



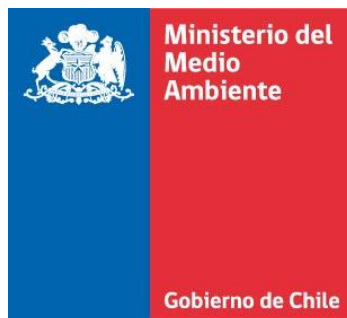
## Informe Final

# EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES PARA LA REGIÓN METROPOLITANA

---

Licitación ID: 608897-157-LE14

---



SANTIAGO, 12 DE AGOSTO DE 2015

Centro Mario Molina Chile Ltda.  
Providencia 2133, Of 603, Providencia, Santiago, Chile

# ÍNDICE de Contenidos

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	2
RESUMEN EJECUTIVO .....	4
PRESENTACIÓN .....	8
LECCIONES DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL.....	9
<b>1 CAPITULO COMPENSACIÓN DE EMISIONES EN EL TRANSPORTE PÚBLICO .....</b>	<b>11</b>
DIAGNÓSTICO.....	11
<i>Problemas detectados en la asignación de metas de emisión a Transantiago</i> .....	13
<i>Efectos de las metas de MP y NOx en Transantiago</i> .....	14
<i>Recambio tecnológico de Transantiago</i> .....	15
<i>Conclusiones del diagnóstico</i> .....	15
RECOMENDACIONES PARA INCORPORAR EN EL PPDA DE MP <sub>2,5</sub> .....	16
<i>Propuesta de nuevas metas de emisión de MP/NOx para Transantiago</i> .....	16
<i>Incorporar CO2 al Programa de Seguimiento de las Emisiones de Transantiago.</i> .....	19
PROPUESTA DE REDACCIÓN PARA EL PPDA DE MP <sub>2,5</sub> .....	20
<i>Redacción vigente en el DS 66/2009</i> .....	20
<b>2 CAPITULO COMPENSACIÓN DE EMISIONES EN EL SEIA.....</b>	<b>23</b>
2.1 DIAGNÓSTICO .....	24
<i>Problemas detectados</i> .....	24
<i>Conclusiones del diagnóstico</i> .....	27
2.2 RECOMENDACIONES PARA INCORPORAR EN EL PPDA DE MP <sub>2,5</sub> .....	28
<i>Enfoque de la solución propuesta</i> .....	28
<i>Descripción de la solución propuesta y medidas para reducir y mitigar emisiones.</i> .....	30
<i>Ventajas del enfoque propuesto</i> .....	38
2.3 PROPUESTA DE REDACCIÓN PARA PPDA DE MP <sub>2,5</sub> .....	39
<i>Redacción vigente en el DS 66/2009</i> .....	39
<i>Redacción propuesta</i> .....	40
<b>3 CAPÍTULO COMPENSACIÓN DE EMISIONES INDUSTRIALES.....</b>	<b>46</b>
DIAGNÓSTICO.....	47
<i>Evolución de las compensaciones en la industria en el periodo de implementación del PPDA (DS 66/2009) para los mayores emisores de MP</i> .....	50
<i>Evolución de las compensaciones en la industria en el periodo de implementación del PPDA (DS 66/2009) para los mayores emisores de NOx</i> .....	52
<i>Análisis de las compensaciones de MP en calderas</i> .....	55
<i>Conclusiones del diagnóstico</i> .....	56
RECOMENDACIONES PARA INCORPORAR EN EL PPDA DE MP <sub>2,5</sub> .....	56
<i>Cambios orientados a simplificar el sistema</i> .....	57
<i>Teniendo en consideración las particularidades del sistema de compensaciones en la industria, se recomienda una administración independiente de las exigencias de compensación en el marco del SEIA. En tal sentido, se debe buscar que todas las compensaciones asociadas a chimeneas industriales sean</i>	

<i>parte de este sistema y que no se mezcle con otro tipo de fuentes de emisión compensación (transporte, otros).....</i>	60
<i>Cambios orientados a simplificar la administración del sistema de compensaciones.....</i>	60
<i>Ventajas del enfoque propuesto .....</i>	61
PROPUESTA DE REDACCIÓN PARA EL PPDA DE MP <sub>2,5</sub> .....	63
<i>Redacción vigente en el DS 66/2009.....</i>	63
<i>Redacción propuesta .....</i>	69
<b>4   CAPÍTULO GESTIÓN DE LAS EMISIONES INDUSTRIALES EN LA MACRO ZONA .....</b>	<b>78</b>
IMPACTO DE LAS EMISIONES INDUSTRIALES A NIVEL DE LA MACROZONA.....	78
<i>Transporte Interregional de especies atmosféricas .....</i>	78
<i>Evaluación del impacto de las emisiones transregionales en la calidad del aire de la Región Metropolitana.....</i>	82
PROPUESTA PARA UNA GESTIÓN DE LAS EMISIONES INDUSTRIALES A NIVEL DE LA MACRO ZONA .....	84
<b>ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE LA REGIÓN METROPOLITANA. ....</b>	<b>87</b>
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES EN LA INDUSTRIA .....	89
<i>Compensación de emisiones de material particulado en calderas .....</i>	89
<i>Sistema de transacción de emisiones de material particulado para procesos industriales .....</i>	96
<i>Sistema de Compensación de Emisiones de Mayores Emisores de Óxidos de Nitrógeno .....</i>	101
<i>Disposiciones adicionales aplicables al sistema de compensación de emisiones en la Industria .....</i>	106
SISTEMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE PROYECTOS QUE INGRESAN AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (SEIA) .....	110
METAS DE EMISIÓN PARA OPERADORES DE TRANSPORTE PÚBLICO .....	113
<b>ANEXO 2: BASES DE DATOS USADAS EN EL SISTEMA DE COMPENSACIÓN DE MP PARA CALDERAS .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE DATOS UTILIZADAS .....</b>	<b>118</b>
BASE DE DATOS DE FUENTES FIJAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA .....	119
BASE DE DATOS DE METAS – COMPENSACIONES EN MAYORES EMISORES INDUSTRIALES .....	121
BASE DE DATOS DE COMPENSACIONES DE MP EN CALDERAS .....	123

## RESUMEN EJECUTIVO

La estrategia para desarrollar el presente estudio la podemos resumir de esta forma: Se ha establecido un diagnóstico que ha permitido identificar diversos problemas e ineficiencias en la operación del Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana, por lo cual el objetivo principal del estudio se ha concentrado en desarrollar una propuesta para corregir los problemas detectados, la cual ha sido consensuada con la contraparte técnica. Como última fase de este trabajo, se ha elaborado una propuesta de redacción para que sea incorporada en el anteproyecto del plan de descontaminación para MP2,5.

La elaboración de un nuevo Plan de Descontaminación para MP2,5 abre una oportunidad de introducir cambios al sistema de compensaciones para simplificarlo y optimizar su operación.

### **Compensación de Emisiones en el Transporte Público**

La asignación de metas de emisión de MP y NO<sub>x</sub> a Transantiago, independiente de no haberse implementado la compensación de emisiones en el sistema de transporte público, ha contribuido al recambio tecnológico y a la reducción de emisiones del sistema en su conjunto, otorgándole flexibilidad a las autoridades de transporte en un sistema que cambia permanentemente, pero asegurando que las emisiones globales están limitadas por un techo.

Es importante tener presente que Transantiago se incorporó al sistema de compensación de emisiones para aumentar la oferta de reducción de emisiones, cuando el transporte público aportaba el 15% del MP y el 30% NO<sub>x</sub> de la Región Metropolitana. Después de más de una década, las emisiones totales del sistema se han reducido significativamente en relación a las emisiones de la región. Las emisiones de MP de Transantiago representan el 0,8% de las emisiones totales del inventario 2012, mientras que las emisiones de NO<sub>x</sub> corresponden al 8,6% del mismo inventario. Con el recambio tecnológico que se dará en los próximos años, el aporte bajará a menos del 1% en ambos contaminantes.

En virtud de lo anterior, se recomienda mantener el enfoque de establecer techos de emisión para el sistema de transporte público en su conjunto, pero revisar las metas de emisión de MP y NO<sub>x</sub> actuales para adecuarse a la renovación de buses que se iniciará el año 2018, la cual debería considerar como mínimo la tecnología Euro 6. Se entrega una propuesta de los nuevos techos de emisión para el Transantiago.

Junto con lo anterior se recomienda mejorar el “Programa de seguimiento de las emisiones” incorporando las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de combustibles. Para mejorar el seguimiento de las emisiones y rendimiento de las flotas de Transantiago, se deben determinar ciclos de operación reales para buses en condiciones típicas de Santiago y realizar mediciones regulares en el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) para una muestra representativa de las flotas, utilizando el ciclo de operación determinado para Santiago.

## **Compensación de Emisiones en el Marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental**

En el primer informe de avance se realizó un diagnóstico sobre el funcionamiento de la compensación de emisiones en el marco del SEIA. Este diagnóstico muestra que el sistema no logra el objetivo con el cual fue concebido, que es promover la incorporación de tecnologías de control de emisiones. Esto debido a que la mayoría de los proyectos compensa sus emisiones con pavimentación o forestación y no con la inclusión de tecnología.

Otra característica importante de la operación de este sistema, es que la mayoría de los proyectos compensa emisiones en la etapa de construcción (54% sólo construcción, 19% construcción y operación y 27% sólo operación) y que las compensaciones son principalmente de MP (81% sólo MP, 13% MP y NO<sub>x</sub> y 6% sólo NO<sub>x</sub>)

Por otra parte, la operación del sistema significa un importante esfuerzo tanto público como privado debido a la necesidad de realizar los cálculos de emisiones, la elaboración de planes de compensación de emisiones, su revisión y aprobación, finalmente su seguimiento y fiscalización.

Lo anterior, significa que es necesario revisar en profundidad esta parte del sistema de compensaciones, ya que el esfuerzo realizado no se traduce en la compensación de emisiones a través de iniciativas efectivas.

Con el objetivo de mantener el espíritu original que dio vida a la compensación de emisiones en el marco del SEIA, que es promover la incorporación de tecnologías de control de emisiones, en este informe se propone reemplazar la compensación de emisiones por otro tipo de medidas que busquen evitar que las emisiones se generen en lugar de compensarlas posteriormente.

Estas otras medidas, corresponden a la generación de guías con buenas prácticas y mejores técnicas disponibles para la inclusión de exigencias específicas en el marco del proceso de evaluación ambiental, que se reflejen en la RCA de cada proyecto, así como considerar aquellos tipos de emisiones que se ha observado que son más frecuentes a través de las medidas estructurales del Plan de Descontaminación.

En particular, las fuentes más habituales de la fase de construcción de los proyectos, son aquellas que se generan en los movimientos de tierra propios de la construcción de infraestructura (perforaciones, escarpes, excavaciones, carguío de camiones, levantamiento de polvo por tránsito por caminos interiores y erosión desde acopio de materiales) y las generadas en procesos de combustión debido a los motores de maquinaria, camiones, vehículos, uso de generadores, etc.

Las fuentes más habituales de la fase de operación, corresponden al tránsito vehicular, utilización de maquinaria, tránsito de camiones, utilización de sistemas de calefacción y las emisiones de calderas o grupos electrógenos que no deben compensar como fuentes fijas.

Las emisiones de material particulado provenientes de los movimientos de tierra de la fase de construcción, se propone abordarlas exigiendo la implementación de las mejores técnicas

disponibles existentes. Para ello, se debe generar una guía y luego ser incluidas en la RCA del proyecto.

Las emisiones de MP y NO<sub>x</sub>, proveniente de la combustión (tanto en la fase de construcción como de operación), se deben abordar directo en su fuente. Por eso, debe incluirse exigencias a las emisiones de la maquinaria y camiones como por ejemplo la implementación de filtros de partículas, antigüedad máxima y límites de emisión. También debe considerarse las emisiones que son producidas por el tráfico que inducen los proyectos, a través de la exigencia de normas de entrada para los vehículos nuevos y exigencias de mantenimiento y operación como la revisión técnica a los vehículos existentes. Otra fuente que se debe abordar son las emisiones de la calefacción, exigiendo una mejor aislación térmica a las edificaciones y sistemas de calefacción más limpios.

Una fortaleza de este enfoque, es que en el caso que un proyecto, genere emisiones que no son abordadas con las medidas detalladas, es posible incluir exigencias específicas para ese proyecto en el proceso de evaluación ambiental.

Esta propuesta, favorecería una mayor inclusión de tecnologías de control de emisiones, evitando que éstas se generen en lugar de compensarlas. También permite establecer todas las exigencias adicionales en el proceso de evaluación ambiental, evitando procesos posteriores, liberando recursos públicos y privados que pueden destinarse a una mejor implementación, seguimiento y fiscalización de las exigencias.

### **Compensación de Emisiones Industriales**

La revisión del sistema de compensación de emisiones administrado por la Seremi de Salud Metropolitana, nos permite concluir que se ha complejizado innecesariamente, que registra pocas transacciones y existen fuentes en estado de incumplimiento, aunque hay industrias que tienen excedentes de emisiones. Lo anterior evidencia que no existen suficientes incentivos para transar emisiones entre las fuentes participantes.

No obstante lo anterior, se observa que la existencia de un techo que limita las emisiones industriales de MP y NO<sub>x</sub>, complementada con las exigencias de compensación de emisiones vigente desde el año 1992 ha tenido un efecto positivo en el control de las emisiones industriales de la región. La reducción de las emisiones de estos contaminantes se ha conseguido mediante varios mecanismos.

En las fuentes emisoras existentes, la reducción sostenida se explica por la norma de emisión de MP, la implementación de criterios de paralización en episodios críticos, el establecimiento de metas de reducción de emisiones a los mayores emisores y la exigencia de compensación de emisiones a calderas y procesos. Todo esto se ha traducido en cambios de combustibles, renovación tecnológica y retiro de fuentes más contaminantes, que han sido reemplazadas por fuentes más limpias.

En las fuentes emisoras nuevas, la exigencia de compensación de emisiones se ha transformado en un desincentivo a fuentes industriales contaminantes de gran tamaño, lo que ha tenido como efecto el desplazamiento de estas fuentes hacia regiones, principalmente termoeléctricas a la Quinta

Región. Para las fuentes de menor tamaño, la existencia de una norma de emisión para MP y exigencias de compensación de MP y NO<sub>x</sub> han significado una reducción del tamaño de las fuentes y el uso de combustibles más limpios (diésel y gas) para reducir o evitar las compensaciones.

Actualmente la industria representa el 10% del NO<sub>x</sub> y el 11% del MP que se emite en la Región Metropolitana, según el inventario de emisiones del año 2012. No obstante lo anterior, para cumplir los estándares de calidad del aire para MP<sub>2,5</sub> se requiere mantener control estricto de las grandes fuentes de la Región Metropolitana, pero complementándolo con una gestión de las emisiones industriales a nivel de la macrozona central.

Con todo lo anterior, se recomienda mantener el sistema de compensación de emisiones de la industria, pero incorporando modificaciones en los siguientes ejes:

- Medidas tendientes a simplificar el Sistema de Compensaciones vigente; y
- Medidas tendientes a modernizar los sistemas de información y de administración.

#### **Recomendaciones para una gestión de las emisiones industriales en la macro zona central.**

Fuera del marco del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, cuyo alcance se circunscribe a los límites geográficos de la región, se plantea una gestión de las emisiones industriales que considere el alcance transregional de las emisiones que se generan en su entorno inmediato, regiones de Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins. Ampliar el alcance de la gestión es relevante por el carácter mayoritariamente secundario del material particulado MP<sub>2,5</sub>.

Para reducir el aporte de fuentes transeccionales al MP<sub>2,5</sub> de la Región Metropolitana, se propone establecer un Sistema de Gestión de los Impactos Industriales para la macro zona central de Chile, de forma tal de avanzar en el mediano plazo a un sistema de compensación de emisiones de mayor alcance, que permita establecer exigencias adicionales a mega fuentes que se instalen en las regiones Quinta y Sexta. Por su alcance interregional, este sistema debería ser administrado por el Ministerio del Medio Ambiente en coordinación con las correspondientes SEREMIAS.

## **PRESENTACIÓN**

Se entrega a continuación el Informe Final del Estudio “Evaluación y Rediseño del Sistema de Compensación de Emisiones Región Metropolitana” conforme a los requerimientos del Ministerio de Medio Ambiente.

Para la presente entrega, las bases establecen que los contenidos del informe final corresponden al objetivo c) que son los siguientes:

- i) Proponer modificaciones y ajustes necesarios de incorporar al Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana para corregir los problemas detectados.
- ii) Proponer las modificaciones necesarias al DS 66/2009, MINSEGPRES, y elaborar una propuesta de texto para incorporar en el anteproyecto de la nueva reformulación del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, que incorpore las recomendaciones y correcciones al sistema de compensación de emisiones.

Considerando el actual sistema de compensación de emisiones, el informe se divide en cuatro capítulos, de los cuales los tres primeros están orientados a las recomendaciones para cada una de las componentes del sistema y un cuarto capítulo donde se entregan recomendaciones que exceden el alcance del Plan de Descontaminación, donde se incorpora una propuesta más general sobre la gestión de las emisiones industriales de la macro zona central de Chile.

Los tres primeros capítulos se estructuran de forma similar: un resumen del diagnóstico, las recomendaciones específicas y una propuesta de redacción para incorporar en el anteproyecto del plan de descontaminación para MP2,5.

En el Capítulo 1 se presenta la propuesta de rediseño para el Sistema de Compensación de Emisiones en el Transporte Público. En el Capítulo 2 se presenta la propuesta de rediseño para las exigencias de compensación de emisiones que se establecen en el Art 98 del PPDA, las cuales aplican a proyectos que ingresan al SEIA. En el Capítulo 3 se presenta la propuesta de rediseño de las exigencias de compensación para fuentes industriales.

En el Capítulo 4 se entrega una propuesta para ampliar la gestión de las emisiones industriales de la Región Metropolitana a toda la macro zona central de Chile, regiones V y VI, para controlar los impactos interregionales de las mega fuentes industriales que se han localizado en dichas regiones, en parte, como consecuencia de las exigencias de compensación de emisiones en la Región Metropolitana.



## **LECCIONES DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL.**

Las experiencias exitosas a nivel internacional corresponden a sistemas que operan bajo el esquema “Cap and Trade”. Este es el caso del Programa de Lluvia Acida en Estados Unidos, del RECLAIM en California y del ETS en Europa. Por el contrario, los sistemas bajo el esquema “Credit Based” han sido cuestionados en términos de su eficacia, especialmente por la burocracia excesiva tras su operación. Esta burocracia se ha observado en las compensaciones que operan en el marco del SEIA y también en las compensaciones industriales.

El éxito de la implementación de sistemas del tipo “Cap and Trade” tiene como pilar más importante la disponibilidad de información de emisiones confiable, idealmente en tiempo real. En el Programa de Lluvia Acida, por ejemplo, las empresas tienen incentivos para el desarrollo de mediciones con alto nivel de precisión. No se puede implementar sistemas como éste con la incertidumbre asociada a la estimación de emisiones en base a métodos indirectos como el uso de factores de emisión. El sistema de compensaciones en la industria de Santiago funciona hasta ahora en base a mediciones puntuales que se realizan una vez al año.

El uso de métodos indirectos puede terminar sobrestimando/subestimando las emisiones de las fuentes participantes, lo cual es crítico para aquellas fuentes de mayor tamaño.

Otro elemento clave para el funcionamiento de un sistema de transacción de emisiones del tipo “Cap and Trade” es el aseguramiento y control de la calidad de las mediciones, que van desde los procedimientos en terreno hasta sistemas de validación electrónica de las bases de datos de mediciones en línea que son reportadas periódicamente a la autoridad.

El uso de sistemas de información especializados en el manejo de la información de emisiones es otro elemento transversal a los sistemas de transacción de emisiones analizados.

Sobre la base de una data de emisiones de alta confiabilidad, los sistemas operativos en el mundo han ido progresivamente incorporando niveles de especificidad mayores en lo relativo a procedimientos de asignación de permisos y reglas de transacción. Se tiene por ejemplo la existencia tasas de intercambio distintas y zonas con exigencias diferenciadas de disponibilidad de permisos, como sucede en el caso de RECLAIM, que podría ser el ejemplo más cercano a lo que se podría implementar en Chile para fuentes que cuenten con medición continua de emisiones.

En el mundo también conviven sistemas del tipo “Cap and Trade” centrados en las fuentes de mayor tamaño, con sistemas “Credit Based” basado en permitir la generación de permisos a partir de reducciones materializadas en las denominadas “fuentes voluntarias” generalmente de menor tamaño. Proyectos de reducción de emisiones en fuentes voluntarias tienen la posibilidad de ser reconocidos por la autoridad mediante la generación de créditos de reducción de emisiones transformables a permisos; de manera que fuentes de mayor tamaño puedan también acudir a esta opción.

En cuanto a las asignaciones de permisos, estas se realizan en base anual por periodos bien definidos y sobre la base de uso de series electrónicas. Los actores del mercado conocen anticipadamente la asignación para un horizonte de tiempo que excede los 15 años, de manera de dar certidumbre al

mercado. Al mismo tiempo, las asignaciones se van ajustando progresivamente, de manera de propiciar el intercambio<sup>1</sup>.

En cuanto a las reglas de intercambio, el ahorro intertemporal o “banking” es permitido y las subastas parciales, como señales de precio son realizadas anualmente.

El mercado es abierto, no restringido a los propietarios de fuentes emisoras, la información es pública y los procedimientos conocidos, existiendo un desarrollo importante de la actividad de “brokers” y “traders”.

Internacionalmente conviven esquemas de regulación de emisiones como los sistemas de transacción de emisiones del tipo “incentivo económico” con regulaciones del tipo “Comando Control”. Esta convivencia busca definir un estándar mínimo con el cual cumplan todas las fuentes, con el fin de prever impactos locales de importancia.

Finalmente, el diagrama siguiente resume los aspectos clave para el establecimiento de sistemas de emisiones transables:



Figura 1: Aspectos clave para el funcionamiento de un sistema de permisos de emisión transable.

---

<sup>1</sup> Asignaciones sobre dimensionadas reducen los incentivos a transar. Esto se ve agudizado cuando existe la asignación a perpetuidad (por una sola vez sin un horizonte de duración bien definido)

# 1 CAPITULO Compensación de Emisiones en el Transporte Público

## Diagnóstico

Con la finalidad de incorporar nuevas fuentes emisoras al sistema de compensación de emisiones de la Región Metropolitana, en el marco de la primera actualización del plan y en medio del proceso de reestructuración del sistema de transporte público de Santiago, se tomó la decisión de establecer una meta global de emisiones de MP y NOx al sistema de transporte público (Transantiago) en su conjunto, meta que posteriormente debería ser transformada en metas individuales para cada una de las unidades de negocio. Esta meta global permitiría mayor flexibilidad a las autoridades de transporte para establecer las exigencias tecnológicas a los operadores del Transantiago, teniendo como única restricción los límites de MP y NOx.

De esta forma, el artículo 4 del DS 58/2003 (Plan de Descontaminación Atmosférica para Santiago) estableció que el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones debería realizar la asignación de metas de reducción individuales para cada servicio licitado, para alcanzar las metas globales de reducción de emisiones de contaminantes asociadas al sector del transporte público licitado de la Región Metropolitana, las que serán de a lo menos un 75% de las emisiones de material particulado MP10 y 40% para el caso de los óxidos de nitrógeno, ambas referidas al inventario base de 1997.

Estas metas globales fueron determinadas por CONAMA Región Metropolitana (para estos efectos, la actual Seremi del Medio Ambiente), SECTRA, la Secretaría Ejecutiva del Transantiago y la Subsecretaría de Transportes.

Tabla 1: Metas Globales de MP y NOx (respecto del inventario base 1997)

Contaminante	Emisión base 1997 ton/año	% reducción	Meta Global ton/año
MP	648	75%	162
NOx	16.447	40%	6.579

Mediante la Resolución N° 292 del 2006, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones asignó metas anuales individuales de emisión de MP y NOx para las cinco unidades troncales, 10 alimentadoras y Metro. La resolución de la Subsecretaría de Transportes establece las asignaciones de metas presentadas en la tabla 2.

