

Santiago, 15 de noviembre 2018

Señora:
Marie Claude Plumer
Jefa División de Sanción y Cumplimiento
Superintendencia Medio Ambiente
Presente

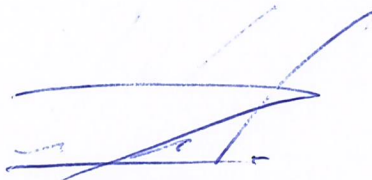
Ref.: Planta Teno CBB

Acompaña informe técnico “Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.”, preparado por el DICTUC.

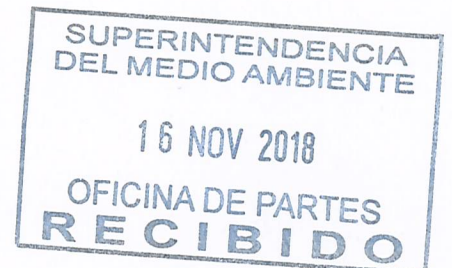
De nuestra consideración:

Junto con saludarle, adjuntamos el Informe Técnico “Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.”, preparado por el DICTUC, relacionado al Programa de Cumplimiento implementado por Cementos Bío Bío S.A, el cual se adjunta como Téngase Presente.

Sin otro particular, le saluda atentamente;



Sebastián Polanco Neumann
p.p. Cementos Bío Bío S.A.



Adj.: Lo indicado.



dictuc
INGENIERÍA QUE TRANSFORMA

Informe 1507395

Original

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Para: CEMENTOS Bío Bío S.A.

Santiago, 14 de noviembre de 2018

Empresa



Certificada

Título del Proyecto

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Autores:

Jefe de proyecto: Héctor Jorquera González

Dictuc S.A.

Vicuña Mackenna N° 4860, Macul – Santiago

Datos Mandante

Razón Social: Cementos Bío Bío S.A.

RUT: 91.755.000-K

Dirección Barros Errázuriz 1968, piso 11, Las Condes

Datos Cliente (si es distinto al Mandante)**Cuerpo del informe**

17 hojas (incluye portada)

Fecha del informe

14/11/2018

Información Contractual

Propuesta de trabajo N° 13/2018

OC N° 4501286059

Contraparte técnica

Nombre: Claudio Alberto Sanhueza Sandoval

Cargo: Subgerente Medio Ambiente y Sostenibilidad

E-mail: claudio.sanhueza@cbb.cl

Resumen

Este Informe presenta un análisis técnico respecto al Programa de Cumplimiento de la Planta de Cementos Bío Bío localizada en Teno, comuna de Curicó, Región del Maule.

**Hector
Jorquera**

Firmado digitalmente por Hector Jorquera
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=Hector Jorquera, o=Pontificia
Universidad Católica de Chile,
ou=Departamento de Ingeniería
Química y Bioprocesos,
email=jorquera@ing.puc.cl, c=CL
Fecha: 2018.11.15 16:24:31 -03'00'

Sr. Héctor Jorquera G.

Profesor Responsable

Dictuc S.A.

Sr. Felipe Bahamondes

Gerente General

Dictuc S.A.

NORMAS GENERALES

- El presente informe presenta los resultados preliminares del estudio: “Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.”, desarrollado durante el período de octubre a noviembre 2018.
- El presente informe fue preparado por **Dictuc** a solicitud del **Mandante** para incluirlo como téngase presente complementario a la Superintendencia del Medio Ambiente, Expediente: D-070-2016, bajo su responsabilidad exclusiva.
- Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en la Sección 3 del presente informe. Las conclusiones de este informe se limitan a la información disponible para su ejecución.
- Para el desarrollo de este estudio **Dictuc** utilizó información individualizada en la Sección 4 del presente Informe. Toda la información utilizada en el presente Estudio es pública, verificable y reproducible.
- La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de **Dictuc** mediante un Contrato de Uso de Marca.
- El **Mandante** podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean éstos autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por **Dictuc**, y si decide entregar el conocimiento del presente informe de **Dictuc**, a cualquier tercero, deberá hacerlo en forma completa e íntegra, y no partes del mismo.
- El presente informe es propiedad del **Mandante** sin embargo si **Dictuc** recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito al **Mandante**.
- El presente informe es resultado de las metodologías desarrolladas por **Dictuc**, del alcance del informe encomendado y de los antecedentes que el **Mandante** puso a disposición de **Dictuc**. El **Mandante** acepta expresamente que los resultados del presente informe pueden en definitiva, no serles favorables a sus intereses particulares.
- El **Mandante** declara conocer y aceptar los términos y condiciones generales para la prestación de servicios, disponibles para todo el público en su sitio web oficial: <http://www.dictuc.cl/tyc>

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 3 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA

