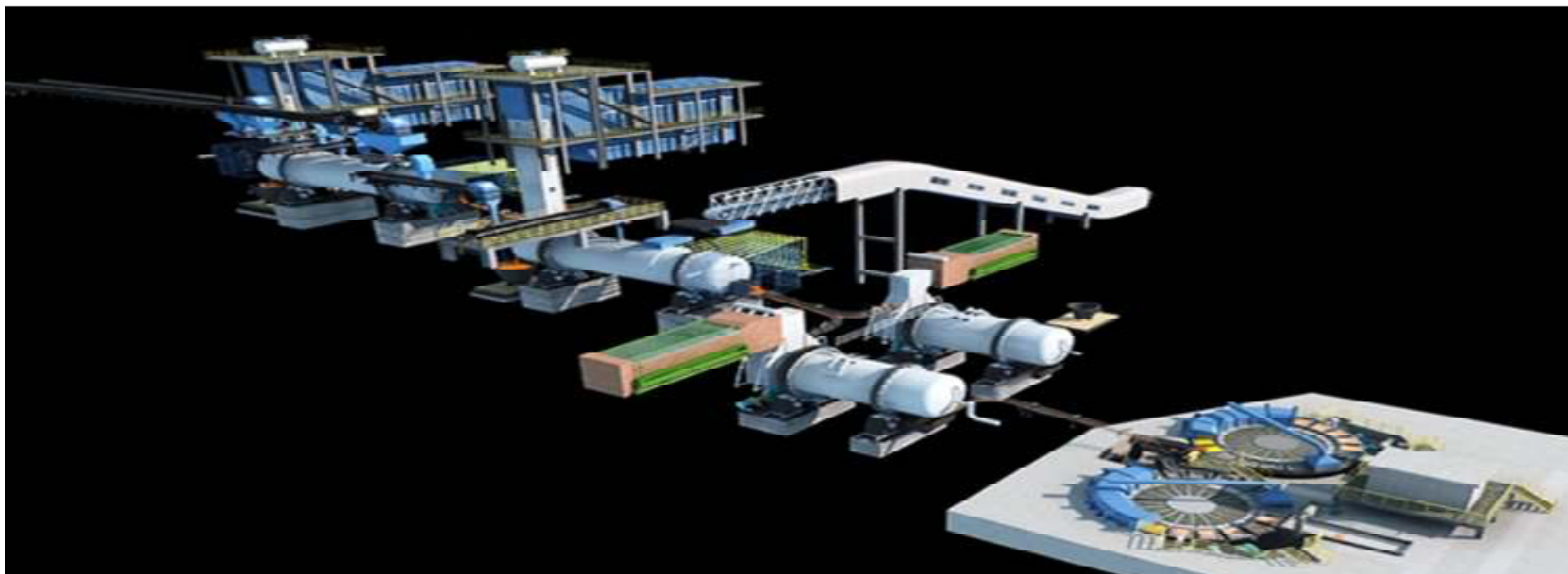
Copyrights © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



Diagrama de Procesos Sistema Fundición.



CHILE. All Rights Reserved.



Presentación Proyecto de Modernización FHVL 700 ktpa

Gerencia Modernización FHVL ENAMI
Octubre 2016

ÍNDICE DE LA PRESENTACIÓN

1. Objetivo de la Presentación
2. Antecedentes
3. Proyecto de Modernización FHVL.

1. Objetivo

1. OBJETIVO DE LA PRESENTACIÓN

- Presentar el proyecto de modernización de la Fundición Hernán Videla Lira (FHVL)

2. Antecedentes

2. ANTECEDENTES FHVL

a) Indicadores Operacionales, Mano de Obra y Ambientales



Principales Indicadores	Unidad	Actual
Abastecimiento promedio	tms	310.263*
Emisión SO ₂	ton/año	≈ 20.000
Emisión As	ton/año	< 17
Captura S y As	%	≈ 90
Producción de ánodos	tms	74.169
Producción de H ₂ SO ₄	ton	250.338
Consumo de Agua FHVL	l/s	28
Días de Operación	día	340
Días de Parada por Emergencias	día	≈ 20

* Capacidad Instalada: 350.000 tpa

2. ANTECEDENTES FHVL

Indicadores Operacionales, Mano de Obra y Ambientales

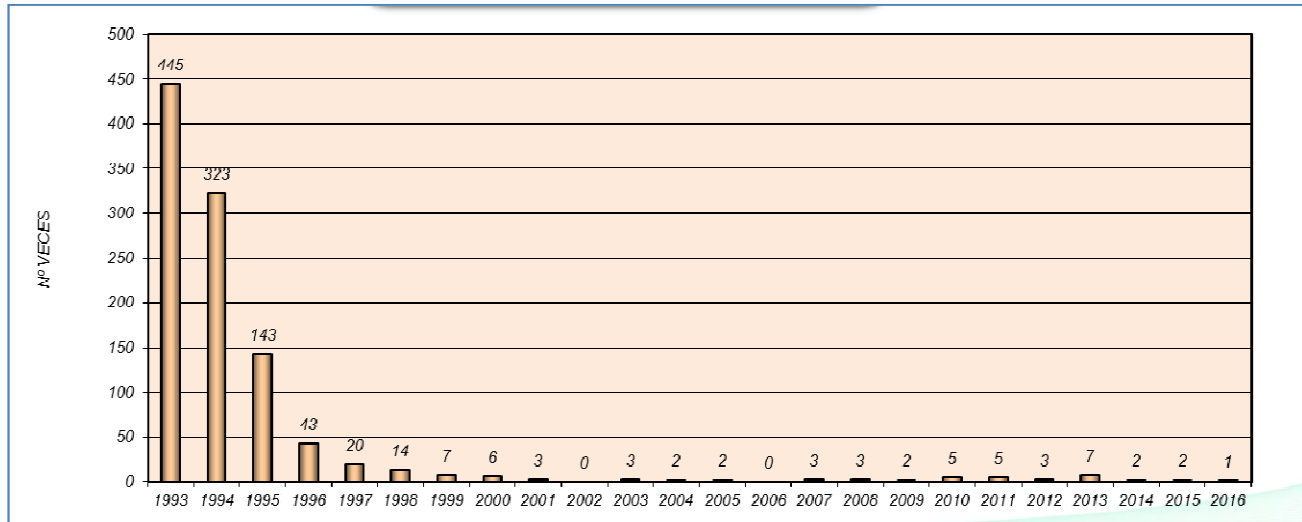


Área Saturada por SO₂, según D.S. N°255/93 del Ministerio de Agricultura.



Plan de Descontaminación por SO₂, según D.S. N°180/95 de la Secretaria General de la Presidencia.

