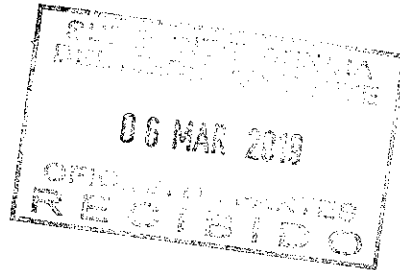


07 de Marzo de 2019


**Sr. Rubén Verdugo**  
**Jefe División de Fiscalización**  
**Superintendencia del Medio Ambiente**  
**Teatinos # 280, piso 8**  
**Santiago**



Estimado Señor:

Por intermedio de la presente entregamos documentación solicitada en Acta de Inspección Ambiental del día 20 de Febrero de 2019, realizada por los fiscalizadores SMA, Sra. Karina Febre y Sr. Francisco Alegre.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.

  
**Guillermo Escobar Wilkinson**  
Subgerente de Operaciones

**SOPROCAL CALERIAS E INDUSTRIAS S.A.**



**SOPROCAL, CALERIAS E INDUSTRIAS S.A.**

### **Solicitud de corrección en acta de fiscalización.**

En el punto 8 de acta de inspección ambiental fecha 20 de enero de 2019, se debe corregir las líneas 2 y 3 del segundo párrafo, donde se enuncia lo siguiente "se ocupa **Petróleo N°6** como combustible, dado que, a partir de dicha fecha, se utiliza carbón bituminoso y **Fuel N°6**. El **Fuel** se usa durante los encendidos de planta y el carbón cuando la fuente ya se encuentra en régimen", lo correcto es uso de petróleo Diesel durante la encendida.

## ACTA DE INSPECCION AMBIENTAL

1. ANTECEDENTES		
1.1 Fecha de Inspección: 20 de febrero de 2019	1.2 Hora de inicio: 10:00 hrs	1.3 Hora de término: 13:30 hrs
1.4 Nombre de la Unidad Fiscalizable: Sopracal S.A. (Fabrica de Cal uso de Aceites Usados) - Melipilla		1.5 Estado operacional de la Unidad Fiscalizable: En operación
1.6 Ubicación de la Unidad Fiscalizable: Avenida José Massoud N°230, Melipilla	Comunas: Melipilla	Región: Metropolitana
1.7 Titular de la Unidad Fiscalizable: Soprocál S.A.		Domicilio: Avenida José Massoud N°230, Melipilla
RUT o RUN: 92.108.000-K	Teléfono: (56 2) 28323003	Correo electrónico: <a href="mailto:rthiers@soprocál.cl">rthiers@soprocál.cl</a>
1.8 Representante Legal de la Unidad Fiscalizable: Ricardo Thiers		Domicilio: Avenida José Massoud N°230, Melipilla
RUN: 8.222.780-6	Teléfono: (+56 2) 28323003	Correo electrónico: <a href="mailto:rthiers@soprocál.cl">rthiers@soprocál.cl</a>
1.9 Encargado o Responsable de la Unidad Fiscalizable: Patricio Vicencio		Domicilio: Avenida José Massoud N°230, Melipilla
RUN: 8.175.240-0	Teléfono: (+56 2) 28323003	Correo electrónico: <a href="mailto:pvicencio@soprocál.cl">pvicencio@soprocál.cl</a>
1.10 Encargado o Responsable de la Unidad Fiscalizable participa en la Inspección Ambiental: (Marque con x según corresponda) SI <input checked="" type="checkbox"/> X NO <input type="checkbox"/>		
2. MOTIVO DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN		
2.1 Programada: <input type="checkbox"/>	2.2 No programada: <input checked="" type="checkbox"/> X Motivo: Denuncia <input checked="" type="checkbox"/> X Oficio <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	
3. MATERIA ESPECÍFICA OBJETO DE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL		
Descripción del proyecto, emisiones atmosféricas.		
4. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS		
Resolución Exenta N°067/2000 de 30 de junio de 2000 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente		
Decreto N°31/2017 MMA Establece el Plan de Prevención y Descontaminación para la Región Metropolitana de Santiago (PPDA)		
5. OPOSICIÓN/OBSTRUCCIÓN AL INGRESO		

5.1 Existió Oposición/Obstrucción al Ingreso:) SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Describir las circunstancias o acontecimientos ocurridos:
5.2 Se solicitó auxilio de Fuerza Pública para el Ingreso a la Unidad Fiscalizable (Sólo SMA): SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Indicar N° de certificado de oposición SMA y solicitud del auxilio de la fuerza pública:
<b>6. ASPECTOS ASOCIADOS A LA EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL</b>	
6.1 Se ejecutó la Reunión Informativa: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> En caso de respuesta negativa, fundamentar en el numeral 7 de la presente Acta. En caso de respuesta afirmativa, responder lo siguiente:	
a) Se informaron las materias objeto de la fiscalización b) Se informó la normativa ambiental pertinente c) Se informó el orden en que se llevaría a cabo la inspección d) Se explicó brevemente los métodos que se usarían para documentar y registrar el estado en que se encuentra la Unidad Fiscalizable	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
6.2 Actividades de Inspección realizadas Inspección Ocular: <input checked="" type="checkbox"/> Captura Fotográfica: <input checked="" type="checkbox"/> Registro Coordenadas: <input checked="" type="checkbox"/> Toma de Muestras: <input type="checkbox"/> Mediciones: <input type="checkbox"/> Representación Gráfica: <input type="checkbox"/> Encuestas o Entrevistas: <input type="checkbox"/> Otras (especificar): <input type="checkbox"/>	
6.3 Existió colaboración por parte de los fiscalizados: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> (En caso de ser negativo, fundamentar en el numeral 7 de la presente Acta)	
6.4 Existió trato respetuoso y deferente hacia los fiscalizadores: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> (En caso de ser negativo, fundamentar en el numeral 7 de la presente Acta)	
<b>7. OBSERVACIONES ASOCIADAS A LA EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL</b>	
-	
<b>8. HECHOS CONSTATADOS Y/O ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	
<p>Se dio comienzo a la actividad de inspección mediante una reunión de inicio, en la que participaron los fiscalizadores de la SMA con Patricio Vicencio, Jefe de Producción de planta. En esta reunión se explicaron los alcances de la actividad, y las materias que serían abordadas, así como el recorrido a realizar por la planta.</p> <p>Respecto al proceso, Patricio Vicencio informó que el Horno N°2 produce entre 300 a 350 ton/día de cal, y que desde el año 1990 no se ocupa Petróleo N°6 como combustible, dado que, a partir de dicha fecha, se utiliza solo Carbón Bituminoso y FUEL N°6. El FUEL se usa durante los encendidos de planta y el Carbón cuando la fuente ya se encuentra en régimen.</p> <p>Además, indicó hace 10 años aproximadamente, se intentó utilizar Petcoke como fuente, pero que el proyecto evaluado ambientalmente fue rechazado por la Corema RM. Asimismo, señaló que de los análisis de elementos (furanos, dioxinas, etc.) asociados al uso de aceites lubricantes usados, se obtuvieron valores mayores a los valores declarados. En base a lo anterior, esta fuente de combustible, tampoco fue utilizada.</p> <p>Respecto al evento denunciado por vecinos ingresado a la Superintendencia con fecha 31 de enero de 2019, Patricio Vicencio señaló que este fue un tema puntual ocurrido el día 17 de enero del presente año. Dicho evento se debió a que el "rosco" (tornillo) que transporta el polvo del filtro del sistema de abatimiento del Horno N°2 presentó una falla, por ende, se tuvo que detener su funcionamiento. Posteriormente, al encender el Horno, por un error humano, se dio mayor cantidad de diésel que el que requería</p>	

el sistema, por aproximadamente unos 4 minutos, tiempo en el cual el Horno alcanza a emitir humo negro por aproximadamente 4 a 5 minutos, hasta que el operador cerró la válvula de entrega de combustible.

Además, señaló que, por protocolo autorizado por Salud, se cuentan con 15 minutos de rango para emitir poder emisiones mayores durante los periodos de encendido del Horno.

Respecto al funcionamiento del Horno N°2, Patricio Vicencio señaló que el horno genera, vapor de agua, que es lo que se observa a simple vista, y material particulado visible, cuando existe una ineficiencia en el filtro, situación que se detectará inmediatamente, cuando se cuenten con el sistema de medición de este parámetro en línea (CEMS de MP en septiembre de este año).

Además, informó que la Planta tiene con 5 molinos que cuentan con filtros de manga cada uno, con el objeto de captar las emisiones de material particulado.

Actualmente, de acuerdo a lo señalado por Patricio Vicencio, el Horno N°1 se encuentra detenido por programa, cabe señalar que este horno opera generalmente entre 1 a 3 meses en el año, y dado que cuenta con una tecnología más antigua, este horno no se utiliza regularmente. Respecto al Horno N°2, señaló que este se encuentra actualmente en mantención, y es el horno que se utiliza principalmente en la Planta.

#### Estación N°1 Sala de Control

Se procedió a visitar la Sala de Control, donde se maneja remotamente los hornos, molinos y demás instalaciones. Allí se observó el proceso del Molino N°3, junto con su respectiva hidratadora, así como el Molino 4 y 5, que, de acuerdo a lo señalado por Patricio Vicencio, se encontraban detenidos por mantención. Además, se observó el Horno N°2 con su respectivo molino, el precipitador electrostático (PPT), y el Horno N°1.

Toda la información observada al momento de la visita, fue capturado mediante registro fotográfico.

#### Estación N°2 – Horno N°2

Se procedió a visitar el Horno N°2, donde se observó el “rosco” (tornillo) de salida que falló en el evento antes mencionado, así como el precipitador electrostático.

Se constató el punto de muestreo de medición de emisiones del horno y los diferentes componentes de éste.

Se observó a un trabajador humectando el suelo en ese sector, mediante manguera.

#### Estación N°3 – Horno N°1

Se observó el Horno N°1 con sus diferentes componentes (molino, etc). Se constató que este no se encontraba en funcionamiento, al igual que el Horno N°2.

#### Estación N°4 – Almacenamiento de materias primas

A un costado del Horno N°2, se observó el sector donde se deposita el carbón para ser utilizado en los Hornos, así como el estanque de almacenamiento de diésel.

#### Estación N°5 – Almacenamiento de Cal

A un costado del Horno N°1 se observan los silos donde se almacena la cal viva. Según lo indicado por Patricio Vicencio, de acuerdo a normativa, este material, sólo se puede almacenar en bodega y silo.

Asimismo, en el exterior de los silos, se observan sacos de cal, que, según Patricio Vicencio, corresponden a cal hidratada, la cual no esta afecta a la misma normativa que el almacenamiento de cal viva, por tanto, se puede almacenar en el exterior.

Al fondo de este sector, se observa un depósito de material fino blanquecino, que, según Patricio Vicencio, corresponde a fino de caliza (carbonato de calcio) para uso de cal agrícola que, junto a caliza granulada, depositada en otro sector, es materia prima para el proceso de cal.

**9. DOCUMENTOS PENDIENTES DE ENTREGAR POR PARTE DEL TITULAR**

N°	Descripción
1	Programa de mantención de los sistemas de abatimiento (Precipitadores Electrostáticos) del Horno 1 y Horno 2 del año 2017, 2018 y 2019.
2	Especificaciones técnicas (ficha técnica) del PPT que dé cuenta del valor del porcentaje de eficiencia del equipo de abatimiento y pruebas realizadas por laboratorio que garanticen dicha eficiencia.,
3	Ruta de calculo de la potencia térmica que demuestre si es mayor o menor a 20 megawatt térmico.
4	Resultados del programa de monitoreo y documentos que acrediten la no ejecución del proyecto "Utilización de Aceites Lubricantes tratados como combustibles en los hornos de calcinación de la fábrica de cal SOPROCAL S.A." señalado en Considerando 4 b) de la Resolución Exenta N°067/2000 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.
5	Las acciones correctivas que se aplicarán para evitar que el evento ocurrido el 17 de enero no vuelva a suceder.
6	Copia de documento denominado como "Exposición Informativa Obligaciones Normativas según nuevo PPDA".

Plazo envío de Documentos Pendientes en formato digital (en días hábiles)

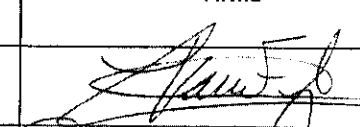
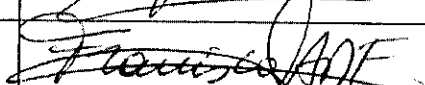
10 días hábiles.

Plazo de entrega: viernes 06 de marzo de 2019

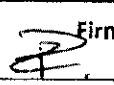
Dirección de la oficina a las que debe ser enviada la información o antecedentes

Oficina de Partes SMA: Teatinos 280, piso 8, Santiago

**10. FISCALIZADORES PARTICIPANTES (comenzando con el encargado/a de las actividades de Inspección Ambiental)**

Nombre	Organismo	Firma
Karina Febre	SMA	
Francisco Alegre	SMA	

**11. OTROS ASISTENTES**

Nombre	Institución/Empresa	Firma
Patricio Vicencio	Soprocal S.A.	

<b>12. RECEPCIÓN DEL ACTA</b>		
<b>12.1 El Encargado o Responsable de la Unidad Fiscalizable recepcionó copia del Acta:</b> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	<b>En caso de que el Acta no haya sido recepcionada, indique el motivo:</b> Ausencia del Encargado _____ Negación de Recepción _____ Otro _____ <b>Observaciones:</b>	



## **INDICE.**

1. Programa de mantenimiento precipitador electrostático.
2. Especificaciones técnicas PPT.
3. Ruta de cálculo potencia térmica.
4. Programa de monitoreo por no ejecución de proyecto (uso de aceites lubricantes tratados como combustible).
5. Acciones correctivas por evento ocurrido el 17 de enero de 2019.
6. Exposición informativa obligaciones normativas según PPDA.


# PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

PRECIPITADOR  
ELECTROSTÁTICO.



**SOPROCAL**

<b>ELABORADO POR</b> Gerardo Gamboa C.	<b>REVISADO POR</b> Guillermo Escobar W.	<b>APROBADO POR</b> Guillermo Escobar W.
FECHA: 06/02/2017	FECHA: 08/02/2017	FECHA: 08/02/2017

 <b>SOPROCAL</b>	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	<b>Versión</b> 1.0
		<b>Página</b> 2 de 9

## 1. OBJETIVO.

El objetivo del programa es establecer las acciones a desarrollar en el mantenimiento preventivo de los filtros para asegurar su óptimo funcionamiento cumpliendo con las emisiones contaminantes establecidas por la ley.

## 2. ALCANCE.

El alcance de este programa involucra a todos los encargados de realizar mantenimiento electro/mecánico de los distintos componentes del sistema precipitador electrostático. Abarca también a personal contratista.

## 3. DEFINICIONES.


**Mantenimiento Preventivo:** Tareas de revisión de los elementos del equipo con el fin de detectar a tiempo posibles fallos, además de labores de engrase, ajustes, limpieza, etc.

**Precipitador electroestático:** Dispositivo que se utiliza para atrapar partículas mediante su ionización, atrayéndolas por una carga electrostática inducida.

## 4. GENERALIDADES.

El mantenimiento de los sistemas de captación de polvos constituye un elemento clave para el control de la exposición de los trabajadores. Sin un adecuado mantenimiento la efectividad de los sistemas se vería reducida y además se producirán pausas no programadas por fallas en sus componentes, alterando considerablemente los programas de producción y el cumplimiento de las normativas legales aplicables. Es decir que el mantenimiento afecta en:

- a) La seguridad de los operadores
- b) La eficiencia
- c) Costos
- d) Calidad
- e) Confiabilidad (entregas a tiempo)
- f) Medio ambiente
- g) Comunidad

	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	Versión 1.0
		Página 3 de 9

De lo anterior deducimos que es fundamental el funcionamiento y la mejora constante de nuestro sistema de mantenimiento.

## 5. DESCRIPCIÓN DE TAREAS.

Los principales tipos de mantenimiento realizados durante el año se pueden agrupar en tres:

### **Mantenimiento Preventivo Periódico Permanente.**

Actividades realizadas de acuerdo a un orden lógico de mantenimiento, basadas en las recomendaciones del fabricante.

### **Mantenimiento Preventivo Periódico Productivo.**

Elaborado en un 100% de acuerdo con las necesidades productivas, se realiza después de elaborar en conjunto a los programas de producción.

### **Mantenimiento Preventivo Periódico por Over Haul (cero horas).**


Programa de actividades aplicable en las paradas generales de planta donde se detienen totalmente las actividades productivas durante una o dos veces al año.

Ya que realiza una parada general de planta una vez al año, esto trae por consiguiente que los precipitadores electroestáticos se les realiza mantención sólo en este periodo, esto hace que se limite el tiempo de mantención con respecto a los otros equipos de la planta.


Para diseñar un plan de acción, se entiende que todos los precipitadores tienen el mismo principio de funcionamiento, por ende, se realiza el plan de mantenimiento general para todos ellos.

### **Inspección completa del precipitador:**

- Inspeccionar la unidad T-R (Conjunto transformador- rectificador): en él se verifica que los filtros de aire del gabinete del conjunto rectificador no estén fisurados, así no habrá infiltración de polvo al interior del gabinete.
- Revisar cámaras de aisladores y soporte de electrodos.

 <b>SOPROCAL</b>	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	<b>Versión</b> <b>1.0</b>
		<b>Página</b> <b>4 de 9</b>

- Revisión y limpieza de partes internas: (aisladores, placas, electrodos), retiro de acumulación polvo.
- Mantenimiento de CCM: (cubiculos, contactores, P.R, TDF, tierras).
- Detectar posibles infiltraciones de aire: estas se deben realizar en las juntas de expansión y puertas, como así igual en las paredes internas por deterioro de carcaza.
- Accionamiento golpe de placas y electrodos: revisar todos los martillos que estén en su correcto sentido de giro, que no estén agripados, que estén todos los descansos y ejes, el motorreductor con su respectiva lubricación, la prensa estopa pasada de eje, el sistema estructural y el aislador de eje del sistema de golpe electrodo que no esté fisurado ni agrietado.
- En los dámperes: revisar el acoplamiento al motor, articulaciones y pivotes, rodamientos, persianas, sistema estructural y lubricación.
- Válvulas rotatorias: verificar flanges, rodamientos, motorreductor, sprockets, su lubricación y que no exista fugas.
- Rastra de fondo: en esta área se debe verificar el estado de los barredores, eslabones, pasadores, seguros, zapatas, motorreductor, los sprocket motriz y conducido, los rodamientos, la cadena, prensa estopa pasada de eje y la lubricación.
- Tolvas: vaciar la tolva de ceniza y eliminar cualquier acumulación residual de polvo en las piezas internas. Revisar y reparar todos los detectores de nivel. Comprobar, limpiar y reparar las válvulas de descarga de polvo.
- Alineación de las placas y cables. Cualquier inclinación o desalineamiento necesita corrección. Esta verificación debe realizarse para cada conjunto de placas de campo dentro del precipitador.
- Transportador transversal: verificar el tornillo sinfín descansos, prensa estopa pasada de ejes, sprockets, cadena de transmisión, sistema estructural y la lubricación con la aislación térmica.
- Pantalla de gases: verificar que se encuentren todas las placas de la pantalla de entrada. Para realizar la inspección completa del PPT (precipitador), esta se debe hacer primero en sucio, para identificar más fácilmente las fallas más evidentes y si hay acumulaciones de polvo en algún sector determinado que precipite el PPT para ver las repuestas de el

	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	<b>Versión</b> 1.0
		<b>Página</b> 5 de 9

porque se generó eso, al tener esta inspección realizada se lleva a cabo la limpieza general del PPT para revisar sus componentes en limpio.


#### **Reparaciones que se tienen que realizar:**

- Desalineamiento: este tipo de reparación tiene que diferenciarse entre placas colectoras y electrodos de descarga.
- Enderezamiento de las placas colectoras cuando haya pandeo excesivo mediante aplicación de prensa hidráulica, calentamiento localizado con soplete, retiro y cambio de los soportes de las placas. Si es necesario realizar un reemplazo mayor de las placas, se deberá retirar la parte superior del precipitador.
- Corrección y reemplazo de electrodos: Los electrodos doblados o el desalineamiento de las guías y marcos de soporte son una causa que muy a menudo causan problemas al interior del precipitador. En caso de encontrar esto se debe reemplazar el marco. Si la distorsión no es mayor y sólo algunos electrodos presentan soldadura, entonces pueden eliminarse. Se debe tener en consideración que el PPT puede funcionar como máximo con el 90% del total de electrodos, si este porcentaje baja, afecta la eficiencia de éste.
- Sistema de golpe: se tienen que cambiar los descansos más gastados de los ejes de martillo, a su vez los martillos que no se encuentren, como los que estén más agripados.
- Vaciar la tolva de los polvos precipitados y eliminar cualquier acumulación residual de polvo en las piezas internas, reparar todos los detectores de nivel. Comprobar, limpiar y reparar las válvulas rotatorias de descarga de polvo.

Otro punto en la mantención es el cambio de componentes, ya que hay algunos que tienen un periodo de funcionamiento establecido en el cual aseguran su calidad de servicio, esto se define por registros históricos por parte de planta y a informes por trabajos realizados por la empresa de servicios que realiza la mantención a estos equipos.

#### **Pauta de revisión (cambio de ser necesario).**


- Empaquetaduras rastra de polvo.
- Rodamientos por eje de transportadores.
- Empaquetadura de válvula rotatoria.

	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	Versión 1.0
		Página 6 de 9

- Placas distribución de gases pantalla entrada.
- Mantención rodamientos y cadenas transmisión transportador PPT.
- Aisladores (cambio si es necesario).
- Zapatas rastra interna PPT.
- Rodamientos ejes transportadores.
- Sello en puertas superiores.
- Empaquetadura pasada de eje golpe de martillo.
- Cadena de arrastre transportador transversal.
- Pletina desgaste transportador transversal.
- Válvulas rotatorias.
- Eje conducido y cadena de arrastre del transportador transversal.
- Eje motriz y cadena en rastra de polvo.

Cualquier deterioro aparente debe advertirse con el fin de anticipar las medidas que permitan mantener el equipo funcionando dentro de los parámetros nominales y/o programar mantenimientos. La aplicación de este tipo de revisiones permite un mejor diagnóstico de funcionamiento del precipitador, así como la programación adecuada de las inspecciones a realizar en los períodos de mantenimiento. Los datos de funcionamiento semanales serán revisados y comparados con los valores normales o de puesta en servicio de equipo. La Inspección física del precipitador incluirá:

- Revisión, limpieza y/o reemplazo de los filtros de aire del gabinete del conjunto rectificador. Comprobar también los circuitos y disipadores de calor que evitan la acumulación de polvo. Limpiar si es necesario.
- Verificar la operación de los martillos. Se debe activar cada conjunto de martillos. Los que no operen deberán ser identificados y se debe programar su reparación o reemplazo. Si se detecta algún problema con la operación de los martillos se debe realizar el ajuste de los parámetros de funcionamiento del sistema. Todos los ajustes nuevos deben ser registrados y también se deberá mantener especial atención al rendimiento y operación del sistema durante la semana siguiente.
- Verificar la temperatura y nivel de aceite en el transformador.
- Comprobar la presurización del aislador y el sistema de calefacción en los sistemas de presión negativa.
- Revisar las escotillas de acceso para detectar fugas de aire, asegurar que la escotilla está completamente cerrada y bloqueada. Inspeccionar las juntas y empaquetaduras de las puertas para detectar grietas o roturas.

	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	<b>Versión</b> 1.0
		<b>Página</b> 7 de 9

Una vez realizado este plan de mantenimiento, podrá ser llevado a su totalidad si se cuenta con todos los repuestos que necesite el equipo, ya que ha sido por esto en parte que no se realicen los mantenimientos correspondientes en la parada general de planta.