CONTENIDO

1	Introducción	6
2	Objetivo	6
3	Alcances.....	6
4	Metodología y plan de trabajo	7
4.1	Plan de Trabajo	7
4.2	Metodología.....	7
5	Resultados	8
5.1	Resumen de antecedentes de calificaciones ambientales.	8
5.1.1	RSE N°485/1996	8
5.1.2	RSE N°47/2001	8
5.1.3	RSE N°92/2001	9
5.1.4	RES N°239/2002	10
5.2	Análisis de campañas de medición de emisiones del horno.....	11
5.2.1	Campaña de Abril 2017	12
5.2.2	Campaña de octubre 2017	14
5.2.3	Consideraciones respecto a impactos ambientales de emisiones de SO ₂ del horno	15
5.2.4	Consideraciones respecto al Programa de Cumplimiento	16
6	Conclusiones.....	16

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 4 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA

RESUMEN EJECUTIVO

Este Estudio realizó un análisis del Programa de Cumplimiento de la Planta Teno, de Cementos Bío Bío S.A. (en adelante, "El Cliente"), en la comuna de Curicó, Región del Maule. Para estos fines, el Consultor ocupó exclusivamente información pública, reproducible y que ha sido validada por la autoridad.

El Cliente está actualmente enfrentando un procedimiento administrativo sancionatorio por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), el cual se encuentra suspendido debido a la presentación de un Programa de Cumplimiento relativo la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) vigente, asociada a la operación del Proyecto de modificación de combustibles alternativos en la Planta Teno, ubicado en la comuna de Teno, VII Región. En forma específica, este Informe se refiere al ítem 2.4 de dicho Programa de Cumplimiento, el cual tiene por objetivo fiscalizar los aportes del combustible alternativo líquido (CAL) a las emisiones de SO₂ a la salida de la chimenea del horno clínker de la Planta Teno.

A través de los resultados de las mediciones hechas en la chimenea del horno en abril y octubre 2017 por la ETFA AIRON, más los análisis de azufre en combustibles, materia prima (crudo) y producto (clínker), fue posible establecer un balance de masa para cada condición de operación (con y sin CAL en mezcla de combustibles).

Los balances de masa muestran claramente que la emisión de SO₂ por la chimenea del horno es mucho menor que la cantidad de azufre que ingresa al proceso en los combustibles (expresada como SO₂). Por ejemplo, el 21 de abril de 2017 se emitieron 26,4 kg/h de SO₂ por chimenea e ingresaron en el combustible 225 kg/h, lo que indica que solamente un 11,7% del SO₂ es emitido por la chimenea; el restante 88,3 % es capturado en el clínker. Para el 12 de octubre de 2017, se emitieron 21,7 kg/h de SO₂ mientras que en el combustible ingresaron 259,4 kg/hr, esto indica que solo el 8,4% del SO₂ se descargó por la chimenea y el resto (91,6%) quedó capturado en el clínker. Usando estos porcentajes de captura o los datos de composición de azufre de los combustibles, se concluye que el aporte de CAL a las emisiones de SO₂ por la chimenea del horno es solo de 0,03% y 0,5% para abril y octubre 2017, respectivamente. En términos de concentraciones de SO₂ en la chimenea del horno, los respectivos aportes serían de 0,032 y 0,5 mg/Nm³, es decir, menos del 1% del límite de 50 mg/Nm³ para el CAL. Estos resultados implican que los aportes del CAL a las emisiones de SO₂ en la chimenea del horno son marginales.

Este resultado de los balances de masa indica que la Planta Teno está cumpliendo con las RCA N°047/2001 y N°239/2002 aplicables, ya que el aporte del CAL a las emisiones y concentraciones es marginal, en razón de que la emisión de SO₂ por chimenea está controlada por las características del proceso (contenido de azufre en pet coque, crudo y clínker).

Además, las emisiones totales de SO₂ medidas en el horno no superan los 720 kg/día, valor 6 veces menor al utilizado en la evaluación ambiental del proyecto respectivo para estimar los aportes a las concentraciones ambientales de SO₂ en el área de influencia del proyecto. Como el Cliente demostró que se cumplirían con las normas primaria y secundaria del SO₂ en dicha zona, en caso que la emisión del horno fuese de 4148 kg/día, podemos concluir que la operación real del horno está asociada a aportes a las concentraciones ambientales de SO₂ muy inferiores a las estimadas en dicho EIA.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 5 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



1 Introducción

El Cliente está actualmente enfrentando un procedimiento administrativo sancionatorio por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), el cual se encuentra suspendido debido a la presentación de un Programa de Cumplimiento relativo la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) vigente, asociada a la operación del Proyecto de modificación de combustibles alternativos en la Planta Teno, ubicado en la comuna de Teno, VII Región. En forma específica, este Informe se refiere al ítem 2.4 de dicho Programa de Cumplimiento, el cual tiene por objetivo fiscalizar los aportes del combustible alternativo líquido (CAL) a las emisiones de SO₂ en los gases de salida a través de la chimenea del horno clínker de la Planta Teno.