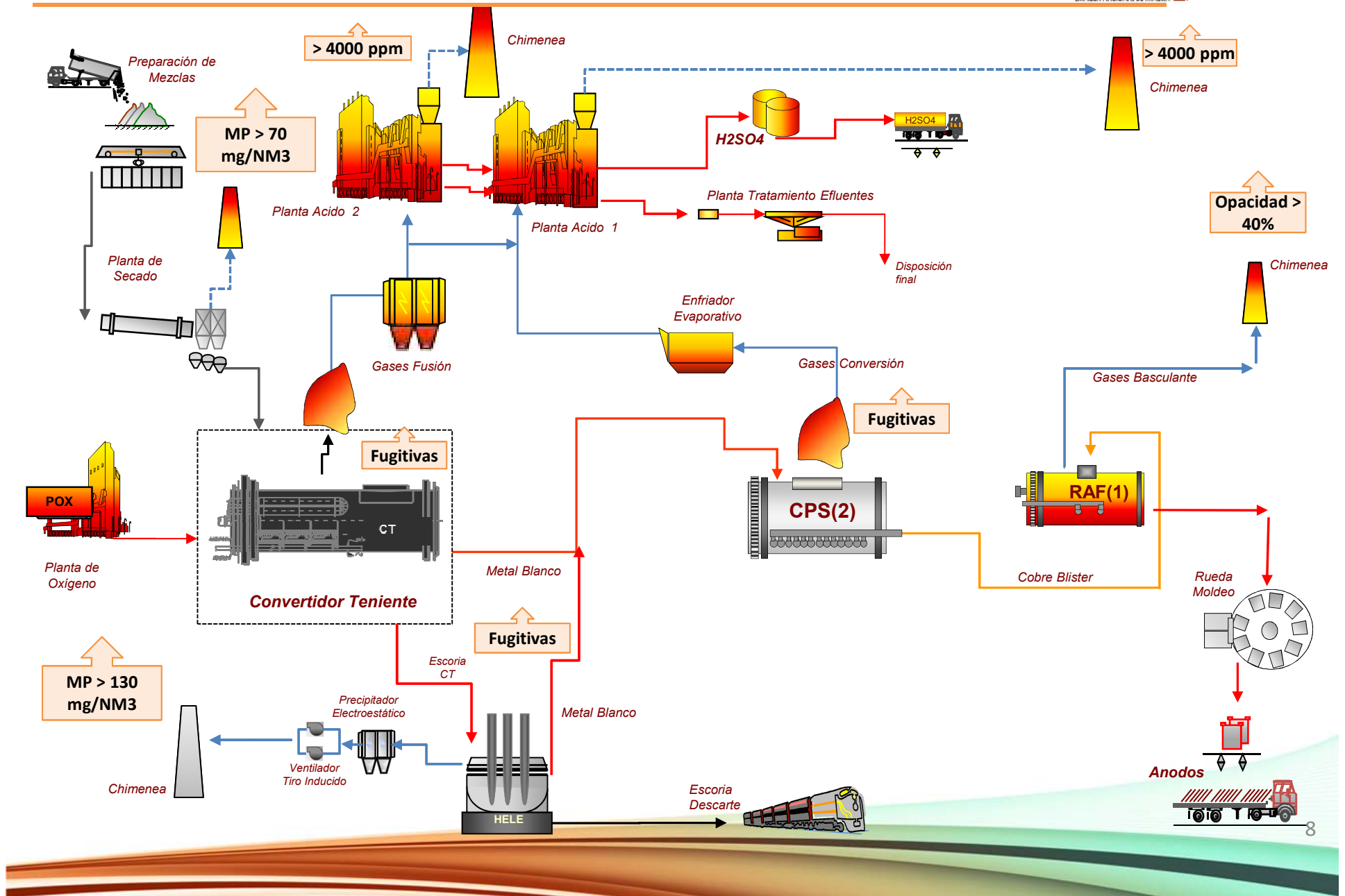
N° de Episodios Críticos, Decreto Supremo N° 113/2002 Concentración promedio horario > 1.962 ug/Nm³



Durante el periodo 1995 y 2000 se ejecutó el Plan de Descontaminación FHVL. El monto de inversión fue de US\$100 millones.

RCA		Proyecto
Resolución N° 199/2006	Exenta	DIA-Ampliación Capacidad de Tratamiento de Riles
Resolución N° 080/2010	Exenta	DIA Recuperación Capacidad de Almacenamiento de Ácido Sulfúrico Fundición Hernán Videla Lira
Resolución N° 36/2012	Exenta	DIA-Ampliación Depósito de Yesos Planta de Riles

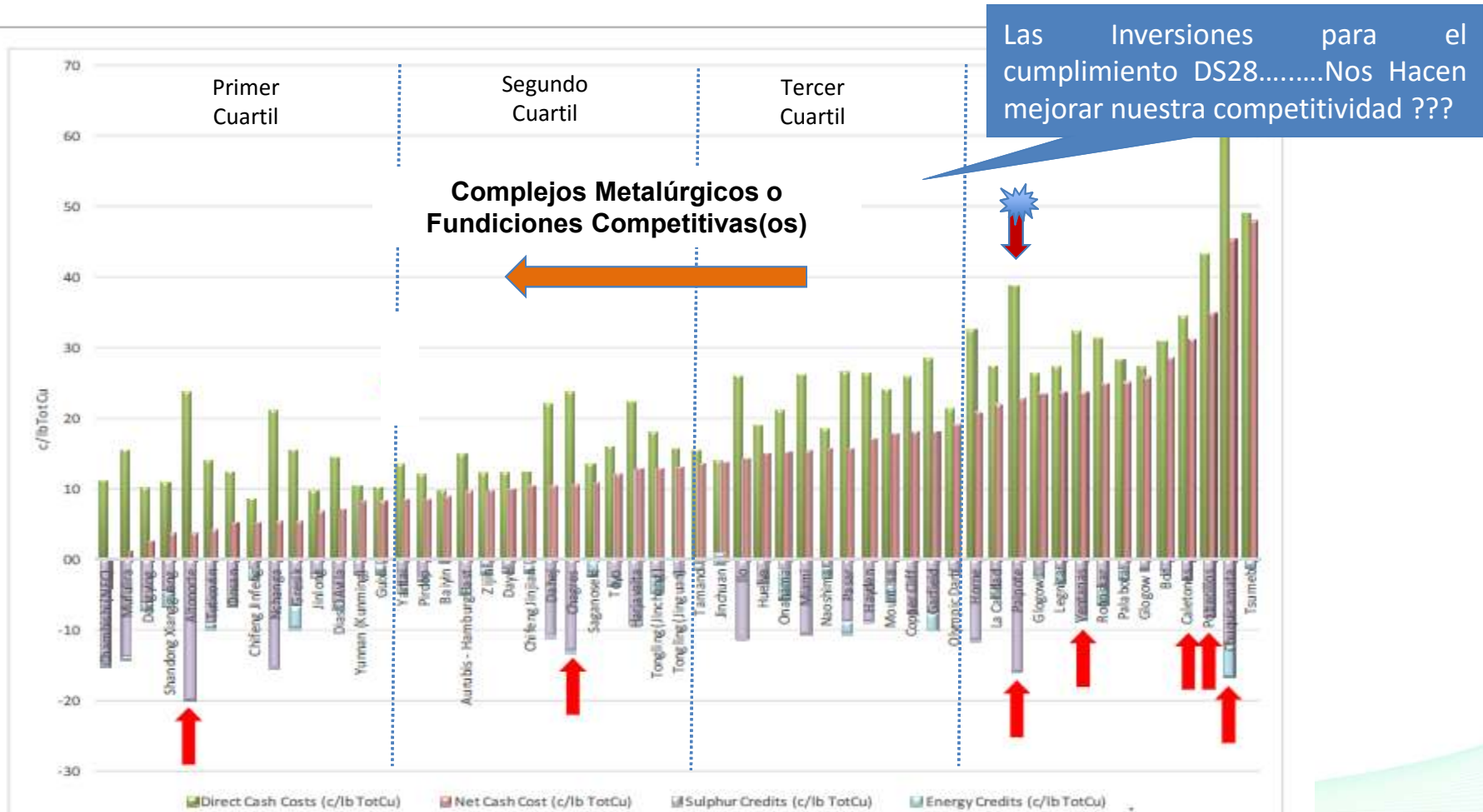
2. SITUACION ACTUAL



2. ANTECEDENTES FHVL

Costo Operacional Fundiciones Chilenas

El costo operacional actual de la FHVL es aproximadamente de 40 cUS\$/lb Cu, posicionándola en el último cuartil de costos de la industria mundial, junto a las otras 4 fundiciones estatales.