## **6. RESPONSABILIDADES.**

Serán responsables Mecánicos y electricistas de efectuar las labores de mantenimiento preventivo del sistema y verificar su óptimo funcionamiento. En general, los trabajos de mantenimiento y reparación serán gestionados por los Jefes de Cada Departamento de Mantención Eléctrica y Mecánica quienes dispondrán del personal a su cargo, a excepción de aquellas labores que deban ser realizadas por un colaborador (contratista). Además, el personal es responsable de mantener los documentos generados por el presente programa.

## **7. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS NECESARIAS.**

Para la ejecución de las labores de mantenimiento se deberá contar con herramientas necesarias para un efectivo desarrollo de dichas labores, además se contará con la disponibilidad de uso de maquinarias y/o equipos que se pudiesen necesitar durante el desmontaje y posterior montaje de partes. Es por esto que la coordinación entre el área de mantenimiento y producción es fundamental para conseguir los objetivos necesarios (tiempo y funcionamiento), ambas áreas deberán disponer de sus recursos conjuntamente inclusive pudiendo apoyar con fuerza laboral (trabajadores) durante los trabajos.


### **Herramientas de mano:**

Atornillador  
Macho  
Alicates  
Llaves inglesas  
Chicharra  
Engrasadora  
Pistola de silicona

### **Herramientas eléctricas:**

Taladro  
Esmeril angular  
Máquina de soldar




	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	Versión 1.0
		Página 8 de 9

## 8. SEGURIDAD, ANTE TODO.

Antes de comenzar cualquier labor es fundamental contar con todos los EPP necesarios para el desarrollo seguro de las labores, debiendo también analizar las condiciones de seguridad en el área que se deba intervenir (HDS). Primero se debe solicitar el equipo a intervenir en sala de control para lo cual el operador entregara la ficha correspondiente al departamento que interviene y procede a dejar registro firmado por quien solicita el equipo, finalmente este queda en modo de mantención, adicionalmente el encargado de la mantención deberá realizar la des-energización del equipo e implementar el bloqueo correspondiente en el CCM o TDF.

Pauta de seguridad para ingreso a PPT (precipitador electroestático).

- a) La tensión del filtro debe ser desconectada apagando los rectificadores de alta tensión.
- b) El conmutador de puesta a tierra en el tanque de alta tensión debe ser asegurado en la posición a tierra. El conmutador principal en el lado primario del rectificador de A.T debe ser también asegurado.
- c) Usar barras de puesta a tierra en las puertas de inspección.
- d) Una buena ventilación del filtro es necesaria. Asegurarse que la parte superior del filtro se ha enfriado.
- e) Comprobar que todo el polvo ha sido quitado en la tolva de fondo. Debe existir acumulación de polvo en la parte superior del filtro, esta debe ser desprendida antes de abrir la trampilla de inspección en la tolva de fondo.
- f) Usar ropa apropiada, evitar contacto directo con el polvo.
- g) Usar siempre protección respiratoria dentro del filtro.
- h) No permitir la realización de trabajos individualmente dentro del filtro.
- i) En relación con cualquier trabajo a realizar en el filtro, es esencial que las partes normalmente con tensión sean puestas a tierra. Las partes con las cuales el operador esta en contacto directo requieren una puesta a tierra especial.

	Programa de Mantenimiento Precipitador Electrostático	<b>Versión</b> 1.0
		<b>Página</b> 9 de 9

**Listado de EPP según corresponda:**

- Lentes de seguridad (obligatorios)
- Mascarilla para polvos (según corresponda)
- Traje tyvek (según corresponda)
- Guantes cabritilla (obligatorios)
- Guantes mosqueteros (según corresponda)
- Chaqueta de mezclilla (según corresponda)
- Coleta (según corresponda)
- Casco (obligatorio)
- Fonos para oídos (según corresponda)
- Zapatos de seguridad (obligatorio)

**9. CONTROL DE CAMBIOS.**

Nº Revisión	Fecha	Sección/página revisada y/o modificada.	Resumen revisión y/o modificación.

**10. LISTA DE DISTRIBUCIÓN.**

Nombre	Cargo	Fecha

## Mantenición Eléctrica Filtro Electrostático

Fecha	Limpieza aisladores
marzo 2015	Limpieza exterior e interior aisladores
mayo 2015	Limpieza exterior e interior aisladores
septiembre 2015	Limpieza exterior e interior aisladores
diciembre 2015	Limpieza exterior e interior aisladores
febrero 2016	Limpieza exterior e interior aisladores
julio 2016	Limpieza exterior e interior aisladores
octubre 2016	Limpieza exterior e interior aisladores
abril 2017	Limpieza exterior e interior aisladores
agosto 2017	Limpieza exterior e interior aisladores
febrero 2018	Limpieza exterior e interior aisladores
julio 2018	Limpieza exterior e interior aisladores
septiembre 2018	Limpieza exterior e interior aisladores
noviembre 2018	Limpieza exterior e interior aisladores
diciembre 2018	Limpieza exterior e interior aisladores
febrero 2019	Limpieza exterior e interior aisladores, alineamiento de placas y sellado de cubículos en aisladores.

## Mantenición de motores

agosto 2016	Filtro electrostático horno # 2 (motor golpeador # 1)
agosto 2016	Filtro electrostático horno # 2 (motor golpeador # 2)
agosto 2016	Filtro electrostático horno # 2 (motor golpeador # 3)
agosto 2016	Filtro electrostático horno # 2 (motor golpeador # 4)

**SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE  
PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO DE HORNO #2, SOPROCAL  
PLANTA MELIPILLA, FLS AIRTECH.**



Nombre del Servicio : **SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE  
PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO DE HORNO #2 SOPROCAL,  
PLANTA MELIPILLA, FLS AIRTECH**

Nombre del Cliente : **SOPROCAL PLANTA MELIPILLA**

N° de Propuesta : **QS-0220-18 Rev.1**

Fecha de Entrega : **30 de Noviembre de 2018**

Nombre del Servicio: SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO, SOPROCAL PLANTA MELIPILLA, FLS AIRTECH

Nº de Propuesta: QS-0220-18 Rev.1

**Sr. Guillermo Escobar**

**Presente**

**Sección 1.**

**SOPROCAL Melipilla, en adelante SOPROCAL, solicitó a FLSmidth S.A., en adelante FLS, el "SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO DEL HORNO #2, SOPROCAL PLANTA MELIPILLA, FLS AIRTECH"**

En respuesta a tal solicitud a continuación se valorizan los suministros de servicios aplicados sobre el equipo. Les solicitamos tenga a bien revisar toda la información incluida en esta propuesta para asegurarse de que los equipos o servicios propuestos cumplen con sus expectativas y han sido preparados de acuerdo con sus requerimientos.

Confiamos en que nuestra propuesta sea de su interés y esperamos poder revisar el proyecto con Ud. con mayores detalles próximamente. Entretanto, tenga Ud. toda la libertad de contactarse con nosotros ya sea por correo o teléfono si tiene alguna consulta sobre el particular.

La presente Propuesta tendrá una validez de treinta (30) días a contar de su fecha de presentación. FLS se reserva el derecho de retirar o modificar los Términos y Condiciones de la presente propuesta, en la medida que no se haya suscrito el Contrato definitivo entre las Partes.

Muy atentamente,

**Alejandro Villanueva**  
**Ingeniero de Servicios**

FLSmidth S.A.  
División Airtech  
Mobile: +56 9 4475 2590  
Directo +56 2 2290 0055  
[alev-cl@FLSmidth.com](mailto:alev-cl@FLSmidth.com)



Nombre del Servicio: SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO, SOPROCAL PLANTA MELIPILLA, FLS AIRTECH

Nº de Propuesta: QS-0220-18 Rev.1

## **Sección 2.** Alcance del suministro de servicios.

La presente propuesta ofrece 1 especialista por un total de 3 días hábiles en planta de SOPROCAL y cada día con una permanencia de 8 horas al día.

El servicio asistencia técnica aplica a los siguientes trabajos:

Ítem	Cantidad	Descripción	Peso (toneladas brutas)	USD
1	3 días (8h/día Lun- Vie)	Servicio asistencia técnica Precipitadores.  Supervisión de los trabajos de inspección dentro del alcance detallado a continuación.  - 3 días en planta.  - 0 h/día extra (L-V)  - Desplazamiento desde Santiago.  (Traslado a planta + camioneta)  - Manutención.	-	3.780
2	1 día	Informe Técnico.	-	1.260
<b>Total:</b>			-	5.490

Esta propuesta no considera el tiempo asociado a charlas de seguridad o tiempo de acreditación del personal, lo cual, deberá ser acordado con el cliente en relación al tiempo necesario, valorizado y presentado por FLSmidth en una versión revisada de esta propuesta, o bien; presentado como ítem anexo a la eventual orden de compra por parte del Cliente.

Nuestra propuesta incluye EPP básicos para el ingreso a planta:

- Casco.
- Zapatos de seguridad punta metálica.
- Guantes cabritilla.
- Buzo de papel.
- Mascara con filtros mixtos.
- Arnés de seguridad con doble cola.
- Fullface.
- Lentes de seguridad.

Nombre del Servicio: SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO, SOPROCAL PLANTA MELIPILLA, FLS AIRTECH

Nº de Propuesta: QS-0220-18 Rev.1

**En caso de requerir elementos d protección especiales, entiéndase no incluidos en el listado serán con cargo al cliente al valor comercial del producto.**

Ítem	Descripción	Detalle
1	Trabajos de preparación	Desconexión eléctrica, colocación carteles de seguridad y conexiones a tierra.
2	Acumulaciones de polvo	Inspección visual de acumulaciones de polvo.
3	Carcasa	Inspección visual de la tolva de entrada, cuerpo de la carcasa, tolva de salida y puertas de acceso.
4	Pantalla de entrada	Inspección visual de la pantalla de entrada.
5	Sistema de emisión	Inspección visual de los aisladores de soporte, electrodos, golpeo de electrodos y transformadores.
6	Sistema colector	Inspección visual de las placas y golpeo de placas.
7	Pantalla de salida	Inspección visual de la pantalla de salida.
8	Tolvas	Inspección visual de las tolvas de salida.
9	Transporte de polvo	Inspección visual de los sistemas transportadores de polvo propios del PPT.
10	Inspección eléctrica	Soporte partida PPTs y pruebas en frio (CVC).
11	Informe	Realización de un informe de la inspección realizada.

Nombre del Servicio: SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA INSPECCIÓN DE PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO, SOPROCAL PLANTA MELIPILLA, FLS AIRTECH  
N° de Propuesta: QS-0220-18 Rev.1

### **Sección 3.** Valor de los Servicios:

Se adjuntan detalles:

#### **ESPECIALISTA**

Ítem	Descripción Ítem	Cantidad	Unidad	Precio unitario USD	Precio Total USD
1	Especialista mecánico (L-V 8 h)	3	Día	1.260	3.780
2	Sobre tiempo.	0	Horas	236	0
3	Gastos manutención.	3	Día	60	180
4	Gastos variables: arriendo de camioneta, combustible, traslado.	3	Día	90	270
5	Informe.	1	Día	1.260	1.260
<b>TOTAL</b>					<b>5.490</b>

Para la propuesta se consideran 3 días hábiles de Lunes a Viernes de 8 horas cada día.

Los valores indicados en esta propuesta se encuentran afectos a IVA, el cual será incluido en la correspondiente factura.

Los precios señalados en esta Propuesta son una estimación que puede no corresponder al requerimiento real, por lo que la asistencia deberá ser confirmada y autorizada al término de las actividades por los respectivos responsables de SOPROCAL y FLS, a través de la firma de los Reportes Diarios (Times Sheets) como respaldos de cobro.

Cada hora extraordinaria o fracción de ella tendrá un valor de:

- **Lunes a Viernes:** \$265 USD por hora extra trabajado, considerando jornadas de 8 horas normales y 4 horas extras (si el cliente lo requiere, con un máximo de 12 horas totales).
- **Sábados, domingo y festivos:** \$265 USD por hora trabajada.
- En caso de programar asistencia técnica durante Sábado, Domingo y Festivos estos serán valorizados y cobrados como valor hora sobretiempo indicados anteriormente.
- El valor de la jornada diaria no es divisible en horas parciales.



**Daniel Muñoz T.**

Specialist Sales & Services Engineer  
Air Pollution Control SouthAmerica

[gescobar@soprocal.cl](mailto:gescobar@soprocal.cl)

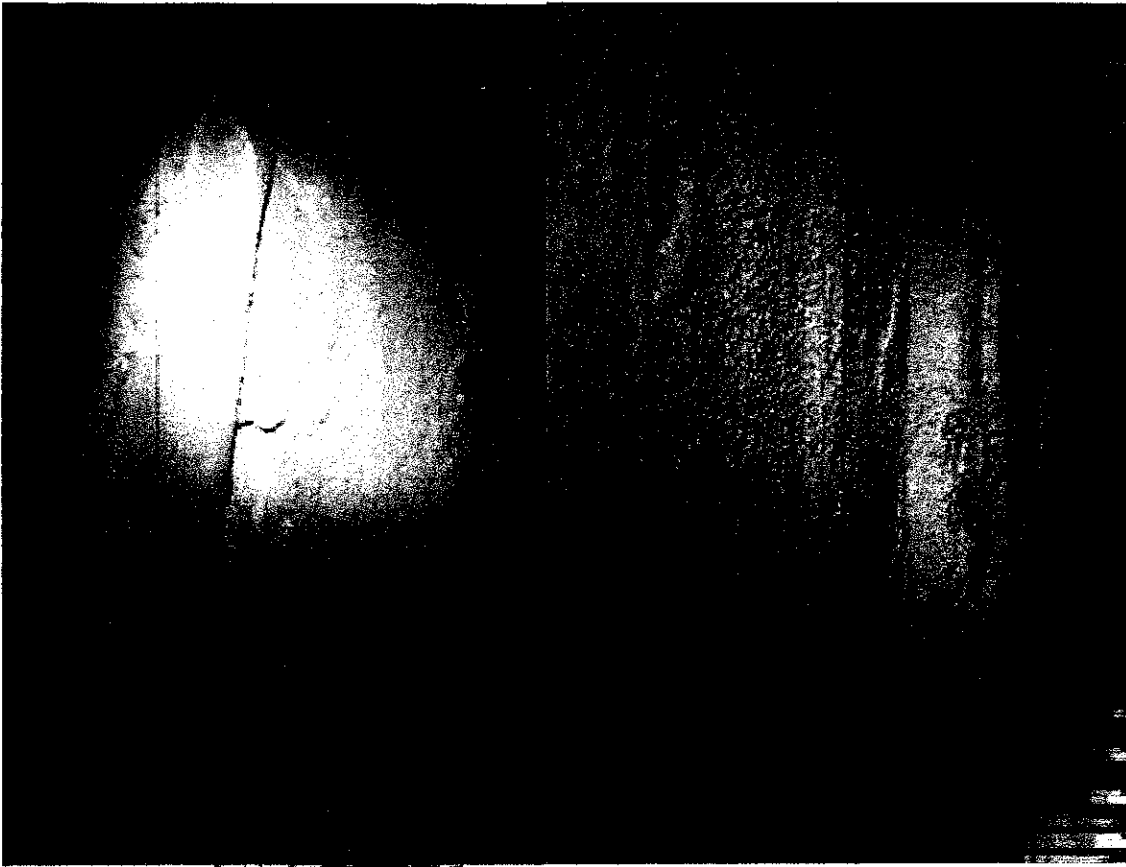
[DanielMatias.Munoz@FLSmidth.com](mailto:DanielMatias.Munoz@FLSmidth.com)

[alfredo.salazar@flsmidth.com](mailto:alfredo.salazar@flsmidth.com)

[Analista.Airtech@FLSmidth.com](mailto:Analista.Airtech@FLSmidth.com)

[mauricio.rivadeneyra@flsmidth.com](mailto:mauricio.rivadeneyra@flsmidth.com)

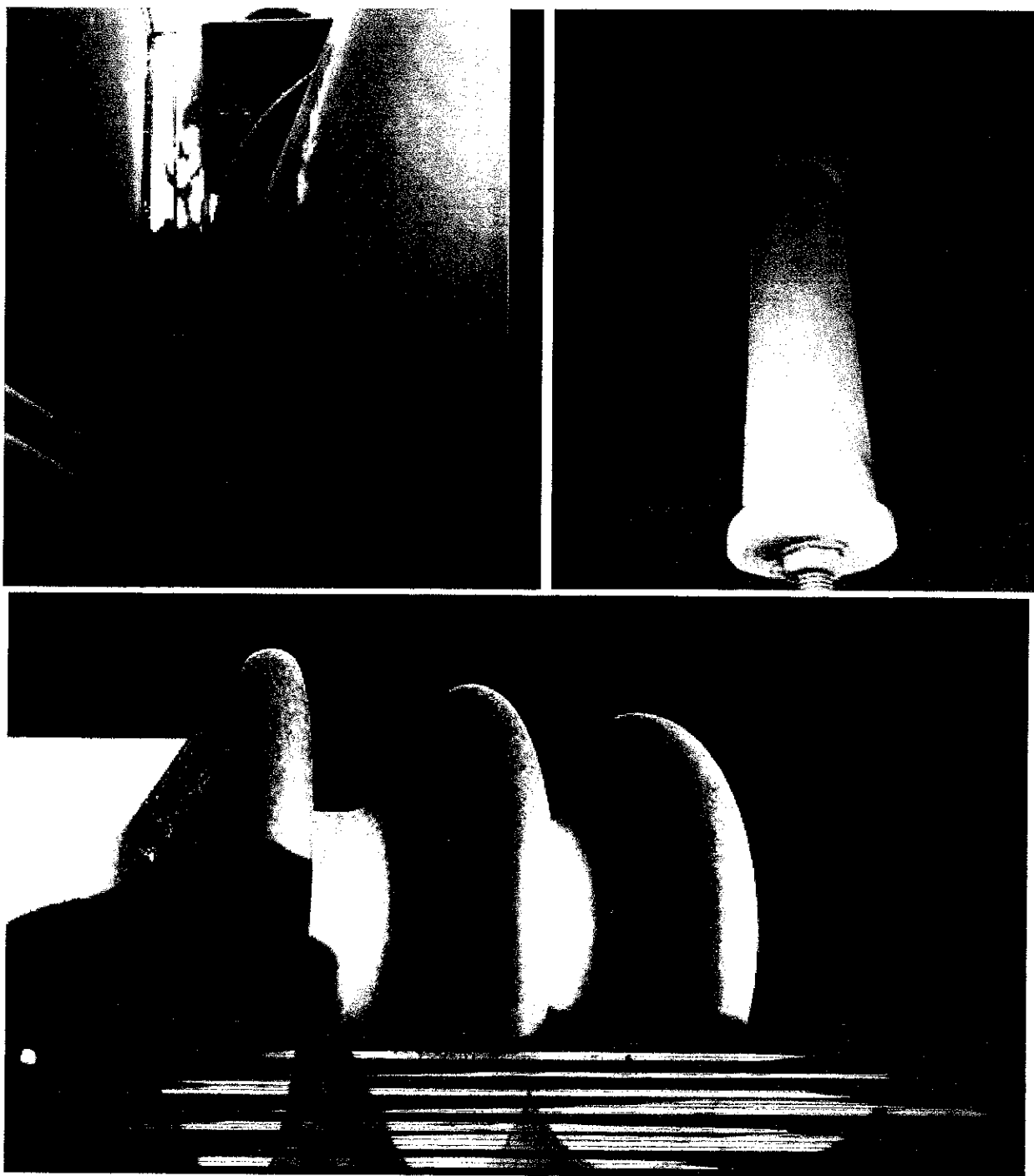






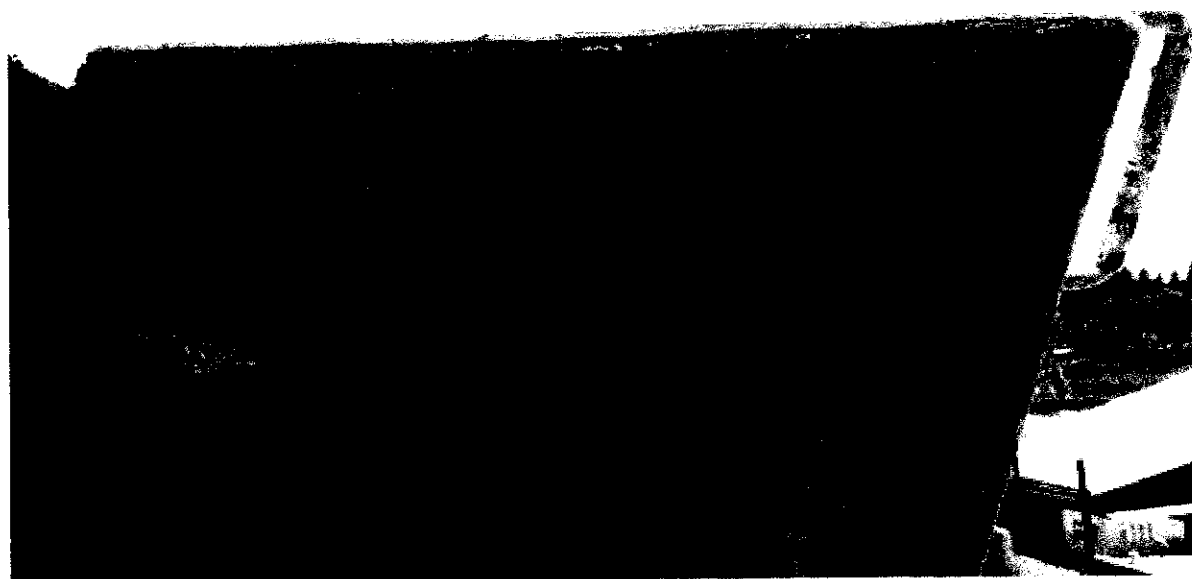
***Punto de impacto de electrodos con forma plana.***

Se debe limpiar completamente los compartimientos de los aisladores de soporte, aisladores pasa muro y bushing de salida del T/R.



***Suciedad en compartimiento de aisladores de soporte; pasamuro, y bushing de salida del T/R***

Se observan empaquetaduras alternativas y duras, se recomienda el cambio de todas estas, tanto en los aisladores de soporte como en las tapas de los compartimientos de los aisladores.



***Empaquetaduras alternativas; empaquetaduras en deficiente estado del compartimiento de aisladores de soporte.***

En resumen y para mejorar el rendimiento del precipitador se sugiere:

1. Realizar mantenimiento con asesoría de los especialistas de FLSmidth.
2. Cambio de todos los martillos del sistema de golpeo de placas, preocupándose en realizar una correcta sincronización y rectificando puntos de impacto de barras de golpeo. Analizar en terreno la disminución del tiempo off del golpeo de placas y punto de impacto luego del cambio de martillos.
3. Alinear correctamente los sistemas de descarga.
4. Rectificar el punto de impacto de los electrodos de descarga.
5. Cambio de empaquetaduras de los aisladores de soporte y de las tapas del compartimiento de los aisladores de soporte.

Luego del mantenimiento se realizará nuevamente la curva en frío y en caliente del equipo para analizar las mejoras luego del mantenimiento. Posterior a eso se recomienda revisar las alternativas de mejoras del equipo mecánicamente y del sistema de control (el usado actualmente está descontinuado).

Adicionalmente adjunto la revisión de la cotización del servicio de mantenimiento respecto a la estimación en días de acuerdo a lo observado. Cabe destacar que aunque se coticen 3 días y se utilicen sólo 2, el cobró será realizado sólo por lo utilizado por uds.