2 Objetivo

Generar un informe técnico que analice los cambios en la mezcla de combustibles utilizados en la Planta Teno, revisando el eventual impacto del combustible alternativo líquido (CAL) en las emisiones de SO₂, a la salida de la chimenea del horno de la Planta Teno. Se va a estimar también el aporte del uso de CAL a las concentraciones de SO₂ a la salida de dicha chimenea, considerando las mediciones realizadas en el marco del Programa de Cumplimiento y las condiciones más desfavorables de operación. También se va a clarificar la línea base de emisiones de SO₂ de la Planta Teno asociada al uso de combustibles sólidos, tal como fue aprobada ambientalmente. El Informe Técnico va a ser eventualmente utilizado como un 'Téngase Presente' por parte del Cliente ante la SMA.

3 Alcances

El Informe considera exclusivamente información disponible en forma pública y trazable. Además, en el caso de informes aportados por el Cliente, se trata de información pública entregada por el Cliente a la autoridad competente.

El Informe considera exclusivamente labores de oficina, no incluye mediciones o monitoreo ambientales adicionales a las ya existentes en la zona de Teno (incluyendo información que proporcione el Cliente). Tampoco se incluye visitas a terreno ni eventuales comparecencias ante el Tribunal Ambiental como perito experto.

Aparte de la información de dominio público disponible para la zona de Teno, el Cliente ha proporcionado la información técnica relevante mediante correo electrónico u otros medios.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 6 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



4 Metodología y plan de trabajo

4.1 Plan de Trabajo

El Plan de trabajo considera las siguientes actividades:

- a) Recopilación de antecedentes, incluyendo todas las RCA asociadas a la Planta Teno.
- b) Análisis de las mediciones realizadas en el Plan de Cumplimiento vigente, más información histórica de emisiones.
- c) Generación de informe técnico con resultados y conclusiones.

4.2 Metodología

Una primera etapa consiste en revisar las RCA emitidas para la Planta Teno, resumiendo los compromisos adoptados por el Cliente y como han sido fiscalizados por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). De aquí emergerá el marco actual de requisitos que debe cumplir Planta Teno y como ellos se deberían verificar por parte de la SMA.

Posteriormente, se aplica una metodología de balances de masa para estimar cuál sería el aporte medido (dentro de las actividades del Programa de Cumplimiento, ejecutadas por el Cliente) del uso de CAL a las concentraciones de SO₂ en los gases de salida a través de la chimenea del horno.

Los resultados del análisis arriba descrito se contrastan con las disposiciones de las RCAs vigentes y específicamente donde se hace referencia a las emisiones asociadas al uso de mezclas de combustible sólido con CAL en el proceso productivo.

Con los resultados del análisis se concluye respecto a la situación de cumplimiento de las RCAs por parte del Cliente. Por ejemplo, se podrá responder si el uso de CAL no implica aumentos significativos de las emisiones de SO₂ a la salida de la chimenea del horno. También se va a aclarar la línea base de emisiones esperables de la Planta Teno, dado que fue autorizada a operar previamente con combustible sólido (carbón).

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 7 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



5 Resultados

5.1 Resumen de antecedentes de calificaciones ambientales.

5.1.1 RSE N°485/1996

La Planta Teno fue aprobada ambientalmente por primera vez a través de la RSE N°485/1996 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Región del Maule, de fecha 6 noviembre 1996. En dicha Resolución solamente se menciona un seguimiento del Proyecto en lo que respecta a emisiones de partículas al aire, así como de muestreos isocinéticos en chimenea para verificar las emisiones de MP₁₀ y SO₂ declaradas en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Sin embargo, no se hace un pronunciamiento respecto a límites de concentración o emisión en las chimeneas de la Planta ya que, de acuerdo al EIA, se cumplen las normas de calidad del aire (MP₁₀, SO₂, CO) vigentes en el país en esa fecha.