Tabla 2: Metas individuales de emisión de MP y NOx para operadores del Sistema de Transporte Público de Santiago

Unidad de Negocio	Meta Individual de Reducción de Emisiones MP [ton/año]	Meta Individual de Reducción de Emisiones NOx [ton/año]
Troncal Nº 1	19,2	839,7
Troncal Nº 2	9,7	320,1
Troncal Nº 3	13,7	570,1
Troncal Nº 4	10,9	354,3
Troncal Nº 5	29,9	1320,0
Alimentador Nº 1 (C)	5,5	201,2
Alimentador Nº 2 (D)	5,2	199,7
Alimentador Nº 3 (E)	5,9	230,2
Alimentador Nº 4 (F)	8,0	340,1
Alimentador Nº 5 (G)	10,6	429,8
Alimentador Nº 6 (I)	11,0	449,6
Alimentador Nº 7 (J)	6,3	261,3
Alimentador Nº 8 (B)	10,4	420,5
Alimentador Nº 9 (H)	3,8	161,5
Alimentador Nº 10 (A)	0,4	13,8
Metro S.A.	11,5	467,1
	<b>162,0</b>	<b>6579,0</b>

Fuente: Resolución Nº 292/2006 que implementa el DS 58/2003

El DS Nº66/2009, publicado en abril de 2010, estableció nuevas disposiciones respecto del sistema de transporte público de la Región Metropolitana:

- Se reducen las metas de emisión para el sector, en un 24% de las emisiones directas de material particulado (MP) y de un 6% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), ambas cifras referidas al inventario de emisiones del año 2005.
- El Ministerio de Transportes en conjunto con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, deberán revisar y actualizar la asignación de metas de reducción individuales para cada servicio licitado, de forma tal de alcanzar las metas globales definidas para MP10 y NOx.

De acuerdo al inventario de emisiones realizado para estimar las emisiones del sistema de transporte público para el escenario base 2005, las nuevas metas globales de MP y NOx quedaron establecidas como indica la tabla siguiente:

Tabla 3: Metas Globales de MP y NOx (respecto del inventario base 2005)

Contaminante	Emisión base 2005 ton/año	% reducción	Meta Global ton/año
MP	221	24%	168
NOx	5.867	6%	5.515

Si bien se establecieron las metas globales para el sector, a la fecha no ha sido posible desarrollar transacciones entre los distintos operadores, así como tampoco es posible transar con otros sectores como la industria. Lo anterior porque las autoridades del Ministerio de Transportes no han realizado la asignación individual de metas por unidad de negocio y tampoco han promulgado una nueva resolución que determine los procedimientos para acreditar las reducciones de emisiones de los operadores del transporte público.

Dentro de estos procedimientos debiera indicarse la metodología para la estimación de las emisiones de los servicios, los procedimientos de reporte, así como las condiciones para las transacciones de emisiones.

### **Problemas detectados en la asignación de metas de emisión a Transantiago**

Como se ha indicado anteriormente, la asignación de metas al sistema de transporte público fue establecida para promover la compensación de emisiones y la introducción de tecnologías más limpias, sin embargo no han logrado avances en la implementación del sistema. A partir de la segunda asignación de metas de emisión realizada mediante el DS 66/2009, el Ministerio de Transportes no ha realizado acciones posteriores, como la asignación de metas individuales por unidad de negocio.

En lo concerniente a las metas de reducción de emisiones para el Transporte Público Licitado; como fue diagnosticado en el estudio realizado por el Centro Mario Molina (CMMCh) el año 2009, las dificultades de implementación de TRANSANTIAGO, impusieron obstáculos a la implementación de un sistema de transacción de emisiones entre flotas y representantes de fuentes industriales con exigencias de compensación de emisiones. Además de lo anterior, la forma en que fueron definidas las metas individuales, donde todas las unidades de negocio cumplían con sus metas individuales, tampoco generó incentivos para la transacción entre unidades para acreditar cumplimiento individual.

Cabe mencionar que una de las razones que se plantearon para una asignación inicial holgada para las unidades de negocio era la posibilidad que pudieran transar emisiones con otros sectores para financiar el recambio tecnológico. El escenario actual es diametralmente opuesto, dado que existe un subsidio para el transporte público que bordea los 1.000 millones de USD anuales, los cuales permiten al Ministerio de Transportes generar los incentivos necesarios para el recambio que se inicia el 2018 sin necesidad de incorporar la transacción de emisiones.

Junto con lo anterior, y no habiéndose realizado transacciones al interior del sistema de transporte público en la última década, cabe plantearse la utilidad de mantener este sistema operando para Transantiago. Respecto de esta pregunta, se debe consultar la opinión y el interés de las autoridades de transporte, sin embargo se presenta a continuación un análisis del efecto que ha tenido la definición de metas de emisión para el sistema de transporte público, de la evolución tecnológica del sistema y del aporte actual de Transantiago a las emisiones de la Región Metropolitana.

## Efectos de las metas de MP y NOx en Transantiago

En los gráficos siguientes se presenta la evolución de las emisiones y las metas de MP y NOx de Transantiago. Lo primero que se puede destacar es que el establecimiento de metas, incluso sin transacción de emisiones entre flotas, ha permitido flexibilidad a las autoridades de transporte para administrar el sistema en su conjunto con la obligación de mantener las emisiones totales de MP y NOx por debajo de los techos establecidos en el PPDA. Lo anterior se ha logrado incluso en escenarios de aumento/recambio de las flotas y aumento de las distancias recorridas.

A la fecha, las emisiones globales de MP equivalen al 9,3% de las emisiones del escenario base, en el caso de las emisiones de NOx, representan el 28,9% de las emisiones base. Estas emisiones están muy por debajo de las metas establecidas.

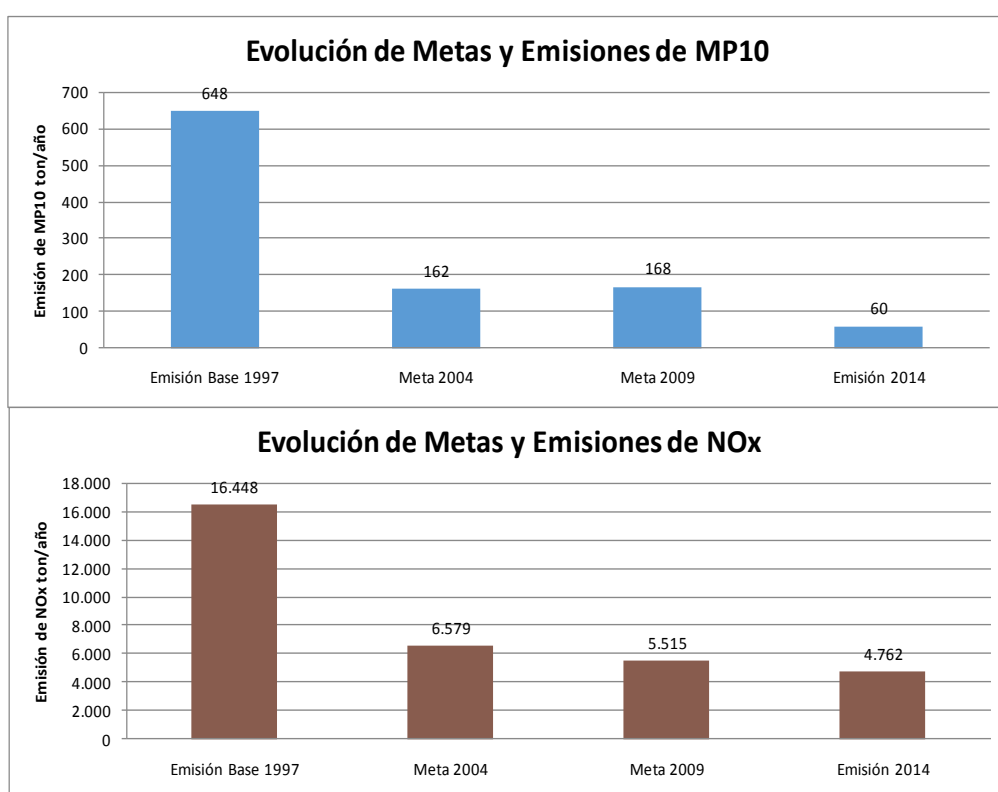


Figura 2: Evolución de las metas de emisión de Transantiago.

### Fuente de datos:

- 1) Emisión base 1997 y Meta 2004, DS 58/2003 Minsegespres (Inventario de emisiones del plan)
- 2) Meta 2009, DS 66/2009 Minsegespres. En base a cálculos realizados por Sectra.
- 3) Emisión 2014 estimada con Tsant2.

## Recambio tecnológico de Transantiago

Junto con lo anterior, se observa que la reducción de emisiones se ha logrado por la renovación tecnológica. Al año 2013, el recambio tecnológico ha permitido que la flota esté compuesta en un 99% de buses Euro 3 o superiores (Euro 3 con filtro y Euro 5 representan el 54% de la flota). Este recambio tecnológico se profundizará a partir del año 2016 con la renovación de flotas que se realizará en el marco de las nuevas licitaciones de Transantiago, lo que abre enormes posibilidades de seguir reduciendo las emisiones del sistema, sin la necesidad de promover transacciones de emisiones en este caso.

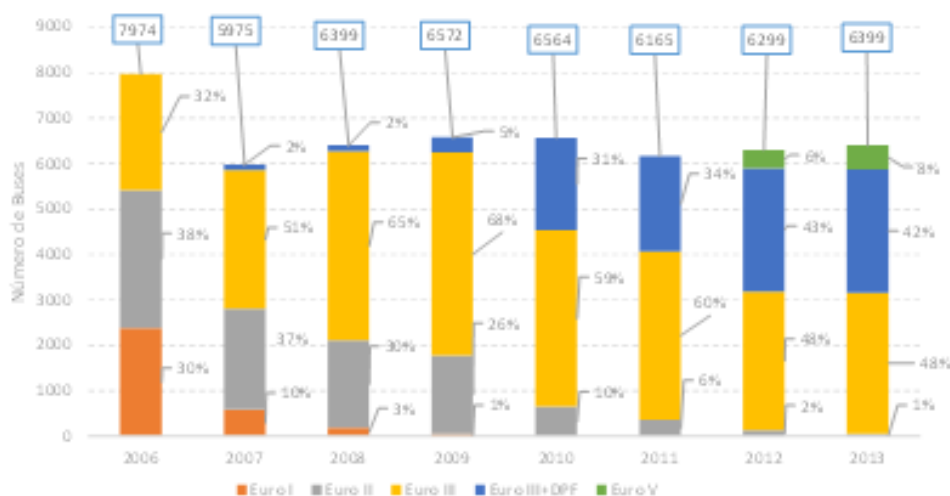


Figura 3: Evolución Tecnológica en Transantiago.

Fuente: Transantiago, elaborado en base de Informe de Gestión Anual. El último disponible en la página web del Directorio de Transporte Público Metropolitana ([www.dtpm.cl](http://www.dtpm.cl))

## Conclusiones del diagnóstico

La asignación de metas de emisión de MP y NOx a Transantiago, aunque no se implementó la compensación de emisiones, ha contribuido al recambio tecnológico y a la reducción de emisiones del sistema en su conjunto. Este enfoque regulatorio le ha otorgado flexibilidad a las autoridades de transporte para administrar un sistema que cambia permanentemente, pero asegurando que las emisiones globales del conjunto se mantienen siempre por debajo del techo establecido.

Cabe mencionar el mecanismo de extensión de plazos en Transantiago, incorporado en las bases de licitación, ha tenido un efecto importante en la incorporación de filtros de partículas en flotas de buses en uso. Este mecanismo, de mantenerse en las nuevas bases de licitación debería actualizarse, de forma tal de promover el ingreso de tecnologías más limpias y eficientes, pero que requieren de mayores plazos de amortización de las inversiones, como podrían ser las tecnologías eléctricas, por nombrar un ejemplo.

Transantiago se incorporó al sistema de compensación de emisiones para aumentar la oferta de reducción de emisiones, cuando el transporte público aportaba el 15% del MP y el 30% NOx de la Región Metropolitana. Después de más de una década, las emisiones totales del sistema se han reducido significativamente en relación a las emisiones de la región. Las emisiones de MP de Transantiago representan el 0,8% de las emisiones totales del inventario 2012, mientras que las emisiones de NOx corresponden al 8,6% del mismo inventario.

Con la renovación de flotas de Transantiago que se iniciará el año 2018, las reducciones esperadas de MP y NOx serán de 66% y 93% respectivamente, con lo cual el aporte de Transantiago a las emisiones de estos contaminantes será el 0,3% en MP y el 0,6% en NOx. Estas cifras confirman que no tiene sentido seguir promoviendo la transabilidad de emisiones en este sector.

### **Recomendaciones para incorporar en el PPDA de MP<sub>2,5</sub>**

En virtud de las conclusiones del diagnóstico y la coyuntura actual en que se está discutiendo cual será la normativa para buses nuevos que se incorporarán a Transantiago en el marco del recambio de flotas que se iniciará el año 2016, se recomienda:

- a) Mantener el enfoque usado hasta ahora de establecer techos de emisión para el sistema de transporte público en su conjunto. En esta misma línea, mantener el enfoque de incentivo utilizado considerando la extensión de plazos de la licitación, el cual puede servir para promover el ingreso de tecnologías más limpias, como los buses eléctricos, por ejemplo.
- b) Revisar las metas de emisión de MP y NOx vigentes para adecuarlas a la renovación de buses que se iniciará el año 2018. Esta renovación de flotas debería considerar como mínimo la tecnología Euro VI para los buses nuevos.
- c) Mejorar el “Programa de seguimiento de las emisiones” incorporando las emisiones de CO2 y el consumo de combustible. Introducir mecanismos para el seguimiento de las emisiones en base a ciclos de operación reales para Santiago y mediciones realizadas bajo estas condiciones.

A continuación se presenta una propuesta para los puntos b) y c)

### **Propuesta de nuevas metas de emisión de MP/NOx para Transantiago**

De acuerdo con el diagnóstico desarrollado, se presenta a continuación una propuesta para la definición de las metas globales de emisión para Transantiago. La asignación individual a las unidades de negocio es una decisión del Ministerio de Transportes. No obstante lo anterior, teniendo en consideración la alta variabilidad de estructura propietaria de las unidades de negocios producto de los cambios de contrato, los aplazamientos, las fusiones de empresas, etc., no parece recomendable realizar asignaciones iniciales en un contexto en que se esperan cambios importantes a partir de las nuevas licitaciones a partir del 2018.



A continuación se describe la metodología utilizada para elaborar una propuesta de nuevas metas de MP y NOx.

- Se ha considerado la renovación de los buses actuales: Incorporación de la norma Euro VI a partir de enero de 2016 (para buses nuevos que se incorporan a Transantiago).
- Se estimaron las emisiones totales que el sistema de transporte puede alcanzar en su conjunto para MP y NOx. Se han definido dos cortes temporales: Al año 2019 se han reemplazado todos los buses Euro III y Euro III con filtro por buses Euro VI. Al año 2022 se han reemplazado todos buses Euro V por buses Euro VI.
- Las estimaciones de las metas de emisión se realizan con la misma metodología utilizada en la elaboración del Inventario 2012 de la Región Metropolitana: plug - in TSANT2 en la plataforma Airviro2 y se utilizaron factores de emisión del HBEFA 3.1 (Proyecto Artemis) para las estimaciones de emisiones.

**Reemplazo de flota a partir de 2018:** Se estimaron las emisiones del transporte público de Santiago considerando la operación del año 2012 (Inventario de emisiones de la Región Metropolitana de 2012). En un primer corte temporal, al año 2018 donde se terminan las concesiones de tres de los siete operadores del Transantiago. La meta se definió considerando la renovación de los buses Euro III y Euro III+DPF, articulados (C2), estándar (B2) y midi (A1 y A2) por buses con tecnología Euro VI B2. En relación a la distribución tecnológica de la flota del año 2012, para el año 2018 se deberían renovar cerca de 5.400 buses.

**Reemplazo de flotas hasta el 2022:** Los años 2020 y 2022 terminan las concesiones de dos operadores del Transantiago, es por esto que se fija el año 2022 como otro corte temporal para las metas de emisión de MP y NOx. Para este año, se estimaron las emisiones considerando toda la flota del Transantiago con tecnología Euro VI y buses B2.

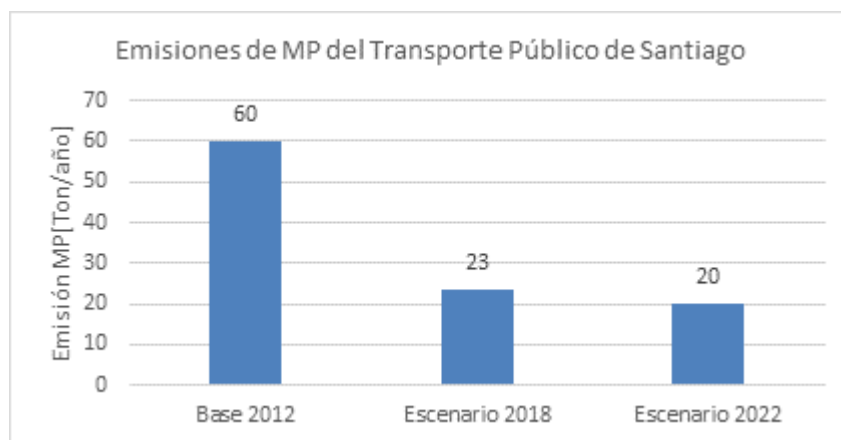


Figura 4: Nueva meta de emisión de MP para Transantiago.

<sup>2</sup> [www.smhi.se/airviro](http://www.smhi.se/airviro)

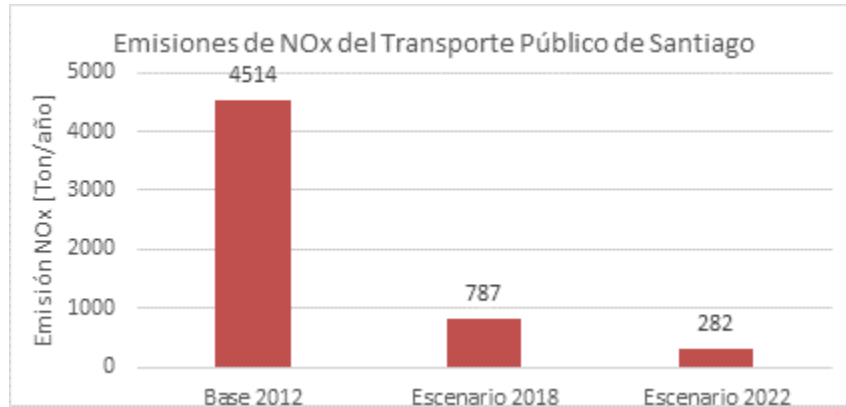


Figura 5: Nueva meta de emisión de NOx para Transantiago.

En la tabla siguiente se resume la propuesta de metas para el Transantiago, las cuales podrían incorporarse en el nuevo PPDA para MP2,5 de la Región Metropolitana. Se destaca la flexibilidad que aporta este enfoque para la incorporación de otras tecnologías al sistema de transporte público, con menores emisiones y mayor eficiencia.

Tabla 4: Propuesta de Metas Globales de MP y NOx para incorporar en Plan de MP2,5.

Contaminante	Emisión Base 2012 ton/año	% reducción	Meta Global ton/año
MP	60	66%	20
NOx	4.514	93%	282

Junto con el establecimiento de esta nueva meta global para Transantiago, se debe evaluar la conveniencia de definir metas individuales por unidad de negocio, lo cual debería incorporar la opinión del Ministerio de Transportes que tiene la facultad de realizar dicha asignación.

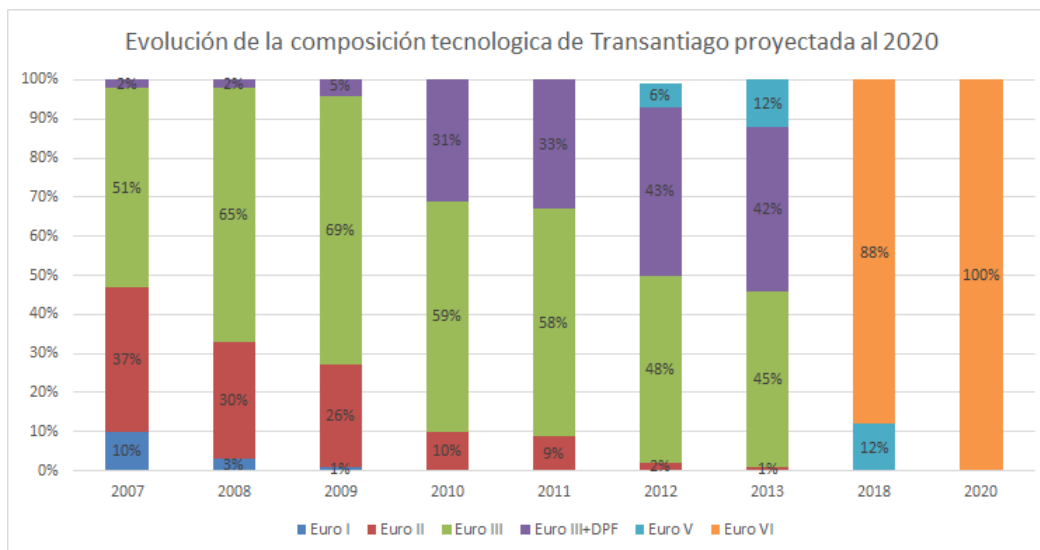


Figura 6: Evolución Tecnológica en Transantiago (2007-2022).

## **Incorporar CO2 al Programa de Seguimiento de las Emisiones de Transantiago.**

El PPDA vigente (DS 66/2009) establece un **Programa de Seguimiento de las Emisiones de Transantiago** para evaluar el cumplimiento de las metas de MP y NOx. La recomendación apunta a incorporar aspectos relacionados con la eficiencia en el consumo de combustibles y emisiones de CO2 en este programa de seguimiento, pensando en la próxima renovación de buses que enfrentará Transantiago a partir del 2016.

La justificación de esta recomendación se basa en lo siguiente: Resulta paradójico que los vehículos livianos nuevos que se venden en Chile cuenten con un etiquetado de emisiones de CO2 y rendimiento, que paguen impuestos en base al rendimiento y las emisiones de NOx que generan, mientras que los buses de transporte público, que reciben subsidio del Estado para su operación, sigan al margen de todo reporte de emisiones de CO2 y rendimiento.

Teniendo en consideración que el Ministerio del Medio Ambiente no puede establecer estándares de eficiencia, se propone que se incorpore en el actual programa de seguimiento las emisiones de Transantiago, el seguimiento de las emisiones de CO2 y el rendimiento, como un primer paso para promover el aumento de la eficiencia en el consumo de combustibles. De la misma forma, es posible la participación de otros Ministerios como el de Energía y el de Transportes, a fin de incorporar en una primera etapa un sistema de etiquetado, equivalente a la experiencia con vehículos livianos-medianos, lo cual contribuirá a reducir la utilización de combustible, lo que se traduce en una reducción directa de emisiones de contaminantes atmosféricos regulados por el plan.

Junto con lo anterior, mejorar el programa de seguimiento de las emisiones de las flotas del Transantiago, poniendo énfasis en la aplicación de ciclos de conducción que representen adecuadamente la operación de los buses en la ciudad de Santiago, de forma tal que permita estimar periódicamente la emisión de las unidades de negocios y del total del sistema. Esto debe considerar la medición de emisiones de buses en el laboratorio del 3CV bajo los ciclos adecuados a las condiciones de Santiago. Hasta ahora el seguimiento de las emisiones de MP y NOx de Transantiago se realiza en base a factores de emisión teóricos.

En una segunda fase, en base a los resultados del programa de seguimiento de flotas, desarrollar incentivos para los operadores, tanto en los procesos de licitación como durante el período de ejecución de los contratos, tendentes a reducir los consumos de combustible y la incorporación de tecnologías limpias. Al contar con información que permita comparar el rendimiento (emisiones de CO2) asociado a diferentes tecnologías, es posible establecer incentivos en las bases de licitación que permitan redefinir los actuales subsidios que se otorgan a los operadores en función de las flotas con mayor eficiencia.

Para mejorar el Programa de Seguimiento de Flotas de Transantiago, se recomienda emplear como referencia la mejor experiencia internacional en este ámbito. A continuación se presenta el caso de la Estrategia de la Flota de Transporte Público de la Ciudad de Helsinki en Finlandia, desarrollada por la Autoridad de Transporte de la ciudad en conjunto con el VTT (Centro de Desarrollo

Tecnológico de Finlandia). Al final de la tabla se destaca la estimación de emisiones de MP, NOx y CO2 asociada a la renovación de la flota proyectada hasta el año 2018.