Quedo atento a sus comentarios y observaciones, saludos.

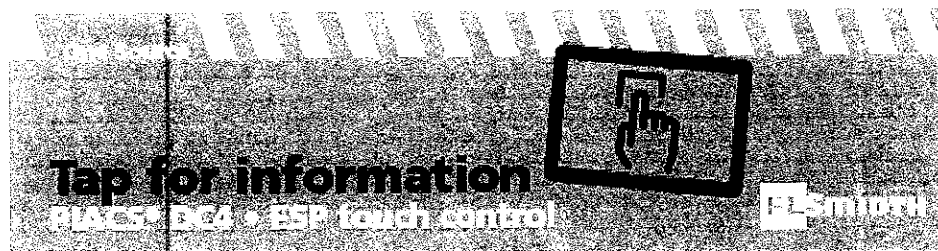
**Alejandro Orlando Villanueva Araya**

Sales & Service Engineer  
Air Pollution Control Chile

Mobile +56 9 4475 2590 · Office +56 2 2290 0055

[Alev-cl@flsmidth.com](mailto:Alev-cl@flsmidth.com)

Follow us on 



## MANTENCION DE FILTRO ELECTROSTATICO

DESCRIPCION : FILTRO ELECTROSTATICO HORNO 2  
 CODIGO : 22 FL 01

FECHA	Revisión cadenas de accionamiento martillos	Revisar secuencia mecánica de limpieza	Lubricación de sistema de limpieza	Inspección rastra interior filtro	Inspección exclusiva descarga	OBSERVACIONES
28.08.2013						Cambio de 5 electrodos nuevos 1 usado
14.01.2015						se descarga tolva filtro atollado.
20.05.2015						Retiro de 5 electrodos
17.10.2016	OK	OK	OK	OK	OK	cambio de 400 electrodos
25.05.2017						se repara junta damper entrada aire frío
08.06.2018	OK			OK		Acople rastra tolva filtro quebrado se rep
20.07.2018					OK	se repara junta damper entrada aire frío
26.09.2018						Se tranca rastra filtro se repara.
21.11.2018						INSPECCION POR FLS INTERIOR
23.11.2018	OK					ajuste de martillo suelto en 2° camara
						se fija.
02.01.2019						ajuste martillo golpeo suelto
11.02.2019						Mantencion con acesor FLS
11.02.2019	OK	OK	OK	OK	OK	revisión interior filtro. Revisión placas y electrodos. Tambien se inspecciona el sistema de golpeo y bastidores.
						revisión de conos aisladores y sellos
						puertas de inspección y cajas aisladores
						cambio de 4 electros nuevos y se retiran
						8 c/u en malas condiciones.
						se ajustan baterías placas aptadoras.
						se trabaja en martillos golpeadores,
						retirando bebabas de soportes placas y electrodos. Tambien se reemplazan en
						puertas de inspección y cajas aisladores
						las empaquetaduras.





# ORDEN DE COMPRA

## SOPROCAL, Calerías e Industrias S.A

**Giro** : Fabricación de cales, carbonatos agrícolas, industriales y de construcción. 24494  
**Rut** : 92.108.000-K  
**Fábrica** : Avda. José Massoud N° 230 • Casilla 62 • Fonos: 832 3341 - 832 3003 - 832 4861 •  
 Fax: 832 4653 • Comuna de Melipilla  
**Gerencia** : Pedro de Valdivia 0193 - Of. 31 • Casilla 9259 • Fono: 231 8874 • Fax: 233 3396 •  
 Comuna de Providencia - Santiago.

Santiago, 17 de 12 de 2012

Señor(es) : CLASIFICAR  
 Dirección : SPROCAL S.A. DE CVTAS  
 Fax :  
 Lugar de Entrega :  
 Fecha de Entrega :  
 Cond. de Pago :  
 Observaciones :  
 SPROCAL S.A. DE CVTAS

Item	Cantidad	Unidad	Descripción	Valor Unit.	Total
1111-01	41.00	KG	CEMENTO PORTLAND 41.00	15.112.00	621.592.00
1111-02	2.00	KG	CEMENTO PORTLAND 2.00	15.112.00	30.224.00
1111-03	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-04	101.00	KG	CEMENTO PORTLAND 101.00	15.112.00	1.526.712.00
1111-05	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-06	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-07	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-08	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-09	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-10	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-11	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-12	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-13	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-14	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-15	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-16	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-17	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-18	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-19	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00
1111-20	105.00	KG	CEMENTO PORTLAND 105.00	15.112.00	1.586.760.00

*Mano Pozo R*

Subtotal: 15.112.000  
 Iva: 1.586.760  
 Total: 16.698.760

ORIGINAL: PROVEEDOR



# ORDEN DE COMPRA

## SOPROCAL, Calerías e Industrias S.A

**Giro** : Fabricación de cales, carbonatos agrícolas, industriales y de construcción.  
**Rut** : 92.108.000-K  
**Fábrica** : Avda. José Massoud N° 230 • Casilla 62 • Fonos: 832 3341 - 832 3003 - 832 4861 •  
Fax: 832 4653 • Comuna de Melipilla  
**Gerencia** : Pedro de Valdivia 0193 - Of. 31 • Casilla 9259 • Fono: 231 8874 • Fax: 233 3396 •  
Comuna de Providencia - Santiago.

24495

Señor(es) : Soprocal S.A.  
Dirección : Avda. José Massoud N° 230 • Casilla 62 • Melipilla  
Fax : 832 4653  
Lugar de Entrega : Avda. José Massoud N° 230 • Casilla 62 • Melipilla  
Fecha de Entrega : 10/11/2013  
Cond. de Pago : Contado contra entrega  
Observaciones : Pedido N° 2013-120-17

Santiago,

21

de

NOV

de

2013

Item	Cantidad	Unidad	Descripción	Valor Unit.	Total
001-01	100	KG	CEMENTO PORTLAND 40 MPa	4.500.000,00	4.500.000,00

Subtotal : 4.500.000,00  
IVA : 540.000,00  
Total : 5.040.000,00

*Mario Riquelme*  
Gerente

# EMPRESA DE MANTENCION INDUSTRIAL Y CIA LTDA.



MANTENCION INDUSTRIAL  
BARRACA DE FIERRO - FERRETERIA

C.MATRIZ: AV. VALPARAISO 230 - MELIPILLA  
SUC 1: AV. VICUÑA MACKENNA 955 - MELIPILLA  
FONO/FAX: 2283 20306 - 2283 20732

R.U.T. 78.924.940-7

**FACTURA ELECTRONICA**

**N° 15593**

S.I.I. - MELIPILLA

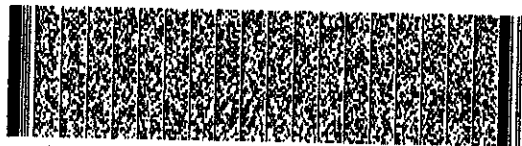
SEÑOR(ES): SOPROCAL CALERIAS E INDUSTRIAL  
DIRECCION: AVENIDA JOSE MASSOUD 230  
CDMUNA: Melipilla  
GIRO: FABRICA DE CAL  
C. COSTO: TALLER

FECHA EMISION: 03/11/2016  
R.U.T.: 92.108.000-K  
TELEFONO: 2283 20306  
VENCTO.: 03/12/2016

DOC. REFERENCIA

CANTIDAD	DETALLE	VALOR UNIT.	TOTAL
1	TRABAJOS REALIZADOS, SEGUN INFORME ADJUNTO.-	6,730,000	6,730,000

SON: OCHO MILLONES OCHO MIL SETECIENTOS PESOS PESOS.-



Timbre Electrónico SII

Res.N° 80 de 2014 Verifique documento en [www.sii.cl](http://www.sii.cl)

DESCUENTO	
FLETE	
NETO	6,730,000
IVA (19%)	1,278,700
TOTAL	8,008,700

Filtro electrostatico Horno 2.



**EMPRESA DE MANTENCION INDUSTRIAL**

Rut: 78.924.940-7

F. Fax: 28320306-28320732

Dirección: Av. José Massoud N° 230, Melipilla

Melipilla 02 de Noviembre del 2016

Señor.

**Soprocál S.A**

**At: Sr Ricardo Thiers.**

Presente.

**De mi consideración:**

A través de la presente envío a usted el siguiente informe de trabajo realizado en filtro electroestático horno N° 2.

- Limpieza interior de filtro.
- Retiro de 400 electrodos usados desde interior de filtro a patio.
- Revisión de placas de cámaras N° 1 y 2.
- Reparación de placa en cámara N° 1.
- Reparación de pomel de puerta de comunicación de cámara N° 1 y 2.
- Reapretar abrazadera de un martillo en cámara N° 2.
- Instalación de 400 electrodos nuevos en cámara N° 1 y 2.
- Soldar tuercas de pernos de soporte de 400 electrodos.
- Aseo en interior rastra de filtro.
- Probar golpeadores de cámara N° 1 y 2.
- Sellar filtro y entrega a operaciones.

**Valor Total \$ 6.730.000 + iva.**

Sin otro particular se despide cordialmente.

**Empresa de Mantenimiento Industrial**

**Juan Parada Hidalgo.**

# Orden de Compra

Nro. OC

**1310****SOPROCAL, Calerías e Industrias S.A.**

RUT 92.108.000-K

Dirección: Avda. José Massoud 230 - Melipilla

Fonos: (22) 8323003 - (22) 8323341 - (22) 8324861

Fecha: 06/02/2019

Nombre Proveedor: FLSMIDTH S.A

Fecha de entrega: 22/02/2019

Rut Proveedor : 89664200-6

Condiciones de Pago: 30 Días

Dirección : BARROS ERRAZURIZ 1954, OFIC. 708.

Contacto: FLSMIDTH S.A

Comuna : PROVIDENCIA.

Ciudad : SANTIAGO.

CHILE

Item	Artículo	Descripción	Cantidad	Unidad	P/Unitario	Total Línea
1	3210.110	SERVICIO ASISTENCIA TECNICA PROPUESTA QS-0220-18 REV 1	1	UNI	S\$ 5.490.0000	\$ 3.583.762

Comentarios:

MANTENCION FILTRO FLS Basado en Solicitud de compra 534.  
CONTADO 30 DIAS FECHA DE RECEPCION DE MATERIALES

Subtotal	\$ 3.583.762
Impuesto	\$ 680.915
Total	\$ 4.264.677

Responsable: Fernando Gutierrez



**EMPRESA DE MANTENCION INDUSTRIAL**

Rut: 78.924.940-7

F. Fax: 28320306-28320732

Dirección: Av. José Massoud N° 230, Melipilla

Melipilla, Febrero 23 de 2019

Señores  
Soprocal S.A.  
**At: Juan Carlos Espinoza**  
Presente

**De mi consideración:**

A través de la presente envío a usted, el siguiente informe de trabajo:

**Filtro Electroestático Horno 2**

- Se realiza inspección interior filtro
- Se retiran cadenas de transmisión de golpeadores, se limpian y se cambian seguros
- Se desmontan 12 electrodos en cámara N°1
- Se instalan 4 electrodos nuevos
- Se corrige posición de un martillo de placas en cámara N° 1
- Se corrige posición y se reapretan dos martillos en cámara N°2
- Se rectifica y se retira rebaba de martillos en cámara N°1 y N°2
- Se instalan cadenas de golpeadores y se lubrican
- Se realiza mantención a descansos a rastra y celular de salida de filtro.
- Se cambia empaquetadura de sello de 4 puertas de acceso a filtro electroestático.
- Se entrega filtro a producción

**Valor total \$ 2.780.000 + I.V.A.**

Sin otro particular se despide atentamente,

  
**Empresa de Mantención Industrial  
Juan Parada Hidalgo**



**EMPRESA DE MANTENCION INDUSTRIAL**

Rut: 78.924.940-7

F. Fax: 28320306-28320732

Dirección: Av. José Massoud N° 230, Melipilla

Melipilla 20 de Septiembre 2017

Señores  
Soprocal S.A.  
Juan Carlos Espinoza  
Presente

**De mi consideración:**

A través de la presente, envío a usted el siguiente informe de trabajo:

**Air Chock de precalentador**

- Limpieza de estanque y válvulas
- Cambio de dos manómetros
- Cambio de mangueras

**Ventilador molino 2**

- Desmontaje de ducto, tapa rodete y rodete
- Desmontaje de polea, descansos, rodamientos y eje
- Rellenar y rectificar eje de ventilador por estar bajo medida
- Cambio de 1 rodamiento 22314-EI-C3 FAG, lado rodete
- Cambio de rodamiento 2312-C3 SKF lado polea
- Cambio de un descanso 517, lado rodete
- Cambio de un descanso lado polea
- Cambio de un juego obturaciones lado rodete
- Cambio de un juego obturaciones lado polea
- Cambio de 4 correas B
- Montar eje rodete ductos protecciones
- Posicionar rodete y balancear

### **Ventilador de tiro Horno 2**

- Limpiar descansos
- Cambio de empaquetadura
- Medir holgura de rodillos en rodamientos
- Cambio de 4 litros de aceite Mobil EP320
- Limpiar rodete y revisión de celosía de damper

### **Triturador Horno 2**

- Revisión de descansos, rodamientos, acoplamiento de goma de motor
- Cambio de 6 correas C144
- Cambio de 7 correas C158
- Revisión de nivel de aceite a inversor
- Lubricar triturador
- Revisión de pernos de ajuste de triturador

### **Soplador Root y bomba Moller**

- Cambio aceite a soplador 2 litros de aceite Mobil EP 220
- Revisión de correas
- Aseo a filtro de aceite
- Revisión de rodamientos de bomba
- Revisión de tornillos bomba Moller y medir holgura

### **Quemador Horno 2**

- Desmontar quemador carbón
- Limpiar quemador a gas y petróleo
- Cambio curva de 4"
- Montar quemadores

### **Precalentador**

- Preparación de escotilla a ducto de filtro electrostático Horno 2
- Cambio de empaquetadura y sellar



## **Motor de ventilador de tiro horno-2**

- Desmontaje de techo de motor
- Desmontaje de motor
- Desmontaje de rodamiento
- Montar acoplamiento
- Montar motor, alinear
- Reparar techo de motor cambio planchas de zinc y aislante
- Montar techo

## **Molino 2**

- Desarme de molino desmontar ductos cuerpo superior de separador dinámico cuerpo intermedio, pasarela, tensores, desmontar sellos, riñones, corazas y plato
- Cambio corona de aleta
- Montar anillo deflector de corona de aleta
- Rellenar cuerpos de molino con soldadura Mig y pulir, desmontar cañerías a reductor, sacar aceite
- Desmontar reductor y trasladar a taller para reparación externo
- Limpieza de base, lavar cañerías
- Desmontar porta rodillos
- Desmontar soporte porta rodillos
- Cambio de 4 camisas porta bocinas de porta soporte de rodillos y ajustar
- Reparación de piezas gastadas de soporte porta rodillos y cuerpo de molino y separador dinámico
- Montar reductor, cañerías, se repara manilla, cambio de 80 litros de aceite Mobil EP320, montar plato de molienda
- Cambio de 3 corazas
- Cambio de sellos, 2 pernos de sujeción
- Montar cuerpo intermedio
- Montar tensores reparados externo
- Montar cuerpo superior de separador dinámico
- Cambio de 16 alaves de separador dinámico
- Revisión de rodamientos
- Cambio de un pivote nuevo
- Reparación de reductor de separador dinámico
  - Cambio de rodamientos
  - Cambio de un reten
  - Cambio de dos correas
  - Cambio de 2 litros de aceite Mobil 320 EP
  - Montar junta expansiva, protecciones, fuelles

## **Harnero Horno 2**

- Fabricación y cambio de chute de salida de Harnero Horno 2

## **Mesa precalentador horno 2 medias lunas**

- Desmontaje de 2 medias lunas soporte de Puchin Block
- Montaje de 2 medias lunas soporte de Puchin Block

## **Mantenición harnero Horno 2**

- Desmontaje de tapas y mallas de harnero
- Desmontaje de rodamientos, descansos, eje
- Medir descanso, eje, lijar eje
- Fabricar camisa en descanso lado norte
- Montaje de eje y descanso lado norte
- Cambio de 8 cuñas nuevas para mallas
- Cambio de 2 mallas nuevas 10 mm interior
- Cambio de pernos coche de 5/8 x 4.1/2
- Cambio de pernos de anclaje 12mm y 4" jota
- Cambio de 2 rodamientos 22320 E1AM T41A FAG
- Fabricación de placas para contrapeso
- Lado norte 5 kilogramos con pernos
- Cambio de juntas de expansión

## **Vibrador enfriador Horno 2**

- Cambio de 2 juntas en enfriador N°3
- Cambio de 1 junta en vibrador N°4

## **Interior H-2. Ducto de entrada de alimentación y cucharas**

- Desmontaje de cucharas en caída alimentador H2
- Cambio de 11 cucharas en caída de ducto alimentación H2
- Cambio de 2 placas de crucetas
- Soldar un ángulo
- Soldar anclajes

### **Filtro Molino 2**

- Revisión de pleno, desmontar 10 mangas
- Soldar 10 pernos mangas mas aseo a pleno
- Revisión de celular filtro
- Desmontar y montar

### **Filtro electrostático Horno 2**

- Revisión de reductores, cadenas, niveles de aceite, lubricar
- Revisión de golpeadores, placas, electrodo
- Sellar puertas

### **Filtro almacén**

- Revisión de pleno de filtro mangas
- Revisión de membranas
- Revisión de celular

### **Fabricación chute alimentación tornillo alimentador molino 2**

- Cortar chute viejo de caída a alimentador molino 2
- Cortar, fabricar chute y pintar

### **Enfriador horno 2**

- Cambio de 3 parrillas grandes

## **Elevador horno 2**

- Revisión de catalina superior
- Revisión de descansos de catalina superior
- Revisión de acoplamiento, motor reductor
- Cambio de filtros de aceite Mobil EP320 a reductor elevador H2
- Cambio de dos capachos nuevos
- Desmontaje de rodamientos, descansos de los tensores y catalina inferior
- Rellenar eje de catalina en zona de rodamiento y rectificar
- Rellenar descanso en acoplamiento de rodamiento de cubeta exterior
- Reparar laberinto sello de descanso lado norte
- Fabricar dos pernos reguladores nuevos y montar
- Montaje de catalina y descansos
- Cambio de dos rodamientos MUP 212-E cubierta interior y HU212E cubierta exterior
- Cambio de flexible de lubricación
- Cambio de pernos de ajuste de rodamiento

## **Elevador de carbón**

- Desmontaje de catalina superior y moto-reductor
- Desmontaje de capachos y cadenas
- Desmontaje de cuerpos
- Desmontaje de cuerpo inferior
- Reparación de catalina superior
- Rellenar eje de ajuste de rodamientos lado cordillera y rectificar
- Rellenar laberintos porta retenes según medida superior retenes
- Cambio de 2 retenes 90-120-12
- Cambio de 1 reten 80-110-12
- Cambio de 2 rodamientos 22216 E1
- Cambio de 1 juego de catalina superior
- Cambio de 1 capacho
- Cambio de cadenas
- Cambio de eslabones
- Montaje de cuerpo inferior
- Montaje de cuerpos
- Montaje de capachos, cadenas y eslabones
- Montaje de catalina superior
- Reparación de catalina inferior
- Rellenar eje en parte de adelante prensa estopa y rectificar
- Cambio de un juego de catalina inferior
- Cambio de 2 descansos
- Cambio de 2 rodamientos

- Cambio de 2 mangueras
- Cambio de 2 juegos de obturaciones
- Montaje de placas separadoras
- Reparación de chute de caída, pintar con antioxiado y pintura epoxica
- Montaje de motor y reductor, alinear

### **Curva ducto de salida de molino 2**

- Cortar y soldar con plancha T1

### **Junta de expansión filtro electrostático horno 2**

- Desmontaje de junta expansiva vieja
- Montaje de junta expansiva nueva
- Montaje de faja adelante, térmica
- Montaje de abrazaderas apernadas

### **Correa alimentación Horno 2**

- Cambio de 3 correas B 100
- Cambio de 3 retenes en eje de entrada 2" 5/16 – 3" 11/16 – 3/8
- Cambio de 20 litros de aceite Mobil EP 320
- Cambio de 2 cuñas de raspador

### **Celular carbón y filtro de tolva carbón**

- Desmontar celular carbón, medir holgura
- Desmontar filtro tolva de carbón
- Aseo general celular y filtro tolva
- Montar celular y filtro carbón

### **Bajar y subir mesa de precalentador**

- Desmontar protecciones de ducto de ventilación
- Desmontar ducto Air Chock, pasadores de cilindros hidráulicos, abrazaderas de cañerías de aceite
- Montar ducto soporte de sello
- Cambio de 6 espárragos soporte de sello metálico
- Cambio de 12 metros de empaquetadura de sello mesa de 1.1/4 de diámetro
- Cambio de 6 pernos de 3/4 de diámetro por 5" de largo
- Rellenar con 20 litros de aceite Mobil 24 a estanque de bombas hidráulicas
- Cambio de 2 medias lunas soporte de Puchin Block
- Cambio de 2 pasadores de cilindros hidráulicos
- Cambio de 2 rotulas de cilindros hidráulicos GE445 E5-2RS SKF
- Aseo a sala, bloque de válvulas

### **Correa corta dosificadora sobre precalentador**

- Cambio de 3 litros de aceite MobileP320 a reductor
- Tensar cadena, limpiar, lubricar
- Cambio de 2 cuñas a raspador
- Cambio de correa externo

### **Ventilador enfriadores lado sur y norte de precalentador**

- Desmontar correas, protecciones, poleas, descansos, rodamientos
- Cambio de 4 rodamientos 22311 EK FAG
- Cambio de 4 juegos de obturaciones U611
- Cambio de 2 poleas nuevas en eje de ventilador
- Cambio de dos poleas nuevas en eje de motor
- Cambio de 4 correas 3VX800
- Limpieza de rodete
- Balanceo de rodetes

## **Horno 2**

- Sacar aceite a 8 descansos
- Lavar descansos, cambio de empaquetadura a visores
- Cambio de 160 litros de aceite Mobil EP 680
- Cambio de 2 grafitos en base 1 y base 2
- Cambio de grafito polín axial
- Cambio de 15 litros de aceite en polín axial Mobil EP 680
- Cambio de 2 mangueras de presión de cañería 12" en descansos base N°1
- Cambio de 260 litros de aceite a reductor de Principal 600 x P460 Mobil
- Cambio de 15 litros de aceite a reductor auxiliar Mobil EP 320
- Limpieza de Bases 1 y 2
- Limpieza de piletas de agua en base 1 y 2
- Limpieza de llantas, polines, techo, deflector de temperatura
- Limpieza de corona y piñón de ataque
- Pulir corona y piñón
- Cambio de pañete y junta en descanso de piñón de ataque horno 2 , sellar
- Cambio de grasa en piñón horno 2, 200 kilos
- Fabricar un flange y soldar en unión de protección de corona

Sin otro particular se despide cordialmente.

**Empresa de Mantención Industrial**

**Juan Parada Hidalgo.**





SOPROCAL S.A.  
DEPARTAMENTO DE MANTENCION  
AREA MECANICA Y SERVICIOS

Retiro quemador horno 2  
Filtro electrostatico abrir puertas  
Harnera horno 2 cambio de juntas y chute alimentacion  
Reparacion ducto aire frio alimentacion filtro electrostatico  
Retiro valvula carbon pulverizado

HORNO N°2												FECHA DICIEMBRE 2018					
24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6				
X						X							X				
X						X							X				
X						X							X				
X						X							X				
X						X							X				
X						X							X				
X						X							X				

SOPROCAL S.A.  
DEPARTAMENTO DE MANTENCION  
AREA MECANICA Y SERVICIOS

Revisión enfriador interior.  
Mantencion motor auxiliar diesel.  
Revisar fuga de aire area horno 2.