5.1.2 RSE N°47/2001

La resolución N°47/2001 de fecha 27 de abril de 2001, calificó favorablemente el proyecto de sustitución del combustible original (Fuel Oil 6) hasta en un 40% (equivalente en poder calorífico) con combustible alternativo líquido (CAL). El Considerando 8.2.1 de esta Resolución estableció las siguientes condiciones para las emisiones de SO₂ del horno de clínker:

- a) Se permite hasta un 3% de contenido de azufre en el CAL, siempre y cuando las emisiones de SO₂ no superen los 50 mg/Nm³ en la chimenea del horno clínker, expresados como promedios de 24 horas. En caso que dicho promedio diario sobrepase el límite arriba citado, entonces el Titular deberá dejar de utilizar el CAL y notificar al Servicio de Salud, con el objetivo de verificar si dicha superación se debe al combustible o a la composición de la materia prima para producir cemento.
- b) En el evento que al suspenderse el uso de CAL se siga manteniendo la concentración de SO₂ por sobre los 50 mg/Nm³ en la chimenea del horno, se entenderá que dicho valor se debe a las condiciones del proceso y no a la combustión del CAL. Se deberá notificar al Servicio de Salud del Maule y se podrá continuar usando el CAL.
- c) Por el contrario, en caso que existan modificaciones significativas para este parámetro (concentración de SO₂ en la chimenea del horno), se deberá reducir el contenido de azufre en el CAL a valores menores a 1%, y solo se podrá usar un CAL con mayor contenido de azufre previa autorización del Servicio de Salud del Maule.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 8 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



Esta Resolución reconoce implícitamente que las emisiones de SO₂ del proceso de generación térmico de clínker dependen de: i) concentración de azufre en la materia prima, ii) concentración de azufre en los combustibles empleados, iii) cantidad de SO₂ absorbido en el mismo clínker producido, el que opera como un abatimiento de las emisiones de SO₂ debido a sus condiciones alcalinas. Esto último es ampliamente reconocido y está descrito en la información oficial de factores de emisión de plantas de cemento Portland publicada por la U.S. EPA¹.

Además, el apartado b) del Considerando 8.2 reconoce que es posible que la concentración de SO₂ en la chimenea del horno supere los 50 mg/Nm³ en ausencia de CAL, y que esto se debe en tal caso a las condiciones particulares del proceso (ver siguiente sección 5.1.3). Además, este apartado reconoce que es posible que el uso de CAL no altere de manera significativa la concentración de SO₂ en la chimenea del horno, en cuyo caso el Titular va a poder seguir utilizándolo en el proceso.

Finalmente, el apartado c) señala que es posible operar con CAL en todo momento, si es que su contenido de azufre es menor al 1%.

5.1.3 RSE N°92/2001

A través de la resolución N° 092/2001 del 2 de Mayo de 2001, se calificó favorablemente la sustitución del combustible originalmente planteado para la Planta Teno (Fuel Oil 6) por carbón mineral hasta en un 100%. En la DIA respectiva, se declara que para una emisión máxima de 5967.6 kg/día (correspondiente a trabajar con 100% de carbón mineral), se cumpliría con las normas primaria y secundaria para el SO₂ definidas en el DS N° 185 del 29 de septiembre de 1991. Por tanto, se entiende que la autoridad aprobó ese límite máximo de emisión de SO₂ (6 ton/día) para la Planta Teno. Además, se pide como seguimiento ambiental monitoreo en chimenea de las emisiones de MP₁₀, SO₂, NO_x, Plomo, Níquel, Cadmio y Vanadio. Este monitoreo es semestral y se debe reportar al Ministerio de Salud.

En esta Resolución no se hace mención explícita a las máximas concentraciones permisibles de SO₂ a través de la chimenea del horno de clínker. Por ejemplo, si asumimos² que el caudal de gases del horno era de 220.000 Nm³/h, entonces para una emisión máxima de SO₂ de 5967.6 kg/día la máxima concentración de SO₂ sería de 1130 mg/Nm³. En otras palabras, el uso de carbón mineral en un 100% implicaría una concentración de SO₂ en la chimenea del horno muy superior a los 50 mg/Nm³ mencionados en la Resolución N°47/2001. Esta gran diferencia se debe a que la modelación de calidad del aire usó el caso más desfavorable, en que todo el azufre del carbón mineral se

¹ Fuente: <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s06.pdf>

² En base a las mediciones de AIRON en el horno en abril y octubre de 2017.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 9 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



descargaría por la chimenea, sin considerar que gran parte del SO₂ emitido es capturado por el producto (clínker). En efecto, las mediciones realizadas por la empresa AIRON en el año 2017 muestran que las concentraciones de SO₂ emitido en la chimenea son menores a 150 mg/ Nm³. En otras palabras, las emisiones de SO₂ en la chimenea del horno dependen de parámetros de proceso, no solamente de la cantidad de entrada de azufre al proceso a través de la mezcla de combustibles empleados.

5.1.4 RES N°239/2002

Esta Resolución, de fecha 16 de octubre de 2002, calificó favorablemente la incorporación de coque de petróleo (o pet coque) como parte de la mezcla de combustibles ya aprobada en anteriores RCA (Fuel Oil 6, carbón mineral, CAL) hasta en un 100% y con la restricción de que, en cualquier combinación que se haga, el CAL no puede superar el 40% de la mezcla de combustibles (en equivalente de poder calorífico). Esta restricción proviene de la anterior RCA N°47/2001, ya que considera las potenciales emisiones de dioxinas y furanos (D/F) en caso que el aceite empleado en el CAL emita D/F al ser combustionado.