Tabla 5: Estrategia de renovación flota de transporte público de Helsinki

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bussin euroaluokitus									
euro 1	1 %								
euro 2	31 %	18 %	14 %	7 %	5 %	2 %			
euro 3	29 %	26 %	26 %	23 %	20 %	14 %	4 %		
euro 4	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %	7 %		
euro 5	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %	3 %	
EEV	28 %	45 %	47 %	54 %	55 %	55 %	55 %	55 %	48 %
EEV light			1 %	5 %	6 %	9 %	12 %	18 %	18 %
hybridi			0,2 %	0,2 %	1,0 %	2,5 %	5,0 %	8,0 %	10,0 %
hybridi 50% plug									
euro 6					2 %	5 %	10 %	12 %	14 %
euro x									2 %
Sähköbusit						1 %	3 %	4 %	8 %
YHT	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
100% bio-pa.		1 %	4 %	7 %	15 %	30 %	45 %	60 %	75 %
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Nox	879,42 ton.	-14,89 %	-18,41 %	-24,61 %	-34,91 %	-44,95 %	-54,76 %	-61,42 %	78,32 %
PM	14,6 ton.	-19,29 %	-23,71 %	-29,61 %	-42,47 %	-55,75 %	-68,98 %	-75,33 %	-81,72 %
CO2	112795 ton	-4,97 %	-7,13 %	-9,14 %	-14,99 %	-23,64 %	-33,25 %	-40,45 %	-51,28 %



Reijo Mäkinen

10.10.2013

Fuente: Helsinki Region Transport fleet strategy (European Bus Forum 2014). Veikko Karvonen Research Scientist, VTT Technical Research, Finland.

## Propuesta de redacción para el PPDA de MP<sub>2,5</sub>

### Redacción vigente en el DS 66/2009

A continuación se incorporan los artículos del PPDA vigente que dicen relación con el transporte público y la asignación de metas, Capítulo II de Transporte, Capítulo X de Instrumentos de Gestión Ambiental Complementarios. En todos estos artículos se hace mención a las metas globales de emisión de MP y NOx, a la necesidad de establecer las metas individuales y a la implementación de un Programa de Seguimiento de las Emisiones del Transantiago.

#### A) Transporte público

**Artículo 3.** El presente Decreto establece medidas a fin de obtener una reducción de emisiones contaminantes, asociadas a este sector, en un 24% de las emisiones directas de material particulado MP<sub>10</sub> y

de un 6% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), ambas cifras referidas al inventario de emisiones del año 2005.

**Artículo 4.** Para cumplir con dicha reducción de emisiones, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones continuará estableciendo nuevas condiciones para que entren en uso buses de tecnología limpia (a gas, híbridos, eléctricos u otros) y dispositivos de control de emisiones para buses diesel en la Región Metropolitana. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones deberá implementar y mantener un sistema de información de los datos disponibles respecto de la efectividad de tecnologías limpias para el transporte público y de los diferentes dispositivos de control de emisiones.

**Artículo 5.** El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones continuará realizando las acciones necesarias para que los buses dotados de motor, que cumplen con las normas de emisión denominadas EURO I y EURO II, acrediten la reducción de los niveles de emisiones, en tanto se completa su retiro, de acuerdo a lo establecido en las bases de licitación de vías de 2003.

**Artículo 6.** El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones en conjunto con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (en adelante Conama), deberán revisar y actualizar la asignación de metas de reducción individuales para cada servicio licitado, de forma tal de alcanzar las metas globales definidas para MP10 y NOx.

**Artículo 129.** Sistema de compensación de emisiones y otros instrumentos económicos.

1. Con el objetivo de operativizar las compensaciones de emisiones de MP, NOx y SOx en la Región Metropolitana, la CONAMA junto a los órganos de la Administración del Estado competentes, deberá, en un plazo de un año a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto:

a) Apoyar la revisión y actualización de las metas individuales de emisión de material particulado y óxidos de nitrógeno para el transporte público.

**Artículo 130.** Instrumentos de planificación territorial y de transporte.

1. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través de la Coordinación General de Transportes de Santiago, en conjunto con la Secretaría de Planificación de Transporte (Sectra) dependiente del Ministerio de Planificación, deberá generar un programa de seguimiento a las emisiones del Plan de Modernización del Transportes Público de Santiago, en un plazo de un año a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto.

## Redacción propuesta

A continuación se presenta una propuesta de redacción para incorporar en el nuevo PPDA de MP2,5.

### A) Transporte público

Artículo 1. El presente Decreto establece medidas a fin de obtener una reducción de emisiones contaminantes, asociadas a este sector, en un 66% de las emisiones directas de material particulado MP10 y de un 93% de las emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOx), ambas cifras referidas al inventario base del año 2012. Con esta reducción, las emisiones permitidas para el sistema en su conjunto, a partir del año 2022, corresponden a 20 ton/año de MP10 y 300 ton/año de NOx.

Artículo 2. Para cumplir con dicha reducción de emisiones, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones continuará estableciendo nuevas condiciones para que entren en uso buses de tecnología limpia. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones deberá mantener el sistema de información de los datos disponibles respecto de la efectividad de tecnologías limpias para el transporte público y de los diferentes dispositivos de control de emisiones.

Artículo 3. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través de la Coordinación General de Transportes de Santiago, deberá mantener el programa de seguimiento a las emisiones de Transantiago e incorporar las emisiones de CO2 y consumo de combustible a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto.

Deróguense los artículos 6 y 129 del D.S. N° 66/2009.

## **2 CAPITULO Compensación de emisiones en el SEIA**

Este diagnóstico muestra que el sistema no logra el objetivo con el cual fue concebido, que es promover la incorporación de tecnologías de control de emisiones en el marco de la evaluación de nuevos proyectos en el SEIA. Esto debido a que la mayoría de los proyectos compensa emisiones con pavimentación o forestación y no con la inclusión de tecnología.

Otra característica importante de la operación de este sistema, es que la mayoría de los proyectos compensa emisiones en la etapa de construcción (54% sólo construcción, 19% construcción y operación y 27% sólo operación) y que las compensaciones son principalmente de MP (81% sólo MP, 13% MP y NOx y 6% sólo NOx)

Por otra parte, la operación del sistema significa un importante esfuerzo tanto público como privado debido a la necesidad de realizar los cálculos de emisiones, la elaboración de planes de compensación de emisiones, su revisión y aprobación, finalmente su seguimiento y fiscalización.

Lo anterior, significa que es necesario revisar en profundidad esta parte del sistema de compensaciones, ya que el esfuerzo realizado no se traduce en la compensación de emisiones a través de iniciativas efectivas.

Con el objetivo de mantener el espíritu original que dio vida a la compensación de emisiones en el marco del SEIA, que es promover la incorporación de tecnologías de control de emisiones, en este informe se propone reemplazar la compensación de emisiones por otro tipo de medidas que busquen evitar que las emisiones se generen en lugar de compensarlas posteriormente. Esto claramente importa una aplicación de los principios ambientales de eficiencia y prevención.

Estas otras medidas, corresponden a la generación de guías con buenas prácticas y mejores técnicas disponibles para la inclusión de exigencias específicas en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental, que se reflejen en la RCA de cada proyecto, así como considerar aquellos tipos de emisiones que se ha observado que son más frecuentes a través de las medidas estructurales del PPDA.

En particular, las fuentes más habituales de la fase de construcción de los proyectos, son aquellas que se generan en los movimientos de tierra propios de la construcción de infraestructura (perforaciones, escarpes, excavaciones, carguío de camiones, levantamiento de polvo por tránsito por caminos interiores y erosión desde acopio de materiales) y las generadas en procesos de combustión debido a los motores de maquinaria, camiones, vehículos, uso de generadores, etc.

Las fuentes más habituales de la fase de operación, corresponden al tránsito vehicular, utilización de maquinaria, tránsito de camiones, utilización de sistemas de calefacción y las emisiones de calderas o grupos electrógenos que no deben compensar como fuentes fijas.

Las emisiones de polvo provenientes de la fase de construcción de cualquier proyecto y de la fase de operación en el caso de los proyectos de extracción-procesamiento de áridos, se propone abordarlas exigiendo la implementación de las mejores técnicas de mitigación disponibles. Para ello, se deben generar guías, que permita a los titulares de los proyectos hacerse cargo adecuadamente de sus impactos significativos, con mejores prácticas ambientales en el desarrollo de su construcción

y operación, **cuya exigencia quedará recogida en la respectiva RCA del proyecto y por lo tanto será fiscalizable por la Superintendencia del Medio Ambiente.** El desarrollo de estas guías deberán estar orientadas a la evaluación de los efectos, circunstancias o características, contemplados en el artículo 11 de la Ley N° 19.300. En particular, deberán orientarse a establecer una batería de medidas de mitigación y compensación para hacerse cargo de tales efectos, principalmente, los contemplados en el literal a) de ese artículo. Lo anterior, sin perjuicio que el plan establezca una obligación directa de compensación para determinadas fuentes, lo que deberá ser verificado en la evaluación de la normativa ambiental aplicable al proyecto del que se trate.

Las emisiones de MP y NOx, proveniente de la combustión (tanto en la fase de construcción como de operación), se deben abordar directo en su fuente. Por eso, debe incluirse exigencias a las emisiones de la maquinaria y camiones como por ejemplo la implementación de filtros de partículas, antigüedad máxima, estándares operacionales eficientes y límites de emisión. También debe considerarse las emisiones que son producidas por el tráfico que inducen los proyectos, a través de la exigencia de normas de entrada para los vehículos nuevos y exigencias de mantenimiento y operación como la revisión técnica a los vehículos existentes. Otra fuente que se debe abordar son las emisiones de la calefacción, exigiendo una mejor aislación térmica a las edificaciones y sistemas de calefacción más limpios.

Una fortaleza de este enfoque, es que en el caso que un proyecto genere emisiones que no son abordadas con las medidas detalladas, es posible incluir exigencias específicas para ese proyecto en el proceso de evaluación ambiental.

Esta propuesta, favorecería una mayor inclusión de tecnologías de control de emisiones, evitando que éstas se generen en lugar de compensarlas (enfoque preventivo). También permite establecer todas las exigencias adicionales en el proceso de evaluación ambiental (enfoque eficiente), evitando procesos posteriores, liberando recursos públicos y privados que pueden destinarse a una mejor implementación, seguimiento y fiscalización de las exigencias.

## **2.1 Diagnóstico**

### **Problemas detectados**

En el primer informe avance se realizó un diagnóstico sobre el sistema de compensación de emisiones en el marco del SEIA. Los principales resultados de ese diagnóstico se resumen a continuación:

- a) La mayoría de las compensaciones están asociadas a proyectos inmobiliarios:
  - Un 31% de los proyectos que deben compensar corresponde a proyectos inmobiliarios, un 15% a proyectos industriales y un 6% a extracción de áridos en un cuerpo o curso de agua.
- b) La mayoría de las compensaciones están asociadas a la fase de construcción:



- Un 54% de ellos debe compensar sólo por la fase de construcción, un 19% tanto por la fase de construcción como la de operación y un 27% sólo por la fase de operación.
- c) La mayoría de las compensaciones corresponden a material particulado (MP):
- Un 81% de los proyectos debe compensar emisiones de MP, un 13% de MP y NOx y un 6% de NOx.
- d) La mayoría de las compensaciones de MP que se han implementado se realizan con pavimentación de calles o áreas verdes.
- Los tipos de compensación de MP más frecuentes son la pavimentación (48%) y la creación y/o mantención de áreas verdes (45%).
- e) La mayoría de las compensaciones son de pequeña magnitud:
- Un 76% de los proyectos que deben compensar emisiones de MP de su fase de construcción, deben compensar emisiones, en el rango entre 4,02 y 17,84 ton/año (estas emisiones ya consideran el factor de 150%) sumando en conjunto solo un 48% de las emisiones totales a compensar para este tipo de proyectos.
  - En promedio, un proyecto compensa con 158 m de pavimentación, lo que equivale a 8,5 m por cada ton/año a compensar o con 25,2 ha de áreas verdes.
- f) Las compensaciones de MP con pavimentación o áreas verdes sólo compensan la fracción más gruesa del material particulado:
- La pavimentación evita el levantamiento de polvo resuspendido debido al tránsito de vehículos y las áreas verdes favorecen la captura del mismo desde el ambiente. Ninguna de estas medidas se enfoca en la reducción del material particulado fino.
- g) Se identifican pocas alternativas para compensar NOx:
- Casi la totalidad de las compensaciones de NOx se realizan mediante la chatarrización de vehículos, la que es difícil de implementar y adolece de un problema importante. Se remueven emisiones que de todas formas dejarían de ser emitidas en la etapa de abandono de los vehículos.
- h) La tramitación de los PCE es larga y no se cumplen los plazos establecidos:
- Los plazos establecidos para presentar los PCE solo se cumplen ocasionalmente. El plazo promedio de presentación de un PCE es aproximadamente el doble del plazo formal y solo el 21% de los titulares cumplió con el plazo establecido en la RCA.
  - Los plazos de aprobación de los PCE tienen una alta variabilidad, siendo en promedio 4,5 meses.
  - En promedio, la tramitación total de un PCE toma casi un año.
  - Esto genera retraso en la ejecución de los proyectos.

- i) La mayoría de emisiones de la fase construcción se asocian con movimiento de tierra o por tráfico de camiones y maquinarias. En la fase de operación se asocian al transporte, utilización de maquinaria y camiones y la operación de calderas o generadores que no compensan como fuentes fijas.

Algunos ejemplos en los que se puede observar esta situación se exponen a continuación

Cita desde PCE “Mall plaza Egaña”:

Las fuentes más importantes de emisión de material particulado presentes en la construcción del proyecto, son las actividades constructivas y las fuentes móviles en el traslado de las materias primas y escombros. En tanto que, durante la operación del proyecto las fuentes más importantes tienen relación con la atracción de flujos vehiculares.

Cita desde PCE “línea de transmisión eléctrica”:

Estas emisiones corresponden a aquellas generadas el primer año de construcción de las líneas de transmisión, debido, principalmente, a las actividades de movimiento de tierras.

Cita desde PCE “planta de asfalto”:

**Tabla N° 7**  
**Tasas de Emisión,**  
**Etapa de Operación (ton/año)**

Etapa	Actividad	Emisión SO <sub>2</sub> (ton/año)	Emisión NO <sub>x</sub> (ton/año)	Emisión CO (ton/año)	Emisión MP <sub>10</sub> (ton/año)	Emisión COV (ton/año)
Operación	Carga	0,00000	0,00000	0,00000	0,16354	0,00000
	Descarga	0,00000	0,00000	0,00000	0,16354	0,00000
	Erosión eólica	0,00000	0,00000	0,00000	0,05219	0,00000
	Transito camino pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	2,36667	0,00000
	Motor vehículos	0,01518	1,71801	0,39104	0,06083	0,19348
	Hornos	0,00000	0,00000	0,00000	0,82524	0,00000
	Calderas	0,03902	1,04045	0,26011	0,10404	0,00000
<b>TOTAL ETAPA DE OPERACIÓN (TON/AÑO)</b>		<b>0,05420</b>	<b>2,75846</b>	<b>0,65115</b>	<b>3,73605</b>	<b>0,19348</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7: Ejemplo de Plan de compensación de emisiones.

Cita desde PCE “clínica Universidad de los Andes”:

Tabla N° 2. Emisiones totales de MP10 (ton/año).

MP10	Año 1	Año 2	Año 3
Escarpe	0,0380065	-	-
Excavación	1,6358668	-	-
Camino Pavimentado	3,9686271	0,2025835	0,3545472
Camino no Pavimentado	1,8282377	0,1662820	0,1327781
Acopio de Material	0,0002111	-	-
carga y volteo Interior	0,3320354	0,0122879	0,0185551
Carga y Volteo Exterior	0,3320354	0,0122879	0,0185551
Combustión Camiones	0,5602527	0,0509561	0,0406890
Combustión Maquinas	0,5154555	0,0089701	0,0200048
Terminaciones e Instalaciones	0,0167290	-	-
<b>Total</b>	<b>9,2274576</b>	<b>0,45336768</b>	<b>0,58512971</b>
<b>Emisión máxima según PPDA (ton/año)</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>

Figura 8: Estimación de emisiones de MP en planes de compensación

- j) Los trámites, los costos y los plazos asociados a la exigencia de compensación de emisiones generan incentivos para eludir el sistema, forzando la estimación de emisiones por debajo del límite de compensación.
- Considerando que la obligación de compensar emisiones aumenta los costos de los proyectos, y sobre todo, retrasa su inicio, existe un incentivo a intentar eludir dicha obligación. Causas que explican esta realidad dice relación a que las medidas de compensación no tienen relación con el proceso principal o giro del titular del proyecto, lo que vuelve su implementación más costosa y poco eficiente en muchos casos y no asegura los resultados de compensación a largo plazo. Para ello, la principal vía es forzar la estimación de emisiones para que dé bajo el límite de compensación. Esto es posible, debido a que para la estimación de las emisiones se requiere muchos parámetros, los que muchas veces son difíciles de verificar por la autoridad.
- k) Poca fiscalización y seguimiento de la implementación de los PCE
- En la práctica, se ha observado que hay poca seguimiento y fiscalización a la correcta implementación de los PCE. La Seremi del Medio Ambiente no cuenta con información al respecto y a juicio del equipo consultor, de acuerdo a la revisión de los programas y subprogramas de fiscalización de dicho organismo, la SMA no ha priorizado la realización de este tipo de fiscalizaciones ante la enorme demanda ciudadana por fiscalización ambiental,

## **Conclusiones del diagnóstico**

Del diagnóstico realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El sistema de compensaciones en el marco del SEIA, sirve actualmente para compensar principalmente emisiones de polvo resuspendido. Esto es coherente con el PDA existente que es para MP10, pero no resulta efectivo al considerar el futuro PDA por MP2,5, por lo que se requiere avanzar en un sistema de compensaciones orientado a la reducción de material particulado fino y sus precursores, que es más dañino para la salud.
- El sistema no logra promover la incorporación de tecnologías de control de emisiones. Por lo anterior, las ganancias ambientales del funcionamiento de este sistema son difíciles de comprobar.
- Lo anterior, sugiere que es necesario revisar en profundidad esta parte del sistema de compensaciones, ya que el esfuerzo realizado tanto por el sector público como privado, actualmente no se traduce en la implementación de medidas efectivas para el control de las emisiones. No existe ninguna evidencia que estas compensaciones estén teniendo un efecto significativo en el mejoramiento de la calidad del aire de la Región Metropolitana.

## **2.2 Recomendaciones para incorporar en el PPDA de MP<sub>2,5</sub>**

### **Enfoque de la solución propuesta**

Para resolver los problemas identificados y mantener el espíritu original que dio vida a la compensación de emisiones en el marco del SEIA, que es promover la incorporación de tecnologías de control de emisiones, se propone complementar la compensación de emisiones por otro tipo de medidas que busquen evitar que las emisiones se generen en lugar de compensarlas posteriormente.

La compensación de emisiones, consiste en permitir a un proyecto generar emisiones con el compromiso que el titular de dicho proyecto, reduzca las emisiones en otra fuente, de manera que el efecto absoluto sea nulo o que se produzca una ganancia ambiental al exigir una compensación mayor a las emisiones que se generan. El supuesto que hay detrás de esta lógica, es que es posible compensar el mismo tipo de emisiones en otra fuente, y que para el titular del proyecto es más barato lograr la reducción de las emisiones en esa otra fuente, por lo esta estrategia es costo eficiente para la sociedad.

Sin embargo, los supuestos mencionados no se cumplen a cabalidad actualmente, ya que las alternativas de compensación que se están utilizando, por una parte no logran reducir emisiones de MP<sub>2,5</sub>, comprobables a largo plazo, si no que principalmente reducen polvo resuspendido y por otra, apenas hay alternativas para compensar óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), por lo que resulta muy costoso implementar dichas compensaciones.

La propuesta para complementar la componente de compensación de emisiones en el marco del SEIA, busca reorientar la lógica actual, promoviendo un enfoque preventivo en el cual se evita que se generen las emisiones en lugar de buscar un mecanismo para compensarlas.

Junto con lo anterior, también se observa en el sistema actual un esfuerzo por controlar emisiones de sectores que cuentan con estrategias de control de emisiones de carácter nacional/regional que están apuntando a reducir en forma progresiva sus impactos. Un ejemplo de esto lo encontramos en los vehículos livianos y medianos, sector que está siendo regulado con normas de entrada cada vez más exigentes, con combustibles limpios, con impuestos y etiquetado que incentivan bajas adicionales en las emisiones, con mayores exigencias en las revisiones técnicas e incluso con restricciones a la circulación en los periodos de episodios críticos.

Por lo anterior, la propuesta consiste en complementar la componente de compensación de emisiones en el marco del SEIA con un paquete de medidas de carácter tecnológico, de buenas prácticas constructivas, de estándares operacionales, que permitan reducir o mitigar las emisiones de las fuentes que estaban sujetas a este sistema. Para ello, se debe distinguir distintos tipos de medidas, las que apuntarán a controlar las emisiones de distintos contaminantes (MP y NO<sub>x</sub> principalmente) dependiendo de las características de la actividad o proceso en que se generan.

Esto se realiza manteniendo la exigencia de calcular las emisiones de los proyectos en todas sus etapas. Se recomienda que esta información sea incorporada en un registro que sea administrado por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual debe exigir que los titulares de los proyectos declaren

sus emisiones en un formato estándar, por etapa y por tipo de fuente emisora. En la medida que todos los titulares declaran en un mismo formato, será viable la incorporación de esta información en forma sistemática a un sistema de registro que permitirá hacer el seguimiento de estos impactos, conocer el tipo de fuentes que genera los mayores aportes y seguir estableciendo medidas de control para su minimización. La implementación de plataformas para administrar esta información es perfectamente compatible con el marco jurídico vigente, ya que el instrumento de gestión ambiental que permite esta integración es el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), actualmente vigente, D.S. N° 1/2013 del Ministerio del Medio Ambiente.

Las fuentes de emisión más habituales que se detectaron en la revisión de los PCE, según la etapa del proyecto son las siguientes:

**Etapa de construcción:**

- Movimientos de tierra propios de la construcción de infraestructura, tales como perforaciones, escarpes, excavaciones, carguío de camiones, levantamiento de polvo por tránsito de camiones y maquinaria por caminos interiores y erosión desde acopio de materiales, etc.
- Procesos de combustión debido a los motores de maquinarias fuera de ruta, camiones, uso de generadores eléctricos, etc.

**Etapa de operación:**

- Procesos de combustión asociados al tránsito vehicular, utilización de maquinaria, tránsito de camiones, utilización de sistemas de calefacción y las emisiones de calderas o grupos electrógenos (que no compensan como fuentes fijas).

La siguiente tabla resumen las fuentes de emisión más frecuentes según etapa del proyecto

**Tabla 6: Fuentes de emisión más frecuentes según etapa del proyecto.**

Fuente	Construcción	Operación
Levantamiento de polvo por movimiento de tierra	X	
Combustión de vehículos livianos		X
Combustión de camiones	X	X
Combustión de maquinaria	X	X
Combustión de sistemas de calefacción residencial		X
Combustión de generadores	X	X
Combustión de calderas		X
Procesos industriales		X

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la mayoría de las emisiones se generan en un número reducido de fuentes, la propuesta consiste en incentivar la incorporación de tecnología y mejores técnicas disponibles de reducción y mitigación a través de guías para la evaluación y de normas de comando y control en el propio plan, que induzcan a la utilización de las mejores técnicas y prácticas disponibles, normas de emisión, exigencia de filtros de partículas, exigencias de antigüedad de vehículos y maquinaria, mejoramiento de los combustibles, entre otros.

Es necesario tener presente que no existe un único instrumento de gestión ambiental que resuelva todos los problemas asociados a la contaminación atmosférica de Santiago. Por tanto, **se debe pensar en una sinergia de distintos instrumentos**, como normas de emisión preventivas que buscan incorporar estándares tecnológicos, normas de emisión específicas en el plan, guías para evaluación de proyectos en el SEA, que cada vez más tienen fuerza vinculante en la evaluación de los proyectos, entre otros.

El objetivo de esto es exigir al titular que se haga responsable de reducir aquellas emisiones en las que puede tener injerencia, abordando a través de otras medidas aquellas emisiones en que el titular del proyecto no puede intervenir de manera directa. Por ejemplo, el titular de un proyecto inmobiliario puede contratar maquinarias de bajas emisiones para la etapa de construcción, mejorar la calidad de las viviendas incorporando mejor aislación térmica y sistemas de calefacción de bajas emisiones, sin embargo no podrá intervenir en las emisiones que se generen por el tráfico de vehículos livianos en la fase de operación. De la misma forma, el titular de un proyecto puede implementar las mejores técnicas disponibles para mitigar el levantamiento de polvo en el predio del proyecto, pero no puede evitar el polvo resuspendido que produce un camión al circular por la ciudad cuando va desde o hacia el predio del proyecto.