HORNO N°2																	
24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6				
						X							X				
ANTONIO						X							X				
ANTONIO						X							X				

DEPARTAMENTO DE MANTENCION  
AREA MECANICA Y SERVICIOS

**NOTA PRIORIDADES**

- SOPROCAL S.A.**

**HORNO N°2**

FECHA NOVIEMBRE 2018

Mantenion válvula hazeman  
Revisión enfriador interior.  
Mantenion motor auxiliar diesel.  
Relleno de grasa a corona piñon horno H2 sello corona  
Revisar fuga de aire area horno 2.  
Inspeccion descansos cinta carbon recepcion  
Revisión cintas transportadoras Horno 2 empalme  
Revision chute retorno hamera h 2

SOPROCAL S.A.  
DEPARTAMENTO DE MANTENCION  
AREA MECANICA Y SERVICIOS

Bajar mesa precalentador  
Revisar triturador horno tapa descansos  
Harnera horno 2 cambio de juntas y chute alimentacion  
Montar raspador cinta sobre precalentador  
Harnera pulmones desmontar malla 3"  
Revisar raspadores cinta alimentacion Horno 2  
Rastra a silo 12 tensor  
Inspeccionar sistema hidraulico mesa fugas etc.  
Cambio de mangas a filtro almacen horno 2  
Mantencion tornillos polvo horno 2 /bba  
inspeccion filtro electrostatico horno 2  
Montaje de muestreador automatico  
Revision alimentador de tornillo M2

**NOTA** PRIORIDADES

- 1 CAMBIO DE MANGAS A FILTRO ALMACEN
- 2 HARNERA HORNO 2 CAMBIO JUNTAS /REVISION ASPIRACION
- 3 CHUTES ROTOS HARNERA /TRITURADOR
- 4 TENSAR RASTRA A SILO 12
- 5 INSPECCION FILTRO ELECTROSTATICO H2
- 6 MONTAJE DE MUESTREADOR AUTOMATICO

SOPROCAL S.A.  
DEPARTAMENTO DE MANTENCION  
AREA MECANICA Y SERVICIOS

Mantencion válvula hazeman  
Revisión enfriador interior.  
Mantencion motor auxiliar diesel.  
Cambio de grasa a corona pifon horno H2  
Chute harnera pulmones  
Cambio cinta metalico 7  
Cambio cinta sobre precalentador  
Inspeccion descansos cinta carbon recepcion  
Revisión cintas transportadoras Horno 2 empalme  
Cambio chute retorno harnera h 2  
Limpieza aspiracion filtros almacen

HORNO N°2			FECHA SEPTIEMBRE 2018														
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				
						X							X				

HORNO N°2			FECHA SEPTIEMBRE 2018														
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
DORA LOPEZ					X	X						X					
DORA LOPEZ					X	X						X					
ANTONIO					X	X						X					
ANTONIO					X	X						X					
ANTONIO					X	X						X					
HERNANDEZ					X	X						X					
HERNANDEZ					X	X						X					
HERNANDEZ					X	X						X					
HERNANDEZ					X	X						X					
HERNANDEZ					X	X						X					
PLANTA					X	X						X					

—

—

—

—

-

## FECHA AGOSTO 2017

[illegible]

- 1 EN HORNO REVISAR CONDICION CORONA ACCIONAMIENTO, RETIRANDO CARCAZA INFERIOR PARA LIMPIEZA DE TRAMO CORONA Y CAMBIO DE GRASA LUBRICANTE
- 2 PISTAS DE RODADURAS REVISAR ESTAS; LIMPIEZA DE LLANTA E INSPECCION DE DESCANSOS, BUJES, EJES Y ACEITE.
- 3 EN LOS TRABAJOS DE ELEVADOR CARBON Y JUNTA EXPANSION, SE PUEDE COORDINAR GRUA PARA ESTAS TAREAS. SE PUEDE AGREGAR EL TRABAJO DE LAS CAÑERIAS BOMBA POZO PROFUNDO.

# TECHNICAL SPECIFICATION

FLS miljø

ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

17. September 1997

Plant : **SOPROCAL** Unit : KILN 2 Order No : 90062620  
 Country : CHILE Commission : 92  
 Process Code : KRO/LIME  
 ProcessDescription1 : LIME KILN SMIDTH-PARSON PREHEATER  
 ProcessDescription2 :  
 Production : 400 MillProduction : Fuel :

ESPcode : C300/BP/2\*54-5170/S/C/L1D

AreaTotal : 2570 m<sup>2</sup> AreaGuarantee : 2570 m<sup>2</sup> AreaComment :

Rectifiers : 2\*90/400 kV/mA RectifierControl : PIACS-DC

	1	2	
Gas Flow	29,17		m <sup>3</sup> /s
	1750		m <sup>3</sup> /min
	44250		Nm <sup>3</sup> /h
Temperature	375		°C
Atmospheric Pressure	760		mmHg
Operating Moisture	7.4		% Vol
	40		°C
Inlet Dust	24		g/Nm <sup>3</sup> wet
Dust Emission	100		mg/Nm <sup>3</sup> dry
Efficiency	99,62		%
Gas Velocity	0,82		m/s
A/Q	88,1		m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /s
Wb-50-300	14,5		cm/s
Wm-300	6,3		cm/s

# TECHNICAL SPECIFICATION

FLS miljø	ELECTROSTATIC PRECIPITATOR		6-May-92
Plant: SOPROCAL		Country: CHILE	
Machine: KILN 1		Prod.: 400	O.no 90-062620
Process descrip.: LIME KILN SMIDTH-PARSON PREHEATER			O.type:
Process Code: KDR/LIME		Conditioning:	
Precipitator type: C300/BP/2*54-5170/S/C/L1D			
DESIGN DATA		Case 1	Case 2
Gas flow	m3/min	1750	
Gas temperature	oC	375	
Atm. pressure	mmHg	760	
Moisture	oC/ %	40	
Inlet dust	g/Nm3	26.0	
Dust emission	mg/Nm3	100	
Eff	%	99.62	
Rectifiers	xkV/mA	2*90/400	
Rectifier control:		PIACS-DC	
Spacing	mm	300	
Vol	m3	386	
Coll.area	m2	2570	
Gas velocity	m/s	0.82	
Spec. flow			
A/Q	m2/m3/s	88.0	
Wb-15/50	cm/s	14.5	
Wm	cm/s	6.3	
Wb-15/50 300mm	cm/s	14.5	
Commission		92	



## **RUTA DE CÁLCULO POTENCIAS TÉRMICAS.**

04 Marzo de 2019.

**Razón Social:** Soprocal Calerías e Industrias S.A

**Giro:** Fabrica de Cales y Carbonatos

**Rut:** 92.108.000-k

**Dirección:** Av. José Massoud Sarquis 230 Melipilla, R.M

H-1 (Horno rotatorio N°1)

Determinación de Potencia Térmica Nominal $PTN = (CN * PCS) * FC$		
Datos del Combustible		Unidad
Seleccione Combustible	Carbón Bituminoso	-
Indique tipo de combustible	Sólido	-
Indique el Consumo Nominal de combustible (CN) en la unidad indicada	1.150,00	[kg/h]
Poder Calorífico Superior (PCS)	7.000	[kcal/kg]
Densidad	850,00	[kg/m3]
Factor de Conversión (FC)	1,16E-06	[MWt]/[Kcal/h]

<b>Potencia Térmica Nominal</b>	<b>9,37</b>	<b>[MWt]</b>
---------------------------------	-------------	--------------

H-2 (Horno rotatorio N°2)

Determinación de Potencia Térmica Nominal $PTN = (CN * PCS) * FC$		
Datos del Combustible		Unidad
Seleccione Combustible	Carbón Bituminoso	-
Indique tipo de combustible	Sólido	-
Indique el Consumo Nominal de combustible (CN) en la unidad indicada	2.300,00	[kg/h]
Poder Calorífico Superior (PCS)	7.000	[kcal/kg]
Densidad	850,00	[kg/m3]
Factor de Conversión (FC)	1,16E-06	[MWt]/[Kcal/h]

<b>Potencia Térmica Nominal</b>	<b>18,74</b>	<b>[MWt]</b>
---------------------------------	--------------	--------------



## CALCULO DE POTENCIA TÉRMICA

La ecuación para el cálculo de potencia térmica nominal por fuente queda expresada de la siguiente forma<sup>12</sup>:

$$PTN = (CN \times PCS) \times FC$$

Dónde:

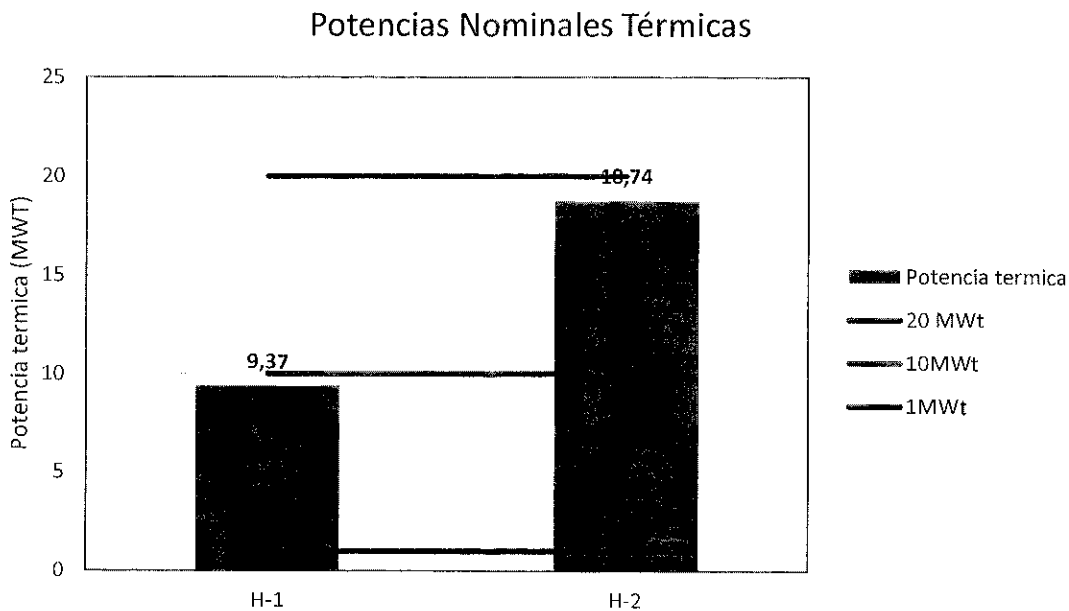
**PTN** : Potencia térmica nominal [MWt]

**CN** : Consumo nominal de combustible, En  $\left[\frac{Kg}{h}\right]$  para combustibles sólidos y líquidos y en  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$  en el caso de combustibles gaseosos

**PCS** : Poder calorífico superior del combustible, generalmente en  $\left[\frac{Kcal}{Kg}\right]$  para el caso de combustibles sólidos y líquidos y en  $\left[\frac{Kcal}{m^3}\right]$  en el caso de combustibles gaseosos.

**FC** : Factor de conversión  $1,163 \times 10^{-6} \left[\frac{MWt}{\left[\frac{Kcal}{h}\right]}\right]$

*Poder Calorífico Superior Carbón Bituminoso 7.000 kcal/kg densidad 850 kg/m3*





**SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN**


**INSTRUCTIVO**

**EMISIONES ACCIDENTALES/DESCARGAS ATMOSFERICAS NO CONTROLADAS**

**IT- GASSO-01-10**

<b>Elaboración</b>	<b>Revisión</b>	<b>Aprobación</b>
Cargo: Jefe Producción Nombre: Patricio Vicencio	Cargo: Subgerente de operaciones Nombre: Guillermo Escobar	Cargo: Subgerente de operaciones Nombre: Guillermo Escobar
<b>Fecha: 06/12/2017</b>	<b>Fecha: 07/12/2017</b>	<b>Fecha: 07/12/2017</b>

"Este documento digital es válido sólo si se consulta desde SERVIDOR SOPROCAL - Prohibida su impresión – Salvo distribución impresa"


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Código:IT-GASSO-01-10
	EMISIONES ACCIDENTALES/DESCARGAS ATMOSFERICAS NO CONTROLADAS	Versión: 2.0 Fecha:26-02-2019 Página 2 de 5

## ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	3
2. DESCRIPCIÓN DE TAREAS .....	3
3. CONTROL DE REGISTROS (SI APLICA) .....	7
4. PRINCIPALES RIESGOS.....	8
5. ANEXOS (SI APLICA) .....	10
6. CONTROL DE CAMBIOS.....	10

<b>CONFIDENCIALIDAD</b>	<b>INTEGRIDAD</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>
USO INTERNO	ALTA	ALTA

"Este documento digital es válido sólo si se consulta desde SERVIDOR SOPROCAL - Prohibida su impresión – Salvo distribución impresa"

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Código:IT-GASSO-01-10
	EMISIONES ACCIDENTALES/DESCARGAS ATMOSFERICAS NO CONTROLADAS	Versión: 2.0 Fecha:26-02-2019 Página 3 de 5

## 1. OBJETIVO

Establecer las acciones para CORREGIR emisiones accidentales o Descargas atmosféricas no controladas para asegurar el cumplimiento normativo ambiental de la Región Metropolitana y por consecuencia no afectar a la población.


## 2. DESCRIPCIÓN DE TAREAS

### Control Planta

1. Para el control principal de emisiones atmosféricas, el filtro electrostático no debe desconectarse por un tiempo superior 15 minutos. Si el problema persiste y no se vislumbra solución, se debe detener el proceso (no existe un sistema by-pass para operación alternativa). Se da aviso al jefe superior de la acción. Durante partidas fallidas del equipo, se deberá dar corte inmediato al suministro de combustible del horno para minimizar las emisiones accidentales.
2. Para otros controles de emisiones atmosféricas, tales como filtros de mangas, no debe emitir material particulado visible por un tiempo superior a los 15 minutos. Si el problema persiste, el equipo se detiene y se realiza una reprogramación de molienda. Se da aviso al jefe superior de la acción.
- 3.- Para Situaciones de emisiones atmosféricas furtivas (Sin equipo de Control), se debe buscar el equipo de mitigación (humectación del área, manual o con camión aljibe, recolección de polvos acumulados, manualmente o mecánicamente). Si la situación persiste, dar aviso al jefe superior para tomar acciones como detenciones o mantenciones de las áreas involucradas.

CONFIDENCIALIDAD	INTEGRIDAD	DISPONIBILIDAD
USO INTERNO	ALTA	ALTA

"Este documento digital es válido sólo si se consulta desde SERVIDOR SOPROCAL - Prohibida su Impresión – Salvo distribución impresa"

 <b>SOPROCAL</b>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>	Código: IT-GASSO-01-10
	<b>EMISIONES ACCIDENTALES/DESCARGAS ATMOSFERICAS NO CONTROLADAS</b>	Versión: 1.0 Fecha: 06-12-2017 Página 4 de 5

### 3. CONTROL DE REGISTROS (SI APLICA)


FORM	IDENTIFICACIÓN	RESPONSABLE EMISIÓN	ALMACENAMIENTO			DISPOSICIÓN	NIVEL DE CRITICIDAD		
			TIEMPO DE RETENCIÓN / RECUPERACIÓN	MÉTODO DE SOPORTE	LUGAR / RESPONSABLE		CONFIDENCIALIDAD	INTEGRIDAD	DISPONIBILIDAD

### 4. PRINCIPALES RIESGOS

Nº	ETAPA/ACTIVIDAD	OBJETIVO DE LA ETAPA / ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	CONTROL EXISTENTE
1	Actividad diaria en planta	Considerar el Cumplimiento legal y prevenir situaciones de emergencia ambiental y de SSO	Emisiones visibles por más de 15 minutos	<b>QUE:</b> Procedimiento <b>QUIEN:</b> Todo el personal <b>COMO:</b> Capacitación <b>CUANDO:</b> Cada vez que ocurra un incidente de emisión no controlada.
2	Acciones ante una emergencia declarada.	Garantizar el factor de marcha presupuestado con acciones evaluadas acuciosamente	Desmejorar el factor de Marcha de Equipos.	<b>QUE:</b> Programas de Mantenimiento preventiva. <b>QUIEN:</b> Área de Operaciones. <b>COMO:</b> Coordinar y ejecutar mantenciones a tiempo <b>CUANDO:</b> Siempre
<b>R#: Riesgo Operacional      RA#: Riesgo Ambiental      RSSO#: Riesgo Seguridad y Salud Ocupacional</b>				

<b>CONFIDENCIALIDAD</b>	<b>INTEGRIDAD</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>
USO INTERNO	ALTA	ALTA

"Este documento digital es válido sólo si se consulta desde SERVIDOR SOPROCAL - Prohibida su impresión – Salvo distribución impresa"

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION	Código: IT-GASSO-01-10
	EMISIONES ACCIDENTALES/DESCARGAS ATMOSFERICAS NO CONTROLADAS	Versión: 2.0 Fecha: 26/02/2019 Página: 5 de 6

## 5. ANEXOS (SI APLICA)

## 6. CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Sección modificada	Detalle de cambios
1.0	06/12/2017	Todo el documento	Se elabora Instructivo
2.0	26/02/2019	1.	Corte de alimentación combustible horno

## 7. DISTRIBUCIÓN IMPRESA

Nº	RECEPTOR	UBICACIÓN
1	Jefes de Turno	Sala de Control
2	Operadores de Proceso	Sala de Control
3	Ayudante op Proceso	Sala de Control

CONFIDENCIALIDAD	INTEGRIDAD	DISPONIBILIDAD
USO INTERNO	ALTA	ALTA

"Este documento digital es válido sólo si se consulta desde SERVIDOR SDPRDCAL - Prohibida su impresión – Salvo distribución impresa"

# CHARLA DE SEGURIDAD.

SOPROCAL S.A.

RELATOR:

Roberto Vicencio / Gerardo Gombos

FECHA: 21/10/2019

PARTICIPANTES: SUPERVISORES / TRABAJADORES

AREA

Procesos

Selección de Temario

SOPROCAL

## SEGURIDAD Y CONTROL DE PERDIDAS.

Operar equipos sin autorización.	Investigación de incidentes.
Señalización y segregación de área.	Control de emergencias.
Alterar o eliminar dispositivos de seguridad.	Trabajo en equipo y liderazgo.
Uso de equipo defectuoso.	Trabajo en altura física.
Carga, transporte y descarga de manera incorrecta.	Comunicación organizacional.
Uso de máquinas y/o equipos en funciones ajenas.	Eficiencia tiempos de producción, recepción y despacho a clientes.
Orden y aseo de lugares de trabajo.	Compromiso con el resultado.
Control de incidentes.	Uso elementos de protección respiratoria y auditiva.
Daños a la propiedad.	Impactos ambientales significativos.
Optimización de recursos y reducción de pérdidas.	Política de calidad, ambiente, seguridad y salud ocupacional.
Manejo de sustancias peligrosas.	

## NOMINA DE PARTICIPANTES

FIRMA

SAMUEL SALAZAR SALINAS

Alexandro Hernandez Muñoz

Cristian A. Bermudez Muñoz

Marco L. Banoza Goma

Victor Ulloa Pizarra

Eduardo Aparaza Gojor

Claudio Mejilla Mejilla

Juan Hinojosa

Alexandro Bobadilla Muñoz

Victor Escalante Jerez

Sosé Zuñiga M

DESCRIPCION CAPACITACION Se realizó capacitación sobre incidente ocurrido el 17-01-19 y sobre instructivo de emisiones accidentales y/o descargas ext. 17-6450-01-10, donde se mod. f. co incorporando nuevas acciones para el corte de combustible Diesel A-1 durante partido fallido del Horno. El alcance es para todo el personal de Procesos.

REVISADA POR:

Gerardo Gombos

17.347.619-4

AM/P-9630

FIRMA RELATOR

003000

M.Nº016/2003  
Melipilla, febrero 12 de 2003


Señora  
Directora Servicio de Salud  
Metropolitano del Ambiente  
Doctora Soledad Ubilla F.  
Presente

De mi consideración:

Por la presente informamos a Ud. que con esta fecha hacemos ingreso del informe final del test de quema de combustibles alternativos realizados en nuestra planta durante el mes de noviembre del 2002.

El informe incluye resultados finales sobre dioxinas y furanos, metales pesados, material particulado, benceno y organoclorados y gases.

Sin otro particular le saluda  
atentamente,

  
SOPROCAL, CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
Ricardo Thiers T.  
S.L. DE OPERACIONES

c.c. Archivo





SERPRAM

**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35%  
HORNO 2  
PLANTA INDUSTRIAL MELIPILLA  
SOPROCAL S.A.**

**Santiago, Enero 2003**



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

---

**ÍNDICE**

	Página Nº de
1.0 ANTECEDENTES	1-16
2.0 MEDICIONES	
2.1 Metodología de Mediciones	
2.1.1 Mediciones Isocinéticas de Dioxinas, Furanos y Benzo(a)pireno	2-16
2.1.2 Mediciones de Benceno y Compuestos Organoclorados	2-16
2.1.3 Mediciones Isocinéticas de Metales Pesados	4-16
2.1.4 Mediciones Isocinéticas de Material Particulado	5-16
2.1.5 Mediciones de Gases	6-16
2.1.6 Equipos para las mediciones	9-16
2.2 Resultados y comentarios	10-16
ANEXO	
A. Informe Medición de Dioxinas, Furanos y Benzo(a)pireno	
B. Informe Medición de Benceno y Compuesto Organoclorados	
C. Informe Medición de Metales Pesados	
D. Informe Medición de Material Particulado	
E. Informe Mediciones de Gases	
F. Planillas de Condición de Operación de la Fuente	
G. Análisis del Combustible Líquido Alternativo, Carbón y Materia Prima	



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

## 1.0 ANTECEDENTES

Por medio de la carta M.Nº179/02, con fecha 08 de noviembre de 2002, enviada al SERVICIO DE SALUD METROPOLITANO DEL AMBIENTE, SOPROCAL S.A. dio aviso para realizar los ensayos necesarios en pro de evaluar las emisiones al ambiente al utilizar un combustible alternativo (aceite recuperado) en el proceso de calcinación de caliza.

La fuente en donde se realizó el test de quema corresponde al Horno Rotatorio de Cal Nº 2, marca FLS, diámetro 3,45 m. y largo 50 m., registro SESMA Nº PR 766, con una capacidad de producción de 17,4 (ton/hr) de Cal.

Durante el test se trabajó con una mezcla de dos combustibles: carbón y aceites lubricantes recuperados, al 35% de reemplazo energético.

A continuación se indican los que se utilizaron para la ejecución de las mediciones del ensayo de quema:

CONTAMINANTE O PARÁMETRO	MÉTODO	DESCRIPCIÓN
Punto de muestreo	EPA 1	Localización de punto de muestreo para fuente fijas.
Velocidad y Flujo	EPA 2	Velocidad y flujo volumétrico en gases de chimeneas.
Humedad	EPA 4	Contenido de humedad en gases de chimeneas.
Material Particulado	EPA 5 ó CH 5	Muestreo isocinético desde fuentes estacionarias.
Metales Pesados (Sb, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni, P, Se, Ag, Ti, Zn, Pd, Pt, V y Re).	EPA 29	Determinación de metales pesados desde fuentes estacionarias.
Dioxinas, Furanos y Benzo(a)pireno	EPA 23	Determinación de Policlorados Dibenzo-p-dioxinas y Policlorados Dicenzofuranos desde fuentes estacionarias.
Benceno y COC	Método 0031	Método de muestreo para compuestos orgánicos volátiles usando tubos adsorbentes.
O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	EPA 3 A	Determinación de oxígeno y dióxido de carbono en emisiones desde fuentes estacionarias. Procedimiento de instrumentación y análisis.
CO	EPA 10	Determinación de emisiones de monóxido de carbono desde fuentes estacionarias.
ND <sub>x</sub>	EPA 7E	Determinación de óxidos de nitrógeno desde fuentes estacionarias. Procedimiento de instrumentación y análisis.
SO <sub>2</sub>	EPA 6C	Determinación de anhídrido sulfuroso desde fuentes estacionarias. Procedimiento de instrumentación y análisis.
HCT	EPA 25A	Determinación de concentración de compuestos orgánicos volátiles. Procedimiento de instrumentación y análisis.