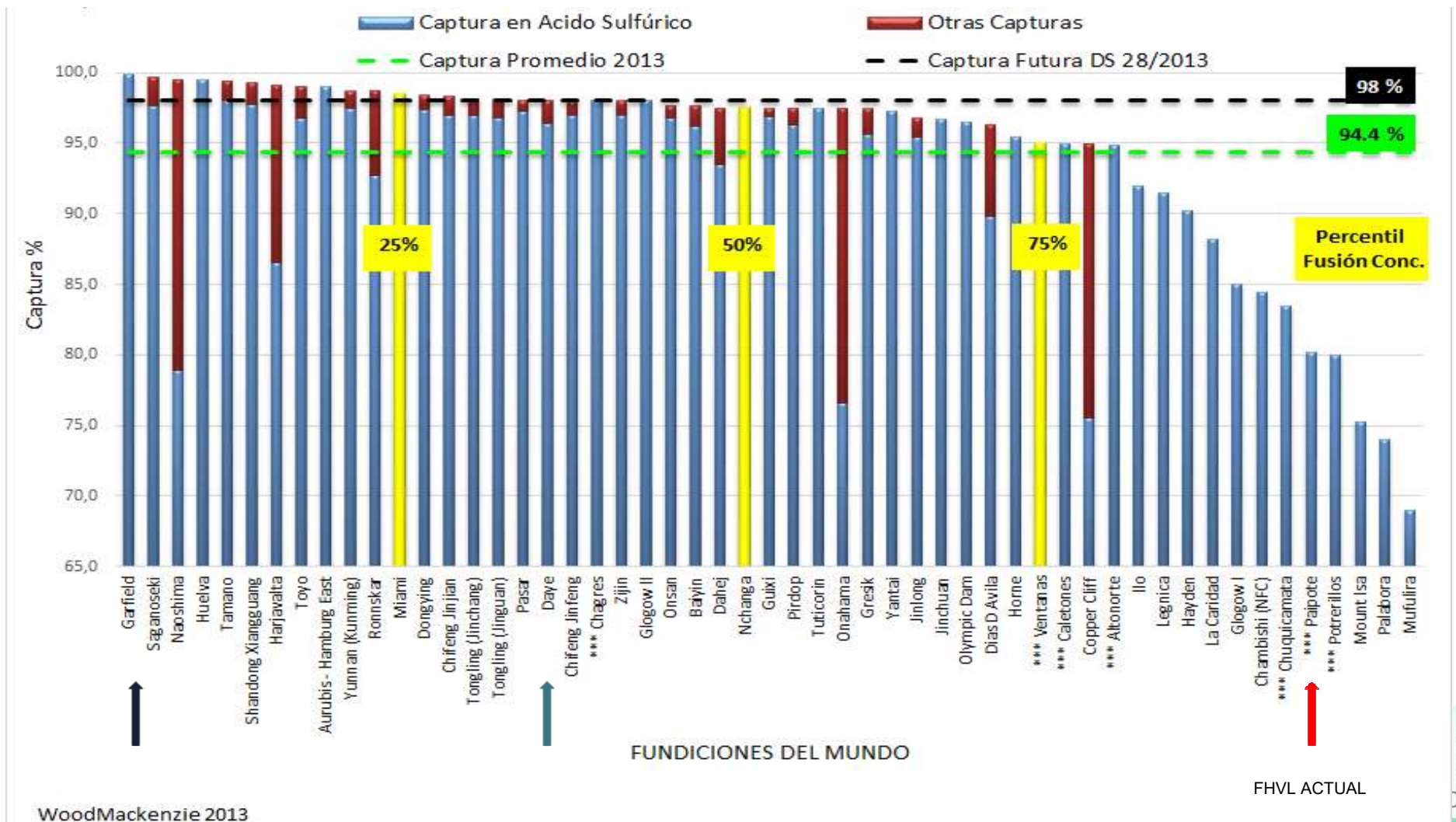


Fuente: Elaboración Propia sobre antecedentes de Fundación Chile 2015

2. ANTECEDENTES FHVL

Niveles de Captura Fundiciones Chilenas

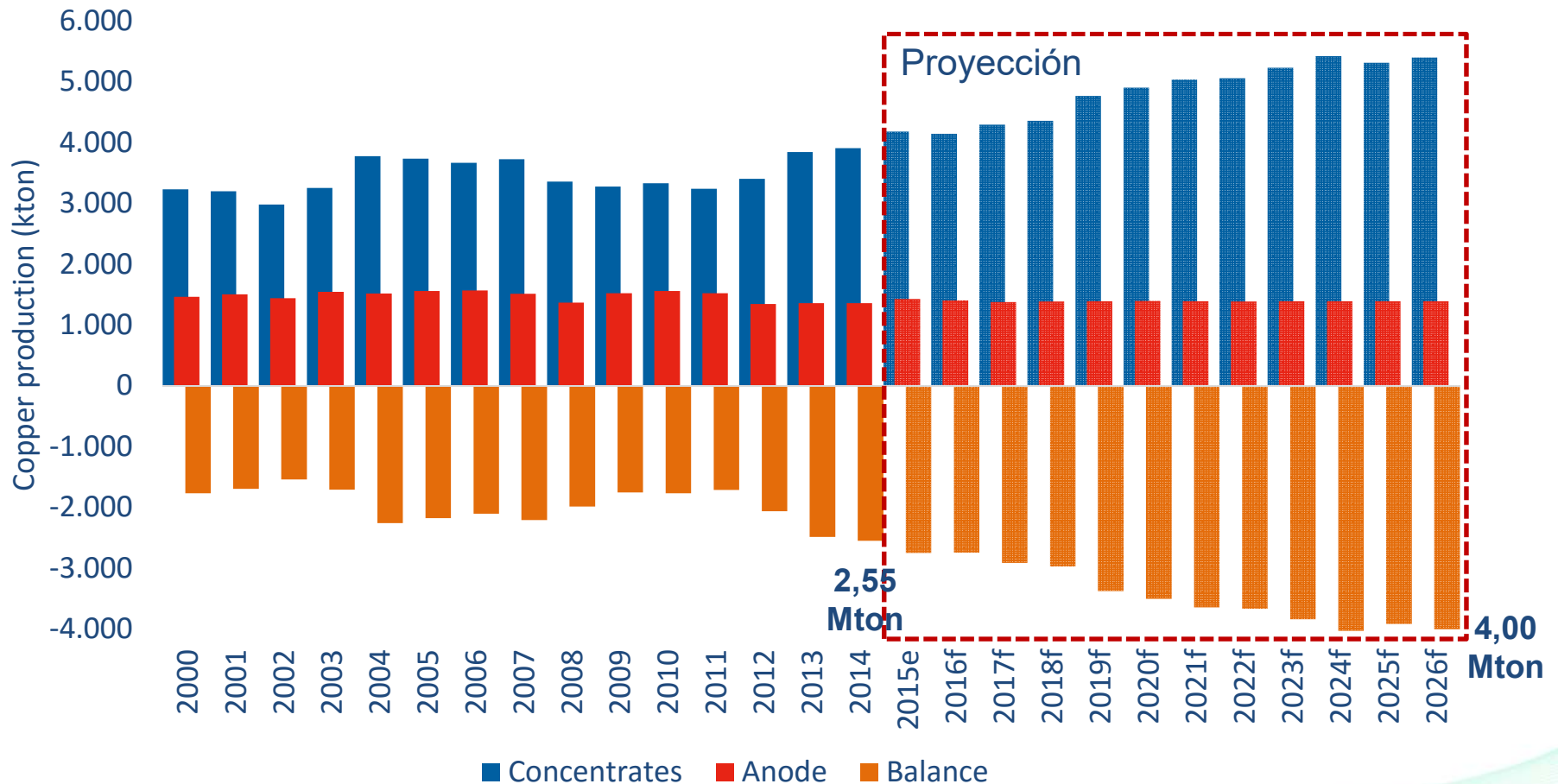
La captura actual de SO₂ de la FHVL está en torno al 90%, siendo el requerimiento establecido por la norma de emisiones de 95% para diciembre del año 2018.



2. ANTECEDENTES

Proyección de Concentrados

Producción de concentrados Chile y balance



Fuente: COCHILCO.

*Valores estimados manteniendo producción de ánodos

3. Proyecto de Modernización FHVL 700 ktpa



3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

Directrices del Proyecto:

- Tener un Alto Desempeño Medioambiental.
- Considerar futuros cambios normativos o de mercado. (Ambientales, Comerciales, Laborales)
- Tener un desempeño económico acorde a la misión y visión de la empresa.
- Analizar posibles sinergias corporativas entre empresas estatales, además de directrices gubernamentales en este sentido.
 - Formulación de una política sustentable de fundiciones y refinerías de Cobre.
 - Decisiones corporativas de Codelco en relación al futuro de sus fundiciones y refinerías.
 - Programa alta ley de la Fundación Chile.
- Implementación de procesos continuos, minimización de las operaciones y procesos unitarios, campañas de equipos principales con alta capacidad de procesamiento, manejo de gases concentrados, alta captura de gases, altas recuperaciones de metales tradicionales, además de otros metales o elementos de valor comercial para la empresa, eficiencia en el uso y recuperación de los distintos insumos (energía, Agua), generar condiciones y entorno de trabajo amigables.
- Aumentar la competitividad de la FHVL en el sector de las Fundiciones a nivel global, para hacer sostenible su rol de fomento a la pequeña y mediana minería.