### **Descripción de la solución propuesta y medidas para reducir y mitigar emisiones.**

La propuesta consiste en complementar la componente de compensación de emisiones en el marco del SEIA con un paquete de medidas que permitan reducir o mitigar las emisiones de las fuentes que estaban sujetas a este sistema. Debido a que las medidas que se deben implementar, dependen fuertemente de la fuente de emisiones que se busca controlar, a continuación, se detalla un listado de posibles medidas que deberían complementar el sistema de compensaciones en el marco del SEIA, agrupadas según la fuente de las emisiones.

#### ***Exigencia de estimación de las emisiones***

Los proyectos que ingresen al SEIA deben estimar sus emisiones directas de MP, NOx, SO2, COV y NH3. También es posible solicitar la estimación de emisiones de CO2, para contar con información para los planes de mitigación de cambio climático.

Las emisiones se deben estimar en un formato estándar, por etapa del proyecto, distinguiendo construcción, operación y cierre y por tipo de fuente emisora, indicando si las emisiones corresponden a procesos de combustión o no.

Para la estimación de las emisiones directas, el MMA debe establecer su metodología, considerando que se trata de un plan para MP2,5, por lo que será necesaria la actualización de las guías vigentes.

Por otra parte, la metodología del MMA debe establecer criterios para determinar la línea base de los proyectos.

Se recomienda que esta información sea incorporada en un registro que sea administrado por el Ministerio del Medio Ambiente.

### *Levantamiento de polvo en la fase de construcción.*

Una parte importante de los proyectos que compensan emisiones en el marco del SEIA, lo hacen debido a las emisiones que se generan por los movimientos de tierra de la fase de construcción. Estas emisiones se producen debido a las perforaciones, escarpes, excavaciones, carguío de camiones, levantamiento de polvo por tránsito de camiones y maquinaria por caminos interiores y erosión desde acopio de materiales principalmente.

Si bien estas emisiones se pueden reducir con la implementación de medidas de mitigación, no es posible eliminarlas completamente. Afortunadamente, se trata de emisiones de carácter temporal, por lo que una vez finalizada la fase de construcción dejan de producirse y corresponden mayoritariamente a la fracción gruesa, que tienen efectos menos nocivos a la salud que las emisiones de MP<sub>2,5</sub>. Adicionalmente, al ser partículas de mayor tamaño, tienen un limitado alcance geográfico ya que decantan rápidamente.

Para reducir estas emisiones, se propone incorporar en el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental (actualmente objeto de análisis en la Comisión Presidencial ad-hoc creada para la reformulación del SEIA, la obligación de implementar medidas de mitigación, que promuevan la implementación de las mejores técnicas disponibles para el control de las emisiones de cada uno de los procesos descritos. Ahora bien, aun cuando no sea posible la revisión del reglamento en esa vía, estas medidas pueden proponerse como recomendaciones en las guías para la evaluación que puede dictar el Servicio de Evaluación Ambiental en el marco de sus competencias.

La exigencia de estas medidas en la evaluación y al ser incluidas como parte de las exigencias de la RCA del proyecto, son por tanto fiscalizables por la Superintendencia de Medio Ambiente.

Existe experiencia en medidas de reducción y mitigación del polvo en la construcción. Incluso la Cámara Chilena de la Construcción tiene una guía de buenas prácticas ambientales con un capítulo dedicado a las emisiones a la atmósfera.

A continuación se detalla algunas medidas de control de las emisiones de polvo en la etapa de construcción que deberían ser parte de la guía obligatoria propuesta:

- a) Humectación del terreno y zonas de trabajo, lo que puede considerar el uso de supresores de polvo u otro tipo de aditivos que ayuden a estabilizar el terreno o a evitar la evaporación.
- b) Estabilizar vías interiores de la obra.
- c) Pavimentar acceso a la obra o utilizar alguna otra alternativa como capas de grava, rejas o lavadoras de ruedas para no arrastrar tierra hacia el exterior de la obra.
- d) Uso de mallas protectoras en el perímetro, para evitar que el polvo se escape del predio donde se realizan los trabajos.
- e) Cubrir fachadas y vanos en construcciones cuya altura supere a las de las mallas protectoras perimetrales.

- f) Realizar trabajos como cortes, pulidos u otros que generen altas cantidades de polvo, deben realizarse en espacios cerrados o encapsulados, con máquinas que tengan sistemas de humectación o aspirado.
- g) Establecer protocolos de limpieza de andamios.
- h) No recargar los camiones y cubrir sus tolvas con una lona.
- i) Restringir la velocidad de circulación de vehículos al interior de la obra.
- j) Controlar el proceso de carga y descarga, con medidas de humectación y minimizando la altura de descarga.
- k) Cubrir los acopios y minimizar su tiempo de permanencia en la obra.
- l) Capacitación a todo el personal en las medidas de control de polvo.

### *Emisiones de combustión generadas por vehículos livianos y medianos*

Otra fuente frecuente de emisiones que obligan a los proyectos a compensar emisiones es el tránsito de vehículos livianos y medianos. Estas emisiones de MP y NOx se producen principalmente en la fase de operación y el titular del proyecto tiene poca capacidad para implementar medidas que las mitiguen.

Otro aspecto importante es que en teoría, en un PCE se debería compensar las emisiones de los viajes que el proyecto crea, y no aquellos que corresponden a una reasignación de los mismos. Realizar esta separación requiere de estudios complejos. Además, para la estimación de las emisiones de los viajes creados, se asume que un vehículo viaja por la vía más probable desde el anillo Américo Vespucio hasta el proyecto. Sin embargo, en la actualidad una parte importante de la población vive fuera del anillo Américo Vespucio, por lo que es cuestionable ese supuesto y no hay certeza de que las emisiones que se compensan tengan relación real con las que generará el proyecto.

También debe tenerse en consideración, que la obligación de compensar este tipo de emisiones fue establecida en un contexto en que el parque vehicular tenía emisiones mayores a las actuales. Como se comentó anteriormente, existe una estrategia de control específica para este sector en la actualidad, con un fuerte enfoque tecnológico.

Para superar esas dificultades, se propone que la reducción de las emisiones debidas al tráfico sea abordada a través de las medidas de control de emisiones del sector transporte del PPDA, en conjunto con exigencias de carácter nacional. Este enfoque es más eficiente ya que en vez de intentar compensar las emisiones proyecto a proyecto, se busca reducir las emisiones del sector completo, afectando a todo el parque vehicular.

Por lo tanto, se debe considerar este enfoque al definir las normas de emisión para vehículos livianos y motos, revisiones del impuesto verde que aplica a los vehículos, así como las exigencias de revisión técnica, restricciones a la circulación en episodios, zonas de baja emisión y edades máximas de circulación. En el mismo sentido, considerando que el PPDA también desea avanzar en el control de



los gases con efecto invernadero, sería posible hacer exigencias de eficiencia a este tipo de vehículos para reducir la emisión de CO2.

### *Emisiones de combustión generadas por vehículos pesados (camiones)*

Las emisiones de los camiones se producen principalmente en la etapa de construcción, aunque también existen algunos proyectos que generan viajes de este tipo en su fase de operación.

De manera similar a la propuesta con los vehículos livianos, en el caso de los camiones, se propone abordarlos con medidas generales que permitan reducir las emisiones de todo el sector y no sólo de los camiones al interior del proyecto.

Por ejemplo, además de las exigencias establecidas en las normas de emisión para vehículos medianos y pesados, es posible hacer exigencias de uso de filtros de partículas o establecer límites máximos para la antigüedad de la flota. El control de estas emisiones debería ser prioritario en proyectos que se ejecuten en zonas urbanas de la Región Metropolitana.

En caso que no sea posible incluir esas exigencias de forma general, se podrían incluir como exigencias específicas para los camiones que formen parte del proyecto, estableciéndose en la RCA del mismo y siendo responsabilidad del titular del proyecto encontrar un proveedor que le ofrezca servicios con camiones que cumplan con esas exigencias. Lo anterior, puede servir para incluir de manera gradual algunas medidas que no sea posible exigir de forma general.

### *Emisiones de combustión generadas por maquinaria fuera de ruta*

En el caso de las emisiones debido a la combustión de las maquinarias utilizadas en los proyectos, la propuesta es abordarla de manera similar a la de las emisiones de los camiones. Lo ideal es abordar las emisiones de todo el sector y no sólo de las maquinarias al interior del proyecto.

Esto es un poco más complejo en este caso, ya que no existe actualmente normativa nacional al respecto, por lo que se debe avanzar en ella o dar los primeros pasos en esa dirección en el próximo Plan de Descontaminación. Respecto a las normas específicas que podrían ser exigidas, se pueden detallar el establecimiento de una norma de emisión para vehículos off road, exigir el uso de filtros de partículas o establecer límites máximos para la antigüedad para la maquinaria.

La exigencia de filtros de partículas o la antigüedad máxima, son exigencias que deben quedar establecidas en el Plan, para que queden establecidas en el contexto de una RCA, entregando al titular del proyecto la responsabilidad de cumplir con esas exigencias, priorizando los proyectos que se ejecuten en zonas urbanas.

La inclusión de este tipo de exigencias podría tener un impacto importante en la actividad de arriendo de maquinarias, ya que generaría demanda por maquinarias más nuevas y de menores emisiones, lo que obligaría a las empresas que las arriendan a renovarlas con mayor velocidad y a incluir maquinarias nuevas con mejores tecnologías de control de emisiones.

### *Emisiones de combustión generadas por sistemas de calefacción.*

Los proyectos inmobiliarios normalmente no consideran la instalación de un sistema de calefacción/enfriamiento por lo que son entregados sin estos sistemas a sus nuevos propietarios. Esto genera que, los propietarios de las unidades vendidas por dichos proyectos inmobiliarios, instalen sistemas de calefacción para aumentar el confort térmico de sus viviendas durante el invierno. Generalmente, los sistemas instalados de calefacción producen emisiones al interior y/o exterior de la vivienda, las que se generan durante el periodo de peor ventilación de la cuenca.

Una forma de reducir las emisiones de los sistemas de calefacción/enfriamiento, es aumentar las exigencias de aislación, lo que reduce la necesidad del uso de este tipo de sistemas y por lo tanto se logra la reducción de emisiones por dos vías. La primera es la reducción directa debido al menor uso de calefacción/enfriamiento y la segunda se debe a que el menor uso de los sistemas de calefacción/enfriamiento genera un ahorro que permite que se sustituyan algunos de aquellos con mayores emisiones que utilizan combustibles más baratos por otros de menores emisiones pero que utilizan combustibles más caros.

La otra forma de reducir las emisiones de los sistemas de calefacción es exigirles que cumplan con límites de emisión, complementado con restricciones específicas durante la gestión de episodios críticos.

Por lo tanto, se propone abordar las emisiones de este tipo de fuentes con ambos enfoques. Esto significa establecer mayores exigencias de aislación térmica a las edificaciones que se utilizarán para viviendas y aquellas de uso comercial y establecer límites de emisión, especialmente para aquellos sistemas de calefacción más contaminantes.

En los planes de descontaminación de las ciudades del sur de Chile ya se ha establecido (o está planteado en los anteproyectos) mayores exigencias de aislación térmica. Las exigencias que se han propuesto en los planes de descontaminación que se discuten actualmente surgen del trabajo liderado por el MINVU para actualizar la reglamentación térmica contenida en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC). En la propuesta de actualización de la reglamentación térmica de la OGUC, se considera replantear las zonas térmicas y reemplazarlas por las zonas climáticas de la norma NCH1079, que además de considerar la temperatura promedio incluye la oscilación térmica de cada localidad.

En virtud de esa nueva zonificación, la Región Metropolitana se clasifica como “central interior”, en todo su territorio que está bajo los 2.000 msnm y como “andina” en aquellos territorios que están sobre los 2.000 msnm.

Por lo tanto, se podría utilizar los mismos parámetros que se han propuesto en el marco del anteproyecto del plan de descontaminación atmosférica por MP10 para las comunas de Talca y Maule, ya que esa zona también corresponde a una “central interior”. La siguiente tabla, muestra los requisitos de aislación térmica que se han propuesto en dicho anteproyecto:

**Tabla 7: Requisitos de aislación térmica que se han propuesto en dicho anteproyecto.**

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U [W/(m <sup>2</sup> C)]	0,68
Muro		0,60
Piso Ventilado		0,60
Ventana		5,80
Puerta		2,40

Fuente: Resolución N°1.318 del MMA, de 22 de diciembre de 2014, que aprueba el Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica por MP10 para las comunas de Talca y Maule.

Adicionalmente, todos estos proyectos deberían someterse de manera obligatoria a la calificación energética de viviendas y en el caso de desarrollos inmobiliarios compuestos por casas se recomienda exigir que cuenten con un sistema de calefacción colectivo (calefacción distrital) para evitar el uso de soluciones de calefacción individuales.

Otra alternativa que podría exigirse en el marco del PPDA es que los conjuntos de viviendas sociales que se construyan en la Región Metropolitana, deban cumplir con el criterio de “pasivhaus”, con el objetivo que las familias más vulnerables, que son las más propensas a usar sistemas con combustibles baratos como la leña, no deban usar calefacción.

Con las medidas anteriormente descritas, se evitarán emisiones, ya que las viviendas requerirán un menor uso de calefacción.

Respecto a los sistemas de calefacción, se debe continuar con su regulación. Especialmente en lo que respecta a los sistemas que utilizan biomasa. Si bien los calefactores a leña son pocos en comparación a otras fuentes de calefacción, son utilizados principalmente en las comunas de la periferia de Santiago, que es donde se concentra el crecimiento urbano de la ciudad.

Por otra parte debe considerarse que los sistemas de calefacción con pellet han comenzado a ser cada vez más considerados como una alternativa a otros combustibles como el gas o petróleo, especialmente en viviendas de mayor tamaño que actualmente usan sistemas de calefacción central con calderas a gas.

En el PPDA vigente en la Región Metropolitana ya se incluyeron restricciones a la comercialización y uso de los artefactos a biomasa en la región. Este enfoque debe profundizarse con medidas que limiten aún más el uso de este tipo de sistemas de calefacción. En particular, se propone prohibir el uso de calefactores a leña en las zonas urbanas, mientras que en las zonas rurales, se debe usar un enfoque similar al que se observa en los anteproyectos de los planes de descontaminación de las ciudades del sur, exigiendo que cumplan con una emisión de 2,5 gr/h para ser utilizados, restringiendo su uso a un máximo de un calefactor por vivienda y restringiendo su uso durante episodios críticos.

### ***Emisiones de combustión producida por grupos electrógenos***

Otra fuente común de emisiones que tienen los proyectos son los generadores o grupos electrógenos. Este tipo de equipos son utilizados durante la fase de construcción para proveer a la

obra de energía eléctrica, o durante la fase de operación, ya sea como equipo de respaldo, de emergencia o para “cortar puntas” en periodos de alto consumo de energía durante el invierno.

Para abordar este tipo de fuentes, se propone establecer un límite de emisión y exigir que tengan filtro de partículas, especialmente cuando son utilizados de forma frecuente (para esto hay que definir un tamaño mínimo a partir del cual debe tener filtro). Sólo los equipos de emergencia pueden quedar liberados de la exigencia de filtros, pero en dicho caso deben tener un horómetro inviolable.

Estas exigencias deberían establecerse para todos los generadores que se instalen en zonas urbanas de la Región Metropolitana, a partir de un tamaño por definir.

### *Otras fuentes de emisión específicas de cada proyecto*

Debido a la existencia de emisiones que provienen de fuentes que no han sido detalladas en los puntos anteriores, la propuesta considera que estas puedan ser abordadas caso a caso, según las particularidades de cada proyecto.

Para ello, se propone establecer los siguientes umbrales de compensación, que corresponden a emisiones por combustión de la fase de operación:

Tabla 8: Límites para compensación de emisiones

Contaminante	Emisión Máxima (ton/año)
MP	2,5
NO <sub>x</sub>	8,0
SO <sub>2</sub>	50

Debido a que estos límites de MP y NO<sub>x</sub> hacen referencia a emisiones por combustión de la fase de operación de los proyectos, se ha optado por definir los mismos valores que se proponen para la compensación de emisiones de las fuentes fijas, buscando coherencia regulatoria entre los distintos tipos de fuentes que deben compensar emisiones.

El criterio en base al cual se estableció el límite de SO<sub>2</sub> en el DS 66/2009 fue considerar el 50% del límite que define a los grandes emisores industriales de SO<sub>2</sub>, los cuales debían presentar programas de reducción de emisiones.

Para aquellos proyectos en que algún tipo de fuente, supere por si sola el 50% del umbral de la tabla 8, se propone exigir la implementación de la mejor tecnología disponible. Con esto se asegura que si algún tipo de proyectos, tiene una fuente relevante de emisiones, estas puedan ser mitigadas al máximo, sin perjuicio de las medidas generales que aplican a todos los proyectos. Un ejemplo de proyectos que podrían tener esta característica, son los centros de distribución de carga, en cuyo caso la mayoría de las emisiones provienen de la combustión de los motores de los vehículos que realizan los despachos. En este caso, se puede exigir la mejor tecnología existente para la flota de vehículos, con el objetivo de reducir al máximo posible las emisiones.

Además, en el caso que las emisiones por combustión de la fase de operación del proyecto superen el umbral de la tabla anterior, el proyecto deberá compensar las dichas emisiones. Con esto, se evita

que, proyectos con grandes volúmenes de emisiones por combustión, aumenten el nivel de emisiones en la Región Metropolitana, obligándolos a compensar de la misma forma que lo hacen las fuentes fijas que sobrepasan ese límite.

En estos casos, la compensación debería cumplir con algunos criterios para ser considerada adecuada, como por ejemplo:

- **Real y adicional:** Que se genere una reducción efectiva de emisiones que no se habría generado de otra manera.
- **Cuantificable:** Que la medición o estimación de la reducción de emisiones sea realizada con una metodología conocida y aceptada.
- **Equivalente:** Que se compensen emisiones similares, en este caso, emisiones generadas por procesos de combustión.
- **Permanente:** Que la rebaja permanezca al menos por el periodo en que el proyecto está obligado a reducir emisiones.
- **Exigible:** Que sea fiscalizable por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por otra parte, si el seguimiento que se hace de las emisiones generadas por los proyectos que se someten al SEIA muestra que hay alguna fuente relevante que es común a varias tipologías de proyectos, o a varios proyectos de una misma tipología, que no está sujeta a la implementación de medidas de mitigación por medio del uso de mejor tecnología disponible, el Ministerio del Medio Ambiente podrá elaborar normativas o guías con mejores prácticas disponibles específicas para esa fuente o tipología de proyecto. En el caso de las guías de buenas prácticas, estas se harían exigibles a través de las RCAs de cada proyecto.

Finalmente, la siguiente tabla muestra un resumen de las principales fuentes de emisión sus medidas de control asociadas:

Tabla 9: Resumen de las principales fuentes de emisión sus medidas de control asociadas

	Levantamiento de polvo por movimiento de tierra	Combustión de vehículos livianos	Combustión de camiones	Combustión de maquinaria	Combustión debido al uso de sistemas de calefacción	Combustión de grupos electrógenos	Combustión de calderas	Otras fuentes de emisión específicas de cada proyecto
Guía mejores prácticas	X							X
Normas de emisión		X	X	X	X	X	X	
Exigencias de revisión técnica		X	X					
Antigüedad máxima			X	X				
Exigencia de filtro de partículas			X	X		X		
Mejor aislación térmica					X			
Exigencias adicionales GEC		X	X	X	X	X	X	
Análisis caso a caso								X

Elaboración propia

### Ventajas del enfoque propuesto

La principal ventaja del enfoque propuesto es que se logrará reducir las emisiones de MP2,5 y NOx, que son los contaminantes del interés en el nuevo PPDA por MP2,5 mediante la incorporación de tecnologías de control de emisiones, evitando que las emisiones se generen en lugar de las compensaciones que se realizan con el sistema vigente, que son principalmente de polvo resuspendido.

Se pone un énfasis especial en el control de las emisiones de motores diésel por su impacto en la salud (cancerígeno) y su impacto en el cambio climático (BC). También se pone el acento en la eficiencia (por ejemplo, mejorando aislación térmica de las viviendas) con lo cual se reducen simultáneamente emisiones de contaminantes locales y globales.

Adicionalmente, este enfoque facilitará la preparación de los proyectos, ya que permite uniformar las exigencias para actividades equivalentes, al incorporar exigencias concretas que pueden ser consideradas desde las primeras fases de evaluación y diseño de un proyecto.

Cabe destacar que en el marco del SEIA es completamente viable exigir todo tipo de buenas prácticas, normas de entrada y normas de operación para los proyectos, por lo que este enfoque permite generar mayor certeza jurídica al proceso de evaluación, ya que las exigencias quedarán claramente establecidas en la RCA, lo que facilita su fiscalización y no deja sujeta la ejecución del proyecto a la aprobación de un plan de compensaciones en un proceso posterior.

La siguiente tabla, compara ambos enfoques desde la perspectiva de la fiscalización

**Tabla 10: Comparación de ambos enfoques regulatorios**

Sistema actual	Sistema propuesto
Fiscalización a cargo de la SMA	Fiscalización a cargo de la SMA
Medidas de compensación se implementan generalmente fuera del predio en el que se desarrolla el proyecto	Medidas de mitigación se implementan generalmente dentro del predio en el que se desarrolla el proyecto
Medidas de compensación no quedan establecidas explícitamente en la RCA	Medidas de mitigación están definidas en el PPDA y las medidas de compensación quedan establecidas explícitamente en la RCA.
Es un instrumento adicional que la SMA debe fiscalizar.	Queda incluido en la fiscalización de las RCA
Incentivo a fraccionamiento de proyectos para eludir compensación	Menor incentivo al fraccionamiento de proyectos

Este enfoque, además presenta la flexibilidad suficiente como para poder abordar distintos tipos de proyectos que generen otro tipo de emisiones que no hayan sido consideradas en las medidas diseñadas. En estos casos, es posible incluir exigencias específicas para ese proyecto en el proceso de evaluación ambiental.

### **2.3 Propuesta de redacción para PPDA de MP<sub>2,5</sub>**

A continuación se presenta la redacción incorporada en el PPDA vigente, relativa a la compensación de emisiones para proyectos que ingresen al SEIA.

#### **Redacción vigente en el DS 66/2009**

##### **Compensación de emisiones para proyectos y/o actividades nuevas y modificaciones de aquellos existentes**

Artículo 98. Todos aquellos proyectos o actividades nuevas y la modificación de aquellos existentes que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán cumplir las siguientes condiciones:

1. Aquellos proyectos o actividades nuevas y sus modificaciones, en cualquiera de sus etapas, que tengan asociadas una emisión total anual que implique un aumento sobre la situación base, superior a

los valores que se presentan en la siguiente Tabla, deberán compensar sus emisiones en un 150%.

Contaminante	Emisión Máxima (ton/año)
MP <sub>10</sub>	2,5
NO <sub>x</sub>	8
SO <sub>x</sub>	50

2. La compensación de emisiones será de un 150% del monto total anual de emisiones de la actividad o proyecto para el o los contaminantes para los cuales se sobrepase el valor referido en la Tabla precedente. Estas emisiones corresponderán a emisiones directas, es decir, las que se emitirán dentro del predio o terreno donde se desarrolle la actividad, y a las emisiones indirectas, tales como, las asociadas al aumento del transporte producto de la nueva actividad.

3. Respecto a los contaminantes CO, COV y NH<sub>3</sub>, todos aquellos proyectos o actividades nuevas y modificación de aquellos existentes que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental deberán calcular e informar las emisiones de estos contaminantes.

4. Tratándose de fuentes estacionarias puntuales se considerará la compensación de material particulado de acuerdo al Decreto Supremo N° 4 de 1992 y al Decreto Supremo N° 812 de 1995, ambos del Ministerio de Salud.

5. Las condiciones mencionadas en relación con la compensación de emisiones no sustituirán las exigencias impuestas en otras normativas vigentes en la Región Metropolitana para los referidos contaminantes.

### **Redacción propuesta**

Se propone complementar el sistema de compensación de emisiones relacionada con el SEIA, con normas de carácter general y otras específicas para las emisiones generadas por lo proyectos nuevos o ampliaciones de proyectos existentes que aumenten sus emisiones respecto de su línea base.

Las medidas que se propone incorporar en el nuevo PPDA se presentan en el cuadro resumen siguiente. Han sido separadas para diferenciar aquellas que corresponden al capítulo de compensación de emisiones en el marco del SEIA, de las exigencias generales que se deberán incorporar en otros capítulos del plan.