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

## 2.0 MEDICIONES

### 2.1 Metodología de Mediciones

#### 2.1.1 Mediciones Isocinéticas de Dioxinas, Furanos y Benzo(a)pireno desde Fuentes Estacionarias.

La toma de muestra para determinar los Policlorados Dibenzo-p-dioxinas (PCDD), Policlorados Dibenzofuranos (PCDF) y Benzo(a)pireno, se realiza con un analizador isocinético de acuerdo al **método 23 y 5 de la EPA**. La muestra se hace pasar por un filtro y una resina adsorbente XAD, en la cual quedan adsorbidos los PCDD/PCDF. El filtro y la resina son enviados a un laboratorio en USA para la extracción y posterior análisis, de acuerdo a los métodos 8280 o 8290 usando cromatografía gaseosa de alta resolución y espectrometría de masa de alta resolución.

Adicionalmente, este mismo método se utiliza para la determinación de compuestos orgánicos aromáticos, tales como el Benzo(a)pireno, Policlorados Bifenólicos (PCB's) u otros.

Parámetro	Límite de Detección del Método (pg)
2,3,7,8 TCDD	3.38
1,2,3,7,8 PeCDD	24.8
1,2,3,4,7,8 HxCDD	24.2
1,2,3,6,7,8 HxCDD	25.9
1,2,3,7,8,9 HxCDD	21.7
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	11.3
OCDD	39.4
2,3,7,8 TCDF	3.28
1,2,3,7,8 PeCDF	11.0
2,3,4,7,8 PeCDF	5.85
1,2,3,4,7,8 HxCDF	15.5
1,2,3,6,7,8 HxCDF	10.5
2,3,4,6,7,8 HxCDF	16.1
1,2,3,7,8,9 HxCDF	28.8
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	8.91
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	19.9
OCDF	39.7
Benzo(a)pireno	1.99 (ng)

#### 2.1.2 Mediciones de Benceno y Compuestos Organoclorados (COC).

La toma de muestra para determinar el Benceno y COC se usa el método 0031, el cual permite determinar compuestos orgánicos volátiles desde fuente fijas con punto de ebullición entre -15°C y 121°C. La corriente gaseosa se hace pasar por un par de tubos que contienen resinas adsorbentes, para posteriormente ser extraída y analizadas por cromatografía gaseosa y espectrometría de masa según los métodos 5041 y 8260. Los tubos tienen la capacidad para adsorber hasta 20 L de muestra la cual puede tomarse a una razón de flujo entre 0,25 L/min a 1,0 L/min y un tiempo total de muestreo de 2 horas.



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

Parámetro	Límite de Detección (ng)
Dibromochloromethane	10
Chlorobenzene	10
1,2,4-Trichlorobenzene	50
Naphthalene	50
Hexachlorobutadiene	50
1,2,3-Trichlorobenzene	50
1,1,1,2-Tetrachloroethane	10
Butylbenzene	10
Iodomethane	10
Freon 12	10
Chloromethane	10
Vinyl Chloride	10
Bromomethane	10
Chloroethane	10
Freon 11	10
Chloropropane	10
Styrene	10
Bromoform	10
1,1,2,2-Tetrachloroethane	10
1,3-Dichlorobenzene	10
1,4-Dichlorobenzene	10
1,2-Dichlorobenzene	10
Cumene	10
cis-1,4-Dichloro-2-butene	10
Bromobenzene	10
1,2,3-Trichloropropane	10
trans-1,4-Dichloro-2-butene	10
Propylbenzene	10
2-Chlorotoluene	10
4-Chlorotoluene	10
1,3,5-Trimethylbenzene	10
tert-Butylbenzene	10
1,2,4-Trimethylbenzene	10
sec-Butylbenzene	10
p-Cymene	10
1,2-Dibromo-3-chloropropane	50
1,1-Dichloroethene	10
Freon 113	10
Carbon Disulfide	10
Acetone	50
Chloropropene	10
Methylene Chloride	10
1,2-Dichloroethene	10
Acrylonitrile	10
Hexane	10
1,1-Dichloroethane	10
Vinyl Acetate	50
2,2-Dichloropropane	10
1,2-Dichloroethene	10
2-Butanone (Methyl Ethyl Ketone)	50
Bromochloromethane	10
Chloroform	10
1,1,1-Trichloroethane	10
Carbon Tetrachloride	10
1,1-Dichloropropene	10
Benzene	10

(continua página siguiente)



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

Parámetro	Límite de Detección (ng)
1,2-Dichloroethane	10
Trichloroethene	10
1,2-Dichloropropane	10
Dibromomethane	10
Bromodichloromethane	10
cis-1,3-Dichloropropene	10
trans-1,3-Dichloropropene	10
4-Methyl-2-pentanone	50
Toluene	10
1,1,2-Trichloroethane	10
Tetrachloroethene	10
1,3-Dichloropropane	10
2-Hexanone	50
1,2-Dibromoethane (EDB)	10
Ethyl Benzene	10
m,p-Xylene	10
o-Xylene	10
Styrene	10
Bromoform	10
1,1,2,2-Tetrachloroethane	10
1,3-Dichlorobenzene	10
1,4-Dichlorobenzene	10
1,2-Dichlorobenzene	10
Cumene	10
cis-1,4-Dichloro-2-butene	10
Bromobenzene	10
1,2,3-Trichloropropane	10
trans-1,4-Dichloro-2-butene	10
Propylbenzene	10
2-Chlorotoluene	10
4-Chlorotoluene	10
1,3,5-Trimethylbenzene	10
tert-Butylbenzene	10
1,2,4-Trimethylbenzene	10
sec-Butylbenzene	10
p-Cymene	10
1,2-Dibromo-3-chloropropane	50

### 2.1.3 Mediciones Isocinéticas de Metales Pesados desde Fuentes Fijas.

Para el monitoreo de metales pesados se usa la metodología EPA 29, el cual utiliza el método EPA 5 para tomar las muestras; el método hace hincapié en los cuidados que hay que tener para la recuperación de las soluciones absorbentes de los metales pesados y del lavado del tren de muestreo.

A continuación se indican la técnica y los límites de detección de los análisis químicos utilizados en el laboratorio en la determinación de los metales pesados desde las soluciones absorbentes.



SERPRAM

SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2

Análisis Físico Químico	Lim. Det.	Método
Material Particulado	(%) (*)	(**)
Cadmio	0,001	AA
Talio	0,005	ICP
Mercurio	0,001	AA (Vapor frio)
Arsénico	0,001	AA (Hidruros)
Cobalto	0,005	ICP
Niquel	0,001	AA
Selenio	0,001	AA (Hidruros)
Teluro	0,001	ICP
Antimonio	0,005	ICP
Cromo	0,001	AA
Cobre	0,001	AA
Plomo	0,006	AA
Manganeso	0,001	AA
Estaño	0,001	ICP
Vanadio	0,001	ICP
Berilio	0,001	ICP
Zinc	0,001	AA

(\*) Porcentaje relativo a material presente

(\*\*) El análisis se realiza mediante espectroscopía atómica de absorción (AA) o emisión (ICP)

#### 2.1.4 Mediciones Isocinéticas de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias.

La determinación de la concentración de partículas y, por ende, de los niveles de arrastre de sólidos en la corriente gaseosa, se realiza con un analizador isocinético de acuerdo al método **EPA-5**, el cual incluye los métodos **EPA 1-2-3-4**.

La medición de material particulado a realizar se basa en extraer isocinéticamente una muestra de gas de una fuente y se recoge en un filtro de fibra de vidrio mantenido a una temperatura del rango de  $120 \pm 14$  °C ( $248 \pm 25$  °F) según se especifica en la reglamentación aprobada por el **Servicio de Salud Respectivo**. La masa de particulado, que incluye todo material que se condense a/o sobre la temperatura de filtración, se determinará gravimétricamente después de llevar a sequedad.

El analizador isocinético determina en el mismo momento el flujo de gases, la humedad y temperatura.

El analizador isocinético, al igual que todo el tren de muestreo se encuentra debidamente calibrado y certificado por el Instituto de Salud Pública (ISP).

En términos generales, el trabajo de terreno se efectuará de la siguiente manera, usando el muestreador de acuerdo a la metodología de la Environmental Protection Agency, EPA :



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

- a) Determinación del número de estaciones de muestreo en la chimenea a medir.
- b) Caracterización del flujo de gases en el ducto. Esto implica medir los siguientes parámetros:
  - Presión absoluta del ducto.
  - Temperatura de los gases.
  - Velocidad de los gases.
  - Humedad de los gases.
  - Composición de los gases ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ )
- c) Preparación y ajuste del muestreador isocinético de acuerdo al régimen de velocidad y temperatura de los gases.
- d) Muestreo isocinético de las partículas, con el fin de determinar su concentración.

**2.1.5 Mediciones de gases en chimenea del Horno durante dos horas efectivas de medición ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , COVs,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO)**

La determinación de gases  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  y HCT, se realizará, mediante monitoreo continuo, con un analizador de gases de chimenea, el cual utiliza gases de calibración, certificados, cada vez que se requiere utilizar. Los principios de detección usados por este instrumento para los distintos gases son: infrarrojo no dispersivo para el  $\text{SO}_2$ , CO y  $\text{CO}_2$ , fotometría de emisión de llama para los HCT, y magnetoneumático para  $\text{O}_2$ , aprovechando que es un gas paramagnético. Este equipo, cumple con la metodología expuesta en el método EPA 7-E para la detección de  $\text{NO}_x$  y con la establecida en el método 6-C para la determinación de  $\text{SO}_2$ , con el método 10 para la determinación de CO y con el método 25-A para la determinación de HCT y COVs. Es importante destacar que la calibración de equipos se realiza mediante gases de calibración protocolo EPA 1 vigentes.

Los equipos se encuentran instalados en un carro móvil, totalmente equipado, con control de temperatura y gases de calibración, Protocolo EPA 1 de la Scott y gases de trabajo AGA.

**PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN EL MONITOREO DE CONTINUO DE GASES DE CHIMENEA**

CONTAMINANTE	EQUIPO	PRINCIPIO OPERACION
Oxígeno	HORIBA, ENDA 1000	Analizador de tipo presión magnética
Dióxido de Carbono	HORIBA, ENDA 1000	Analizador infrarrojo no dispersivo
Monóxido de carbono	HORIBA, ENDA 1000	Analizador infrarrojo no dispersivo
Dióxido de Azufre	HORIBA, ENDA 1000	Analizador infrarrojo no dispersivo
Oxidos de nitrógeno	BECKMAN	Luminiscencia química
Hidrocarburos totales, no metánicos y metano	SERES	Fotometría de emisión de llama
Sistema de Adquisición de Datos	Campbell	Datalogger
Sistema de aire acondicionado	General Electric	Tipo ventana





SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

**PRECISIÓN Y EXACTITUD DE LOS EQUIPOS QUE SE USARÁN EN LAS MEDICIONES  
CONTINUAS DE GASES**

PARÁMETRO	EXACTITUD	PRECISIÓN
O <sub>2</sub>	0,2 %	1 % *
CO <sub>2</sub>	0,2 %	1 % *
CO	1 ppm	1 % *
NO <sub>x</sub>	0,1 ppm	1 % *
SO <sub>2</sub>	1 ppm	1 % *
Hidrocarburos	0,1 ppm	1 % *

(\*) Escala total que se esté utilizando

A continuación se presenta una breve descripción de la metodología de medición que utiliza la unidad de monitoreo de gases.

**MÉTODO CH-6C :** determinación de emisiones de dióxido de azufre desde fuentes estacionarias (procedimiento con analizador instrumental).

#### **Aplicabilidad**

Este método se aplica sólo cuando está especificado dentro de las reglamentaciones para determinar las concentraciones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en emisiones controladas y no controladas de fuentes estacionarias.

#### **Principio**

Se toma en forma continua una muestra de gas de chimenea y se lleva una parte de la muestra a un analizador instrumental para determinar la concentración de gas de SO<sub>2</sub>, usando un analizador

de rayos ultravioletas (UV), analizador infrarrojo no dispersivo (NDIR), fluorescente o con celda electroquímica. Se entregan las especificaciones de desarrollo y los procedimientos para efectuar los test para así garantizar datos confiables.

#### **Rango Analítico**

El rango analítico está determinado por el modelo instrumental. En este método, una porción del rango analítico es seleccionada al elegir la escala del sistema de monitoreo. Esta escala debe ser seleccionada de forma tal que la concentración del gas contaminante equivalente al estándar de emisión no sea menor que el 30% de ésta. Si en algún momento de la medición de la concentración del gas se excede la escala, esta medición se considera inválida.

#### **Sensibilidad**

El límite mínimo detectable depende, del rango analítico, de la escala, y de la razón de señal de ruido del sistema de medición. Para sistemas bien diseñados, el límite mínimo detectable debe ser menor que el 2% de la escala.



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

**MÉTODO CH-7E:** determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno desde fuentes estacionarias (procedimiento con analizador instrumental)

**Aplicabilidad**

Este método se aplica sólo cuando está especificado en las reglamentaciones para determinar las concentraciones de óxidos de nitrógeno (NOx) de emisiones provenientes de fuentes fijas.

**Principio**

Se extrae en forma continua una muestra de gas desde una chimenea, y se lleva una parte de la muestra a un analizador instrumental de luminiscencia química para determinar la concentración de NOx. Se entregan las especificaciones sobre el desarrollo y los procedimientos para efectuar los tests con el fin de garantizar datos confiables.

**Rango Analítico**

El rango analítico está determinado por el modelo instrumental. En este método, una porción del rango analítico es seleccionada al elegir la escala del sistema de monitoreo. Esta escala debe ser seleccionada de forma tal que la concentración del gas contaminante equivalente al estándar de emisión no sea menor que el 30 % de ésta. Si en algún momento de la medición de la concentración del gas se excede la escala, esta medición se considera inválida.

**Sensibilidad**

El límite mínimo detectable depende, del rango analítico, de la escala, y de la razón de señal de ruido del sistema de medición. Para sistemas designados, el límite mínimo detectable debe ser menor que el 2 % de la escala.

**MÉTODO CH-10:** determinación de las emisiones de monóxido de carbono desde fuentes estacionarias.

**Principio**

Se extrae una muestra de gas integrada o continua desde un punto de muestreo y se analiza para determinar el contenido de monóxido de carbono (CO), utilizando un analizador infrarrojo no dispersivo de tipo Luft o un equivalente.

**Aplicabilidad**

Este método se aplica para determinar las emisiones de monóxido de carbono desde fuentes fijas, solo cuando se especifique en los procedimientos de este test, con el objeto de determinar si cumplen con los estándares definidos para nuevas fuentes. El procedimiento para efectuar los tests indicará si se debe usar una muestra integrada o continua.



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

## **Rango y Sensibilidad**

Rango: De 0 a 1.000 ppm.

Sensibilidad: La concentración mínima detectable es 20 ppm para una escala de 0 a 1.000 ppm.

**MÉTODO CH-25A: determinación de la concentración de los compuestos orgánicos volátiles totales mediante un analizador de ionización de llama.**

## **Aplicabilidad**

Este método se aplica para medir la concentración de los compuestos orgánicos volátiles totales de vapores que consisten principalmente en alcanos, alquenos y/o hidrocarburos aromáticos. La concentración se expresa en términos de propano (u otro gas orgánico de calibración apropiado) o en términos de carbono.

## **Principio**

Se extrae una muestra de la fuente y se conduce por una línea de muestreo la que es calentada (solo si se requiere), pasando por un filtro de fibra de vidrio antes del analizador de ionización de flama. Los resultados se informan como equivalentes de concentración de volumen del gas de calibración o como equivalentes de carbono.

### **2.1.6 Equipos para mediciones**

SERPRAM, cuenta en la actualidad con el equipamiento apropiado para realizar el servicio de acuerdo a la metodología establecida en nuestro país por el Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana y por la metodología de la Environmental Protection Agency, E.P.A.:

- Equipos isocinéticos completos, todos con su calibración al día por el Instituto de Salud Pública, I.S.P. y por ende autorizados por el Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana.

Los analizadores de gases a utilizar:

- HORIBA modelo ENDA 1000
- Monitor de óxidos de nitrógeno, Beckman, el cual utiliza como principio de detección la luminiscencia química.
- TESTO, modelo 350, de origen alemán es utilizado normalmente en los muestreos isocinéticos de procesos de combustión.
- ORSAT, absorción volumétrica de gases.

La sala de ambientación cuenta con una balanza electrónica, marca Sartorius, calibrada periódicamente por el I.S.P. la cual entrega valores altamente confiables.



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

## 2.2 Resultados y Comentarios

Del 26 al 29 de noviembre y el 03 de diciembre de 2002 se realizaron las mediciones en el horno N° 2 de Dioxinas-Furanos, Benzo(a)pireno, Benceno, Compuestos Organoclorados, Metales y Material Particulado, respectivamente. El 05 de diciembre de 2002 se realizaron las mediciones de gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, HCT).

Durante el test se trabajó con una mezcla de dos combustibles: carbón y aceites lubricantes recuperados, al 35% de reemplazo energético. Las características de cada uno de ellos son las siguientes:

### Carbón

Parámetros	Recibido	Seco
Humedad total (%)	9.49	s/i
Humedad residual (%)	3.45	s/i
Cenizas (%)	7.37	8.14
Materia volátil (%)	31.26	34.54
Carbono fijo (%)	51.88	57.32
Azufre (%)	1.15	1.28
Poder calorífico superior (Kcal/Kg)	6702	7405
Dureza HGI	74	

### Combustible alternativo

Parámetros	Valor
Viscosidad a 40° C (cp)	250
Poder Calorífico (Kcal/kg)	10240
Cloro (% peso)	< 0.5
Azufre (% peso)	< 1
Cenizas (% peso)	< 1
Plomo (ppm)	< 100
Cromo (ppm)	< 10
Arsénico (ppm)	< 5
Cadmio (ppm)	< 2
PCB's (ppm)	< 50



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

La caliza utilizada como materia prima tuvo la siguiente caracterización:

Parámetros	Valor
SrO (% peso)	0.04
CuO (% peso)	<0.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (% peso)	0.60
MnO (% peso)	0.60
BaO (% peso)	<0.01
TiO <sub>2</sub> (% peso)	0.04
CaO (% peso)	52.8
K <sub>2</sub> O (% peso)	0.21
Cl (% peso)	0.02
SO <sub>3</sub> (% peso)	0.20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (% peso)	0.09
SiO <sub>2</sub> (% peso)	2.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (% peso)	0.74
MgO (% peso)	0.82
Na <sub>2</sub> O (% peso)	0.02

Las condiciones de operación del horno durante las mediciones fueron:

Condición	26.nov	27.nov	28.nov	29.nov	03.dic	05.dic
Crudo (ton/hr)	24.5	27.0	25.1	25.5	26.5	26.0
Carbón (ton/hr)	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Combust.Altern. (Lts/hr)	670	640	660	670	620	640
Oxígeno en Horno (%)	1.2	1.5	2.2	2.2	1.6	1.8
Temp. Zona Ductos (°C)	890	920	780	920	950	950
Temp. Entrada Filtro (°C)	220	200	210	240	260	265

Considerando la concentración histórica de material particulado de la fuente, se calculó un volumen mínimo de muestreo por corrida para las mediciones de dioxinas-furanos y benzo(a)pireno de 3,0 m<sup>3</sup>N, equivalente a 240 minutos de monitoreo continuo por corrida. Para las mediciones de metales pesados fue necesario tomar un volumen mínimo de muestra por corrida de 2,5 m<sup>3</sup>N, equivalente a 160 minutos de monitoreo continuo por corrida. El volumen de muestreo de material particulado se calculó a partir de las exigencias del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, el cual para el tipo de fuente debe ser un volumen mínimo de 1 m<sup>3</sup>N por corrida.

El volumen de muestra para las mediciones de benceno y compuestos organoclorados (COC) es predeterminada por la capacidad de los tubos de adsorción, el cual no debe ser superior a 20 Lt. de muestra por par de tubos. Considerando que se debe muestrear como mínimo 2 horas continuas y que las muestras fueron extraídas de la chimenea a razón de 0,5 Lt/min, significó tomar muestras en tres pares de tubos de adsorción.



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

A continuación se presentan en las tablas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 un resumen de: las mediciones de dioxinas-furanos y benzo(a)pireno, benceno y compuestos organoclorados, metales, material particulado y el monitoreo de gases.