3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

Alcance

El proyecto de Modernización de la FHVL considera como una alternativa el que la Fundición incluya Refinería, con cambios respecto a la actual tecnología en operación y filosofía operacional, los cuales deben orientarse a la competitividad, productividad y sustentabilidad.

El proceso productivo que involucre la nueva combinación tecnológica debe caracterizarse por su simplicidad, fluidez y una destacable sencillez operacional. Basado en el uso intensivo de oxígeno, **procesos continuos** y con descarga directa de materiales entre reactores, eliminando o minimizando el uso de ollas con sus respectivas emisiones fugitivas, permitiendo además aumentar la confiabilidad, durabilidad y disponibilidad de los equipos.

El proceso productivo debe tener la capacidad adecuada, adaptabilidad y flexibilidad a las variaciones en cuanto a las materias primas a procesar (Tipos de concentrados)



3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

Sobre la base de: i) antecedentes recopilados en visitas técnica a algunas Fundiciones Nacionales e internacionales ii) información provista por los dueños de la tecnología, iii) información de los proveedores de equipos y iv) Conocimiento operacional y de gestión de especialistas en fundiciones, v) reuniones de trabajo con especialistas de la FHVL, permitieron mejorar y precisar nuestro análisis, en cuento a:

- a) **Capacidad y Abastecimiento:** Determinar la capacidad óptima de la fundición en relación a las cuotas de emisión definidas, economía de escala y disponibilidad de abastecimiento. .
- b) **Localización/Layout:** Disponibilidad de áreas o espacios en el recinto industrial de FHVL para emplazar este proyecto, considerando el cumplimiento de las diferentes regulaciones ambientales.
- c) **Tecnología y Costos:** Determinación de los desempeños esperados por las distintas unidades operativas, siendo los principales en esta etapa los costos de operación, beneficios ambientales, productivos, eficiencia energética, además de los costos de inversión, permisos ambientales asociados y el plan de ejecución de esta alternativa.
- d) **Evaluación Económica:** En base a los parámetros económicos VAN, TC/RC, precio del cobre, Au y Ag, Tasa de descuento del 10%, horizonte de evaluación de 25 años.

3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

a) Capacidad y Abastecimiento

ABASTECIMIENTO: 700 mil toneladas anuales es la capacidad nominal proyectable para FHVL, con el incentivo de lograr mejores cargos de tratamiento por el beneficio de concentrados complejos ($< 0,5\%$ As) y sobre la base del abastecimiento actual y proyectado, siempre cumpliendo con las cuotas de emisión fijadas por la norma.

Sobre esta cantidad base del abastecimiento actual, la cuota máxima de emisión anual de As para FHVL (17 tpa) y un factor de seguridad de 10% (15,3tpa), se estimó la cantidad nominal de concentrado a tratar para cumplir esta norma y con un máximo contenido de As de 0,5% (promedio), siendo por ejemplo 0,3% As las calcinas de Ministro Hales. Esta holgura permitiría tener un diseño que permita el tratamiento de materiales cuyo cargos de tratamiento sea mayor o bien complejos de procesar como los provenientes de la PyMM de la cuarta región.

Por criterio de diseño, la capacidad máxima corresponde a un 15% sobre la capacidad nominal.

3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

a) Capacidad y Abastecimiento

DE ACUERDO A LO INFORMADO POR LA GERENCIA COMERCIAL LA PROYECCIÓN DE ABASTECIMIENTO A 2020 ES DE AL MENOS 700 MIL TONELADAS.

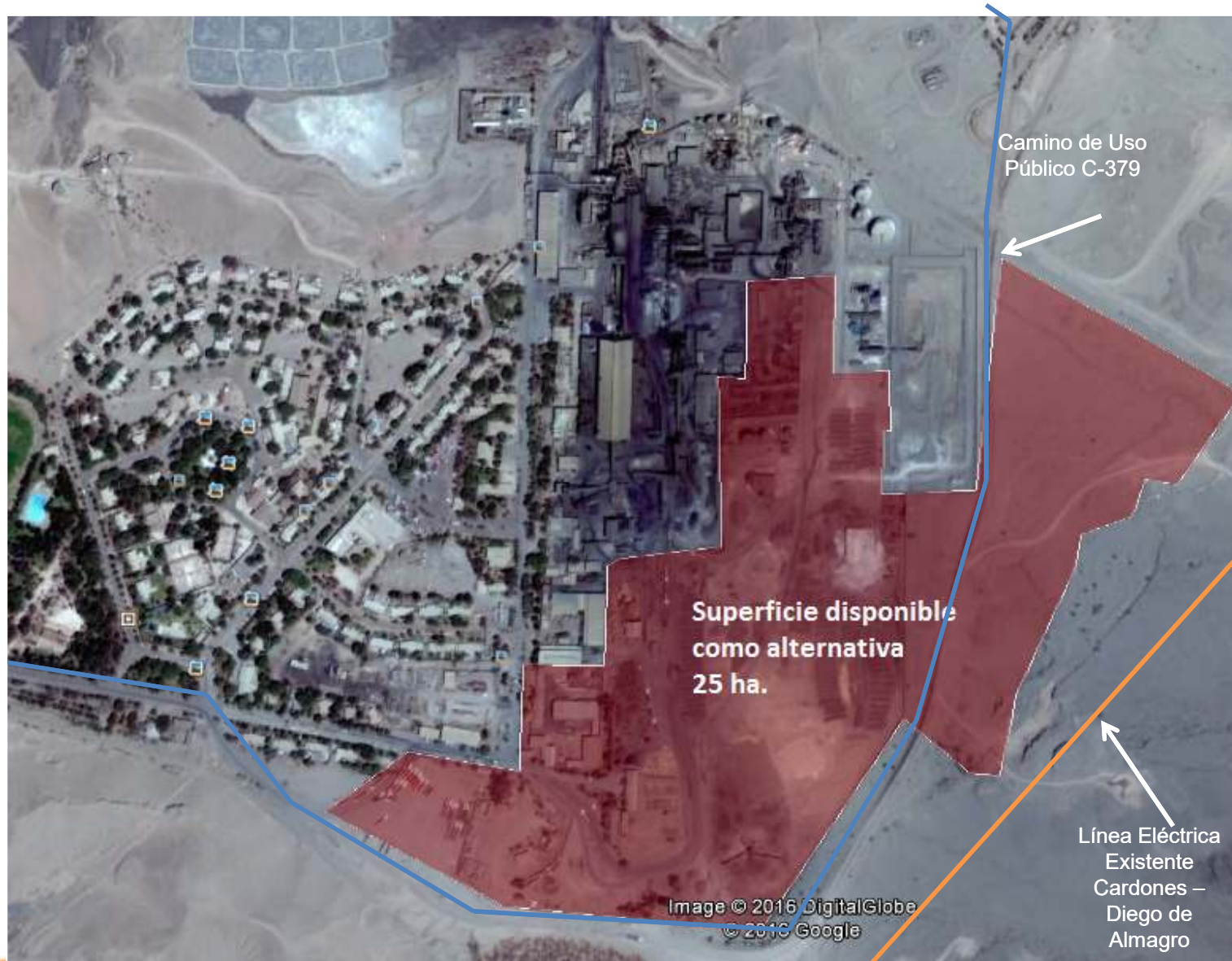
PROVEEDOR	Abastecimiento promedio 2010-2015 [tms/año]	Abastecimiento Adicional Comprometido [tms/año]	Abastecimiento Adicional Proyectado [tms/año]	Carta de Intención
ARQUEROS		50.000	50.000	Recibida
CASERONES		50.000	50.000	Recibida
MANTOS COOPER		50,000	50.000	Recibida
PELAMBRES		40,000	40.000	Recibida
CANDELARIA (OJOS DEL SALADO)	58.078	90.000	148.078	Recibida
CAROLA	48.710	45.400	94.110	Recibida
PUNTA DEL COBRE	41.899	160.000	201.899	Recibida
ENM.PLANTA M.A. MATTA	41.545		41.545	--
PTA.P.A.CERDA SIERRA (CORMIN)	35.905		35.905	--
ATACAMA KOZAN	31.665		31.665	--
LAS CENIZAS	17.648	(*) 50.000	67.648	--
PEQUEÑA MINERÍA	34.814		34.814	--
TOTAL	310.264	535.400	845.664	
ACUMULADO	310.264	(**) 845.664		

(*) Corresponde al concentrado disponible que se comercializa directamente

(**) No incluye los concentrados que se envían directamente a Ventanas.