Con respecto a la composición máxima de azufre en los combustibles, el pet coque no puede exceder el 4%, el CAL el 1% y el carbón mineral y FO 6, 0.88% y 0.41%, respectivamente.

La Resolución reconoce que la nueva mezcla de combustibles puede hacer aumentar las emisiones de SO₂ con respecto a la situación anterior (mezcla de carbón mineral, FO 6 y CAL). El EIA respectivo indica, no obstante, que se cumpliría con las normas horaria, diaria y anual de SO₂ en el punto de máximo impacto (PMI) estimado mediante modelación de la dispersión de las emisiones de SO₂ del proyecto.

En el considerando 4.1.1 se indica que cuando se use un 100 % de pet coque como combustible, las emisiones de SO₂ en la chimenea del horno variarían entre 1851.3 y 4148.1 kg/día, dependiendo principalmente del crudo (materia prima) y no del combustible utilizado. Haciendo un balance de masa y asumiendo un caudal de gases en el horno de 220.000 Nm³/h, entonces las concentraciones estimadas de SO₂ estarían entre 350 y 785 mg/ Nm³.

Dado que estos valores son muy superiores a los medidos en la chimenea del horno, la diferencia se explica porque una parte importante de las emisiones de SO₂ son capturadas en el producto (clínker) del proceso. En el Considerando 6.1 se muestra la evaluación de impacto en calidad del aire para una emisión máxima de SO₂ de 4148.1 kg/día, mostrándose que en el PMI se cumple con todas las normas de calidad primaria y secundaria vigentes en el país.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 10 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



El Considerando 8 se hace cargo de las anteriores RCA asociadas al uso de combustibles en el horno de clínker de la Planta Teno, generando un consolidado de restricciones y exigencias.

Considerando 8.2.1: No habrá limitaciones a las composiciones del FO 6 y carbón mineral.

Considerando 8.2.2: El pet coque no puede tener más de un 4% de contenido de azufre.

Considerando 8.2.3: El CAL no puede tener más de un 3% de azufre.

Considerando 8.3.3: Las emisiones de SO₂ (del horno) no podrán exceder los 50 mg/ Nm³ (como promedio diario) cuando se esté operando con combustible alternativo (CAL). En el evento que se demuestre que esta superación no es causada por el CAL, de acuerdo a lo establecido en el punto 8.2.1 de la RSE N°47/2001 del 27 de abril de 2001, este límite no es aplicable (ver Sección 5.2.1 más arriba).

En resumen, el considerando 8.3.3 deja establecido que es factible que las concentraciones de SO₂ en la chimenea del horno superen los 50 mg/ Nm³, y que esto puede deberse a las condiciones del proceso (contenido de azufre en la materia prima y en combustible sólido, por ejemplo).

5.2 Análisis de campañas de medición de emisiones del horno

Como parte del Programa de Cumplimiento Ambiental de la Planta de Teno, el Cliente encomendó realizar dos mediciones trimestrales de las emisiones de SO₂ del horno, las que se realizaron en abril y octubre de 2017 a través de la ETFA AIRON Ingeniería y Control Ambiental. En ambas campañas se hicieron mediciones del horno operando con un 100% de pet coque y con una mezcla que contenía un 2% aproximado de CAL, para verificar el cumplimiento del ítem 8.3.3 de la Resolución N° 239/2002.

Junto con estas mediciones de gases en la chimenea del horno, el Cliente realizó análisis de azufre del crudo (materia prima), del pet coque y del CAL (en los casos que se usó), de manera de poder realizar un balance de masa para el azufre, considerando todas las entradas y salidas del proceso, como se muestra en la figura 1.

A continuación, se presentan los resultados de ambas campañas de monitoreo, junto con los respectivos balances de masa.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 11 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA

5.2.1 Campaña de Abril 2017

La siguiente Tabla resume las mediciones realizadas por la ETFA AIRON:

Tabla 1. Mediciones en chimenea horno de Planta Teno

Fecha	Combustible	Caudal (Nm ³ /h)	SO ₂ (mg/Nm ³)	SO ₂ (kg/h)	Consumos (t/h)	
					Pet coque	CAL
20/04/2017	Pet coque	215.034	133,8	28,8	5,44	0
21/04/2017	Pet coque+CAL	216.201	122,3	26,4	5,49	0,12

Fuente: Informes de AIRON 353A-2017 y 352A-2017.