**Tabla 2.1**  
**Dioxinas, Furanos y Benzo(a)pireno EPA 23**  
**26 y 27 de noviembre de 2002**  
**Condición : 35% de reemplazo**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	PROM.	σ
Fecha de muestreo	26,11,02	27,11,02	27,11,02		
Dioxina y Furano (ng/m <sup>3</sup> N)*	0,742	0,544	0,835	0,707	0,149
Benzo(a)pireno (mg/m <sup>3</sup> N)*	<3E-06	<3E-06	<3E-06	<3E-06	NC
Dioxina y Furano corr 7,0% oxígeno (ng/m <sup>3</sup> N)*	0,831	0,536	0,823	0,730	0,168
Dioxina y Furano corr 10,0% oxígeno (ng/m <sup>3</sup> N)*	0,653	0,421	0,647	0,574	0,132
Caudal de Gases Estandarizado (m <sup>3</sup> N/h)*	39947	43040	43822	42270	2,049
% O <sub>2</sub>	8,5	6,8	6,8	7,4	1
% CO <sub>2</sub>	22,0	24,7	24,0	23,6	1
Isocinetismo (%)	91	97	94	94	2,7
Humedad de los Gases (%)	6,5	6,2	6,4	6,4	0,1
Velocidad de los Gases (m/s)	8,0	8,3	8,6	8,3	0,3
Temperatura de los Gases (°C)	220	209	215	215	5,5

NC : no corresponde

(\*) : 25°C y 1 atm

Norma de co-incineración:

Dioxina y Furanos 0,2 (ng/m<sup>3</sup>N, 25°C y 1 atm) corregido a 10% O<sub>2</sub>  
Benzo(a)pireno 0,1 (mg/m<sup>3</sup>N, 25°C y 1 atm) corregido a 10% O<sub>2</sub>

Norma Confederación Suiza:

Benzo(a)pireno 0,1 (mg/m<sup>3</sup>N, 0°C y 1 atm )



SERPRAM

SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2

Tabla 2.2  
Benceno y Compuestos Organoclorados Método 0031  
28 de noviembre de 2002  
Condición : 35% de reemplazo

Parámetro	(mg/m <sup>3</sup> N)	(mg/m <sup>3</sup> N) al 10% O <sub>2</sub>
Chloromethane	0,0041	0,0033
Bromomethane	0,0049	0,0026
Carbon Disulfide	0,0071	0,0037
Acetone	0,0094	0,0049
Methylene Chloride	0,0258	0,0135
Acrylonitrile	0,0055	0,0029
Hexane	0,0318	0,0167
Vinyl Acetate	0,0027	0,0014
2-Butanone (Methyl Ethyl Ketone)	0,0052	0,0027
Chloroform	0,0015	0,0008
Benzene	0,0323	0,0169
Trichloroethene	0,0008	0,0004
4-Methyl-2-pentanone	0,0027	0,0014
Toluene	0,0099	0,0052
Tetrachloroethene	0,0007	0,0004
2-Hexanone	0,0027	0,0014
Chlorobenzene	0,0028	0,0014
Ethyl Benzene	0,0013	0,0007
m,p-Xylene	0,0037	0,0019
o-Xylene	0,0014	0,0007
Styrene	0,0015	0,0008
1,3-Dichlorobenzene	0,0010	0,0005
1,4-Dichlorobenzene	0,0006	0,0003
1,2-Dichlorobenzene	0,0008	0,0004
Propylbenzene	0,0007	0,0003
1,2,4-Trimethylbenzene	0,0018	0,0009
1,2-Dibromo-3-chloropropane	0,0027	0,0014
1,2,4-Trichlorobenzene	0,0027	0,0014
Naphthalene	0,0033	0,0017
Hexachlorobutadiene	0,0027	0,0014
1,2,3-Trichlorobenzene	0,0027	0,0014
Butylbenzene	0,0007	0,0004
Iodomethane	0,0015	0,0008
Freon 12	0,0044	0,0023

(\*)25°C y 1 atm

Norma de co-incineración :

Benceno 5.0 (mg/m<sup>3</sup>N, 25°C y 1 atm) corregido a 10% O<sub>2</sub>

Norma Confederación Suiza:

Benceno 5.0 (mg/m<sup>3</sup>N, 0°C y 1 atm)



SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.**  
**MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA**  
**CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

**Tabla 2.3**  
**Metales Pesados EPA 29**  
**28 y 29 de noviembre de 2002**  
**Condición : 35% de reemplazo**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	PROM.	σ
Fecha de Medición	28.11.02	29.11.02	29.11.02		
Caudal de Gases Estandarizado (m <sup>3</sup> N/h)	41098	42643	45384	43042	2.171
% O <sub>2</sub>	7,6	7,2	7,3	7,4	0,2
% CO <sub>2</sub>	24,0	23,6	23,0	23,5	0,5
Isocinetismo (%)	103	98	101	101	2,8
Humedad de los Gases (%)	7,0	6,8	5,6	6,5	0,7
Velocidad de los Gases (m/s)	8,4	9,3	9,5	9,1	0,6
Temperatura de los Gases (°C)	228	265	248	247	18,5

NC : no corresponde

(\*) : 25°C y 1 atm

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	Promedio	Promedio	Promedio
	(mg/m <sup>3</sup> N)	(mg/m <sup>3</sup> N)	(mg/m <sup>3</sup> N)	(mg/m <sup>3</sup> N)*	(mg/m <sup>3</sup> N)* 7% O <sub>2</sub>	(mg/m <sup>3</sup> N)* 10% O <sub>2</sub>
Fecha edición	28.11.02	29.11.02	29.11.02			
Antimonio	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Arsénico	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Bario	0,0145	0,0117	0,0209	0,0157	0,0161	0,0127
Berilio	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Cadmio	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Cromo	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001
Cobalto	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Cobre	0,0014	0,0106	0,0007	0,0043	0,0043	0,0034
Plomo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Manganeso	0,0348	0,0693	0,0237	0,0426	0,0436	0,0343
Níquel	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Fósforo	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Selenio	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001
Plata	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Talio	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Zinc	0,0335	0,0413	0,0273	0,0340	0,0349	0,0274
Paladio	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Platino	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Renio	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Vanadio	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002
Mercurio	0,0174	0,0021	0,0057	0,0084	0,0087	0,0069

(\*) 25°C y 1 atm

Proyecto Coincineración (25°C y 1 atm)	Norma	Medición
Hg (mg/m <sup>3</sup> N, 10% O <sub>2</sub> )	0,1	0,0069
Cd (mg/m <sup>3</sup> N, 10% O <sub>2</sub> )	0,1	0,0001
Pb (mg/m <sup>3</sup> N, 10% O <sub>2</sub> )	0,2	0,0002
Pb y Zn (mg/m <sup>3</sup> N, 10% O <sub>2</sub> )	1	0,0275
Clase II (mg/m <sup>3</sup> N, 10% O <sub>2</sub> ) (As, Co, Ni, Se, Te)	1	0,0005
Clase III (mg/m <sup>3</sup> N, 10% O <sub>2</sub> ) (Sb, Cr, CN, F, Mn, Pd, Pt, SiO <sub>2</sub> , Rh, Sn, V)	5	0,0351





SERPRAM

SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CDN COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2

Tabla 2.4  
Material Particulado CH 5  
03 de diciembre de 2002  
Condición : 35% de reemplazo

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	PROM.	$\sigma$
Fecha de Medición	03.11.02	03.11.02	03.11.02		
Conc. de Material Particulado (mg/m <sup>3</sup> N)*	28,4	23,0	25,2	25,5	2,7
Conc. Corregida al 7% O <sub>2</sub> de Material Particulado (mg/m <sup>3</sup> N)*	28,4	22,5	25,2	25,4	2,9
Conc. Corregida al 10% O <sub>2</sub> de Material Particulado (mg/m <sup>3</sup> N)*	22,3	17,7	19,8	19,9	2,3
Caudal de Gases Estandarizado (m <sup>3</sup> N/h)*	46685	46126	46944	46585	418
% O <sub>2</sub>	7,0	6,7	7,0	6,9	0,2
% CO <sub>2</sub>	23,2	23,1	22,9	23,1	0,2
Isocinetismo (%)	94	95	94	94	0,3
Humedad de los Gases (%)	6,6	7,1	6,6	6,8	0,3
Velocidad de los Gases (m/s)	10,3	10,3	10,4	10,3	0,1
Temperatura de los Gases (°C)	271	275	274	273	2,1

(\*) : 25°C y 1 atm

Norma D.S. N°4/92 del MINSAL 112 mg/m<sup>3</sup>N

Tabla 2.5  
Emisiones de Gases EPA 3A, 6C, 7E, 10 y 25A  
Condición : 35% de reemplazo  
Fecha y hora de Medición : 05.diciembre.2002 de 11:45 a 13:50 horas

PARÁMETRO	VALOR
CAUDAL DE GASES (m <sup>3</sup> N/h)	45343
HUMEDAD DE LOS GASES (%)	7,0
VELOCIDAD DE LOS GASES (m/s)	10,1
TEMPERATURA DE LOS GASES (°C)	274
OXÍGENO (%)	7,5
DIÓXIDO DE CARBONO (%)	23,8
ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO <sub>x</sub> ) Norma Suiza (mg/m <sup>3</sup> N) a 10% O <sub>2</sub>	800
ppm	234
mg/m <sup>3</sup> N expresado como NO <sub>2</sub>	439
mg/m <sup>3</sup> N expresado como NO <sub>2</sub> y corregido a 10 % de O <sub>2</sub>	357
EMISIONES de NO <sub>x</sub> (Kg/hora)	19,9
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> ) Norma Suiza (mg/m <sup>3</sup> N) a 10% O <sub>2</sub>	500
ppm	7,3
mg/m <sup>3</sup> N	19,1
mg/m <sup>3</sup> N corregido a 10 % de O <sub>2</sub>	15,6
EMISIONES de SO <sub>2</sub> (Kg/hora)	0,87
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	
ppm	115
mg/m <sup>3</sup> N	132
EMISIONES de CO (Kg/hora)	6,0
HIDROCARBUROS TOTALES (COV) Norma Suiza (mg/m <sup>3</sup> N) a 10% O <sub>2</sub>	150
ppm expresado como CH <sub>4</sub>	2,5
mg/m <sup>3</sup> N expresado como CH <sub>4</sub>	1,6
mg/m <sup>3</sup> N expresado como CH <sub>4</sub> y corregido a 10 % de O <sub>2</sub>	1,3
EMISIONES de COV (Kg/hora)	0,07

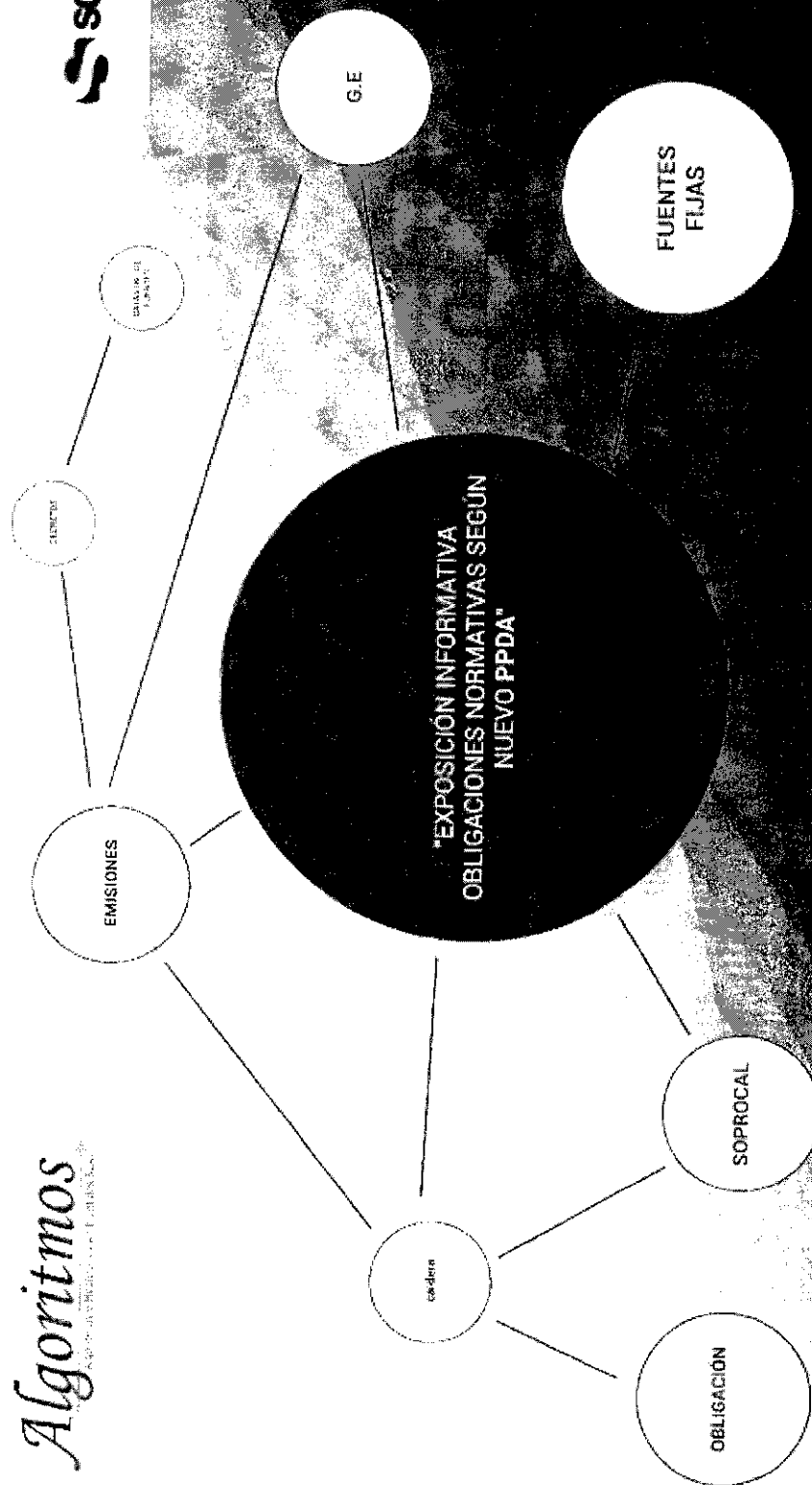


SERPRAM

**SOPROCAL CALERÍAS E INDUSTRIAS S.A.  
MEDICIÓN DE EMISIONES DEL TEST DE QUEMA  
CON COMBUSTIBLE ALTERNATIVO AL 35% EN EL HORNO 2**

---

La mayoría de las emisiones medidas cumplieron con las normativas aplicables y con las normas propuestas en el "Proyecto de Norma de Emisión para la Incineración y Coincineración de Residuos", la excepción fueron las emisiones de dioxinas y furanos las cuales excedieron la norma de coincineración en un 187%.



www.algoritmospa.com





## OBJETIVO

*Dar cumplimiento a las normas primarias de calidad ambiental de aire vigentes, asociadas a los contaminantes Material Particulado respirable  $MP_{10}$ , Material Particulado Fino Respirable  $MP_{2.5}$ , Ozono ( $O_3$ ), Monóxido de Carbono (CO), en un plazo de 10 años desde su entrada en vigencia.*

[www.algoritmospa.com](http://www.algoritmospa.com)

## INTRODUCCIÓN

## PORQUÉ SANTIAGO ESTA TAN CONTAMINADO?

Santiago fue fundada en 12 de Febrero de 1541, por Don Pedro de Valdivia.

Santiago esta ubicado en una cuenca plana y rodeada de cordones Montañosos, es decir dentro de una tasa.

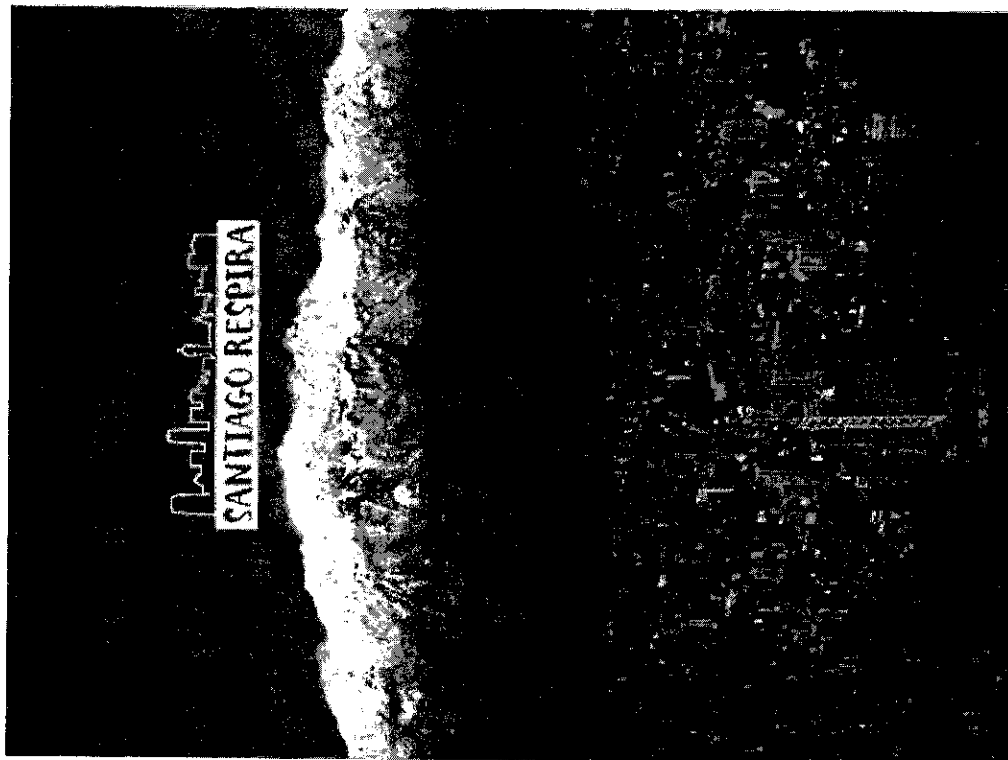
La contaminación data desde la época colonial.

Pero esta contaminación se acentúa en invierno, por la inversión térmica, es decir, por bajas temperaturas y calentamiento de la superficie, y la poca ventilación de la cuenca de Santiago.

[www.algoritmospa.com](http://www.algoritmospa.com)

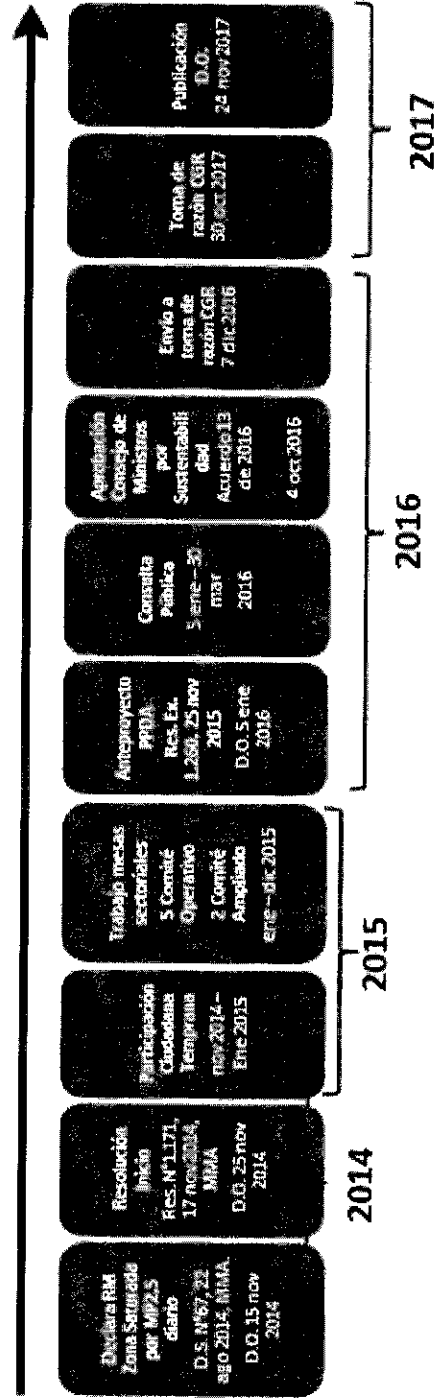
VIGENCIA

PPDA



El D.S. N° 31 de 2016, del MMA,  
fue publicado en el diario oficial  
con fecha 24 de noviembre de 2017.

## PROCESO DE ACTUALIZACIÓN PPDA: SANTIAGO RESPIRA



- Participación Ciudadana Temprana.
- Trabajo con Comité Operativo, contrapartes de los Servicios involucrados (5 sesiones).
- Comité Operativo Ampliado: sector privado, ONGs, sociedad civil, academia (2 sesiones).
- Conformación de 6 Comisiones Sectoriales de trabajo, con integrantes del Comité Operativo, que analizaron técnicamente las medidas en Transporte, Vivienda, Agroindustria, Industria, Educación y Gestión de Episodios Críticos.
- Consulta Pública: 26 talleres y 7 desayunos con Consejo Consultivo Regional RM, sector industrial, ONGs, Vivienda, Transporte, Agroindustria y Académicos; 925 observaciones recibidas.
- Presentaciones a Asesores de Ministros del Proyecto Definitivo antes del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.



[www.algorithmospa.com](http://www.algorithmospa.com)





## FUENTES FIJAS

Art. 36, 38, 40 y 41: Establecen límites máximo de emisión de MP, SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub> (entrada en vigencia 12 meses en general para las fuentes existentes, aplicación inmediata para fuentes nuevas).

Fiscaliza: SMA — desde 24-11-2017 y como mínimo 12 meses

FUENTES  
FIJAS

FUENTES  
FIJAS

FUENTES  
FIJAS

## FUENTES FIJAS

**Art. 48:** Establece actualización de registro de las fuentes estacionarias de la región. La SEREMI de Salud RM deberá poner a disposición de la SMA, a 2 meses de publicado el plan, toda la información histórica de las fuentes fijas.

**Responsable:** SMA - desde 24-11-2017



**Art. 53:** A 6 meses disponer de instrumentación industrial calderas y procesos combustión potencia mayor-igual 10 MWt y menor 20 MWt

**Responsable:** MMA – desde 24-11-2017 al 24-11-2019




**Art. 54:** A 6 meses implementar sistema monitoreo continuo calderas y procesos combustión potencia mayor-igual 20 MWt.

**Responsable:** MMA – desde 24-11-2017 al 24-11-2019



## FUENTES FIJAS

**Art. 57:** Grandes Establecimientos es la agrupación de establecimientos industriales emplazados en la zona sujeta al Plan, propiedad de mismo titular o próximas entre sí Emisiones establecidas como máximas por contaminante.



MP (t/año)	NOx (t/año)	SO <sub>2</sub> (t/año)
2,5	40	10

**Art. 58:** Reducir Emisiones de con el 30% de material particulado sobre emisión máxima anual. Se alcanzara integra o parcialmente con la compensación de emisiones.

➡ **Responsable:** MMA – desde 24-11-2017 al 24-11-2021.

**Art. 59:** A 6 meses publicar listado de Grandes Establecimientos sujetos al cumplimiento de reducción.

➡ **Responsable:** MMA – desde 24-11-2017 al 24-05-2018.

**Art. 60:** Planes de Reducción Emisiones los que deben cumplir con el 30% de reducción de MP2,5 sobre emisión máxima anual a través de Compensación de Emisiones, la aprobación es mediante resolución para su implementación.

➡ **Responsable:** SEREMI MA RM Fiscaliza: SMA - desde 24-11-2017 al 24-11-2018.

## FUENTES FIJAS

**Art. 62:** Revisión cumplimiento emisión y compensación sujetos al cumplimiento de reducción en enero cada año y proceso revisión en mayo cada año (año vencido).


➡ **Responsable:** SMA.

**Art. 63:** Establece Compensación de emisiones.

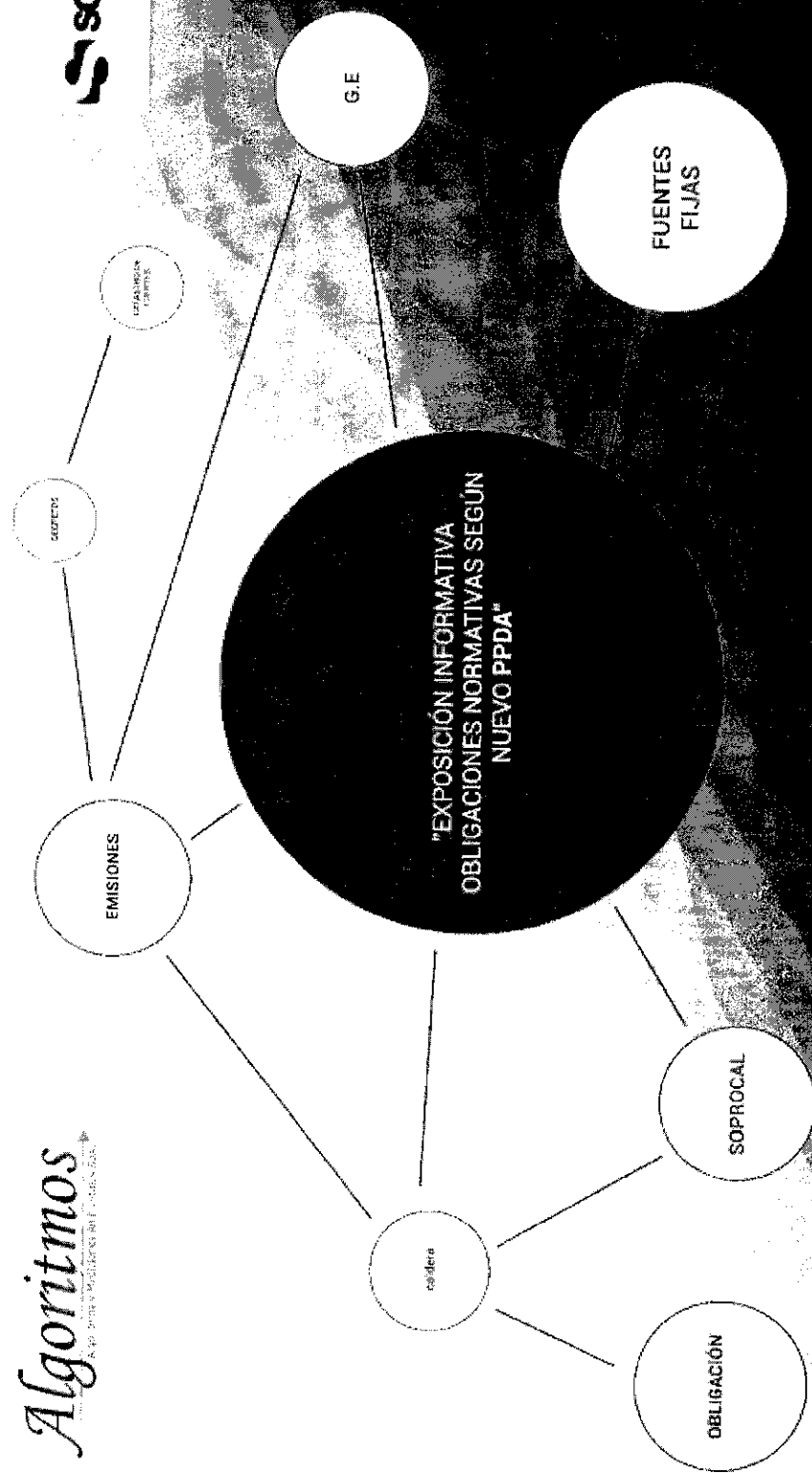
➡ **Responsable:** SEREMI MA RM Fiscaliza: SMA.