3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

b) Localización



3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

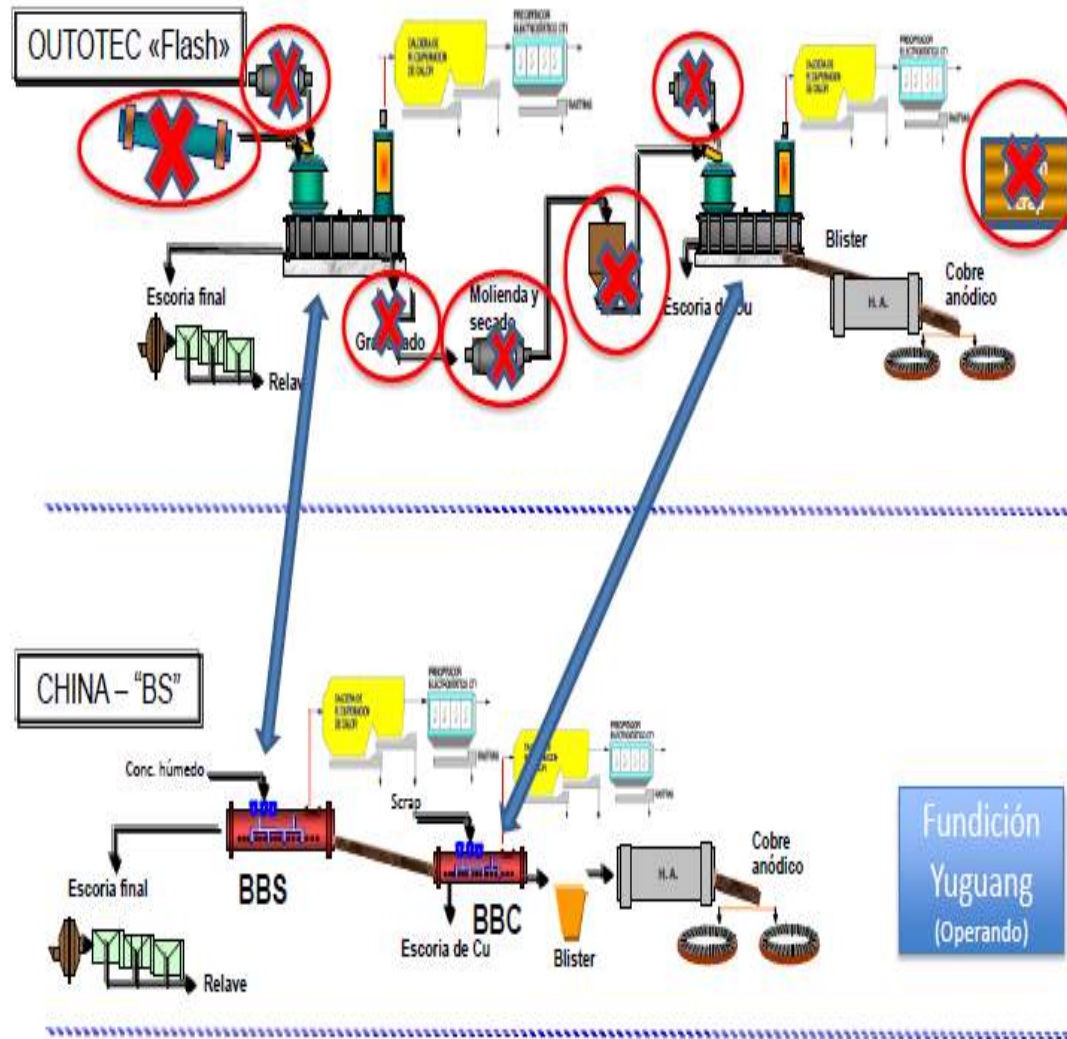
b) Localización

EXISTE EL ESPACIO SUFICIENTE PARA ESTE PROYECTO DENTRO DEL PERÍMETRO DE LA FUNDICIÓN

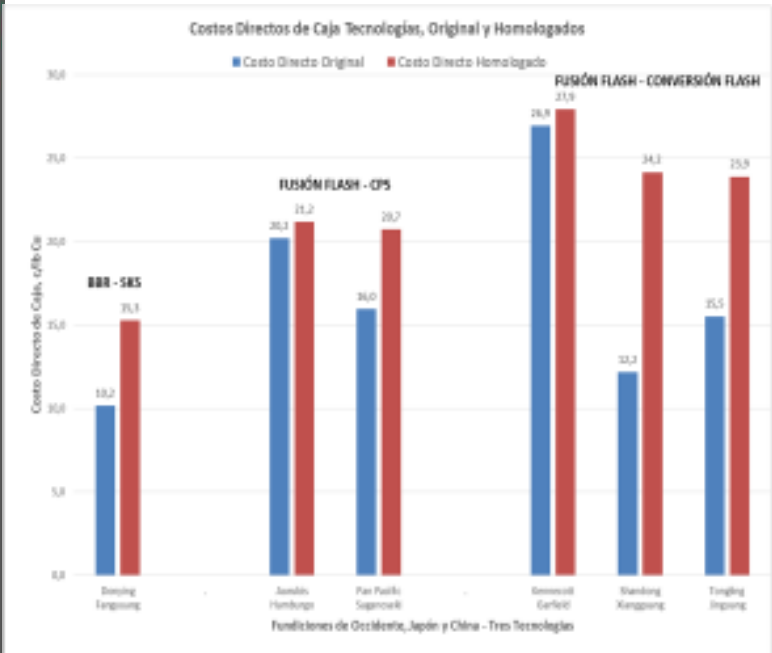


3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

c) Tecnología y Costos



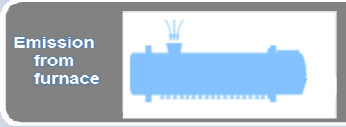


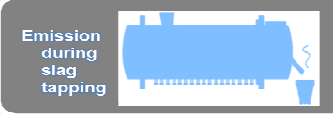





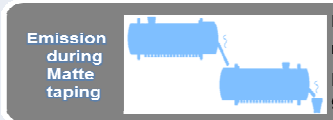





TECNOLOGÍA FLASH (FSF-FCF): Es la tecnología de fusión más empleada en las últimas décadas por la industria pirometalúrgica del mundo (aprox. 50 %).



TECNOLOGÍA SKS-BCC: Es una tecnología reciente (< 15 años) que ha presentado durante la última década la mejor performance industrial en la industria pirometalúrgica del mundo. (*)