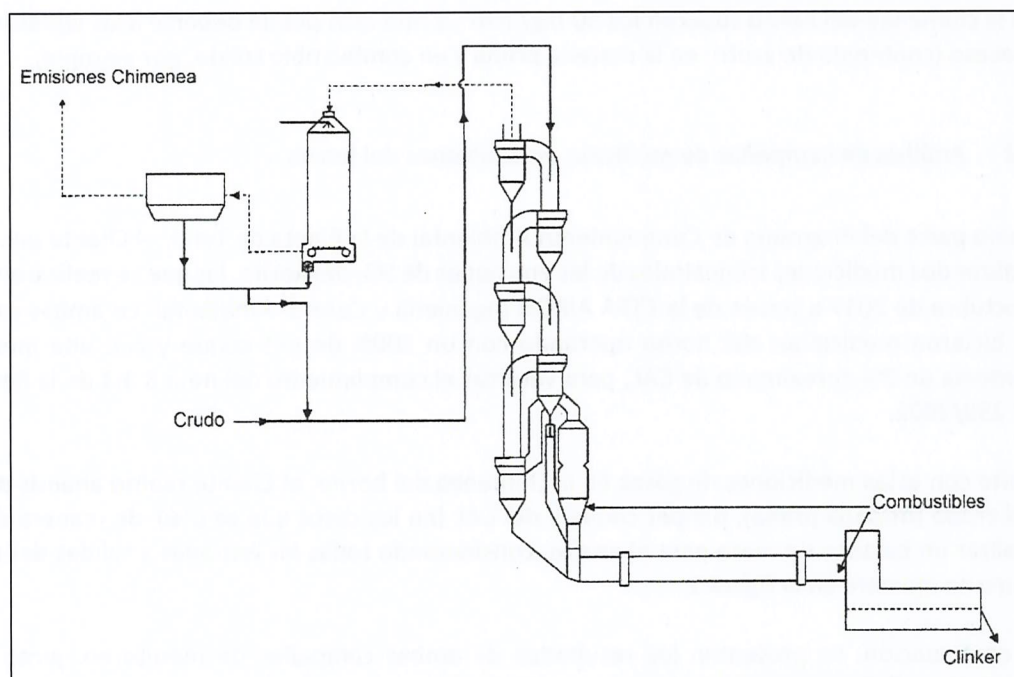


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de clínker en el horno Planta Teno.

La siguiente Tabla resume el balance de masa de azufre a la entrada y salida del proceso de producción de clínker.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 12 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



Tabla 2. Balance de masa de azufre para las mediciones realizadas en abril 2017.

ENTRADA										
Fecha	Crudo			Petcoke			C.A.L.			Total azufre entrada
	ton/h	% SO3	kg S/h	ton/h	%S	kg S/h	ton/h	% S	kg S/h	kg S/h
20-04-2017	134,6	0,59%	317,6	5,44	1,97%	107,2				424,8
21-04-2017	134,8	0,64%	345,2	5,49	2,05%	112,5	0,12	0,03%	0,03	457,8
SALIDA										
Fecha	Chimenea				Clinker			Total Azufre salida		
	ppm SO2	m3N/h	kg SO2/h	kg S/h	ton/h	% SO3	kg S/h	kg S/h		
20-04-2017	51,1	215.034	28,8	14,4	81,1	1,27%	411,6	426,0		
21-04-2017	46,7	216.201	26,4	13,2	81,3	1,36%	441,7	454,9		

Fuente: análisis de contenido de azufre en combustible, materias primas y productos (realizados por el laboratorio de CBB) más mediciones en chimenea realizadas por AIRON.

Se aprecia en la Tabla 2 (para el 21 de abril) que el aporte del CAL a la entrada de azufre al sistema es despreciable, ya que es del orden del 0,006% del total que ingresa al proceso. La mayor cantidad de azufre que ingresa al sistema es en la materia prima (crudo), seguido del pet coque. A la salida del proceso, la mayor cantidad del azufre que ingresó al proceso quedó retenido en el clinker, y solamente entre un 5,6% y un 6,8% se descargó por la chimenea como gas. En términos de SO₂, esto indica que se emitieron 26,4 kg/h de SO₂ por chimenea e ingresaron en el combustible 225 kg/h de SO₂ (equivalentes a 112,5 kg S/h contenidos en el pet coque), lo que indica que solamente un 11,7% del SO₂ es emitido por la chimenea, el restante 88,3 % es capturado en el clinker.