**Art. 64:** Establece tabla de compensación de emisiones, nuevos criterios y compensación de 120%.

➡ **Responsable:** SEREMI MA RM Fiscaliza: SMA.

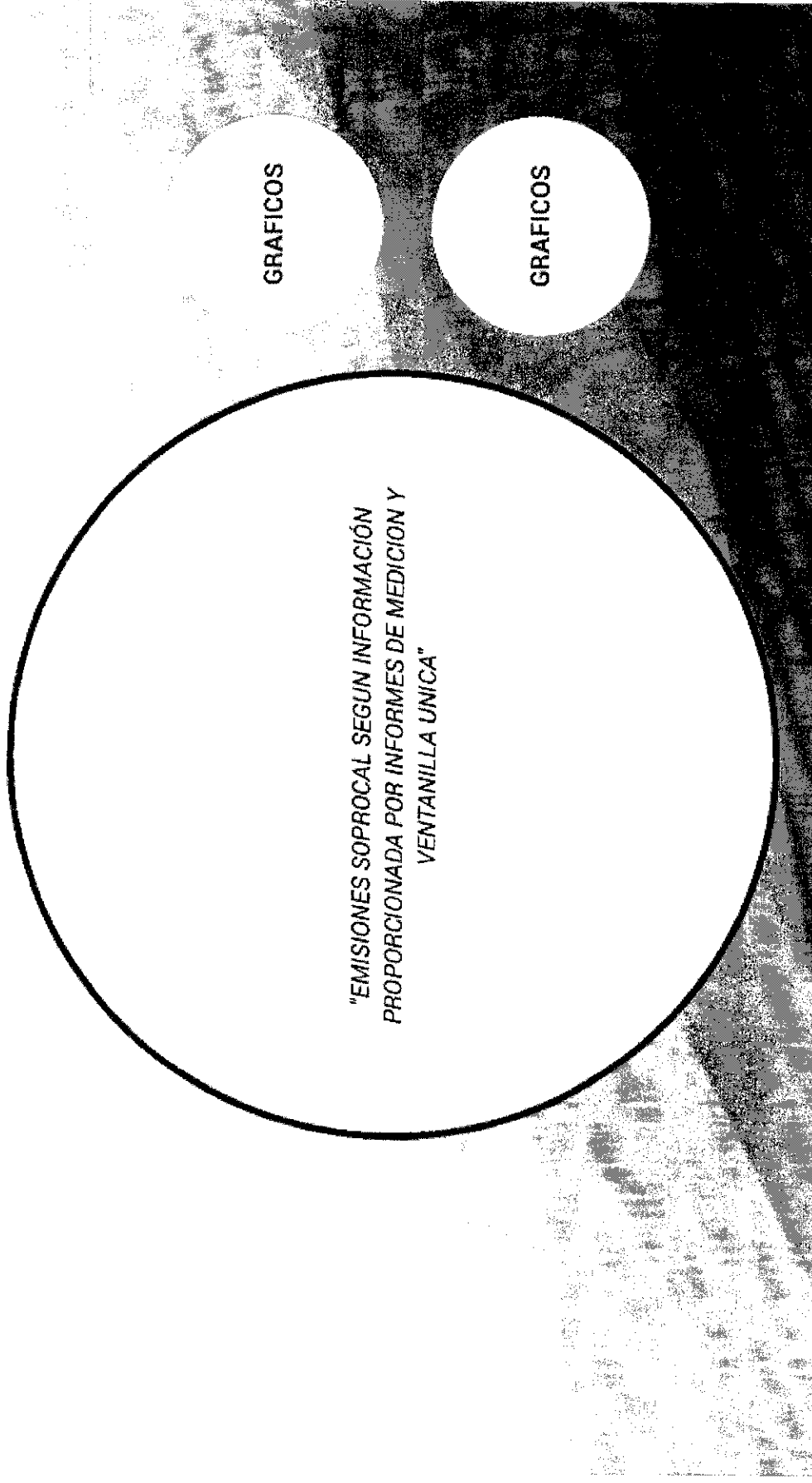


Contaminante	Emisión máxima t/año
MP10	2,5
MP2,5	2,0
NOx	6
SO <sub>2</sub>	10

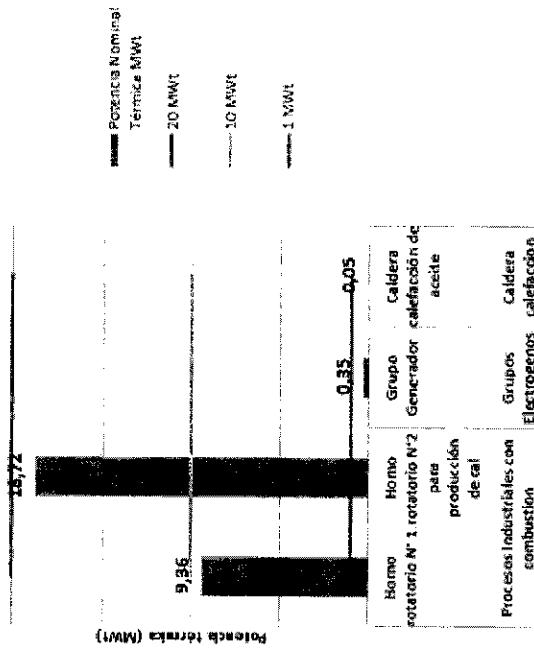


[www.algoritmospa.com](http://www.algoritmospa.com)





## Potencias Nominales Térmicas



## APLICA / HORNO

### ARTICULO 36

Control de emisión para MP todas las fuentes de Proceso  
 Limite 20 (mg/m3N) Todas las potencias MWt  
 Desde 12 meses desde publicado en Diario Oficial

### ARTICULO 38

Emisión para SO2 Fuentes de Proceso con combustión  
 Limite 20 (ng/J) para Potencia > 1 MWt  
 Desde 24 meses desde publicado en Diario Oficial

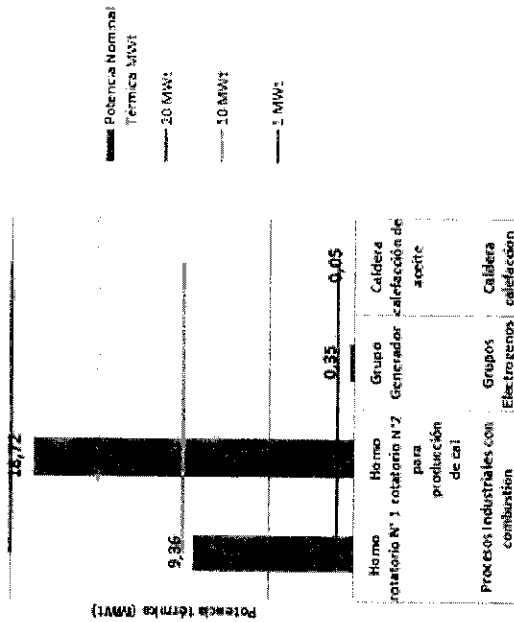
### ARTICULO 40

Emisión para CO Fuentes de Proceso con combustión  
 Limite 100 (ppm) para Potencia > 1 MWt  
 Desde desde publicación en el Diario Oficial

### ARTICULO 52 (Frecuencias medición)

Horno N°1 PR-153 frecuencia cada 12 meses  
 Horno N°2 PR-766 frecuencia cada 6 meses

## Potencias Nominales Térmicas



## APLICA / HORNO

### ARTICULO 53

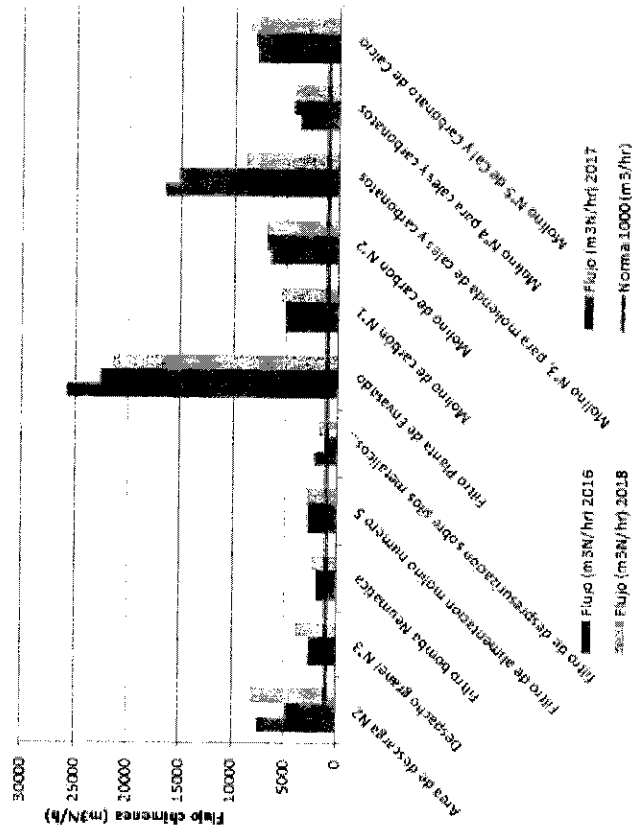
Implementación de Sistema Instrumentación Industrial  
Horno N°2 PR-766  $\geq 10$  MWt, debe presentar antes 24 nov 2019  
\*\*Este horno cuenta con sistema de monitoreo CEM de Flujo y Nox (bajo DS.66/2010)  
Tiene dos alternativas viables  
1.- Puede validar ante la Autoridad solicitando ampliar los registros para MP Y SO2  
2.- Instalar alcances del CEMS incluyendo MP y SO2( incluyendo la sensor de O2 para corrección)

### ARTICULO 56

Cada Sistema de Monitoreo continuo debe estar en línea con los sistemas de información que sean definidos por la SMA.  
La Norma de protocolo aun esta en estudio por la autoridad, en cualquier momento se cumplió plazo en 24-05-2018  
Horno N°2 PR-766



Flujo Procesos sin Combustión



## APLICA

### ARTICULO 51

Control de emisión para MP todas las fuentes de Proceso sin combustión

• Limite 20 (mg/m3N)

• Desde 12 meses desde publicado en Diario Oficial

Control de muestreo CO

Todas las fuentes de Proceso sin combustión

• Desde 12 meses desde publicado en Diario Oficial

Procesos de caudal < 1000 m³/hr, frecuencia cada 36 meses

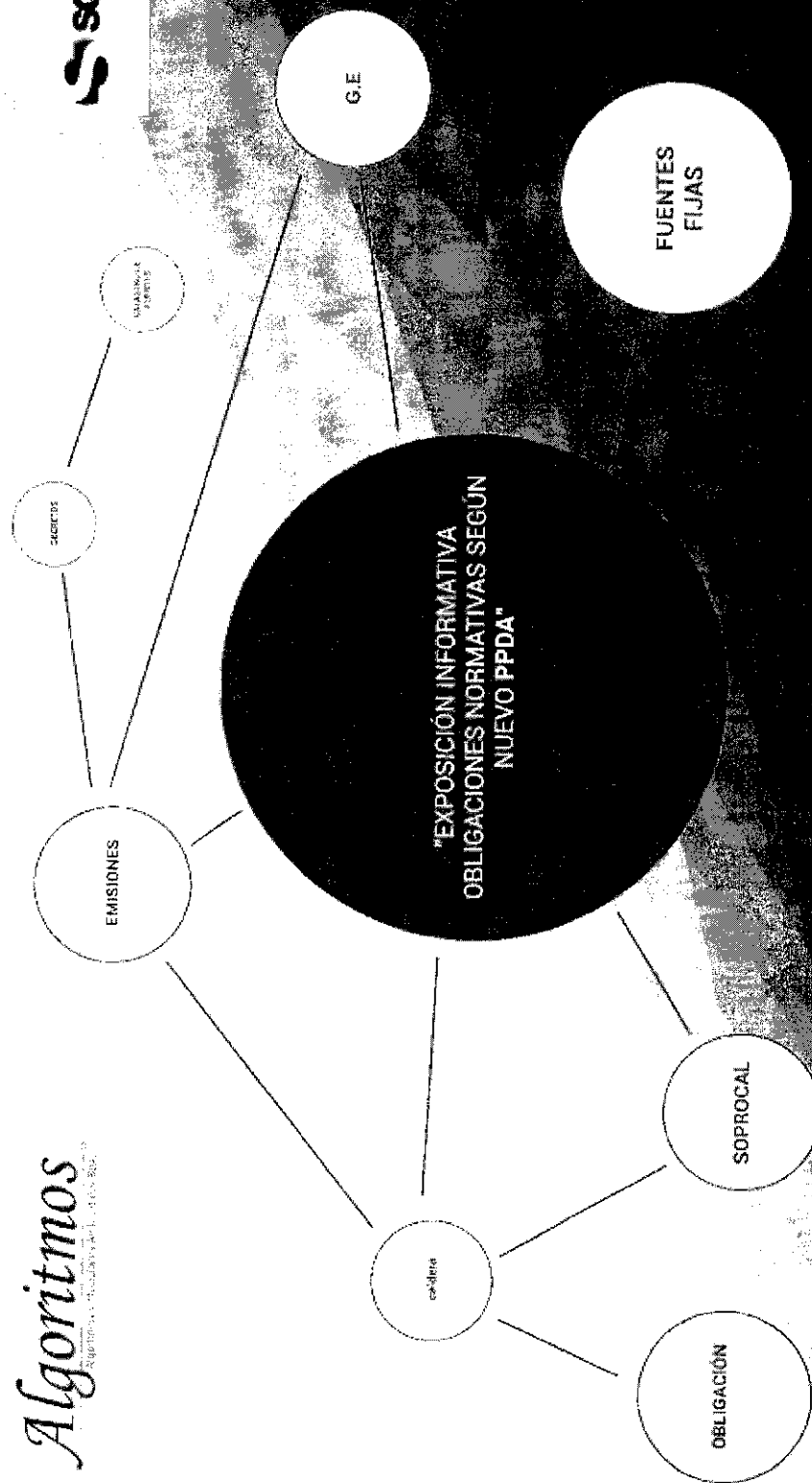
Procesos de caudal > 1000 m³/hr, frecuencia cada 12 meses

Control de Nox y SO2

Todas las fuentes de Proceso sin combustión

• Desde 12 meses desde publicado en Diario Oficial

Procesos de caudal > 1000 m³/hr, ambos por única vez



[www.algorithmospa.com](http://www.algorithmospa.com)

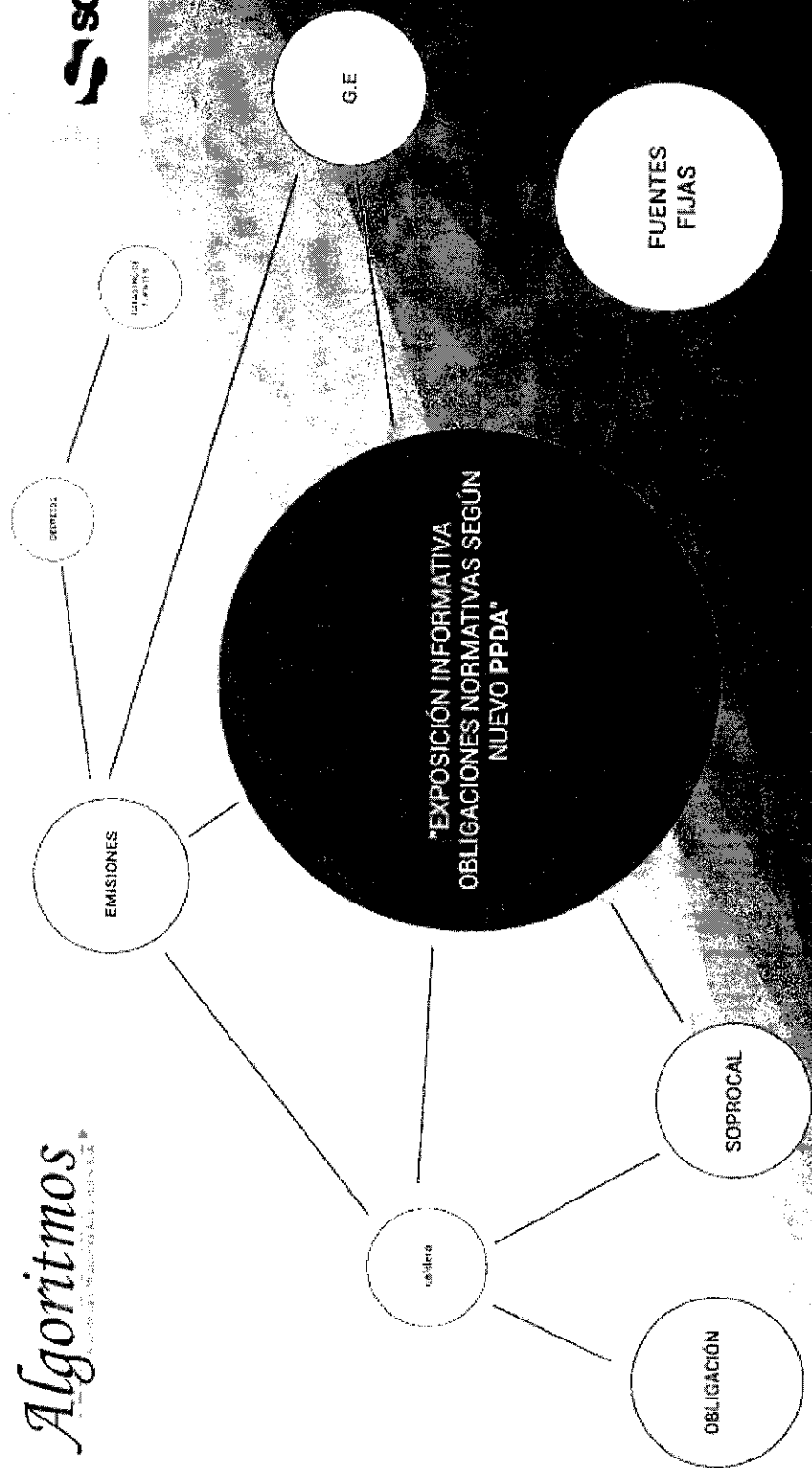


## MANTENCIÓN AL MOTOR GRUPOS ELECTRÓGENOS

**Artículo 69:** Los grupos electrógenos nuevos y existentes de potencia neta del motor superior o igual a 50 kilowatts (kW) y que utilizan un combustible líquido, deberán efectuar las mantenimientos al motor y todos sus componentes, con el fin de alcanzar un nivel óptimo de funcionamiento.

Potencia neta del motor: P (kW)	N° de mantenimientos	Plazo Mantenimiento	Plazo Informe
50 ≤ P < 100	1	5 años o 5000 horas, whichever first.	5 años o 5000 horas, whichever first.
100 ≤ P	2	25 años o 10000 horas, whichever first.	25 años o 10000 horas, whichever first.

Deberán presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente un informe acerca de la mantención realizada al grupo electrógeno, que contenga nombre del propietario, modelo, año de fabricación, número de identificación, horas de funcionamiento mediante horómetro digital sellado e inviolable sin vuelta a cero, dirección del grupo electrógeno, horas que faltan para alcanzar la vida útil del grupo electrógeno según lo indicado por el fabricante, entre otros.



[www.algoritmospa.com](http://www.algoritmospa.com)



## CALDERA

Potencia Nominal: de 40,000 (kcal/hora)

Combustible: petróleo diésel

Consumo: 23 (lt/hr.)

Funcionamiento: 365 d/año – 8.016 (h/año)

0,05 (MWt)

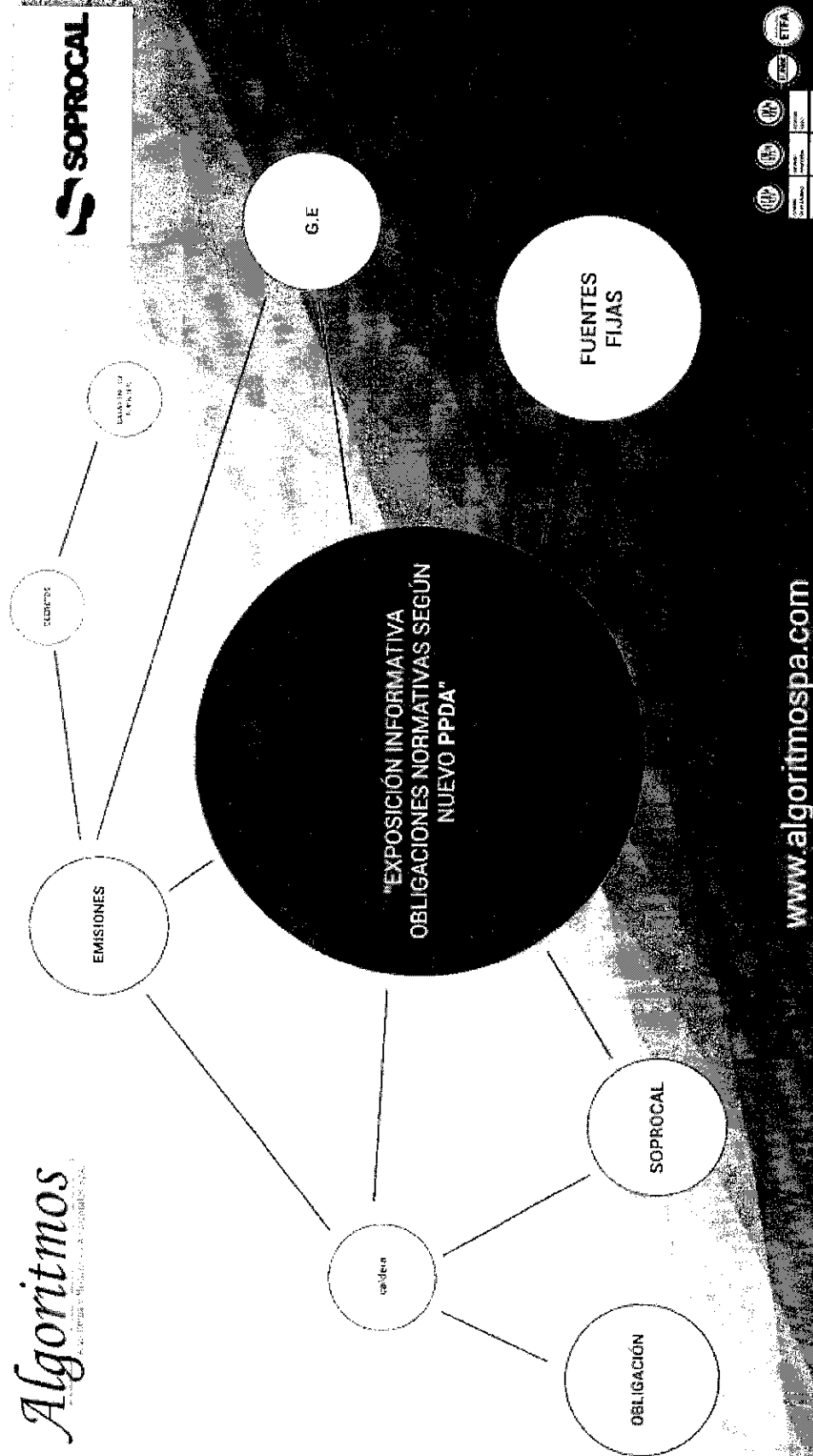
Aplica

DS.10 Aprueba Reglamento de Calderas, Autoclaves y Equipos que utilizan Vapor de Agua  
19-10-2013, frecuencia cada 3 años

Debe ser emitido por Certificador aprobado por Seremi de Salud

Al día de hoy no cuenta con Informe Técnico vigente

ART.47 se eximen para los métodos de medición del presente Decreto para las calderas de  
potencia menor a 300 (Kwt.)