Tabla 11: Cuadro resumen de las medidas por tipo de fuente emisora

Tipo de fuente emisora	Proyectos nuevos o ampliaciones de existentes que ingresen al SEIA		Regulación propuesta para incorporar como exigencia general del PPDA
	Regulación propuesta	Comentarios - Criterios	
Transporte vía camiones	Exigencia de antigüedad máxima de 5 años (o contar con filtros DPF)	Esta regulación es complementaria con la exigencia de una norma de entrada y su objetivo es acelerar el proceso de recambio tecnológico.	Norma de entrada Euro 5 camiones nuevos. Se puede considerar el establecimiento de la norma Euro 6 para camiones nuevos. Existen exigencias para ingresar a Américo Vespucio (zona de baja emisión)
Transporte (Vehículos livianos, medianos)			Norma entrada actual: Euro 5 Norma propuesta: Euro 6
Emisiones de polvo resuspendido	Proyectos nuevos que ingresen al SEIA deben mitigar sus emisiones generadas en la <u>etapa de construcción</u> de acuerdo con lo que se establezca en una guía SEA.	Son exigencias que quedan establecidas en la RCA, por lo tanto son fiscalizables por la SMA Este reglamento deberá ser aprobado por Resolución del MMA.	Ninguna
Emisiones de MP maquinaria off road diesel	Proyectos en la etapa de construcción que consideren el uso de maquinaria fuera de ruta deben cumplir con dos opciones alternativas: Incorporar filtro de partículas Deben cumplir norma Tier 4 Esta regulación podría estar restringida al comienzo a proyectos en zonas urbanas, dando un plazo de 2 años para adecuarse. A los 4 años podría aplicar a toda la R.M. Además se exigirá que la maquinaria tenga una antigüedad máxima de 5 años.	La implementación de la opción a) puede ser compleja por la inexistencia de institucionalidad para acreditar la incorporación de filtros en maquinaria fuera de ruta. Ante esto, la opción b) parece más razonable sería la exigencia de una norma mínima (Tier 4) Como existe una gran variabilidad en los tamaños, usos y potencia de esta maquinaria, se recomienda que aplique a maquinaria off road potencia > 20 kW.	Establecer una norma de entrada para la Región Metropolitana (Tier 4) que aplique a maquinaria nueva. Esta norma considera sistemas de control de MP (filtros) y control de NOx (SCR). Reduce emisiones de MP en 90% y de NOx en 85%. En este caso se complementa la norma de entrada para la maquinaria nueva con las exigencias en el SEIA que aplican a la maquinaria en uso. Con este enfoque se promueve la renovación tecnológica para el sector.
Grupos Electrógenos	Proyectos nuevos o ampliaciones de existentes que consideren el uso de grupos electrógenos como respaldo deberán incorporar un filtro de partículas Plazo: desde la publicación del Plan	Los GE también son regulados como fuentes industriales, debiendo compensar emisiones si superan los límites (2,5 ton/año MP o 8 ton/año de NOx) En el caso que sean declarados como grupos de emergencia, deberán incorporar horómetros.	Establecer una norma de entrada para Grupos electrógenos nuevos (Tier 4 o superior)
Plantas de procesamiento de áridos	Todos los proyectos nuevos que ingresen al SEIA deben mitigar sus emisiones generadas en la etapa de operación de acuerdo con lo que se establezca en Guía SEA (aprobada por Resolución)	En el SEIA se exige a todos los proyectos de áridos que ingresen para la etapa de operación. Como son exigencias que quedan establecidas en la RCA, son fiscalizables por la SMA.	
Emisiones provenientes de calefactores biomasa-leña.			En el Plan se establecerá la prohibición absoluta de utilizar calefactores que utilicen leña o biomasa en zonas urbanas de la R.M.
Emisiones provenientes de viviendas	IDEM a la norma para viviendas nuevas		Establecer un estándar de aislación térmica y la obligación de etiquetar viviendas nuevas (Esta exigencia ya fue incorporada en el Plan de Temuco-Padre Las Casas).

\*La justificación para la exigencia de filtros de partículas / Tier 4 se encuentra en que el diésel es cancerígeno (OMS, 2012)

A continuación, se presenta primero la redacción propuesta para aquellas medidas que deben exigirse en el marco del SEIA y luego las que son de carácter general.

## **MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES EN EL MARCO DEL SEIA**

Artículo 98. Todos aquellos proyectos o actividades nuevas y la modificación de aquellos existentes que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán cumplir las siguientes condiciones:

1. Calcular sus emisiones de MP, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COV y NH<sub>3</sub> asociadas al proyecto. Las emisiones deberán calcularse de acuerdo a las metodologías o guías que establezca el Ministerio del Medio Ambiente. Para este cálculo se estimarán las emisiones directamente atribuibles al proyecto, y serán separadas por etapas: construcción, operación y abandono. Para las emisiones de MP se deberán presentar por separado las que provienen de fuentes de combustión.

Desde la publicación del Plan en el Diario Oficial, las emisiones calculadas deberán ser contabilizadas en una base de datos que para estos efectos elabore la Seremi de Medio Ambiente de la Región Metropolitana, cuyo objetivo será el seguimiento del tipo de emisiones y las fuentes que las generan, información que será utilizada para la elaboración de nuevas regulaciones orientadas al control de éstas emisiones.

El Ministerio del Medio Ambiente, deberá actualizar la metodología de estimación de emisiones en un plazo de un año desde la publicación del Plan en el Diario Oficial.

2. Implementar las medidas de mitigación de las emisiones de polvo en la fase de construcción establecidas en una **"Guía para la mitigación de las emisiones de polvo en la etapa de construcción"** que será elaborada por el Servicio de Evaluación Ambiental, en un plazo máximo de 6 meses desde la publicación de este decreto en el diario oficial. Para su dictación, el SEA solicitará la colaboración del Ministerio del Medio Ambiente.
3. Si, en cualquiera de sus etapas, se contempla el uso de maquinarias (fuera de ruta) con motores de combustión de potencia mayor a 20kw, que utilizan diésel, deberán incorporar filtros de partículas tipo DPF. Esta exigencia será aplicable a todas aquellas maquinarias que realicen trabajos dentro del predio del proyecto según los plazos que se indican:
  - A partir de un año de publicado el PPDA, en las zonas urbanas de la Región Metropolitana.
  - A partir de 2 años de publicado el PPDA, en toda la Región Metropolitana.

Comentario: La exigencia de filtros (DPF) puede ser de difícil implementación porque a la fecha no existe institucionalidad que respalde este tipo de regulaciones orientadas a maquinarias fuera de ruta, como si lo existe en lo referido al transporte en ruta. Por lo anterior se propone alternativamente la opción siguiente.

3.a Todas las maquinarias fuera de ruta con motores de combustión de potencia mayor a 20 kw, que utilizan diésel, deberán cumplir con un estándar de emisión equivalente a TIER 4 o superior. Esta exigencia será aplicable a todas aquellas maquinarias que realicen trabajos dentro del predio del proyecto según los plazos que se indican:

- A partir de un año de publicado el PPDA, en las zonas urbanas de la Región Metropolitana.

- A partir de 2 años de publicado el PPDA, en toda la Región Metropolitana.

4. A partir del 1 año de publicado el PPDA, todas las maquinarias con motores de combustión diésel de potencia mayor a 20kw y camiones que realicen trabajos dentro del predio del proyecto, no podrán tener una antigüedad mayor a 5 años.

5. A partir de la publicación del PPDA, aquellos proyectos que consideren el uso de grupos electrógenos de respaldo en cualquiera de sus etapas, deberán incorporar un filtro de partículas (DPF).

En el caso que sean declarados como grupos electrógenos de emergencia, deberán incorporar horómetros.

6. Los proyectos que durante su fase de operación, tengan emisiones asociadas a la extracción de áridos, deberán cumplir con las medidas de mitigación señaladas en **"Guía de mitigación para la fase de operación de los proyectos de extracción de áridos"** que será elaborada por el Servicio de Evaluación Ambiental. El plazo para la oficialización de esta guía será de 6 meses desde la publicación de este decreto en el diario oficial.

7. Sin perjuicio de las exigencias planteadas en los artículos anteriores, si algún tipo de fuente supera por si sola un 50% de las emisiones de alguno de los contaminantes de la tabla 1, respecto de la línea base, entonces, la autoridad estará facultada para exigir la implementación de la mejor tecnología disponible para dicho tipo de fuente.

En el caso que las emisiones directas de la fuente, aun considerando lo anterior, supere el límite de la tabla 1 para la etapa de operación, deberá compensar sus emisiones en un 100%, presentando un plan de compensación en el proceso de evaluación ambiental del proyecto.

Tabla 1

Contaminante	Emisión Máxima (ton/año)
MP	2,5
NO <sub>x</sub>	8,0
SO <sub>2</sub>	50

8. Tratándose de fuentes estacionarias se considerarán las exigencias de compensación de acuerdo al capítulo XX del presente Plan denominado "Regulación de emisiones industriales".

#### **MEDIDAS GENERALES PARA INCORPORAR EN EL PPDA**

##### **Nuevas normas de entrada para vehículos nuevos (livianos, medianos y pasados)**

**Artículo 1.** Todos los vehículos livianos nuevos deberán cumplir con un estándar de emisión equivalente a EURO 6. Esta exigencia será aplicable a partir de 2 años de publicado el PPDA.

**Artículo 2.** Todos los vehículos medianos nuevos deberán cumplir con un estándar de emisión equivalente a EURO 6. Esta exigencia será aplicable a partir de 2 años de publicado el PPDA.

**Artículo 3.** Todos los camiones nuevos deberán cumplir con un estándar de emisión equivalente a EURO 6. Esta exigencia será aplicable a partir de 3 año de publicado el PPDA.

##### **Norma de entrada para maquinaria fuera de ruta**

**Artículo 4.** En un plazo de 2 años desde la publicación del PPDA, todas las maquinarias (fuera de ruta) nuevas, con motores de combustión de potencia mayor a 20 kw, que utilizan diésel, deberán cumplir con un estándar de emisión equivalente a TIER 4 (o superior.

##### **Norma de entrada para grupos electrógenos**

**Artículo 5.** En un plazo de 2 años desde la publicación del PPDA, todos los grupos electrógenos nuevos, que operen como respaldo, deberán cumplir con un estándar de emisión equivalente a TIER 4 o superior.

##### **Prohibición de sistemas de calefacción a leña-biomasa en zonas urbanas de la Región Metropolitana**

**Artículo 6.** A partir de la publicación del PPDA se prohíbe el uso de todo tipo de calefactores que usen leña o biomasa en las zonas urbanas de la Región Metropolitana (potencia inferior a 70 kw).

**Comentario:** Esto depende de que cuán rápido quiera avanzar el MMA con la prohibición de la leña en la Región Metropolitana. Sin perjuicio de ello, en primer lugar deberían abordarse las zonas urbanas, debido a que hay mayor densidad de población y existe un mejor acceso a otras alternativas de calefacción. El uso de leña en zonas rurales también pueden abordarse, especialmente aquellas comunas que son semi-rurales en torno a la ciudad de Santiago, sin embargo es un problema un poco más complejo que requiere gradualidad para poder ofrecer alternativas a las personas que se verán afectadas por esa prohibición.

#### **Regulación aplicable a viviendas nuevas**

**Comentario:** La fuente más importante de emisiones en la fase de operación de los proyectos inmobiliarios corresponde a los sistemas de calefacción. Para minimizar las emisiones de este tipo, se requiere que las edificaciones cuenten con altos estándares de aislación térmica, lo que permite reducir las emisiones por 2 vías:  
1.- Menor necesidad de calefacción, por lo tanto menor consumo de combustible.  
2.- Reducción del costo de calefacción (al consumir menos combustible) lo que permite que combustibles más limpios pero más caros se conviertan en alternativas de calefacción económicamente viables.

**Artículo 7.** Todas las viviendas nuevas deberán ser sometidas al proceso de calificación energética desarrollado por el MINVU y obtener una calificación igual o superior a la letra C.

**Artículo 8.** En el caso de aquellas edificaciones en que no sea posible aplicar la calificación energética de viviendas del artículo anterior, se deberá cumplir con los siguientes requisitos de aislación térmica:

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U [W/(m <sup>2</sup> °C)]	0,68
Muro		0,60
Piso Ventilado		0,60
Ventana		5,80
Puerta		2,40

### 3 Capítulo Compensación de emisiones industriales

La revisión del sistema de **Compensación de Emisiones Industriales** administrado por la Seremi de Salud Metropolitana, permite concluir que se ha complejizado innecesariamente, que registra pocas transacciones y que existen fuentes en estado de incumplimiento, aunque hay industrias que tienen excedentes de emisiones. Esto evidencia que no existen suficientes incentivos para transar emisiones entre las fuentes participantes.

No obstante lo anterior, se observa que la definición de un techo que limita las emisiones industriales de MP y NOx, complementada con las exigencias de compensación de emisiones vigente desde el año 1992 ha tenido un efecto positivo en el control de las emisiones industriales de la Región Metropolitana.

La reducción de las emisiones de estos contaminantes se ha conseguido mediante varios mecanismos. En las fuentes emisoras existentes se explica por la norma de emisión de MP, la implementación de criterios de paralización en episodios críticos, el establecimiento de metas de reducción de emisiones a los mayores emisores y la exigencia de compensación de emisiones a calderas y procesos. Todo esto se ha traducido en cambios de combustibles, renovación tecnológica y retiro de fuentes más contaminantes, que han sido reemplazadas progresivamente por fuentes más limpias.

En las fuentes emisoras nuevas, la exigencia de compensación de emisiones se ha transformado en un desincentivo a fuentes industriales contaminantes de gran tamaño, lo que ha tenido como efecto el desplazamiento de estas fuentes hacia otras regiones menos reguladas. Un ejemplo de este efecto lo constituye la instalación de termoeléctricas en la Región de Valparaíso a partir de la declaración de zona saturada de la Región Metropolitana a fines de los noventa. Para las fuentes de menor tamaño, la existencia de una norma de emisión para MP y exigencias de compensación de MP y NOx han significado una reducción del tamaño de las fuentes y el uso de combustibles más limpios (diésel y gas) para reducir o evitar las compensaciones.

Al inicio del proceso de descontaminación de la Región Metropolitana, la industria representaba más de un tercio de las emisiones directas de MP y de los gases precursores de material particulado secundario. Actualmente la industria representa el 10% del NOx y el 11% del MP que se emite en la región, según el inventario de emisiones del año 2012.

No obstante lo anterior, para cumplir los estándares de calidad del aire para MP<sub>2,5</sub> se debe mantener control estricto de las grandes fuentes de la Región Metropolitana, pero complementándolo con una gestión de las emisiones industriales a nivel de la macro zona central, tema que será profundizado en el capítulo 4 del presente informe. La incorporación de una mirada más amplia que abarque toda la macro zona central (regiones Quinta, Sexta y Metropolitana) es necesaria por el carácter mayoritariamente secundario de este contaminante y por el alcance transregional de las megafuentes industriales.

En el presente capítulo se entrega un resumen del diagnóstico realizado a la operación del sistema. En el anexo 3 de este informe se describen las bases de datos que se han elaborado para evaluar el

efecto de las modificaciones recomendadas al sistema. Sobre la base del diagnóstico, se proponen modificaciones al sistema de compensaciones en la industria, para terminar con una propuesta de redacción para incorporarla en el anteproyecto del Plan.

## **Diagnóstico**

Se han realizado varios diagnósticos respecto de los problemas que presenta el Sistema de Compensaciones Industriales y de las consecuencias que estos problemas tienen en la operación del mismo. A continuación resumen los problemas encontrados:

### **I. Falta de marco jurídico adecuado**

La Ley de Bases de Medio Ambiente establece que la operación de un sistema de emisiones transables debe ser regulado por una Ley, sin embargo la Ley enviada al Congreso el año 2003 no registra avances y no existen señales de que se retome su discusión en el mediano plazo. Lo anterior limita el uso de estas herramientas, que deben ser reguladas con limitaciones en el Plan de Descontaminación.

Muchas de las restricciones a las transacciones se deben a que la Seremi de Salud no tiene facultades para administrar un sistema de emisiones transables. Sus atribuciones sólo le permiten acreditar compensaciones entre fuentes.

### **II. Sistema de administración de la información inadecuado**

La Seremi de Salud no cuenta con sistemas modernos para administrar la información asociada a las emisiones de las fuentes participantes, de los derechos de emisión, de las mediciones, las transacciones, etc. Esto se traduce en un acceso lento y limitado a la información.

No existe información de acceso público que facilite la transacción de emisiones, lo cual impone importantes costos de transacción a las fuentes que tienen exigencias de compensación.

### **III. Débiles mecanismos de fiscalización y sanción**

La Seremi de Salud cuenta con débiles capacidades de fiscalización y los procesos de sanción son lentos y poco expeditos (código sanitario).

Con la creación de la Superintendencia de Medio Ambiente, la Seremi de Salud perdió la atribución de sancionar en esta materia, por lo cual actualmente solo le queda remitir los antecedentes a la Superintendencia de Medio Ambiente, quienes pueden iniciar procesos de sanción.

### **IV. Medición de las emisiones inadecuada**

Las emisiones que se transan son medidas a plena carga y con una medición puntual al año. Sólo un número muy limitado de las fuentes mide sus emisiones en línea.

Existe una débil capacidad para fiscalizar a los laboratorios de medición

Después de 5 años de publicado el PPDA (DS 66/2009) que establecía exigencia de medir emisiones con CEMS a fuentes de la Región Metropolitana, aun no se implementan completamente estos sistemas.

#### V. Altos costos de transacción

Los altos costos de transacción se asocian con la complejidad del sistema, que obliga a las empresas a contratar asesoría para realizar sus procesos de compensación de emisiones, a la falta de información transparente del mercado y las restricciones que se establecen a la transacción de emisiones.

En esta misma línea, la tabla que se presenta a continuación resume los principales problemas que se han detectado y las consecuencias que estos problemas producen:

**Tabla 52: Problemas detectados en el sistema de compensación de emisiones y sus consecuencias.**

Resumen de los problemas detectados	Principales Consecuencias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de un marco jurídico adecuado para la implementación de un sistema de emisiones transables.</li> <li>• Sucesivas revisiones han complejizado el sistema de compensación de emisiones industriales.</li> <li>• Asignaciones iniciales en base a emisiones a plena carga generó excedente de emisiones en fuentes existentes.</li> <li>• Aumento de las compensaciones desde un 100% a un 120% y luego a un 150%.</li> <li>• Fuentes con diferentes unidades de compensación (ton/año vs kg/día) y diferentes límites para compensar (calderas compensan a partir de 0,12 ton/año, procesos sobre 2,5 ton/año MP)</li> <li>• Falta de lineamientos de largo plazo respecto de nuevas reducciones en los cupos de emisión producen incertidumbre.</li> <li>• Falta de información transparente del mercado.</li> <li>• Ausencia de un sistema de información moderno para la administración de los permisos de emisión.</li> <li>• Aplicación de criterios que desincentivan las transacciones (por ejemplo, el recorte de permisos en cada transacción)</li> <li>• Atribuciones de fiscalización poco claras (SMA versus Seremi de Salud) ha debilitado las capacidades de fiscalización del sistema.</li> <li>• Lenta y engorrosa aplicación de sanciones por incumplimiento (Sumario Sanitario)</li> <li>• Largos plazos de tramitación para autorizar compensaciones.</li> <li>• No se autorizan compensaciones parciales.</li> <li>• Diferencias en protocolos para operación de CEMS entre los criterios de la SMA y la Seremi de Salud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo número de transacciones. Lo más frecuente son las auto-compensaciones.</li> <li>• Altos niveles de incumplimiento de las compensaciones de fuentes nuevas</li> <li>• Acaparamiento de permisos (cupos) de emisión. Actualmente la mayor parte de los permisos disponibles está concentrada en un reducido número de empresas.</li> <li>• Poca oferta de permisos de emisión. El incumplimiento de las fuentes nuevas es reflejo de esto.</li> <li>• Aumento en los precios de los permisos (cupos) de emisión.</li> <li>• Difícil acceso a la información de emisiones, cupos asignados, transacciones, etc.</li> <li>• Retrasos en la implementación de los CEMS para fuentes de mayor tamaño.</li> <li>• No se ha observado un cambio tecnológico profundo en el sector industrial.</li> </ul>

Para ilustrar algunas de las consecuencias mencionadas, se presentan en las tablas siguientes el listado de las 10 empresas que tienen mayor cantidad de cupos de emisión para MP y NOx.



Tabla 13: Metas de Emisión de MP en Procesos Industriales (2012)

	Establecimiento	Número de fuentes	Meta Emisión (ton/año)	Emisión anual declarada EAD (ton/año)	Aporte % por establecimiento	Aporte % acumulado
1	CEMENTO POLPAICO S.A.	14	165,6	45,0	55,50%	55,50%
2	SOPROCAL CALERIAS E INDS S.A.	3	18,7	14,6	6,27%	61,76%
3	INDUSTRIAS PRINCESA LTDA.	2	18,0	15,8	6,03%	67,79%
4	MOLIBDENOS Y METALES S. A.	3	13,9	3,1	4,66%	72,45%
5	CÍA. ELECTRO METALÚRGICA S.A.	2	10,7	0,9	3,59%	76,04%
6	PCTOS. CHILENOS DE ACERO LTDA.	3	10,0	5,9	3,35%	79,39%
7	CTI CÍA. TECNOINDUSTRIAL S.A.	5	8,2	5,4	2,75%	82,14%
8	CRISTALERÍAS DE CHILE S.A.	2	8,0	3,0	2,68%	84,82%
9	RHI CHILE S.A.	1	7,7	2,3	2,58%	87,40%
10	CÍA. INDUSTRIAL EL VOLCÁN S.A.	3	7,3	9,6	2,45%	89,85%
	<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>268,1</b>	<b>105,6</b>		<b>89,85%</b>

En el caso de las emisiones de MP, las primeras diez empresas concentran el 90% de los cupos (metas) de emisión. Cementos Polpaico acumula el 55% de los cupos (metas) de emisión en procesos industriales. Las emisiones totales asociadas a estas fuentes alcanzan las 268 ton/año, sin embargo las emisiones declaradas son 105 ton/año. Al realizar el mismo análisis para las emisiones de NOx, las primeras diez empresas concentran el 86% de los cupos (metas) de emisión. La primera es nuevamente la empresa Cementos Polpaico, que acumula el 45% de los cupos (metas) de emisión en procesos industriales. Las emisiones totales asociadas a estas fuentes alcanzan las 2.587 ton/año, mientras que las emisiones declaradas son 2.449 ton/año.

Tabla 14: Metas de Emisión de NOx en Establecimientos Industriales (2012)

	Establecimiento	Número de fuentes	Meta Emisión (ton/año)	Emisión anual declarada EAD (ton/año)	Aporte % por establecimiento	Aporte % acumulado
1	CEMENTO POLPAICO S.A.	1	1353,8	1305,1	45,00%	45,00%
2	CRISTALERÍAS DE CHILE S.A.	3	342	179,4	11,37%	56,37%
3	PAPELES CORDILLERA S.A.	2	249,9	233	8,31%	64,68%
4	CRISTALERÍAS TORO S.A.I.C.	2	200,1	198,4	6,65%	71,33%
5	SOCIEDAD ELÉCTRICA SANTIAGO S.A.	2	165,2	165,2	5,49%	76,82%
6	SOPROCAL CALERIAS E INDS. S.A.	2	101,3	230,2	3,37%	80,19%
7	CERVECERA CCU CHILE LTDA.	3	54,1	72,8	1,80%	81,99%
8	CÍA. IND. EL VOLCÁN S.A.	5	45,8	18	1,52%	83,51%
9	INDUSTRIAS PRINCESA LTDA.	2	37,8	21	1,26%	84,77%
10	MOLIBDENOS Y METALES S.A.	4	37,3	26,4	1,24%	86,01%
	<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>2587,3</b>	<b>2449,5</b>		<b>86,01%</b>

## Evolución de las compensaciones en la industria en el periodo de implementación del PPDA (DS 66/2009) para los mayores emisores de MP

En la presente sección se presenta la información más actualizada disponible para evaluar el estado de cumplimiento de las compensaciones de MP en el sector industrial. Una descripción detallada de las bases de datos que se han utilizado se incorpora en los anexos de este informe. Se elaboró una base de datos con los reportes de cumplimiento de las metas de emisión y las compensaciones de los mayores emisores de MP de la Región Metropolitana, considerando los reportes correspondientes a los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014.

Estos informes evalúan a nivel de fuentes individuales el cumplimiento de las Metas (fuentes existentes) y las EAP (Emisión Anual Permitida) que deben cumplir las fuentes nuevas o existentes ampliadas que deben compensar sus emisiones. Para cada año se compara la Meta o EAP con la respectiva EAD (Emisión Anual Declarada) para determinar cumplimiento.

El gráfico siguiente permite visualizar la evolución de las emisiones en las 10 industrias que tienen las mayores metas de MP. Se observa una gran variabilidad de las emisiones de un año a otro.