(*) Wood Mackenzie 2013

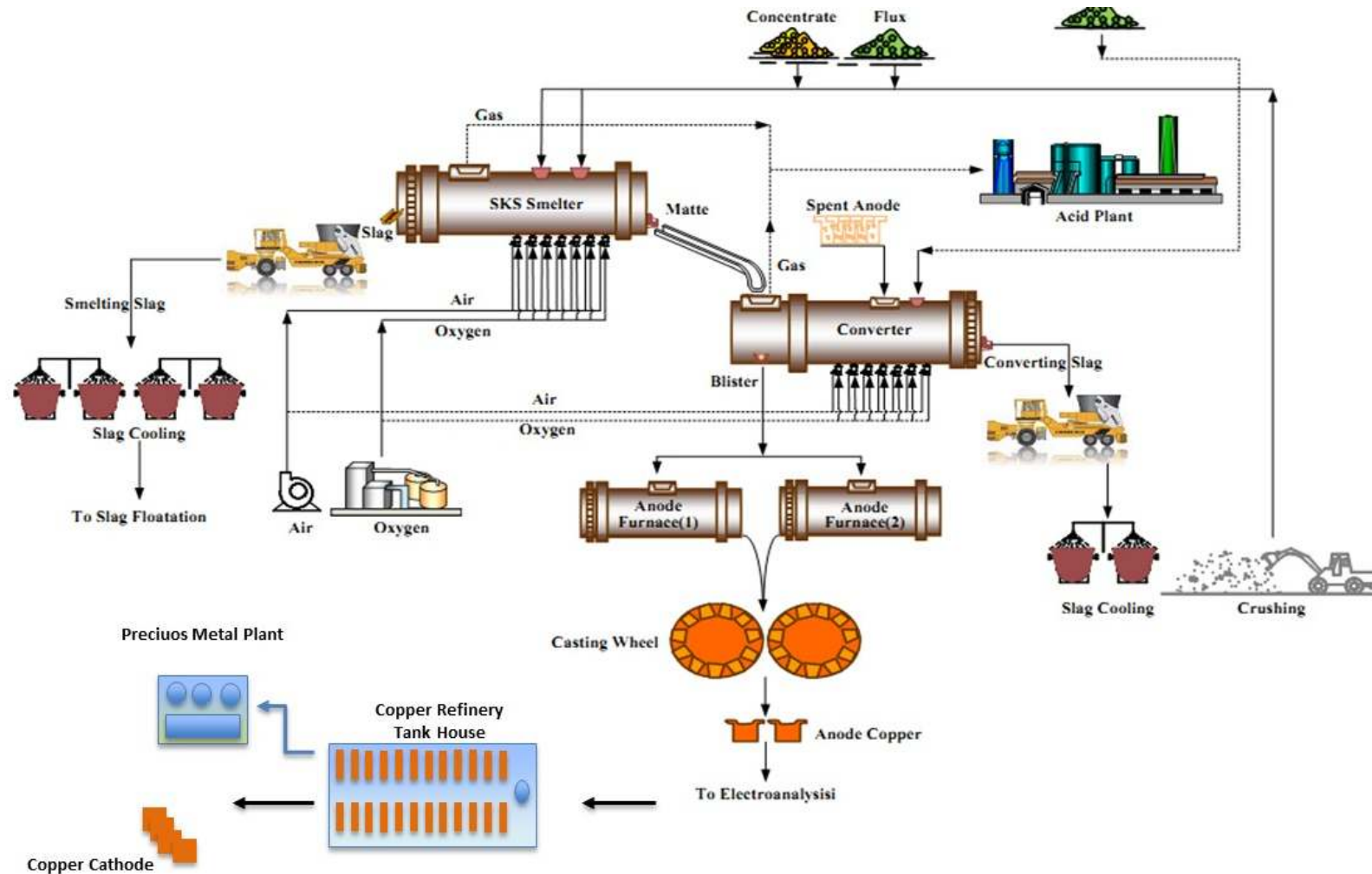
De acuerdo a las directrices, indicaciones del programa Alta Ley y al estudio del equipo técnico interno, las tecnologías que aportan mayor competitividad y posibilidades de desarrollo son aquellas que tienden hacia procesos continuos, mayores tasas de reacción, menores pérdidas de cobre, un adecuado control ambiental de todas sus líneas operativas y además de una adecuada adaptabilidad y flexibilidad a las variaciones en cuanto a las materias primas a procesar.

	Tecnología FLASH (Fusión-Conversion)	Tecnología SKS –BCC (Fusión-Conversion)	Observaciones
	Alta performance; > 99% captura 	Alta performance; > 99% captura 	Sistemas Operando bajo presión negativa
	Muy bajas emisiones SO2 	Muy bajas emisiones SO2 	Proceso Similar
	Muy bajas emisiones de MP 	Muy bajas emisiones de MP 	Flash: Requiere Conc. Seco SKS: Conc. Húmedo
	Emisiones de SO2 al entorno 	No existen Emisiones de SO2 al entorno 	Flash: Uso de Grúas y Ollas SKS: Canal Conectora
	Se requieren grandes instalaciones 	No se requieren grandes instalaciones 	Flash: Edificios H > : 60 metros SKS: Edificios H < 30 metros
Concentrados Complejos, bajas leyes, endo-exo térmicos.	Requiere de un estricto control de mezcla y de suministros.	Puede procesar una gran variabilidad de mezclas y suministros	Flash: Enriq. O2 = > 65% SKS: Enriq. O2 => 75%

3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

c) Tecnología y Costos

El proyecto a 700 kta se diseñó y evaluó empleando la tecnología china de fusión y conversión continua SKS -BCC o conocida también como BBR-BCC

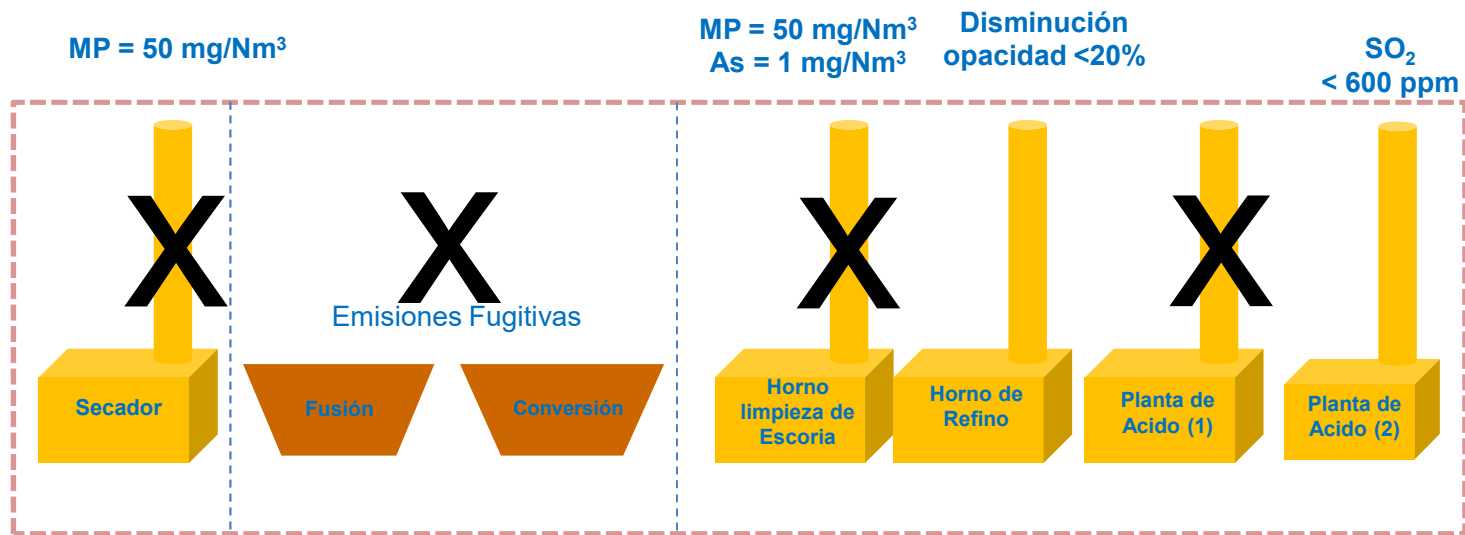


3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

c) Tecnología y Costos

Indicadores Norma	Emisión SO ₂ , t/a	% Captura de S
Proyecto Modernización BBR/BCC 700 ktpa	3.123	99.3%
Límite de Emisión por Norma SO ₂	12.880	95.0%

Indicadores Norma	Emisión Arsénico, t/a	% Captura de Arsénico
Proyecto Modernización BBR / BCC 700 ktpa	8.6	98%
Límite de Captura por Norma As	17.0	95.0%



El Proyecto de Modernización BBR/BCC 700, cumple con el anteproyecto de la Norma Primaria de Calidad del Aire para SO₂ en todas las estaciones de monitoreo. Además, no se espera la ocurrencia de episodios de emergencia.

3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

c) Tecnología y Costos

Descripción Tecnología y Beneficios BBR – BCC.

- Alta eficiencia y bajo consumo de energía.
- Uso intensivo de oxígeno con altos enriquecimiento (75%) lo que significa menor volumen de gases y menor generación de efluentes.
- Su proceso es térmicamente autógeno, lo que significa que no requiere de combustibles externos para su funcionamiento.
- Presenta adaptabilidad y flexibilidad a las variaciones en cuanto a las materias primas a procesar, pudiendo ser estas del tipo concentrados complejos, polimetálicos o calcopiríticos de baja ley, además de materiales secundarios.
- La vida útil del horno de fusión es cercana a 30 meses, mientras que el convertidor continuo es mayor a 15 meses.
- Ambientalmente presenta un desempeño superior al trabajar con presiones negativas, sin necesidad de girar los reactores y con capturas de gases sobre 99%, además que recuperar la energía de los gases producidos mediante calderas y generar energía eléctrica.
- La combinación tecnológica, presenta altas recuperaciones de Cu y otras especies valiosas.
- Actualmente esta configuración presenta altos grados de confiabilidad en cuanto a la continuidad operacional, calidad de gases primarios y calidad de los productos finales, siendo además de costos de inversión y operación menores a otras alternativas.