Si considerásemos que el 11,7% del azufre que aporta el CAL (0,03 kg S/h) sale por la chimenea del horno como SO₂, el aporte a la concentración de SO₂ en ese caudal sería de 0,032 mg/Nm³. Este valor está muy por debajo del total medido en esa medición, que fue de 122,3 mg/Nm³. Si se aumentara 20 veces el valor de CAL usado, para llevarlo al límite de 40% aprobado ambientalmente, la concentración que aportaría a los gases de chimenea del horno sería a lo más de 0,64 mg/ Nm³, con los mismos supuestos. Con este resultado, se puede concluir que el balance de masas muestra que el aporte del CAL a las emisiones de SO₂ en la chimenea del horno es muy marginal con respecto al total de emisión de SO₂ allí medida, ya que correspondió a un 0,026% del total de dicha emisión.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 13 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



5.2.2 Campaña de octubre 2017

La siguiente Tabla resume las mediciones realizadas por la ETFA AIRON:

Tabla 3. Mediciones en chimenea horno de Planta Teno

Fecha	Combustible	Caudal (Nm ³ /h)	SO ₂ (mg/Nm ³)	SO ₂ (kg/h)	Consumos (t/h)	
					Pet coque	CAL
12/10/2017	Pet coque+CAL	213.109	102,0	21,7	6,48	0,15
13/10/2017	Pet coque	212.238	58,6	12,4	6,86	0

Fuente: Informes de AIRON 830A-2017 y 832A-2017.

La Tabla 4, resume el balance de masa de azufre a la entrada y salida del proceso de producción de clínker. Nuevamente, se aprecia que el aporte de azufre del CAL es de 0,69 kg S/h frente a 129 kg S/h aportados por el pet coque. De este total de azufre aportado al quemarse la mezcla de combustibles (129,69 kg S/h), solo 10,9 kg S/h se descargan por la chimenea, lo que constituye un 7,8 % del total ingresado en el combustible y esto se explica por la captura de SO₂ en el producto (clínker). Luego, podríamos hacer una estimación de que el aporte del CAL a las emisiones de SO₂ por chimenea sería de $0,69 \times 0,078 \times 2 = 0,11$ kg SO₂/h, o bien, usando el caudal mostrado en la Tabla 3, el aporte a la concentración del SO₂ en chimenea sería de 0,52 mg/Nm³, frente a un total de 102 mg/Nm³ medido en chimenea (Tabla 3), lo que es un 0,5% del total de emisiones de SO₂ por la chimenea. Este resultado se obtuvo para un 2,3 % de proporción de CAL en la mezcla de combustibles. Si se lleva este resultado a un 40% de proporción de CAL, resultaría una emisión neta por chimenea de 1,91 kg/h, o bien, 9,0 mg/Nm³, es decir, un 8,1% del total de SO₂ emitido por la chimenea del horno (que en tal caso ascendería a 111 mg/Nm³).

En la Tabla 3 se aprecia que la concentración de SO₂ en la chimenea aumenta en 43,4 mg/Nm³ al usarse una mezcla con 2,3% de CAL el 12 de octubre, versus la operación con 100% pet coque el 13 de octubre. Dadas las estimaciones del párrafo precedente, queda claro que ese aumento de concentración de 43,4 mg/Nm³ no puede atribuirse a un aporte del azufre en el CAL, sino a cambios en los parámetros de los procesos en esos días.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 14 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



Tabla 4. Balance de masa de azufre para las mediciones realizadas en octubre 2017.

ENTRADA										
Fecha	Crudo			Petcoke			C.A.L.			Total azufre entrada
	ton/h	% SO3	kg S/h	ton/h	%S	kg S/h	ton/h	% S	kg S/h	kg S/h
12-10-2017	125,0	0,30%	150,0	6,48	1,99%	129,0	0,15	0,46%	0,69	279,6
13-10-2017	125,0	0,32%	160,0	6,86	2,40%	164,6				324,6
SALIDA										
Fecha	Chimenea				Clinker			Total Azufre salida		
	mg/m3N SO2	m3N/h	kg SO2/h	kg S/h	ton/h	% SO3	kg S/h	kg S/h		
12-10-2017	102,0	213.109	21,7	10,9	78,1	0,85%	265,6	276,5		
13-10-2017	58,6	212.238	12,4	6,2	79,6	0,89%	283,5	289,7		

Fuente: análisis de contenido de azufre en combustible, materias primas y productos (realizados por el laboratorio de CBB) más mediciones en chimenea realizadas por AIRON.