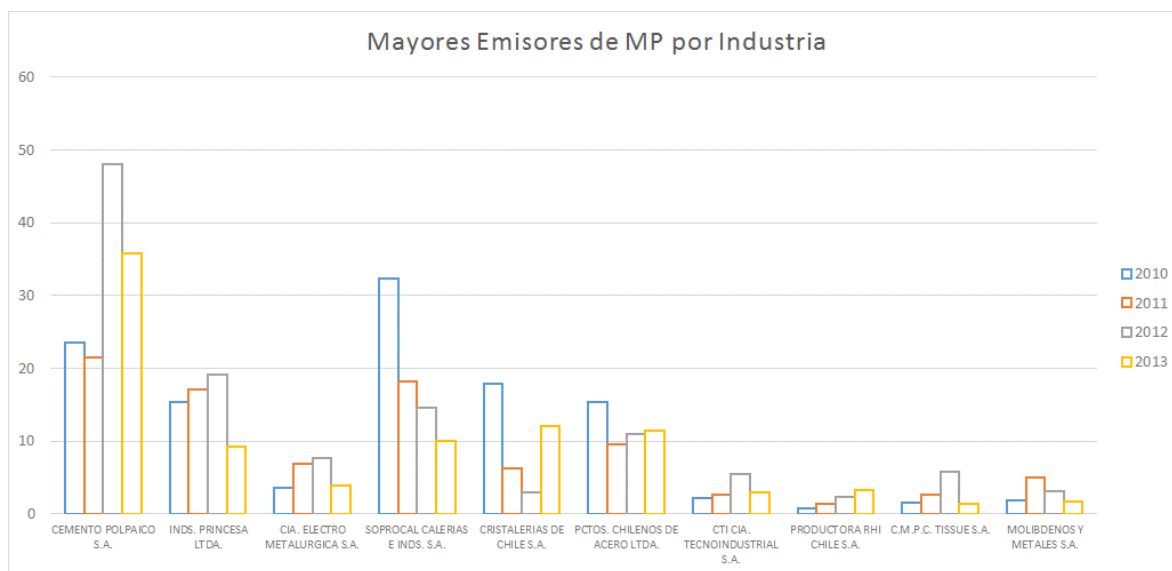


Figura 7: Evolución de las emisiones (EAD) de en las 10 industrias con mayores metas de MP

En los gráficos siguientes se ilustra la evolución de las emisiones para las tres industrias con las mayores metas/EAP de la región. Estas emisiones se comparan con las respectivas metas de cada industria. Se observa que Cementos Polpaico y CIA Electro Metalúrgica cumplen holgadamente, mientras que Industrias Princesa presenta menos holgura los primeros 2 años.

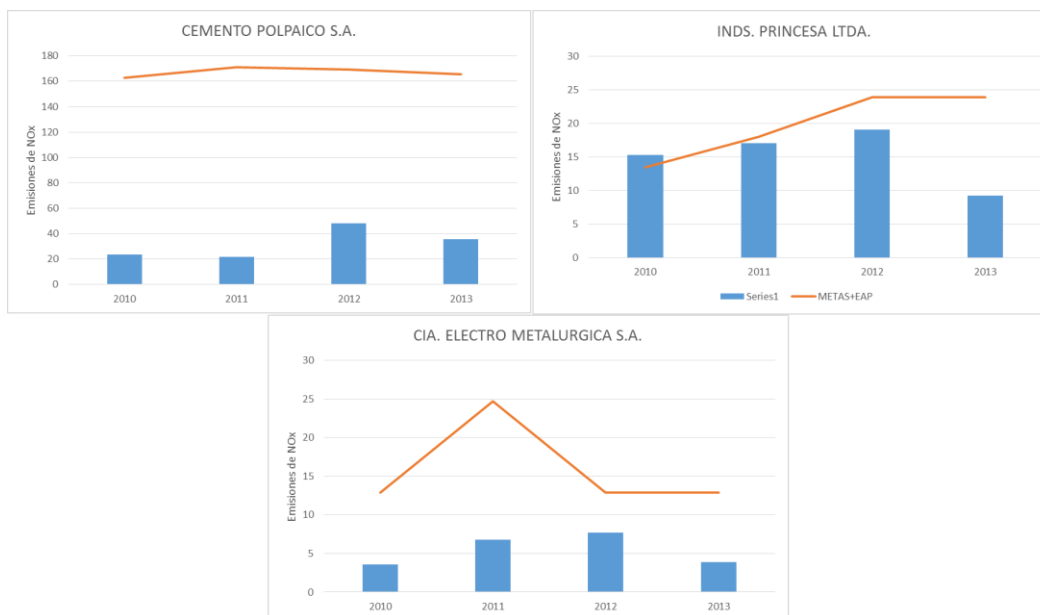


Figura 8: Evolución de emisiones de MP comparada con Metas/EAP en 3 industrias más grandes

A continuación se presentan dos análisis a nivel de todas las fuentes con Metas/EAP. En primer lugar una tabla resumen del cumplimiento, donde se observa un aumento desde 118 fuentes el año 2010 a 135 el 2013 y una brusca reducción el 2014. Sin embargo el nivel de incumplimiento no varía significativamente a nivel global, manteniéndose cercano al 20%, excepto por el año 2011 que bajó a 9%. Se considera que un 20% es un nivel de incumplimiento demasiado alto, sobre todo porque no observa una evolución positiva, el último año se eleva hasta 23%. Cuando se analizan por separado, las fuentes nuevas (o existentes ampliadas) que tienen EAP, presentan un mayor nivel de incumplimiento, 24%, en comparación con el 6% de las fuentes existentes con meta.

Tabla 15: Evolución del cumplimiento de las Metas o EAP en la industria (MP)

Evolución del cumplimiento [SI/NO]					
	2010	2011	2012	2013	2014
Con meta en cumplimiento (Meta)	44	47	47	51	49
Con meta en incumplimiento (Meta)	7	1	2	0	0
Compensación en cumplimiento (EAP)	52	57	56	60	10
Compensación en incumplimiento (EAP)	15	9	25	24	18
Fuentes en cumplimiento	96	104	103	111	59
Fuentes en incumplimiento	22	10	27	24	18
Número total de fuentes	118	114	130	135	77
% de incumplimiento	19%	9%	21%	18%	23%

Fuente: Elaboración propia a partir de reportes anuales de la Seremi de Salud.

Finalmente, el gráfico siguiente resume la evolución de las emisiones (EAD) totales para las fuentes con Meta y para aquellas que cuentan con EAP. Se observa claramente que las fuentes denominadas existentes (con meta) no varían sus emisiones en forma significativa, sin embargo las fuentes que deben compensar han aumentado 2,6 veces en 4 años. De mantenerse esta tendencia, el nivel de incumplimiento en fuentes nuevas (ampliadas) seguirá creciendo.

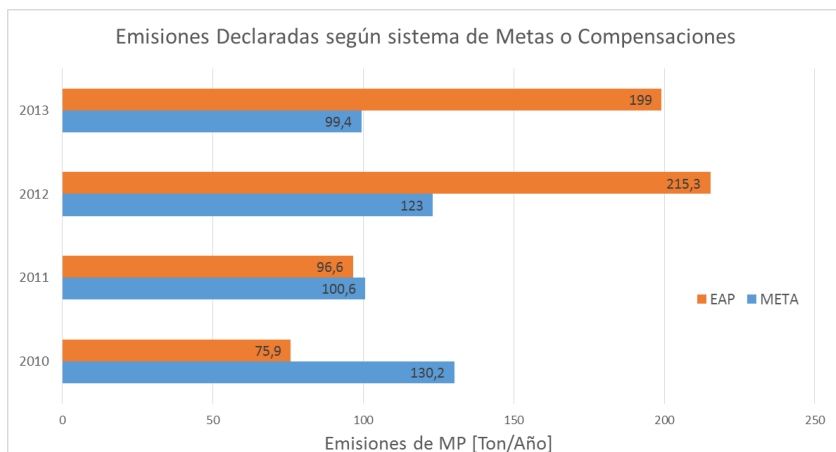


Figura 9: Evolución de las EAD para industrias con META/EAP

### **Evolución de las compensaciones en la industria en el periodo de implementación del PPDA (DS 66/2009) para los mayores emisores de NOx**

En la presente sección se presenta la información más actualizada disponible para evaluar el estado de cumplimiento de las compensaciones de NOx en el sector industrial. Una descripción detallada de las bases de datos que se han utilizado se incorpora en los anexos de este informe. Se elaboró una base de datos con los reportes de cumplimiento de las metas de emisión y las compensaciones de los mayores emisores de NOx de la Región Metropolitana, considerando los reportes correspondientes a los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014.

El gráfico siguiente permite visualizar la evolución de las emisiones en las 10 industrias que tienen las mayores metas de NOx.

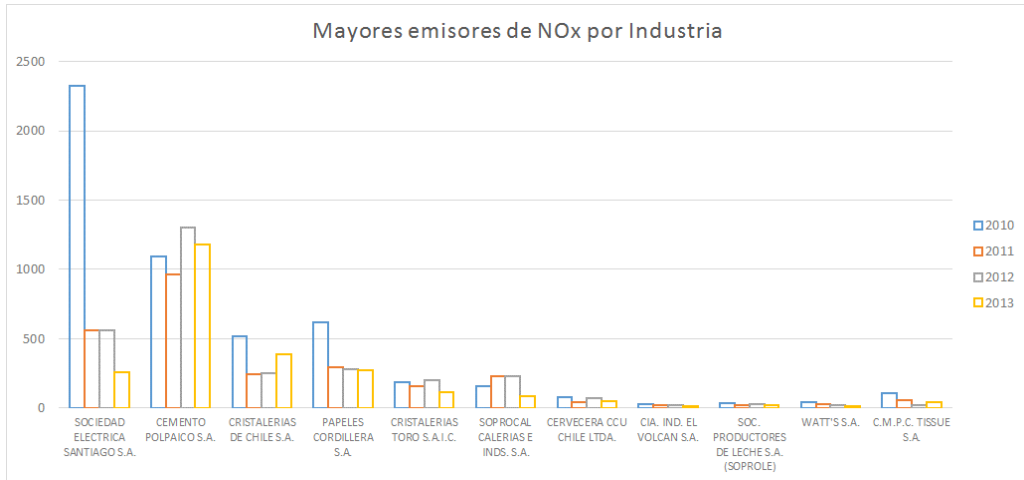


Figura 10: Evolución de las emisiones (EAD) de en las 10 industrias con mayores metas de NOx

En los gráficos siguientes se ilustra la evolución de las emisiones para las tres industrias con las mayores metas/EAP de la región. Estas emisiones se comparan con las respectivas metas de cada industria. Se observa que la Sociedad Eléctrica Santiago (Central Renca) no cuenta con holgura, lo mismo ocurre con Polpaico. En el caso de Cristalerías Chile, la empresa presenta holgura los 3 primeros años, sin embargo el último año sus emisiones sobrepasaron el techo de emisiones porque su (Meta + EAP) se ha reducido.

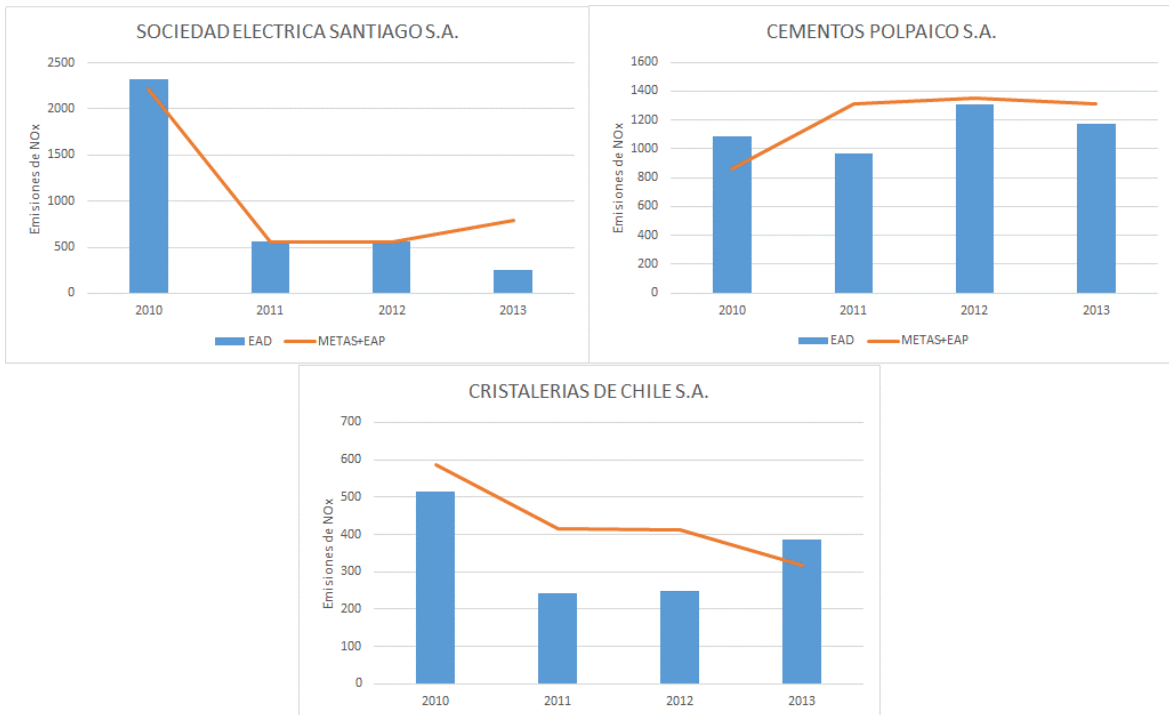


Figura 11: Evolución de emisiones de NOx comparada con Metas/EAP en 3 industrias más grandes.

A continuación se presentan dos análisis a nivel de todas las fuentes con Metas/EAP. En primer lugar un resumen del nivel de cumplimiento, donde se observa una reducción desde 164 fuentes el año 2010 a 135 el 2013. El 2014 se observa una baja significativa en el número de fuentes, sólo se reportan 68. La reducción en el número de fuentes resulta extraña, pero se explica porque algunas fuentes han reportado menores emisiones que límite de corte para los mayores emisores (8,5 ton/año) frente a lo cual pueden salir del listado de fuentes participantes.

El nivel de incumplimiento varía a nivel global, manteniéndose entre el 10 y 20%. No se observa una evolución positiva. Cuando se analizan por separado, las fuentes nuevas (o existentes ampliadas) que tienen EAP, presentan un mayor nivel de incumplimiento, 16%, en comparación con el 8% de las fuentes existentes con meta.

**Tabla 16: Evolución del cumplimiento de las Metas o EAP en la industria (NOx)**

Evolución del cumplimiento [SI/NO]					
	2010	2011	2012	2013	2014
Con meta en cumplimiento (Meta)	67	63	60	58	54
Con meta en incumplimiento (Meta)	5	7	8	2	9
Compensación en cumplimiento (EAP)	80	74	72	71	14
Compensación en incumplimiento (EAP)	12	15	19	12	10
Fuentes en cumplimiento	147	137	132	129	68
Fuentes en incumplimiento	17	22	27	14	19
Número total de fuentes	164	114	130	135	87
% de incumplimiento	10%	19%	21%	10%	22%

Finalmente, el gráfico siguiente resume la evolución de las emisiones (EAD) totales para las fuentes con Meta y para aquellas que cuentan con EAP. A diferencia de lo que ocurre en el caso del MP, para NOx se observa que las fuentes denominadas existentes (con meta) han aumentado progresivamente sus emisiones, mientras que las fuentes nuevas (ampliadas) han reducido sus emisiones en cerca de un 70% en 4 años.

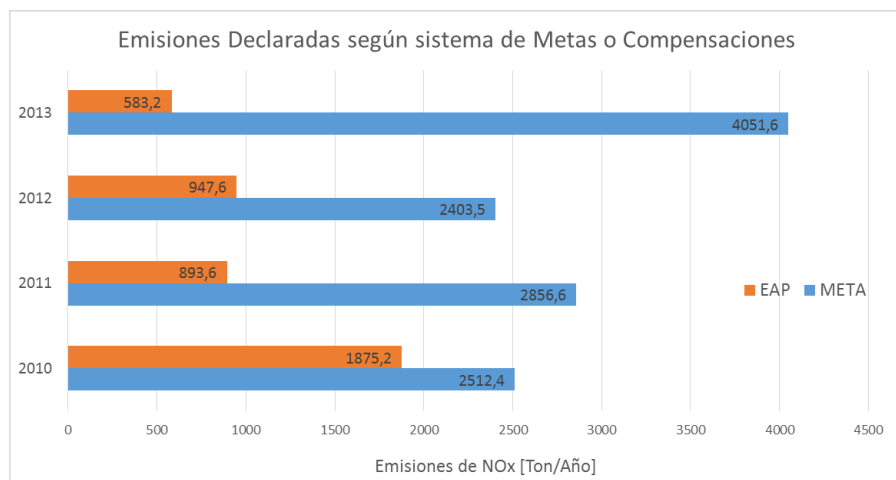


Figura 12: Evolución de las EAD para industrias con META/EAP

### Análisis de las compensaciones de MP en calderas

Las calderas con EDI corresponden a calderas existentes que tiene un cupo de emisión. Las calderas compensadas corresponden a calderas que ingresaron con posterioridad a la asignación inicial y por lo tanto han debido compensar sus emisiones. Cabe recordar que este sistema aplica sólo a calderas y sólo a las emisiones de MP. La tabla siguiente resumen los principales indicadores de las compensaciones de MP en calderas:

Tabla 16: Resumen sistema de compensación de MP en calderas

	Número	Emisión total Kg/día	Emisión Promedio Kg/día
Calderas con EDI	140	949	6,8
Calderas compensadas	296	1.361	4,6
<b>TOTAL</b>	<b>436</b>	<b>2310</b>	<b>5,3</b>

Desafortunadamente, la base de datos recibida no cuenta con más información que la fecha de la resolución y la EDI o Emisión Compensada de cada caldera. No se cuenta con más información que permita evaluar el nivel de cumplimiento ni tampoco poder identificar el tamaño de las calderas, el tipo de combustibles, etc.

En el gráfico siguiente se compara la distribución del tamaño de las emisiones de MP

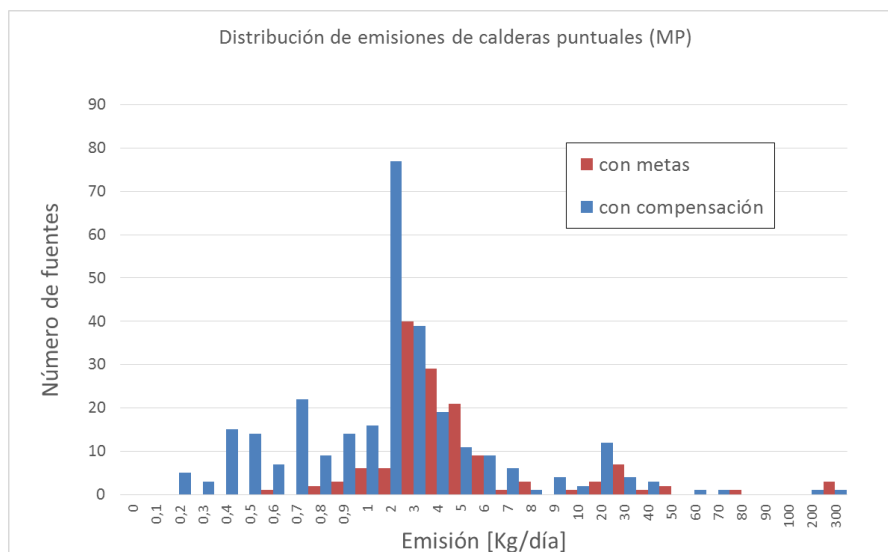


Figura 13: Comparación de la distribución de emisiones de MP calderas con metas (EDI) vs calderas compensadas.

### Conclusiones del diagnóstico

Una primera conclusión para el presente estudio es que el sistema que está siendo operado actualmente por la Seremi de Salud se ha complejizado innecesariamente. Además de lo anterior, registra pocas transacciones y cuenta con muchas fuentes en estado de incumplimiento aunque hay industrias que tienen excedentes de emisiones. Esto evidencia que no existen suficientes incentivos para la transacción de emisiones.

El nuevo Plan de Descontaminación es una oportunidad de simplificar el sistema e introducirle modificaciones que permitan un mejor funcionamiento, más eficiente y transparente, con menores costos de transacción.

Las modificaciones deberían tender a transformarlo en un mecanismo más cercano a un “cap and trade” para lo cual se requiere avanzar en un seguimiento en línea de las emisiones y en contar con una Ley que regule la transabilidad de emisiones. Junto con lo anterior y sin perder de vista que el PPDA sólo puede regular emisiones al interior de la Región Metropolitana, se debe buscar un mecanismo para incorporar en el mediano plazo las mega fuente industriales de la macro zona central de Chile en el sistema como se plantea en el capítulo 4 del presente informe.

### Recomendaciones para incorporar en el PPDA de MP<sub>2,5</sub>

La compensación de emisiones en la industria ha permitido una reducción significativa de las emisiones de MP y NO<sub>x</sub>, al mismo tiempo ha generado un importante desincentivo a la instalación de fuentes emisoras de gran magnitud. Por lo anterior, se recomienda mantener dicho sistema



incorporándole modificaciones para que los problemas operativos que actualmente evidencia, no pongan en riesgo su continuidad.

En un sistema Cap and Trade se distribuye un total de permisos entre todas las fuentes afectadas, los que luego **pueden ser transados libremente**. A diferencia del Credit-Base, bajo este sistema se impone un límite global para las emisiones junto con el **requerimiento que cada fuente de emisión mantenga el número de permisos equivalentes a sus emisiones totales. No se necesita aprobación en cada transacción**, aliviando profundamente la carga administrativa en comparación con sistema credit-base.

Teniendo presente que la implementación de un sistema de tipo Cap and Trade requiere del respaldo de una Ley, se proponen cambios que se consideran viables de introducir en el marco del Plan de Descontaminación, que podrían permitir avanzar en esa dirección.

### **Cambios orientados a simplificar el sistema**

En estos sistemas, la complejidad y ambigüedad de la regulación incrementan los costos y crean incertidumbre en los regulados. La incertidumbre restringe las transacciones. Establecer metas y reglas claras en el sistema permiten ahorrar tiempo y dinero, reducir la confusión y mejorar el nivel de cumplimiento.

Considerando lo anterior, se plantean recomendaciones orientadas a simplificar el sistema:

#### **I. Establecer un nuevo registro de fuentes participantes en el sistema de compensación**

Aprovechar la oportunidad que otorga este nuevo plan de descontaminación para establecer un nuevo registro de fuentes participantes, de forma tal de no seguir cargando con más de 20 años de antecedentes acumulados para cada fuente, con definiciones y categorías que actualmente sólo complejizan el sistema (fuentes nuevas, fuentes existentes, fuentes nuevas ampliadas, fuentes nuevas compensadas, etc.)

Lo importante del nuevo registro sería identificar los permisos de emisión vigentes para cada fuente y reconocerlos como su asignación inicial en el nuevo registro, sin hacer distinciones entre ellas.

En esta etapa también se podría aprovechar la oportunidad de corregir algunas asignaciones que dejaron a algunas industrias con un excedente importante, solamente porque se utilizó como criterio la emisión a plena carga. Esta corrección se podría hacer en base al registro histórico de las emisiones declaradas en los últimos 5 años.

#### **II. Cambiar el enfoque utilizado para reducir las emisiones del sistema**

Hasta ahora, se han utilizado diversos mecanismos para reducir las emisiones del sistema. Para las fuentes existentes se les establecieron metas de reducción de MP y NOx del 50% (respecto de las emisiones base 1997). A las fuentes nuevas que deben compensar, se les han modificado los porcentajes de compensación desde 100% a 120% y 150%. Además de estos mecanismos, la Seremi

de Salud utiliza el criterio de reducir los “cupos” de emisión con cada transacción, lo que se ha transformado en otro desincentivo para las transacciones.

Todos estos mecanismos no hacen sino introducir complejidad al sistema. La forma en que esto funciona es diferente, la autoridad determina periodos de cumplimiento (3, 5 ó 10 años) luego de los cuales todos los permisos se reducen automáticamente en la proporción que se requiere de acuerdo a las metas de calidad del aire.

De esta forma, lo que se transa permanece invariable en el tiempo.

### **III. Definir metas de reducción de emisiones de MP y NOx**

Una vez establecido el nuevo registro y las asignaciones iniciales para MP y NOx (en toneladas por año) se podrá calcular cuales son las emisiones totales asignadas de ambos contaminantes.