## CALCULO DE POTENCIA TÉRMICA

---

La ecuación para el cálculo de potencia térmica nominal por fuente queda expresada de la siguiente forma<sup>11</sup>:

$$PTN = (CN \times PCS) \times FC$$

Dónde:

**PTN** : Potencia térmica nominal [MWt]

**CN** : Consumo nominal de combustible, En  $\left[\frac{Kg}{h}\right]$  para combustibles sólidos y líquidos y en  $\left[\frac{m^3}{h}\right]$  en el caso de combustibles gaseosos

**PCS** : Poder calorífico superior del combustible, generalmente en  $\left[\frac{kcal}{Kg}\right]$  para el caso de combustibles sólidos y líquidos y en  $\left[\frac{kcal}{m^3}\right]$  en el caso de combustibles gaseosos.

**FC** : Factor de conversión  $1.163 \times 10^{-6} \left[\frac{MWt}{\left[\frac{kcal}{h}\right]}\right]$

Poder Calorífico Superior Carbón Bituminoso 7.000 kcal/kg densidad 850 kg/m<sup>3</sup>

# EMISIONES Y ESTADO OFICIAL ANTE LA AUTORIDAD SANITARIA

Fuente	MF			
	2015		2016	
	EAP (T/año)	EAD (T/año) cometerio	EAP (T/año)	EAD (T/año) cometerio
Horno N°1 PR-153	8,2	15,7 (A)	8,2	8,2 (A)
Horno N°2 PR-766	7,5	17,6	7,5	7,5
Molino N°3 PR-1258	3	3	3	0,9
Compensaciones				
Molino N°2 PR-770	-	6,3	-	-
Area Descarga N°2 PR-1015	-	4,4	-	-



Fuente	NOx			
	2015		2016	
	EAP (T/año)	EAD (T/año) cometerio	EAP (T/año)	EAD (T/año) cometerio
Horno N°1 PR-153	36,4	30,5 (A)	36,4	- (A)(D)
Horno N°2 PR-766	64,9	74,9	64,9	- (D)

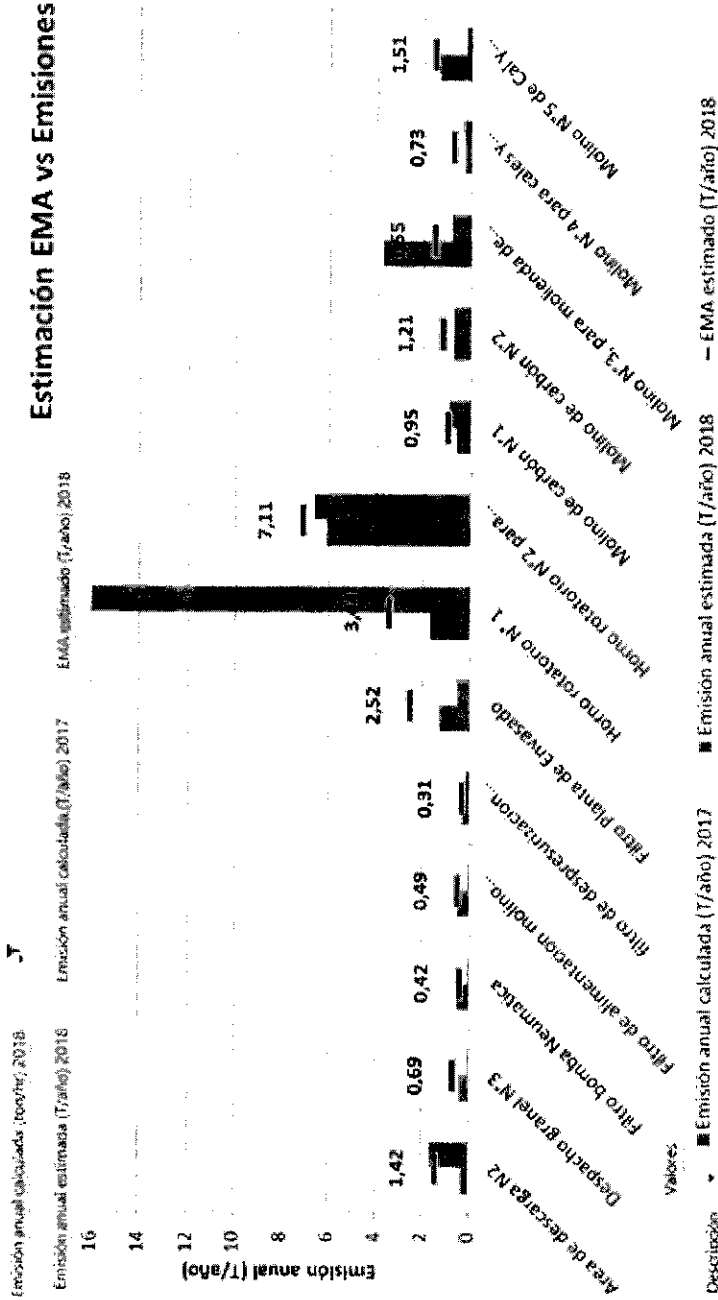


A acredita instrumentación  
 B compensación en trámite  
 C cumple como establecimiento  
 D no acredita cumplimiento EAP mediante informe medición oficial 11-12-2016 e ingresado a VU por declaración de emisiones (RES1227/2015 SMA)

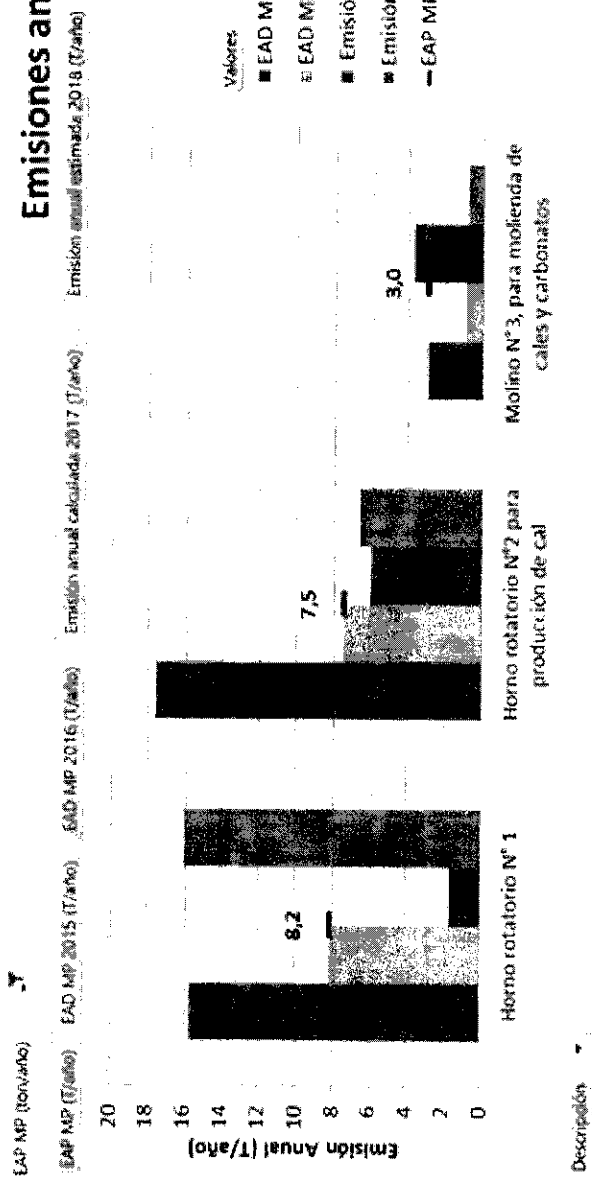
EMA emisión meta anual  
 EAP emisión anual permitida  
 EAD emisión anual declarada



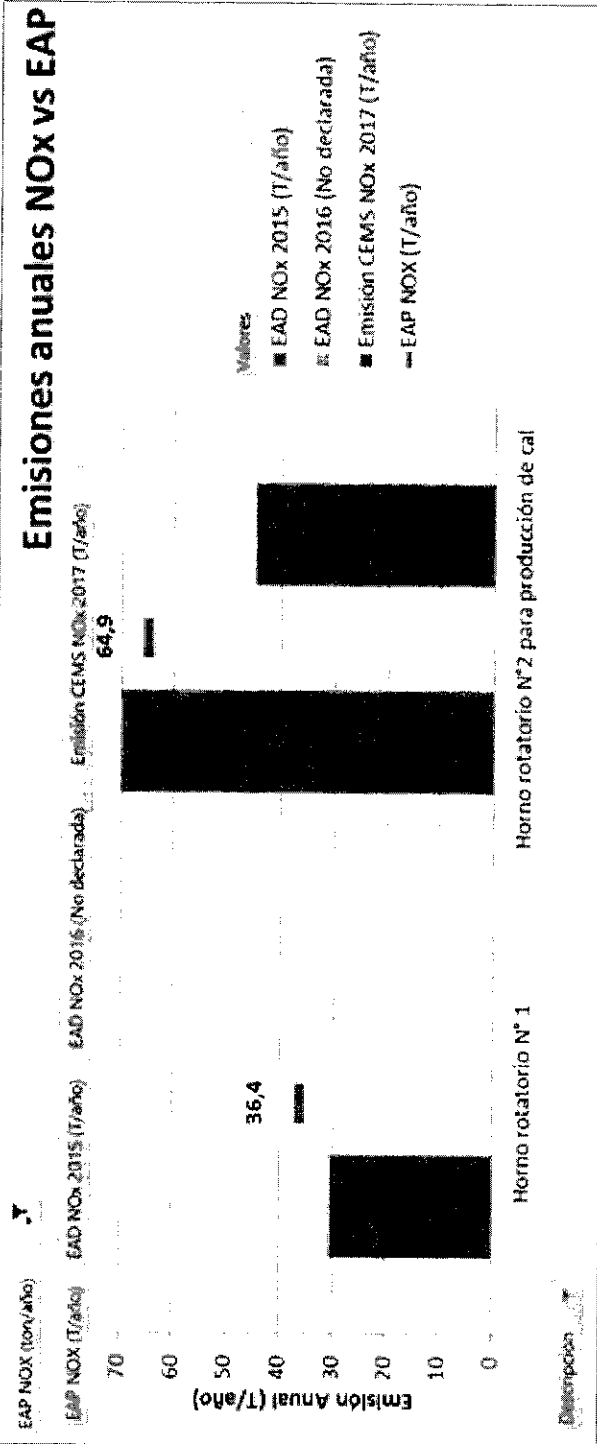
# Estimación EMA vs Emisiones anuales

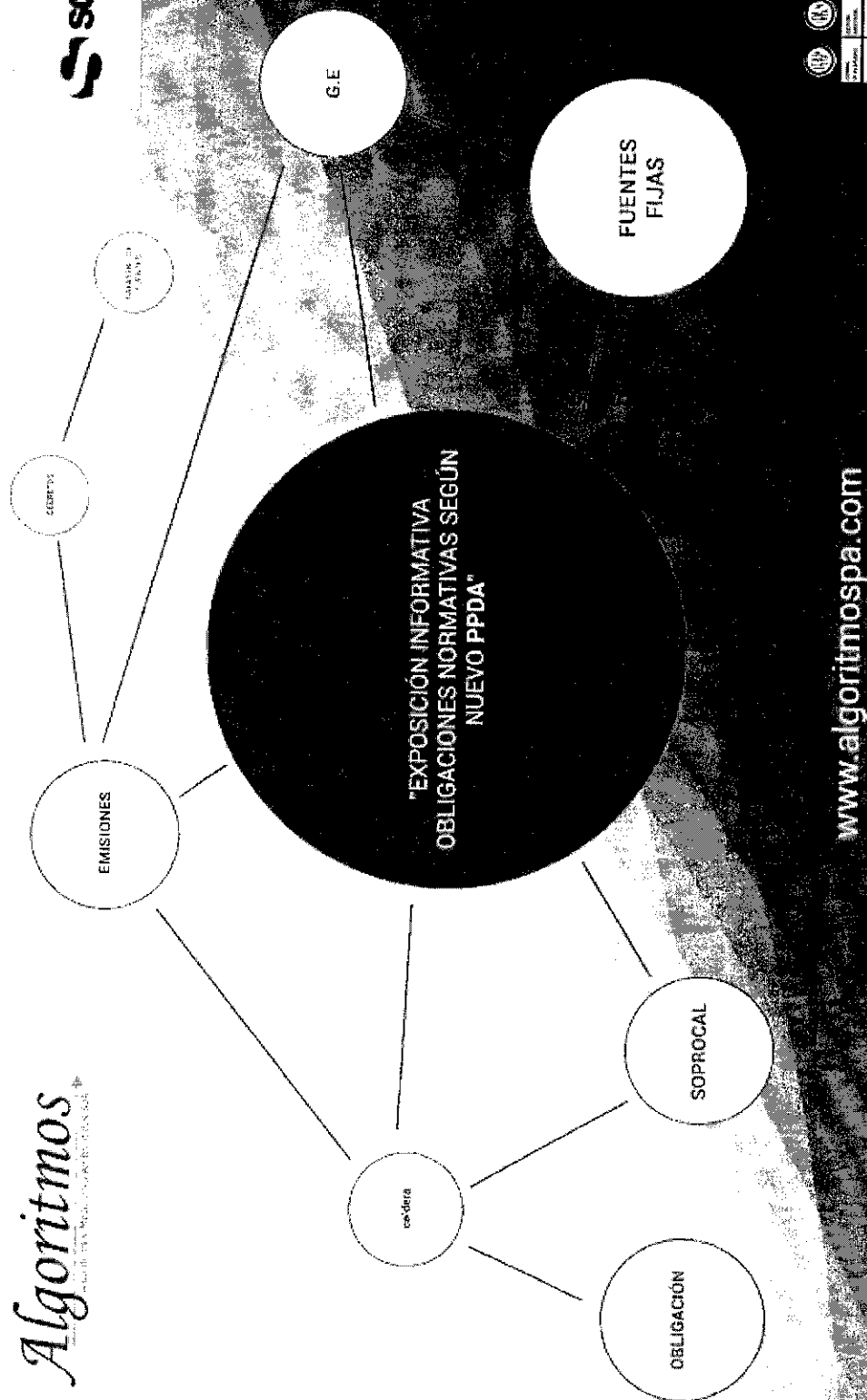


# Emisiones anuales MP vs EAP



# Emisiones anuales NOx vs EAP

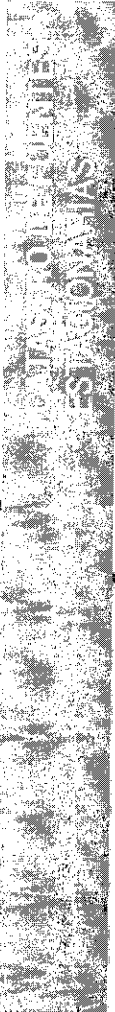




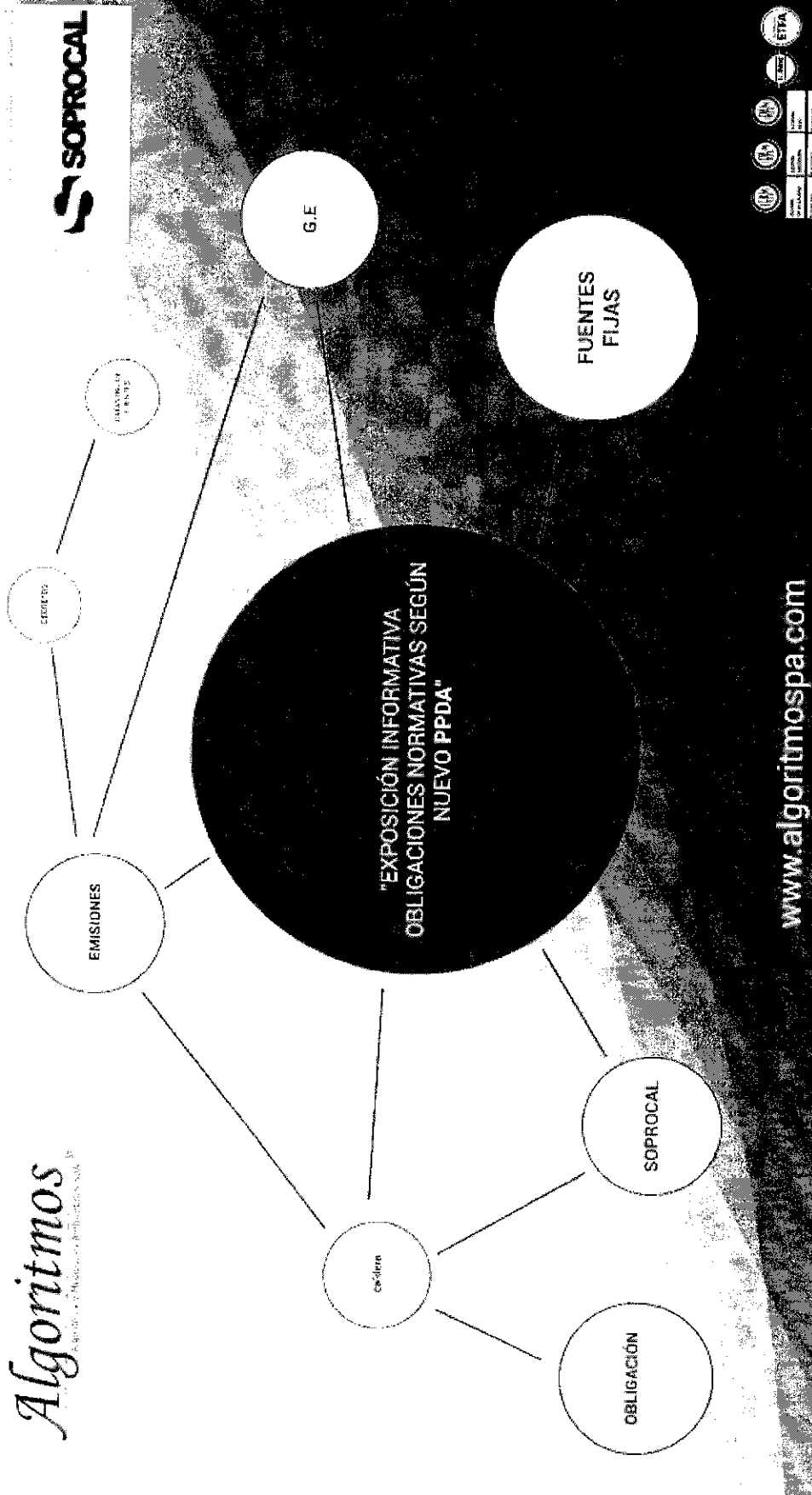
## DECRETOS Y RESOLUCIONES

D.S. 66	PPDA de la Región Metropolitana
D.S. 10	Reglamento de Calderas
RES. 15027	Declaración de emisiones Región Metropolitana
D.S. 138	Establece obligación de declarar emisiones
D.S. 4	Norma de emisión de Material Particulado
RES 2063	Fuentes estacionarias afectas a CH-3A
D.S. 32	Reglamento de funcionamiento en contingencia ambiental
RES. 1053	Impuesto verde según ley 20.780 de SII
D.S 1 Art. 16	Declaración Jurada (Veracidad de la Información Ingresada)
RES. 1227	Instrucción remisión información fuentes fijas reguladas por PPDA.





- La Superintendencia del Medio Ambiente ha implementado la conformación del "Catastro de Fuentes Estacionarias RM" con el objetivo principal de complementar las características de las fuentes estacionarias que se encuentran afectas al D.S. N° 31/2016 del MMA.
- Todos aquellos establecimientos ubicados en la RM de Santiago que tengan en sus instalaciones **fuentes estacionarias del tipo calderas, procesos y/u hornos panaderos**, de acuerdo a lo definido en el D.S. N° 31/2016 del MMA, deben completar este catastro que consta de **dos secciones "Datos Establecimientos" y "Datos de la(s) Fuente(s) Estacionaria(s) del Establecimiento"**
- Plazo 30 de septiembre





"Reglamentación adicional de la Normativa  
Ambiental vigente que debe cumplir **SOPROCAL**  
dentro de los próximos meses/años"

DETALLE

) )  
Según registros actuales y completos de Ventanilla Única para fuentes fijas, mediciones oficiales y emisiones podemos indicar:

**Declaración de emisiones (Ventanilla Única)**

- **15027 año 2018 estimada**, estado enviada incompleta, faltan informes, plazo las veces que quiera informar durante año, plazo hasta 31-12-2018

- **D.S 138 año 2017 real**, estado aprobada con observaciones:

*Las fuentes declaradas, según lo indicado en punto 3.6, cuentan con descarga directa. Corregir la descarga directa en las próximas declaraciones, considerar la actualización del plan de descontaminación de la región metropolitana, para el cumplimiento de norma de emisión en las fuentes declaradas(DS n°31/2016, MMA)*

Se presenta cada año declarando año vencido, plazo desde 2-feb a 30-abril.

- Catastro fuentes fijas, plazo 30 de septiembre del 2018 – RES.598 25-05-2018
- Declaración jurada, plazo 1 de sep. al 15 de octubre del 2018 – Artículo N°16 del D.S. N° 1/2013 del MMA.
- Presentación de Programa de Reducción Emisiones debe cumplir con el 30% de reducción de MP2,5 sobre emisión másica anual a través de Compensación de Emisiones , plazo de presentación 24-11-2018.
- Dentro de los 18 meses desde 24-11-2017 los Grandes Establecimientos deben cumplir con la nueva emisión másica anual autorizada de MP la cual no podrá superar la emisión asignada.
- En el caso que al presentar un programa que no cumpla con la meta en el plazo establecido existen límites máximos de emisión complementarios según:

CONTAMINANTE	TIPO DE FUENTE	POTENCIA TÉRMICA	LÍMITE DE EMISIÓN
MP	TODAS	≥ 1 MWt	30 (mg/m <sup>3</sup> N)
		> 1 MWt	10 (mg/m <sup>3</sup> N)
SO2	PROCESOS	≤ 1 MWt	10 (ng/J)
		> 1 MWt	5 (ng/J)
CO	PROCESOS	≤ 1 MWt	100 (ppm)
		> 1 MWt	100 (ppm)
NOX	PROCESOS	≤ 20 MWt	100 (ppm)
		> 20 MWt	100 (ppm)

- CEMS APLICABLES HORNO N°2 para MP, SO2 y O2, plazo antes del 24 noviembre de 2019
- En resumen para cumplir con los muestreos y o mediciones anuales:  
14 mediciones oficiales anuales MP + CO  
03 mediciones oficiales anuales SO2