5.2.3 Consideraciones respecto a impactos ambientales de emisiones de SO₂ del horno

Ya se ha constatado en las Tablas 1 a la 4 de mediciones en la chimenea del horno, que las emisiones de SO₂ son menores a 30 kg/h, o bien 720 kg/día. Como ya se ha mencionado en la sección 5.1.4 de este Informe, en la EIA del proyecto de cambio de la mezcla de combustibles a pet coque (que da origen a la RES N°239/2002) en la Planta Teno, se estimó que para emisiones de SO₂ de 4184 kg/día se cumple con todas las normas de calidad (primaria y secundaria) para el SO₂ en el punto de máximo impacto. Luego, la operación real reportada con un 100% de pet coque (Tablas 1 y 3) muestra emisiones efectivas menores, lo que se atribuye a que en la evaluación ambiental del Proyecto se hizo una estimación pesimista de las emisiones (sin considerar la captura de SO₂ en el clinker). En otras palabras, los impactos actuales de SO₂ de las emisiones del horno son muy inferiores a los estimados en la evaluación ambiental del Proyecto, por lo que se estaría cumpliendo ampliamente con la normativa (primaria y secundaria) de calidad del aire para SO₂ en el área de influencia del proyecto.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 15 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



5.2.4 Consideraciones respecto al Programa de Cumplimiento

Dados los resultados obtenidos con las mediciones de emisiones de chimenea más el balance de masa para el azufre en el proceso, se constata que se está cumpliendo con el considerando 8.3.3 de la Resolución N° 239/2002, puesto que se ha verificado que el uso de CAL en la mezcla de combustibles no implica cambios significativos en las emisiones de SO₂ por la chimenea del horno, tanto cuando la concentración de SO₂ en la chimenea es mayor o menor a 50 mg/Nm³. Estos cambios de niveles de concentración se deben principalmente a cambios en los demás parámetros de proceso (contenido de azufre en crudo, clínker y pet coque).

6 Conclusiones

Se revisó todas las Resoluciones de Calificación Ambiental atinentes a la operación del horno de la Planta Teno de Cementos Bío Bío S.A. La RCA vigente, que aprueba el uso de coque de petróleo en el horno de clínker de BBC-Teno, es la N° 239/2002, la que en su considerando 8.3.3 establece: *“Las emisiones de SO₂ (del horno) no podrán exceder los 50 mg/Nm³ (como promedio diario) cuando se esté operando con combustible alternativo (CAL). En el evento que se demuestre que esta superación no es causada por el CAL, de acuerdo a lo establecido en el punto 8.2.1 de la RSE N°47/2001 del 27 de abril de 2001, este límite no es aplicable”.*

A través de los resultados de las mediciones hechas en la chimenea del horno en abril y octubre 2017 por la ETFA AIRON, más los análisis de azufre en combustibles, materia prima (crudo) y producto (clínker), fue posible establecer un balance de masa para cada condición de operación (con y sin CAL en mezcla de combustibles).

Los balances de masa muestran claramente que la emisión de SO₂ por la chimenea del horno es mucho menor que la cantidad de azufre que ingresa al proceso en los combustibles (expresada como SO₂). Por ejemplo, el 21 de abril de 2017 se emitieron 26,4 kg/h de SO₂ por chimenea e ingresaron en el combustible 225 kg/h de SO₂, lo que indica que solamente un 11,7% del SO₂ es emitido por la chimenea; el restante 88,3 % es capturado en el clínker. Para el 12 de octubre de 2017, se emitieron 21,7 kg/h de SO₂ mientras que en el combustible ingresaron 259,4 kg/hr de SO₂, esto indica que solo el 8,4% del SO₂ se descargó por la chimenea y el resto (91,6%) quedó capturado en el clínker. Usando estos porcentajes de captura o los datos de composición de azufre de los combustibles, se concluye que el aporte de CAL a las emisiones de SO₂ por la chimenea del horno es solo de 0,03% y 0,5% para abril y octubre 2017, respectivamente. En términos de concentraciones de SO₂ en la chimenea del horno, los respectivos aportes serían de 0,032 y 0,5 mg/Nm³, es decir, menos del 1% del límite de

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 16 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA



50 mg/Nm³ para el CAL. Estos resultados implican que los aportes del CAL a las emisiones de SO₂ en la chimenea del horno son marginales.

Este resultado de los balances de masa indica que la Planta Teno está cumpliendo con las RCA N°047/2001 y N°239/2002, aplicables, ya que el aporte del CAL a las emisiones y concentraciones es marginal, en razón de que la emisión de SO₂ por chimenea está controlada por las características del proceso (contenido de azufre en pet coque, crudo y clínker).

Además, las emisiones totales de SO₂ medidas en el horno no superan los 720 kg/día, valor 6 veces menor al utilizado en la evaluación ambiental del proyecto respectivo para estimar los aportes a las concentraciones ambientales de SO₂ en el área de influencia del proyecto. Como el Cliente demostró que se cumplirían con las normas primaria y secundaria del SO₂ en dicha zona, en caso que la emisión del horno fuese de 4148 kg/día, podemos concluir que la operación real del horno está asociada a aportes a las concentraciones ambientales de SO₂ muy inferiores a las estimadas en dicho EIA.

Análisis del Programa de Cumplimiento RCA de Planta Teno, VII Región, Acción 2.4.

Informe Final

Página 17 de 17

Código V01: FI-A.03-DSA