Por otra parte, la autoridad ambiental cuenta con las herramientas para establecer las reducciones que se requieren en cada sector para cumplir con los estándares de calidad del aire, por lo tanto este es un dato conocido que permitirá definir cuanto y cuando se reducirán los techos de emisiones y por lo tanto los permisos individuales.

### **IV. Establecer compensaciones 1 a 1**

En la actualidad no existen grandes excedentes de emisiones para transar, especialmente respecto del NOx. Adicionalmente, con la nueva asignación inicial propuesta se podrían corregir a la baja algunas asignaciones históricas.

Si se considera el nuevo enfoque propuesto en el punto II, donde las reducciones se logran por la vía de bajar el techo global (con el consecuente impacto en los permisos individuales), no tiene sentido exigir sobrecompensaciones para bajar las emisiones.

De esta forma, este nuevo enfoque podría simplificar toda la actual operatoria exigiendo sólo una compensación equivalente a las emisiones producidas. Dicho de otra forma, en base anual, una empresa debe contar con los permisos que le permitan respaldar sus emisiones.

### **V. Cambiar la administración del sistema para pasar de fuentes a industrias**

Históricamente las compensaciones de emisiones se han administrado a nivel de fuentes individuales. Es por esta razón que existen las compensaciones de MP en calderas (expresadas en kg/día), las compensaciones asociadas los procesos de MP (expresadas en ton/año), las compensaciones de NOx en calderas y procesos (expresadas en ton/año). Se pueden dar muchas combinaciones posibles al interior de una planta industrial (algunas fuentes no compensan, otras compensan en kg/día, otras compensan en toneladas año, etc.).

Al tratarlas en forma individual, cada fuente debe contar con los cupos necesarios para compensar sus emisiones, y por mucho tiempo la mayor parte de los trámites que se hacían ante la Seremi de Salud era para traspasar emisiones entre fuentes de la misma industria (establecimiento).

Para simplificar esta administración y verificación de cumplimiento, se debe mantener un criterio establecido en el DS 66/2009 que permite el cumplimiento a nivel de industria, aunque no exista cumplimiento para algunas fuentes de forma individual.

#### **VI. Establecer una unidad de compensación (toneladas año)**

Actualmente las compensaciones de MP en calderas se expresan en kg/día, mientras que las compensaciones asociadas los procesos de MP y a las compensaciones de NOx en calderas y procesos se expresan en ton/año. Para mayor simplicidad del sistema se propone que todas las compensaciones se realicen en ton/año.

De esta forma, aquellas fuentes que no operen en forma continua (24 horas \* 365 días) podrán acreditar menores emisiones mediante la implementación de horómetros que registren las horas de operación.

#### **VII. Establecer un periodo de conciliación**

Se recomienda implementar un enfoque similar al Programa de Lluvia Ácida de la EPA, que considera un periodo de conciliación anual que comprende los tres primeros meses del año siguiente al año en que se verifica el cumplimiento. Al finalizar el año, se calculan las emisiones reales producidas por cada industria y en base a eso, cada industria cuenta con tres meses para adquirir / vender / arrendar cupos de emisión para el caso en que tenga déficit o excedentes.

La ventaja que tiene este enfoque es que durante el primer trimestre después de terminado un año, las fuentes saben cuánto emitieron y por lo tanto en el periodo de conciliación surge un incentivo a comprar, vender o arrendar emisiones, de forma tal que al cuarto mes la autoridad puede verificar los balances entre las emisiones y los permisos que cada industria puede acreditar.

Estos procedimientos se simplifican mucho si la autoridad cuenta con sistemas de información modernos y eventualmente registros electrónicos en línea de las transacciones realizadas.

El mayor problema para llevar adelante este tipo de administración es que se requiere independencia entre las emisiones y los cupos, lo cual no es posible según las atribuciones actuales de la Seremi de Salud.

#### **VIII. Contemplar el arriendo de emisiones**

El arriendo de emisiones por periodos de un año como mínimo debe estar permitido para generar incentivos a la transacción de emisiones.

#### **IX. Equivalencia de emisiones**

Teniendo en consideración que algunas fuentes industriales cuentan con excedentes de MP y déficit de NOx, se puede dejar establecida la posibilidad de acreditar el cumplimiento de un contaminante (NOx, por ejemplo) con otro diferente, MP. Sin embargo esta opción sólo se recomienda como un mecanismo temporal, 2-3 primeros años de implementación de este nuevo sistema. También se debe dejar establecido estará fundado en la mejor información disponible que permita realizar

equivalencias entre las emisiones directas de MP y el aporte a la formación de secundario de las emisiones de NOx.

Esta opción puede contribuir a reducir los niveles de incumplimiento, fortaleciendo la imagen del sistema, sin embargo, considerando la falta de información científica robusta que respalde estas equivalencias, de permitirse debe estar acotada en el tiempo.

### **X Mantener las compensaciones industriales como un sistema independiente**

Teniendo en consideración las particularidades del sistema de compensaciones en la industria, se recomienda una administración independiente de las exigencias de compensación en el marco del SEIA. En tal sentido, se debe buscar que todas las compensaciones asociadas a chimeneas industriales sean parte de este sistema y que no se mezcle con otro tipo de fuentes de emisión compensación (transporte, otros).

### **Cambios orientados a simplificar la administración del sistema de compensaciones**

La primera consecuencia de simplificar las reglas de funcionamiento del sistema actual será que también simplificará su administración. Sin embargo, en este caso se debe introducir cambios en la administración del sistema, que podemos separar en dos temas:

#### **I. Organismo encargado de la administración del sistema de compensaciones en la R.M.**

Considerando los cambios institucionales que surgen con la ley N° 20.417 y la creación de la SMA, situación ocurrida con posterioridad a la elaboración del PPDA vigente (DS 66/2009), se requiere un análisis jurídico más específico respecto de la administración del sistema de compensaciones, que excede a los alcances del presente estudio. El análisis que se realice con oportunidad de la redacción del Plan de Descontaminación para MP2,5 debe tener presente que en el proceso de adaptación a la nueva institucionalidad, uno de los puntos en que se han observado problemas importantes en el ámbito del control industrial, es en la fiscalización de los laboratorios de medición, que ha dejado de ser una atribución de la Seremi de Salud y está siendo abordada paulatinamente por la SMA.

Actualmente la administración del sistema de compensaciones industriales está en manos de la Seremi de Salud, sin embargo las compensaciones dentro del ámbito del SEIA son administradas por la Seremi de Medio Ambiente. Considerando que ambas exigencias surgen del plan de descontaminación, la fiscalización le corresponde a la SMA, de acuerdo con la nueva institucionalidad ambiental, sin perjuicio que a la fecha no se conozca de procedimientos de fiscalización o sanción respecto de esta materia.

Nuestra propuesta es que la administración del sistema de compensaciones, en su totalidad, quede a cargo de la Seremi de Medio Ambiente, para seguir avanzando en una mayor especificidad, lo cual estaba en el espíritu del cambio institucional. Ello es importante ya que es el Ministerio del Medio Ambiente el órgano que tiene la visión más integral en materias de calidad del aire, es quien elabora los planes y normas, y finalmente el que administra la información sobre calidad de aire, que hoy no fluye desde la Autoridad Sanitaria de una forma que permita generar políticas y regulaciones eficaces en la materia. En esta línea, carece de lógica ambiental que exista dos autoridades, con

criterios diferentes, administrando parcialmente el sistema de compensación de emisiones, ya que ello impide una mirada integradora de la política ambiental del país.

Una experiencia reciente que se puede tener como referencia es el **traspaso hacia el Ministerio del Medio Ambiente de las redes públicas de monitoreo de calidad del aire**, las cuáles eran administradas hasta el año 2011 por el Ministerio de Salud. Desde el año 2012, mediante un convenio firmado por ambos ministerios, se realizó el traspaso al Ministerio del Medio Ambiente. A partir de dicho traspaso la operación de redes públicas se ha fortalecido en cobertura, acceso y aseguramiento de calidad de los datos. La Red MACAM, asociada al seguimiento del plan de descontaminación obtuvo una certificación de calidad otorgada por Ministerio de Medio Ambiente de Quebec (Canadá) en 2013 y los datos que hoy se reportan tienen mayor credibilidad, se encuentran permanentemente disponibles al público, y permiten a la autoridad actuar con un mayor conocimiento de la información.

## **II. Plataforma informática para la administración del sistema**

Para comprender la complejidad de los actuales sistemas de administración de las compensaciones en la industria, se incorpora en el anexo 2, un resumen de las bases de datos que están asociadas a uno de los subsistemas “Compensación de emisiones de MP en calderas”. A esto se debe agregar que todos los sistemas funcionan de manera independiente, por lo cual existen otras bases de datos para administrar las metas de emisión de MP y NOx para los mayores emisores industriales.

Para mejorar el acceso a la información y aumentar la transparencia del sistema es imprescindible implementar una plataforma informática moderna para la administración del sistema de compensaciones industriales en su conjunto.

No es posible simplificar el sistema y mantener los sistemas actuales de administración.

### **Ventajas del enfoque propuesto**

Se han planteado aspectos que se consideran clave para el establecimiento de un sistema de emisiones transables. Para lograr transitar en esta dirección, las recomendaciones que se plantean se hacen cargo de la siguiente forma de cada uno de estos aspectos:

#### **a. Gran cantidad de fuentes, con costos de reducción significativamente diferentes entre sectores:**

Actualmente el sistema tiene pocas fuentes, por eso pensar en una expansión a toda la macro zona podría aumentar el número de fuentes participantes.

#### **b. Bajos costos de transacción:**

Los cambios propuestos, que simplifican el sistema permiten bajar los costos de transacción.

Un acceso más transparente a la información también ayuda a bajar los costos de transacción.

**c. Capacidad de medir las emisiones, idealmente en línea:**

El PPDA vigente (2010) establece la exigencia de medición con CEMS para las fuentes de mayor tamaño, sin embargo existen débiles capacidades en Chile para realizar este tipo de mediciones.

Con nuevas normas de emisión: Termoeléctricas (2011), Fundiciones de Cobre (2013) y TRS (2013), que también exigen mediciones con CEMS, la SMA ha fortalecido sus capacidades para la acreditación de esos sistemas.

Además de lo anterior, el impuesto a las emisiones industriales utilizará estas mediciones para calcular el impuesto.

Adicionalmente, con la implementación del PPDA vigente, se ha avanzado en la implementación de proyectos de instrumentación en la industria, orientados a acreditar los niveles de actividad.

Todos estos elementos permiten proyectar un fortalecimiento de las capacidades para la medición de emisiones en línea.

**d. Mercado transparente, existe acceso expedito a la información para quienes quieren comprar o vender permisos:**

Todas las modificaciones propuestas apuntan a simplificar el sistema y a mejorar el acceso a la información, lo cual permitirá otorgar más transparencia al mercado.

La conciliación anual también contribuye, sobre todo si el sector industrial cuenta con información de la situación de cumplimiento/incumplimiento/excedentes/ en forma pública durante el periodo de conciliación anual (enero-marzo de cada año).

**e. Fuerte capacidades de fiscalización y sanción:**

La creación de la SMA permite fortalecer la fiscalización y aumentar las sanciones.

No obstante lo anterior, actualmente se observa un debilitamiento de estas capacidades, por lo cual es imprescindible aclarar los nuevos roles en la administración del sistema y en la fiscalización.

**f. Plataformas modernas de administración de la información:**

Con todos los cambios propuestos, orientados a simplificar el sistema de compensaciones, es más simple establecer una plataforma de administración única que integre las compensaciones de MP y NOx en la industria.

No es posible implementar las propuestas de simplificación del sistema si no se modernizan los sistemas de administración actuales.

## **Propuesta de redacción para el PPDA de MP<sub>2,5</sub>**

### **Redacción vigente en el DS 66/2009**

A continuación se presenta la redacción actual incorporada en el DS 66/2009

#### **CAPITULO IV: EXIGENCIAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL Y COMERCIAL**

##### **G) Control de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOX) en el sector Industrial**

Artículo 68. Se denomina "mayores emisores de NOx" a aquellas fuentes estacionarias existentes en la Región Metropolitana cuya emisión de NOX sea igual o superior a 8 ton/año al año 1997, de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 121.059 de 22 de diciembre de 2005, de la Seremi de Salud RM.

Artículo 69. La meta global e individual de reducción de emisiones de NOX al 1 de mayo de 2007, para fuentes estacionarias existentes denominadas Mayores Emisores de NOX, definidas en el artículo 68 del presente Decreto, corresponde al 33% del total de emisiones que al año 1997 emitían estas fuentes.

La meta global e individual de reducción de emisiones de NOX para fuentes estacionarias existentes denominadas Mayores Emisores de NOX, al 31 de diciembre del año 2010, es de un 50% del total de emisiones que al año 1997 emitían estas fuentes.

Artículo 70. El cumplimiento de las metas de emisión de NOX para las fuentes categorizadas como mayores emisores podrá realizarse mediante la compensación de emisiones de acuerdo al procedimiento establecido en la Resolución Exenta N° 42.549 del 11 de octubre de 2006, de la Seremi de Salud RM.

Artículo 71. Las fuentes estacionarias nuevas, cuya emisión de NOX sea mayor o igual a 8 ton/año, deberán compensar sus emisiones según se indica a continuación:

- 1) Aquellas inscritas entre el 1 de enero de 1998 y el 28 de enero de 2004 en el Registro Oficial de la Seremi de Salud RM, deberán compensar sus emisiones en un 120%.
- 2) Aquellas inscritas a partir del 29 de enero de 2004 en el Registro Oficial de la Seremi de Salud RM deberán compensar sus emisiones en un 150%.

Artículo 72. La reducción de emisión de NOx por parte de un mayor emisor, por debajo de su meta individual asignada, podrá originar excedentes de emisión que podrán cederse de acuerdo a las

disposiciones de la Resolución Exenta N° 42.549 del 11 de octubre de 2006, de la Seremi de Salud RM.

Artículo 73. Las compensaciones de emisiones de NOx serán permanentes en el tiempo, sin embargo, se podrá autorizar compensaciones por periodos mínimos de un año, renovables, pre-vio aviso a la Seremi de Salud RM con 30 días de anticipación.

Artículo 74. Una fuente estacionaria que no es categorizada como mayor emisor de NOx y que aumente sus emisiones igualando o superando las 8,0 (ton/año), deberá compensar su Emisión Anual Declarada de NOx de la siguiente forma:

1) Fuentes nuevas deberán compensar la Emisión Anual Declarada de NOx en los porcentajes de compensación vigentes a la fecha en que ocurra o haya ocurrido dicho aumento de emisiones.

2) Fuentes existentes deberán compensar el diferencial entre su emisión al año 1997 y su Emisión Anual Declarada de NOx en los porcentajes de compensación vigentes a la fecha en que ocurra o haya ocurrido dicho aumento de emisiones.

Si cualquiera de estas fuentes redujera por cualquier circunstancia su emisión de NOx, sólo podrá ceder las emisiones previamente compensadas.

Artículo 75. Tratándose de la compensación de NOx de una fuente nueva en reemplazo de una fuente existente categorizada como Mayor Emisor, se aplicará lo siguiente:

1) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es menor o igual que la meta individual de emisión de NOx determinada al 31 de diciembre del año 2010 para el Mayor Emisor, la compensación exigida será de un 100%.

2) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es mayor que la meta individual de emisión de NOx, determinada al 31 de diciembre del año 2010 para el Mayor Emisor, la compensación será de un 100% hasta dicha meta de emisión, y 120% ó 150%, según lo establecido en el artículo 71 del presente Decreto, sobre el excedente.

Artículo 76. Tratándose de la compensación de NOx de una fuente nueva en reemplazo de otra fuente nueva, se aplicará lo siguiente:

1) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es menor o igual que la Emisión Anual Permitida para la fuente nueva a reemplazar, la compensación exigida será de un 100%.

2) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es mayor que la Emisión Anual Permitida de NOx para la fuente nueva a reemplazar, la compensación será de un 100% hasta dicha Emisión Anual



Permitida, y 120% o 150%, según lo establecido en el artículo 71 del presente Decreto, sobre el excedente.

Artículo 77. Las compensaciones de NOx, señaladas en los artículos 70 al 76 del presente Decreto, deberán ser acreditadas ante la Seremi de Salud RM, de acuerdo al procedimiento establecido en la Resolución Exenta N° 42.549 del 11 de octubre de 2006, de la misma Secretaría.

El plazo para la acreditación de dichas compensaciones, para las fuentes estacionarias no categorizadas como Mayor Emisor de NOx y registradas a la fecha de entrada en vigencia del presente Decreto, será de seis meses contado desde la publicación de este Decreto en el Diario Oficial, y para aquellas fuentes no categorizadas como Mayor Emisor de NOx registradas en fecha posterior, el plazo será de tres meses contado desde la fecha de su registro.

La Seremi de Salud RM resolverá sobre la solicitud de compensación considerando los antecedentes acompañados dentro de 60 días hábiles posteriores a su ingreso, sea aceptando, requiriendo antecedentes adicionales, o bien, rechazando la presentación. En el caso que se requiera antecedentes adicionales, el plazo de 60 días hábiles comenzará a regir desde la presentación de éstos. En cualquier caso, el plazo máximo para rechazar o aceptar la compensación será de seis meses.

Aceptada la solicitud de compensación y acreditada la efectividad de los hechos indicados en la documentación anexa a ella, la Seremi de Salud RM dictará una resolución aprobando la compensación y consignando las Emisiones Anuales Permitidas de NOx para las fuentes compensantes.

Artículo 78. Para la verificación del cumplimiento de la meta de emisiones por parte de las fuentes denominadas mayores emisores de NOx y del cumplimiento de las compensaciones de emisiones aprobadas, así como de cualquier otro acto propio de la compensación de emisiones, los titulares de las fuentes estacionarias, tanto existentes como nuevas, cuya emisión sea igual o superior a 8,0 (ton/año), deberán presentar ante la Seremi de Salud RM, a lo menos una vez al año, una Declaración de Emisiones de NOx de sus fuentes.

Artículo 79. Las mediciones de NOx deberán ser efectuadas por cualquiera de los laboratorios de medición de emisiones atmosféricas autorizados por la Seremi de Salud RM, utilizando el método CH-7E para determinar la concentración y los métodos CH-2 ó CH-2A, según corresponda, para el caudal de gases de la fuente.

Artículo 80. Excepcionalmente, sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 69 y 71 del presente Decreto, los titulares de fuentes existentes podrán solicitar a la Seremi de Salud RM la eximición del cumplimiento de las metas de emisión individuales de NOx, y los titulares de fuentes nuevas de su obligación de compensar sus

emisiones de NOx, durante el periodo máximo de un año, cuando acrediten la imposibilidad de cumplir con dichas metas u obligaciones. Para tal efecto, los titulares de dichas fuentes deberán presentar ante la Seremi de Salud RM la solicitud respectiva adjuntando los antecedentes que acrediten tal imposibilidad y una descripción del mecanismo que implementarán para cumplir con la meta o con la obligación de compensar, según el caso, indicando el cronograma para su implementación. La Autoridad Sanitaria deberá pronunciarse dentro de un plazo de 45 días hábiles.

Lo dispuesto en el inciso anterior, no podrá alterar de manera alguna la meta global del sector industrial establecida en el inciso segundo del Artículo 69 del presente Decreto.

#### **H) Control de emisiones de material particulado (MP) para fuentes categorizadas como procesos en el sector industrial**

Artículo 81. Se denomina "mayores emisores de MP" a aquellas fuentes estacionarias existentes categorizadas como procesos en la Región Metropolitana cuya emisión de MP sea igual o superior a 2,5 t/año al año 1997, de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta N° 57.073 del 05 de octubre de 2005, de la Seremi de Salud RM.

Artículo 82. La meta global e individual de reducción de emisiones de MP para fuentes estacionarias existentes categorizadas como procesos y denominadas mayores emisores al 1° de mayo de 2007, corresponde a un 50% del total de emisiones que al año 1997 emitían estas fuentes.

Artículo 83. El cumplimiento de las metas de reducción de emisiones puede realizarse mediante la compensación de emisiones de acuerdo al procedimiento establecido en la Resolución Exenta N° 51.916 del 20 de diciembre de 2006 y Resolución Exenta N° 4.729 del 6 de febrero de 2007, ambas de la Seremi de Salud RM.

Artículo 84. Las fuentes estacionarias nuevas categorizadas como procesos, cuya emisión de MP sea mayor o igual a 2,5 t/año, deberán compensar sus emisiones en un 150%, de acuerdo al procedimiento establecido en la Resolución Exenta N° 51.916 del 20 de diciembre de 2006 y Resolución Exenta N° 4.729 del 6 de febrero de 2007, ambas de la Seremi de Salud RM.

Artículo 85. La reducción de emisión de MP por parte de un Mayor Emisor, por debajo de su meta individual de emisión, podrá originar excedentes de emisión que podrán cederse de acuerdo con la Resolución Exenta N° 51.916 del 20 de diciembre de 2006 y la Resolución Exenta N° 4.729 del 6 de febrero de 2007, ambas de la Seremi de Salud RM.

Artículo 86. Las compensaciones serán permanentes en el tiempo, sin embargo, se podrá autorizar compensaciones por períodos mínimos de

un año, renovables, previo aviso a la Seremi de Salud RM con 30 días de anticipación al vencimiento del plazo.

Artículo 87. Una fuente estacionaria categorizada como proceso que no sea mayor emisor de MP, y que aumente sus emisiones igualando o superando las 2,5 (ton/año), deberá compensar su Emisión Anual Declarada de MP de la siguiente forma:

- 1) Fuentes nuevas deberán compensar la Emisión Anual Declarada de MP en un 150%.
- 2) Fuentes existentes, deberán compensar el diferencial entre su emisión al año 1997 y su Emisión Anual Declarada en un 150%.

Artículo 88. Tratándose de la compensación de MP de una fuente nueva categorizada como proceso, que reemplaza a una fuente existente categorizada como Mayor Emisor, se aplicará lo siguiente:

- 1) Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es menor o igual que la meta individual de emisión de MP del Mayor Emisor, la compensación exigida será de un 100%.
- 2) Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es mayor que la meta individual de emisión de MP del Mayor Emisor, la compensación será de un 100% hasta dicha meta de emisión, y 150% sobre el excedente.

Artículo 89. Tratándose de la compensación de MP de una fuente nueva categorizada como proceso en reemplazo de otra fuente nueva categorizada como proceso, se aplicará lo siguiente:

- 1) Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es menor o igual que la Emisión Anual Permitida para la fuente nueva a reemplazar, la compensación exigida será de un 100%.
- 2) Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es mayor que la Emisión Anual Permitida de MP para la fuente nueva a reemplazar, la compensación será de un 100% hasta dicha Emisión Anual Permitida, y 150% sobre el excedente.

Artículo 90. Para compensar emisiones de material particulado entre fuentes estacionarias categorizadas como procesos y fuentes estacionarias puntuales tipo caldera de calefacción, caldera industrial o turbina de gas, se deberá convertir la emisión en base diaria (ED) a emisión en base anual (EA), o viceversa, considerando los días declarados de operación al año, mediante la siguiente fórmula:

$$EA \text{ (ton / año)} = K \times ED \text{ (kg / día)}$$

Donde K = días de operación al año x 0,001

Para determinar los días de operación al año, se utilizará el siguiente criterio:

a) Si la compensante es una fuente estacionaria tipo proceso, para la fuente compensataria deberá considerarse 365 días de operación al año. Sin embargo, si declara un funcionamiento menor a 365 días al año, deberá acreditarlo mediante instrumentos de registro que para cada caso apruebe la Seremi de Salud RM.

b) Si la compensante es una fuente puntual tipo caldera de calefacción, caldera industrial o turbina de gas, los días de operación al año para este tipo de fuentes serán los declarados al 31 de diciembre de 1997. Sin embargo, en el caso de las fuentes puntuales nuevas registradas con posterioridad al 31 de diciembre del año 1997, los días de operación al año serán los que se declaren al momento de la última declaración de emisiones vigente.

Artículo 91. Las compensaciones de MP, señaladas en los artículos 83 al 90 del presente Decreto, deberán ser acreditadas ante la Seremi de Salud RM, de acuerdo al procedimiento establecido en la Resolución Exenta N° 51.916 de 20 de diciembre de 2006 y la Resolución Exenta N° 4.729, de 6 de enero de 2007, ambas de la misma Secretaría.

El plazo para la acreditación de dichas compensaciones para las fuentes no categorizadas como Mayor Emisor de MP, será de 3 meses, contados desde la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial.