3. RESULTADOS PREFACTIBILIDAD *BBR-BCC-700 ktpa*

c) Tecnología y Costos



El OPEX estimado es sustantivamente inferior ubicando a la fundición HVL en el primer cuartil de costos

ITEM	AREA	SIN REFINERIA		CON REFINERIA	
		MMUS\$/año	cUS\$/lb Cu	MMUS\$/año	cUS\$/lb Cu
1.0	Mano de Obra	23,935	5,77	27,860	6,69
2.0	Energía Eléctrica	22,928	5,53	30,076	7,22
3.0	Materiales Operación	17,701	4,27	22,432	5,39
4.0	Materiales Mantenición	10,608	2,56	14,773	3,55
5.0	Servicios Terceros	11,826	2,85	12,696	3,05
	Total Fundición	88,998	20,98	107,836	25,89
8.0	Crédito Generación Energía Eléctrica (EE)	5,879	1,42	5,879	1,41
Total Fundición con Crédito		81,120	19,56	101,958	24,48

Parámetros:

- (1) Precio del Ácido 35 US\$/ton. No se incluye como crédito debido a que se considera en los ingresos.
- (2) Costo Energía Eléctrica 95 US\$/Mwh, Empresa Guacolda.
- (3) Tarifa Agua Desalada 3,3 m³/US\$, Cotización de Aguas Chañar – Seven Seas Water.
- (4) En Alternativa con refinería se recupera y comercializa adicionalmente al cobre, oro y plata, trióxido de arsénico, Zinc, Teluro, Selenio, Platino y Paladio.

(*) Si se consideran los ingresos por concepto de ácido sulfúrico como crédito y la recuperación de otros metales para el caso con refinería el costo unitario es menor a 10 Cus\$/LB

3. RESULTADOS PREFACTIBILIDAD BBR-BCC-700 ktpa

d) Evaluación Económica

Capacidad (ktpa)	Tecnología	Captura de Gases (%)	CAPEX (MMUS\$)	OPEX Total s/crédito (cUS\$/lb)	OPEX FU c/crédito (cUS\$/lb)	Plazo Implementación	Plena Capacidad	VAN (MMUS\$)
700 s/Refinería	BBR+BCC	>99%	594	20,98	19,56	2020	2021	204
700 c/Refinería	BBR+BCC	>99%	754	25,89	24,98	2020	2021	157

Nota:

- (1) Escenarios con tasa de descuento 10%, requerido por COCHILCO-MDS.
- (2) Estimación de Costos de Operación Homologados a partir de estimación ENFI enviado el 10 de mayo 2015.
- (3) Costos de Inversión desarrollados a partir de cotización de ENFI a nivel de prefactibilidad, Julio 2016.
- (4) Parámetros: Precio del ácido 35 ton/US\$. Cargos por Tratamiento 97 / 9,7 cUS\$/lb
- (5) No incluye inversión de transición .
- (6) Opex no considera crédito por venta de Ácido Sulfúrico, el cual se incluye en los ingresos por ventas
- (7) Los resultados corresponden a una sensibilización de la evaluación económica presentada a Cochilco para un escenario pesimista.

3. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN FHVL

Mayor captura de gases

> 99%

Aumento capacidad de fusión

100%

Disminución de costos unitario

> 50%

Capacidad de aumentar los días de operación/campaña

16 meses

Mayor productividad laboral

50%

Mayor producción de ácido

100%

Menor riesgo ante variaciones de TC/RC y precio Ácido

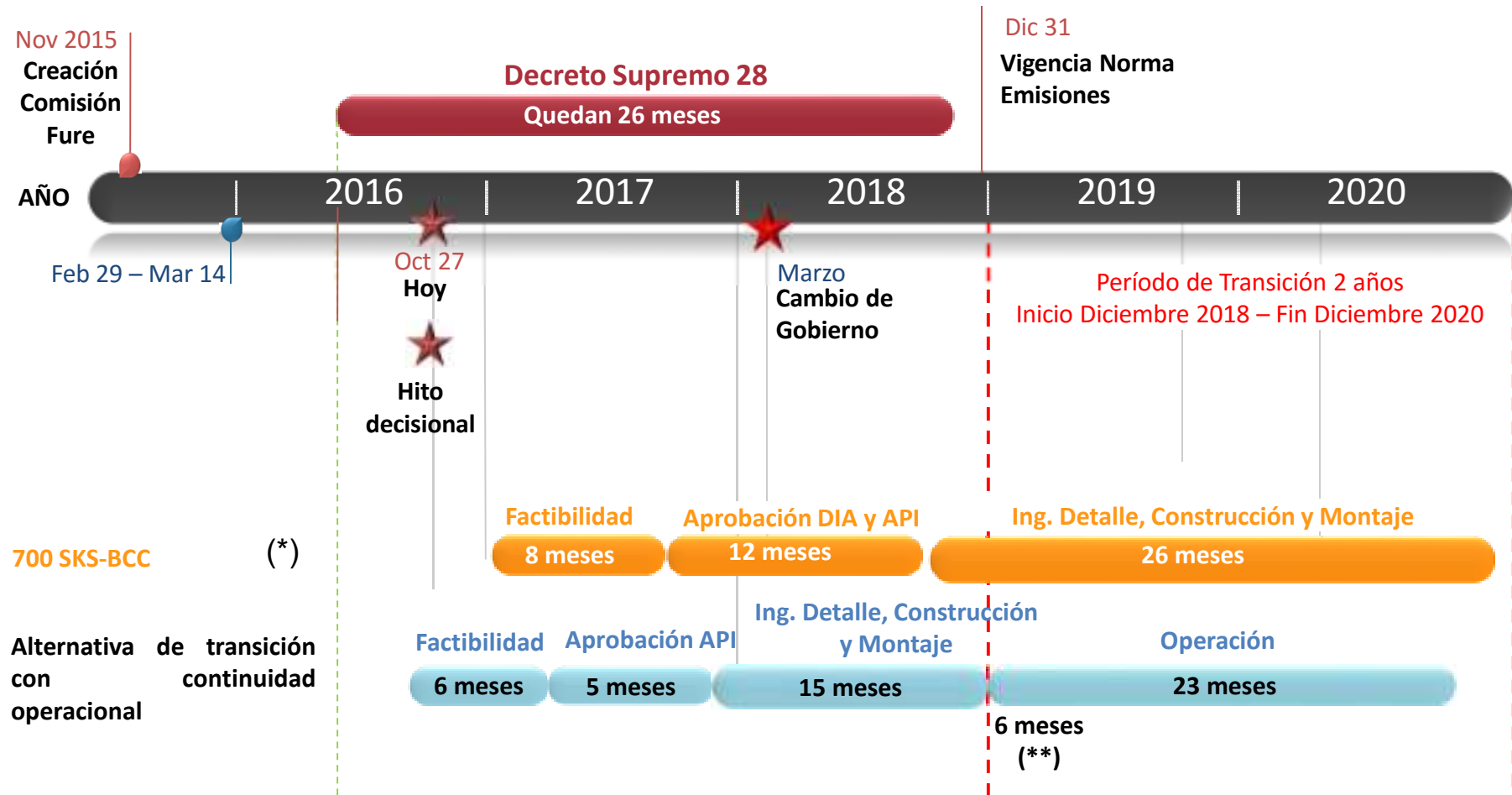
88/8,8 US\$/t

Mayor recuperación de Cu

> 98%

Principales Indicadores BBR-BCC 700 ktpa

Los tiempos del proyecto de modernización a 700ktpa permiten iniciar la operación el año 2020 de iniciar los trabajos de ingeniería el día de hoy.



(*) El inicio sujeto a la aprobación del Hito decisivo por parte Directorio

(**) Existe riesgo de atraso por elaboración de equipos en el extranjero.

(***) Estos tiempos consideran DIA para el caso de 700 y para la etapa1 se asume que no ingresa al SEIA

4. CONCLUSIONES

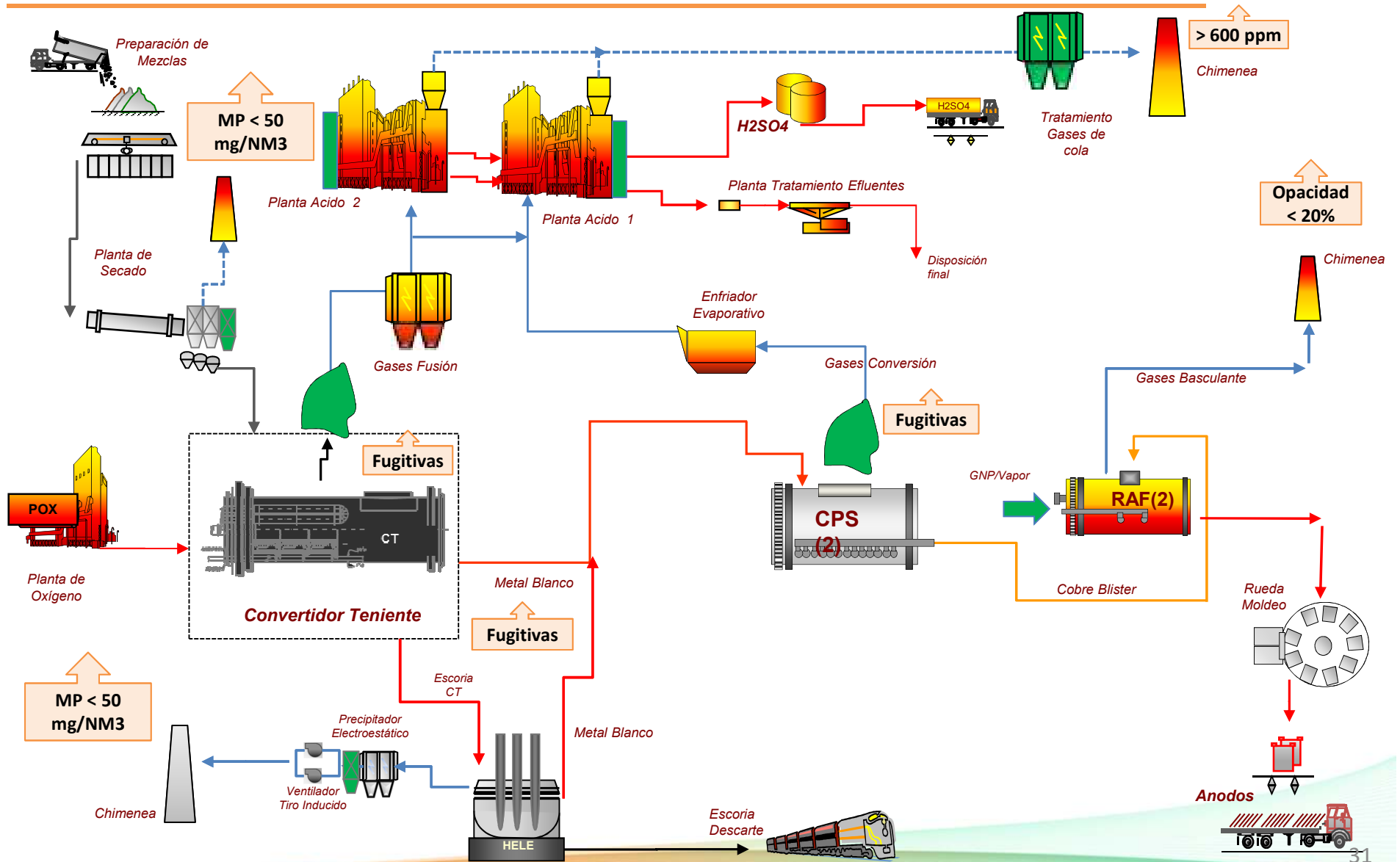
- El proyecto BBR-BCC 700 ktpa presenta los mejores resultados técnico/económicos y ambientales para Enami con y sin Refinería, sobre la base de los parámetros de evaluación más exigentes (abastecimiento, localización y tecnología).
- La alternativa esta en sintonía por lo revisado en los antecedentes preliminares de la comisión presidencial FURE y los estándares internacionales para este tipo de industrias.
- La tecnología china Bottom Blowing (SKS ó BBR) presenta las mejores características en cuanto a competitividad, sustentabilidad y posibilidades de desarrollo para las fundiciones.
- La capacidad optima para la FHVL se ha estimado en 700.000 toneladas de concentrado anuales, abastecimiento que se encuentra fundamentado sobre la base de contratos existentes y proyecciones con nuevos proveedores indicadas en cartas de intención.
- Esta opción (BBR-BBC 700 ktpa) permitiría un desempeño ambiental de clase mundial con capturas de gases mayores al 99%, recuperaciones de cobre, oro y plata superiores al 98,5% y la potencialidad de recuperar especies valiosas tales como: Zinc, Selenio, Teluro u/o paladio y platino.

Informe de Avance Etapa de Transición o Etapa 1.



4. CUMPLIMIENTO D.S 28 AÑO 2018

a) Proyecto - Situación Futura



4. CUMPLIMIENTO D.S 28 AÑO 2018

b) Actividades



Actividades	DESCRIPCIÓN
Tratamiento de Gases de Cola	Sistema de limpieza de los gases de colas emitidos por las Chimeneas de las plantas de ácido N°1 y 2 de la fundición, existiendo varias alternativas como el uso de carbón activado, Peróxido (H ₂ O ₂) y aminas, privilegiando aquellas que no generen residuos de ningún tipo.
Reducción Gas-Vapor	Proyecto basado en la experiencia de fundiciones internacionales y la fundición de Altonorte donde ha sido implementado y operado exitosamente. El proyecto consiste en la utilización de gas natural y vapor como agente reductor en refinós, evitando la generación de humos negros, además de una nueva lógica de control.
Sistema de Captación secundarios, sangrías y fugitivos	Diseñar instalaciones que permitan captar los gases secundarios desde los puntos de emisiones y direccionarlos hacia un sistema integral de manejo de gases de gases secundarios y sangrías
Tratamiento Gases secundarios, sangrías y fugitivos	Diseñar un sistema de tratamiento o abatimiento integral de los gases secundarios, sangría y fugitivos que permita que estos contribuyan a la reducción de emisiones.
Sistema de Carga Fría CPS	Modificaciones al actual sistema de agregado de carga fría a CPS, evitando con esto los giros de los reactores (roll-out) por esta razón y con su consecuente disminución de emisiones de gases a la atmosfera.
Precipitador Seco Miljo HE	Mejoramiento de los actuales módulos y sistema de limpieza,
Mejoramiento de Tres Campanas	Estudio y mejoramiento del diseño campana – equipo, además del cambio en la materialidad de los componentes asociados a estas.
Filtro de Mangas Secador	Se enfoca en la materialidad y control en el reemplazo de mangas para este tipo de Filtros
Mantener Captación Primaria Gases CT	Mejoramiento en la materialidad del sistema de manejo de gases permitiendo disminuir los puntos de roció (por infiltración) y asegurar hermeticidad del sistema

4. CUMPLIMIENTO D.S 28 AÑO 2018

b) Actividades



La identificación de proyectos para el cumplimiento del DS 28 muestra una serie de actividades a desarrollar, los que están siendo analizados para determinar su real impacto y factibilidad de implementación en los plazos definidos. Paralelamente, la administración de la Enami evalúa alternativas de operar la fundición por campañas (detener la fundición por periodos) y comercializar concentrados, esto como medida extrema, puesto que podría significar, una pérdida económica sustantiva y potenciales impactos en el empleo.

ALTERNATIVAS	DS N°28	IDENTIFICACION DE PROYECTOS COMPLEMENTARIOS
Proyectos para Cumplimiento DS28	Ptas Acido Secador Conc. H. Electrico RAF	Tratamiento de Gases de Cola
		Filtro de Mangas
		Modificar Precipitador Seco Miljo HE
		Reducción Gas - Vapor, Sin Tratamiento Gases
	Captacion >95% Emision < 12880	Incorporar Sistema de Carga Fría CPS
		Sistema de Captación Secundaria - Sangrías
		Tratamiento Gases Fugitivas
		Mejoramiento de Tres Campanas
		Mantener captacion primaria gases CT

Fin de la Presentación