La Seremi de Salud RM resolverá sobre la solicitud de compensación considerando los antecedentes acompañados dentro de 60 días hábiles posteriores a su ingreso, sea aceptando, requiriendo antecedentes adicionales, o bien, rechazando la presentación. En el caso que se requiera antecedentes adicionales, el plazo de 60 días hábiles comenzará a regir desde la presentación de éstos. En cualquier caso, el plazo máximo para rechazar o aceptar la compensación será de 6 meses.

Aceptada la solicitud de compensación y acreditada la efectividad de los hechos indicados en la documentación anexa a ella, la Seremi de Salud RM dictará una resolución aprobando la compensación y consignando las Emisiones Anuales Permitidas de MP para las fuentes compensantes.

Artículo 92. La Seremi de Salud RM establecerá mediante resolución, al momento de entrada en vigencia del presente Decreto, el procedimiento y los criterios mediante los cuales se considerarán los aspectos de toxicidad y granulometría del material particulado en el marco de la compensación de emisiones industriales, a fin de resguardar que las compensaciones se realicen entre fuentes con emisiones de similares características de composición y granulometría.

## **I) Verificación del cumplimiento para metas de MP y de NOx**

Artículo 93. La Seremi de Salud RM con el apoyo de la Conama, durante el año 2009 deberá contratar un estudio para el diseño de un sistema para el registro de metas y compensaciones en fuentes estacionarias de MP y NOx. Este sistema deberá ofrecer un acceso expedito a la información de las fuentes de emisión, metas, exigencias de compensación, mediciones y compensaciones realizadas por cada fuente. Este mismo estudio deberá servir para que el Ministerio de Salud en conjunto con la CONAMA propongan las respectivas normas de emisión que deben dictarse y diseñen nuevos instrumentos de gestión ambiental para abordar los contaminantes MP, NOx y SO<sub>2</sub>, diferenciando entre procesos industriales y calderas.

Artículo 94. Durante el mes de abril de cada año, a partir del año 2010, la Seremi de Salud RM deberá evaluar el cumplimiento de las metas y compensaciones de MP y NOx, considerando las emisiones anuales declaradas al año anterior y el total de emisiones compensadas. Esta evaluación deberá ser remitida a Conama, organismo que generará un listado público que estará disponible en la página web a más tardar el 30 de abril del mismo año.

Artículo 95. Para la evaluación del cumplimiento de fuentes industriales con meta de emisión o con exigencia de compensación de MP o NOx, se considerará que las fuentes de un establecimiento industrial se encuentran en cumplimiento de sus exigencias individuales si se constata, anualmente, que la sumatoria de las emisiones reales de cada una de las fuentes del establecimiento se encuentra por debajo de la sumatoria de sus exigencias individuales, independiente de la situación de excedencia o déficit de cada fuente de manera individual.

### **Redacción propuesta**

La redacción propuesta en el presente capítulo para reglamentar el sistema de compensaciones industriales en la Región Metropolitana es completamente diferente a la incorporada en el D.S. 66/2009 y está orientada a simplificar el sistema actual, entregando la administración del mismo al Ministerio del Medio Ambiente, a través del RETC (art. 70, letra p) de la Ley N° 10.300).

Considerando los cuestionamientos que realizó la Contraloría General de la República a la asignación de cupos de emisión mediante el PPDA (discusión del DS 58/2003) se ha mantenido el concepto de metas de emisión, que establece la cantidad máxima que puede emitir la fuente.

Uno de los aspectos más sensibles de la implementación de un nuevo sistema de compensación de emisiones es la definición de los criterios para la asignación inicial. En este caso, se plantean dos enfoques alternativos que tienen ventajas y desventajas como se indica a continuación:

Tabla 17: Compara ventajas y desventajas de diferentes criterios de asignación

Criterio de asignación inicial metas de emisión individuales	Ventajas	Desventajas
Mantener las asignaciones realizadas hasta ahora como un “derecho adquirido” por las empresas.	Simplifica la implementación de los cambios al sistema. Simplifica la tramitación con el sector regulado.	Se desaprovecha la oportunidad de implementar correcciones que podrían mejorar la operación del sistema.
Realizar una nueva asignación inicial que permita corregir algunas distorsiones (gran concentración de metas de emisión en pocas industrias, asignaciones realizadas en base a medición de emisiones en plena carga, etc.)	La implementación de correcciones que podrían mejorar la operación del sistema. Se puede apuntar al tema de fondo que es la necesidad de que se utilice información más cercana a la realidad de las fuentes emisoras (CEMS, niveles de actividad, niveles de carga, etc.) Metas reflejarían de mejor forma la situación real de las emisiones actuales.	Podría generar oposición de parte del sector regulado que puede percibir esto como un cambio de reglas frente a “derechos adquiridos”.

La selección de los criterios finalmente le corresponderá a la Autoridad Ambiental, por lo cual en la presente propuesta se entrega una redacción para ambas alternativas.

### **Sistema de Compensación de Emisiones de material particulado (MP) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) en el sector Industrial**

**Artículo 1.** Se establece el Sistema de Compensación de Emisiones Industriales para la Región Metropolitana, como instrumento complementario a las normas de emisión que le aplican al sector industrial. Este sistema está orientado a facilitar el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones del sector.

El sistema estará bajo la administración del Ministerio del Medio Ambiente y se define a partir de los siguientes conceptos:

- Contaminantes.
- Fuentes Participantes.
- Año base
- Metas de emisión (globales e individuales)
- Exigencias de compensación.
- Periodo de cumplimiento.
- Sistema de Administración de Compensaciones.
- Verificación del cumplimiento.

**Artículo 2.** Los contaminantes que serán considerados en el Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana serán:

- Material Particulado (MP)
- Óxidos de Nitrógeno (NOx)

**Artículo 3.** Para efectos de este sistema de compensación de emisiones se considerará como año base al último año calendario previo a la fecha de publicación del presente decreto.

**Artículo 4.** Se considerarán como fuentes participantes del Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana las fuentes estacionarias industriales que:

- a) A la fecha de publicación del presente Decreto, estén instaladas y declaradas ante la Seremi de Salud de la Región Metropolitana y cuyas emisiones para el año base, superen los límites que se indican a continuación:
  - Material Particulado (MP): igual o superior a 2,5 ton/año.
  - Óxidos de Nitrógeno (NOx): igual o superior a 8,0 ton/año.
- b) Fuentes nuevas o existentes que al ampliarse superen los límites de emisión del punto anterior.

**Artículo 5.** Se define la Meta Global de Emisiones de MP o NOx, como el límite de emisiones totales del contaminante respectivo, que puede ser emitido por la totalidad de las fuentes participantes del sistema al final de un periodo de cumplimiento.

Las metas globales de MP y NOx se definen como se indica a continuación:

- Meta global de emisiones de MP: XX% del total de emisiones de MP asignadas a fuentes participantes para el año base.
- Meta global de emisiones de NOx: YY% del total de emisiones de NOx asignadas a fuentes participantes para el año base.

Comentario: Los valores de XX e YY los debe determinar el Ministerio de Medio Ambiente como parte del proceso de elaboración del Plan de Descontaminación y deberán quedar expresados numéricamente en el decreto del Plan. Estos valores se determinan en base a los niveles de calidad del aire que se espera lograr en el periodo de cumplimiento.

El criterio para determinar estos valores debería considerar la realización de una modelación fotoquímica para la Región Metropolitana, basada en el mejor inventario de emisiones disponible.

**Artículo 6.** El Ministerio del Medio Ambiente publicará mediante resolución las metas individuales de emisión para las fuentes participantes del sistema. La asignación de metas individuales de MP y NOx se realizará en base anual. Las fuentes que serán consideradas se indican a continuación:

**a) Material Particulado MP**

Las fuentes que serán consideradas para la asignación individual de metas de emisión de MP serán las siguientes, de acuerdo a las definiciones que establece el DS 66/2009:

- Fuentes industriales categorizados como procesos mayores emisores de MP y que cuentan con metas de emisión asignadas.
- Fuentes industriales categorizadas como procesos, nuevas o existentes ampliadas que compensan emisiones de MP.
- Calderas puntuales existentes con EDI o EDP
- Calderas nuevas puntuales compensadas
- Fuentes estacionarias cuyas emisiones de MP, para el año base, superen los límites del Artículo 3.

Para las calderas, se deberá convertir la emisión en base diaria (ED) a emisión en base anual considerando los días declarados de operación al año, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Emisión anual (ton / año)} = K \times \text{ED (kg / día)}$$

$$\text{Donde } K = \text{días de operación al año} \times 0,001$$

Para determinar los días de operación al año, se utilizará el promedio de los últimos tres años declarados.

**b) Óxidos de Nitrógeno (NOx)**

Las fuentes que serán consideradas para la asignación individual de metas de emisión de NOx serán las siguientes, de acuerdo a las definiciones del plan:

- Fuentes estacionarias mayores emisores de NOx y que cuentan con metas de emisión asignadas.
- Fuentes estacionarias nuevas o ampliadas que compensan emisiones de NOx.
- Fuentes estacionarias cuyas emisiones de NOx, para el año base, superen los límites del Artículo 4.

La primera asignación de metas individuales de emisión será realizada sobre la base de la información disponible para las fuentes



estacionarias de la Región Metropolitana en los registros de la Seremi de Salud, de acuerdo a los criterios siguientes:

### **c.1) De los criterios de asignación**

La asignación inicial de las metas individuales de emisión de MP y NOx considerarán los criterios siguientes:

#### **Material Particulado MP**

- Fuentes industriales categorizados como procesos mayores emisores de MP, que tengan meta asignada, la mantendrán como meta individual.
- Fuentes industriales categorizadas como procesos, nuevas o existentes ampliadas que han compensado emisiones, mantendrán como meta individual el monto compensado.
- Calderas puntuales existentes con EDI o EDP, mantendrán dicho monto como meta individual, pero expresado en base anual.
- Calderas nuevas puntuales compensadas, mantendrán el monto compensado como meta individual, pero expresada base anual.
- Fuentes estacionarias cuyas emisiones de MP, para el año base, superen los límites del Artículo 4, se les asignará una meta individual calculada como el promedio de las emisiones de los últimos tres años registrados.

Comentario: El criterio de asignar el promedio de los últimos 3 años apunta principalmente a corregir las sobre asignaciones iniciales de MP. Actualmente muchas fuentes con cupo de emisión tienen emisiones reales (reportadas) muy inferiores a lo asignado. Este criterio permitiría ajustarlos a una situación más cercana a su situación actual. Este mismo criterio se aplica en el caso del NOx.

#### **Óxidos de Nitrógeno (NOx)**

- Fuentes estacionarias mayores emisores de NOx y que cuentan con meta de emisión asignada, la mantendrán como meta individual.
- Fuentes estacionarias nuevas o ampliadas que han compensado sus emisiones de NOx, mantendrán como meta individual el monto compensado.
- Fuentes estacionarias cuyas emisiones de NOx para el año base superen los límites del Artículo 4, se les asignará una meta individual calculada como el promedio de las emisiones de los últimos tres años registrados.

### **c.2) De los criterios de asignación**

La asignación inicial de las metas individuales de emisión de MP y NOx se realizará de acuerdo a un procedimiento que deberá establecer el Ministerio del Medio Ambiente, el cual deberá considerar, al menos, los criterios siguientes:

- Para todas las fuentes participantes del sistema, la asignación inicial deberá ajustarse a las emisiones reales declaradas los 3 últimos años calendario previos a la publicación del presente decreto.
- Esta asignación deberá utilizar la información más actualizada disponible para las fuentes industriales, priorizando la información generada con mediciones continuas (CEMS) en las fuentes que cuentan con estos sistemas, privilegiando las mediciones representativas de condiciones reales de operación.
- Para la caracterización de los niveles de actividad, se deberá contar con la mejor información disponible de niveles de consumo de combustible, de preferencia medidos en línea, horómetros, etc.

### **d) Del proceso de asignación**

El proceso de asignación inicial contemplará los siguientes plazos y etapas:

- El Ministerio del Medio Ambiente en coordinación con la Seremi de Salud Metropolitana realizará una revisión de las fuentes estacionarias consideradas en los puntos a) y b) precedentes.
- Publicación preliminar de las asignaciones en un plazo máximo de 6 meses mediante Resolución del Ministerio del Medio Ambiente.
- Con la publicación de la resolución citada en el punto anterior, se iniciará un proceso de 3 meses en que los representantes legales de las fuentes incluidas en el listado preliminar podrán aportar información adicional que permita corregir las asignaciones.
- Publicación definitiva de las asignaciones en un plazo máximo de un año mediante Resolución del Ministerio del Medio Ambiente.

Comentario: Todo aquello que se refiere a la asignación inicial puede quedar como un artículo transitorio, de forma tal de que pueda ser removido una vez que esta asignación se realice. Esto permite darle mayor claridad y simplicidad a esta regulación, eliminando toda referencia a regulaciones anteriores.

**Artículo 7.** El Periodo de Cumplimiento corresponde al plazo establecido para que las fuentes participantes reduzcan sus emisiones para cumplir con sus metas individuales de emisión.

El primer periodo de cumplimiento se establece en 5 años calendario, contados desde el 1 de enero del año siguiente a la publicación del presente decreto. Durante este periodo, las fuentes participantes deberán acreditar anualmente el cumplimiento de sus metas individuales.

Concluido el periodo de cumplimiento, la totalidad de las metas de emisión individuales establecidas a dicha fecha, deberán ser ajustadas automáticamente de la forma siguiente:

- Metas de emisión de MP individuales: Reducción de un XX%.
- Metas de emisión de NOx individuales: Reducción de un YY%.

Comentario: Esto significa que las metas individuales permanecen invariables durante el periodo de cumplimiento. Terminado el periodo, se ajustan todas las metas individuales reduciéndose en el mismo porcentaje que la meta global.

**Artículo 8.** Con la finalidad que el ingreso de nuevas fuentes industriales o la ampliación de fuentes existentes no afecte el cumplimiento de la Meta Global de Emisiones de MP y NOx, se establece la exigencia de compensar el diferencial de emisiones, respecto de la situación base, en una proporción de 1:1.

Esta exigencia aplicará a fuentes nuevas o ampliaciones de fuentes existentes que superen los límites del Artículo 4 y deberá ser acreditada a partir del año calendario siguiente a la instalación o ampliación de la fuente emisora.

Fuentes participantes podrán utilizar el mecanismo de la compensación de emisiones para cumplir con sus metas de emisión individuales.

**Artículo 9.** En un plazo máximo de un año desde la publicación del presente Decreto, el Ministerio del Medio Ambiente deberá implementar un Sistema de Administración de Compensaciones.

Este sistema deberá administrar tres registros que servirán de apoyo a la verificación del cumplimiento:

- a) Emisiones reales de fuentes participantes.
- b) Metas individuales de las fuentes participantes.
- c) Traspaso/arriendo de metas de emisión entre fuentes participantes.

Este sistema deberá ofrecer un acceso expedito, actualizado y en línea de la información relevante de las fuentes participantes, metas individuales, emisiones reales, mediciones y niveles de actividad anual.

### **Verificación del Cumplimiento**

**Artículo 10.** La verificación anual del cumplimiento de las metas individuales de emisión la realizará la Superintendencia del Medio Ambiente, con informe previo del Ministerio del Medio Ambiente, comparando las emisiones reales del último año calendario con las metas de emisión individuales de cada fuente participante.

Se establece un periodo de conciliación anual, entre el 1 de enero y el 31 de marzo de cada año. Este periodo está destinado para que las industrias, conociendo sus emisiones reales del año calendario anterior, realicen las acciones que les permitan cumplir con sus metas individuales.

Durante el mes de abril de cada año, el Ministerio del Medio Ambiente, haciendo uso del Sistema de Administración de Compensaciones mencionado en el Artículo 9, evaluará el cumplimiento del año calendario anterior.

El Ministerio del Medio Ambiente generará un listado público del cumplimiento de las fuentes participantes que estará disponible en la página web a más tardar el 30 de abril del mismo año.

Esta evaluación deberá ser remitida a la Superintendencia del Medio Ambiente para que inicie las sanciones en el caso que corresponda.

**Artículo 11.** Para la evaluación del cumplimiento de fuentes industriales participantes del sistema de compensaciones de MP o NOx, se considerará que las fuentes de un establecimiento industrial se encuentran en cumplimiento de sus exigencias individuales si se constata, que la sumatoria de las emisiones reales de cada una de las fuentes participantes del establecimiento se encuentra por debajo de la sumatoria de sus metas individuales, independiente de la situación de excedencia o déficit de cada fuente de manera individual.

**Artículo 12.** Las fuentes participantes podrán acreditar el cumplimiento de sus metas de emisión mediante los siguientes mecanismos:

- Reducción de emisiones en la propia fuente emisora.
- Reducción de emisiones en otras fuentes emisoras de la industria que sean fuentes participantes del sistema.

- Compensación de emisiones entre fuentes participantes. Estas compensaciones podrán realizarse por periodos mínimos de un año. La fuente que cede parte de sus metas mediante la compensación, no podrá utilizarlas para acreditar cumplimiento de sus exigencias.

El Ministerio del Medio Ambiente llevará el registro de las metas individuales de emisión y de las compensaciones que se realicen entre las fuentes participantes del sistema. La forma en que se realizarán estas compensaciones será definida por Resolución del mismo ministerio en un plazo máximo de 6 meses desde la publicación del presente decreto.

### **Fiscalización**

**Artículo 13.** La fiscalización de las disposiciones que se establecen para la operación del Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana estará a cargo de la Superintendencia del Medio Ambiente.

La Superintendencia del Medio Ambiente deberá realizar un seguimiento sistemático de las emisiones de las fuentes participantes del sistema, para lo cual deberá generar las condiciones para la creación de un laboratorio de referencia para medición de emisiones en chimeneas industriales.

## **4 Capítulo Gestión de las emisiones industriales en la macro zona**

En forma complementaria a las recomendaciones que se plantean para rediseñar el sistema de compensación de emisiones, pero fuera del marco del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, se propone establecer un Sistema de Gestión de los Impactos Industriales para la macro zona central, de forma tal de avanzar en el mediano plazo a un sistema de compensación de emisiones de mayor alcance, que permita establecer exigencias adicionales a mega fuentes que se instalen en las regiones Quinta y Sexta. Por su alcance transregional, este sistema debería ser administrado por el Ministerio del Medio Ambiente en coordinación con las seremis regionales.

### **Impacto de las emisiones industriales a nivel de la macrozona**

Actualmente la industria regulada en el PPDA representa el 10% del NOx y el 11% del MP que se emite en la Región Metropolitana, según el inventario de emisiones del año 2012. Para cumplir con la norma de calidad de MP2,5 se requiere mantener control estricto de las grandes fuentes de la Región Metropolitana, sin embargo esta gestión debe complementarse con el control de las emisiones industriales a nivel de la macrozona central, de acuerdo a los antecedentes que se presentan más adelante en este informe.

Este cambio de enfoque en la gestión industrial que se propone es necesario por el carácter mayoritariamente secundario del MP2,5 y por el alcance transregional que tienen las emisiones de megafuentes industriales localizadas en las regiones Quinta y Sexta.

### **Transporte Interregional de especies atmosféricas**

Una de las consecuencias de las exigencias de compensación de emisiones industriales en la Región Metropolitana, ha sido el traslado de industrias contaminantes a las regiones aledañas, V y VI. Cabe recordar que en la década de los noventa, antes que la Región Metropolitana fuera declarada saturada por MP10 y otros contaminantes, había una fuerte presión por instalar centrales termoeléctricas a gas, provocada por el inicio de la construcción del gasoducto trasandino. Fue en este contexto que las autoridades ambientales de la región tomaron la decisión de establecer la declaración de zona saturada el año 1996, lo cual hizo más evidente que de instalarse deberían compensar sus emisiones.

Esta normativa sigue ejerciendo una fuerte presión sobre las fuentes que están dentro de la zona saturada, generando incentivos para la instalación fuera de la región. Sin embargo se debe mencionar que existe una contribución no despreciable de escala regional de aerosoles que se da entre las tres regiones, Metropolitana, V y VI.

No todos los componentes atmosféricos tienen relación con el aporte interregional. En la Figura 9 se entrega un esquema de las escalas espaciales y temporales para distintas especies atmosféricas. El tiempo de vida media atmosférica depende de la efectividad de los procesos de remoción. Evidentemente, mientras mayor sea el tiempo de vida media, mayor es la cantidad de tiempo que está en la atmósfera y por lo tanto mayor es la distancia que cada especie puede recorrer.

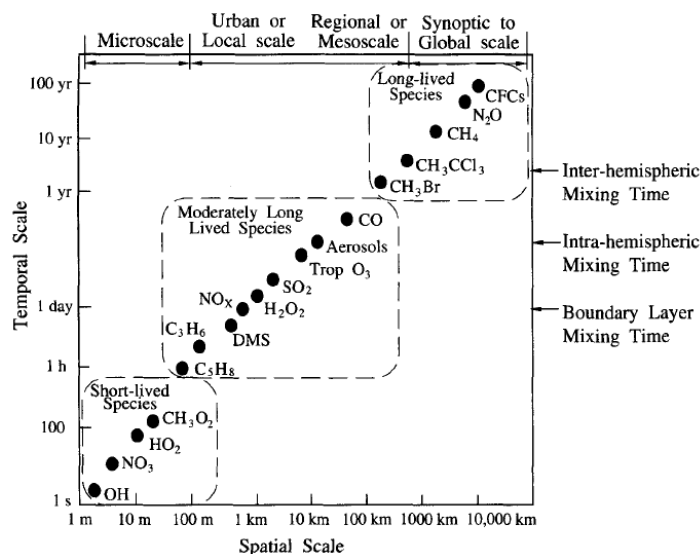


Figura 9: Variabilidad de la escala espacial y temporal de los principales constituyentes atmosféricos.

De la Figura 9 se puede observar que las especies radicalarias (con electrones impares) tienen una reactividad significativamente alta y por lo tanto su tiempo de vida difícilmente puede sobrepasar los 100 segundos (especies de vida corta). Por lo tanto su transporte no va más allá de los 100 metros (microescala). Luego le siguen especies de una reactividad relativamente menor, que se distribuyen entre los 100 m a 100 km, dando origen a la escala urbana (donde se encuentran la mayor parte de los COV's y los NO<sub>x</sub>) o una escala regional (donde se encuentran los aerosoles, CO y SO<sub>2</sub>).

A mayor escala están las especies menos reactivas y por lo tanto pueden estar entre 1 año a 100 años en la atmósfera, los que se conocen como especies de vida larga. Estas usualmente están más bien relacionadas con el Cambio Climático (no abordado en este estudio), ya que pueden ser transportados prácticamente a través de toda la atmósfera (entre los hemisferios terrestres).

Durante el transporte atmosférico, prácticamente todas las constituyentes experimentan reacciones químicas (con excepción de los compuestos más inertes). Por lo general, las transformaciones atmosféricas de ellas se dirigen hacia una dirección, en donde el estado de oxidación (o la cantidad de oxígeno dentro la estructura molecular) se amplifica numerosas veces. En la medida que el estado de oxidación es mayor, más estable es la molécula y por lo tanto menos reactiva. Esto también lleva a un incremento en la polaridad de la especie y de la misma forma en su solubilidad. El ejemplo más clásico lo constituye la transformación de SO<sub>2</sub> a ácido sulfúrico (o bien a sulfato de amonio como partícula). El SO<sub>2</sub> una vez emitido es moderadamente soluble, mientras que como ácido se torna un efectivo agente captador de agua.

Es recomendable detenerse en los aerosoles. La vida media de ellos depende también de su tamaño (o diámetro aerodinámico). Mientras más grande son las partículas, menor es su tiempo de residencia atmosférico, y por lo tanto menor es la distancia que pueden alcanzar durante el transporte. Es por eso que el Material Particulado Sedimentable (MPS) solo es importante a distancias muy cortas y termina siendo un problema local. Estas partículas son esencialmente primarias y provienen principalmente de la abrasión de materiales o resuspensión de polvo.

En el otro extremo de tamaño de partículas se encuentra el  $MP_{2.5}$ . En atmósferas urbanas como Santiago, su composición obedece a que más de un 60% corresponde a partículas secundarias y el resto termina siendo material proveniente principalmente de procesos de combustión (que también son partículas pequeñas). En este tamaño de partículas  $\leq MP_{2.5}$ , el tiempo de residencia aumenta considerablemente, desde días hasta semanas, extendiendo las distancias de transporte.

Existe la evidencia del transporte de larga distancia de contaminantes atmosféricos hacia la Región Metropolitana (que incorpora el transporte interregional). Aquí se mencionan dos eventos particulares ocurridos durante los veranos del 2012 y 2014. Entre el 4 y 8 de enero de 2014 Santiago experimentó una densa nube por algunos momentos del día, que tuvo como origen los incendios forestales en el sector de Melipilla (Figura 10). No solo visualmente fue percibido el impacto, sino también en términos de concentración.

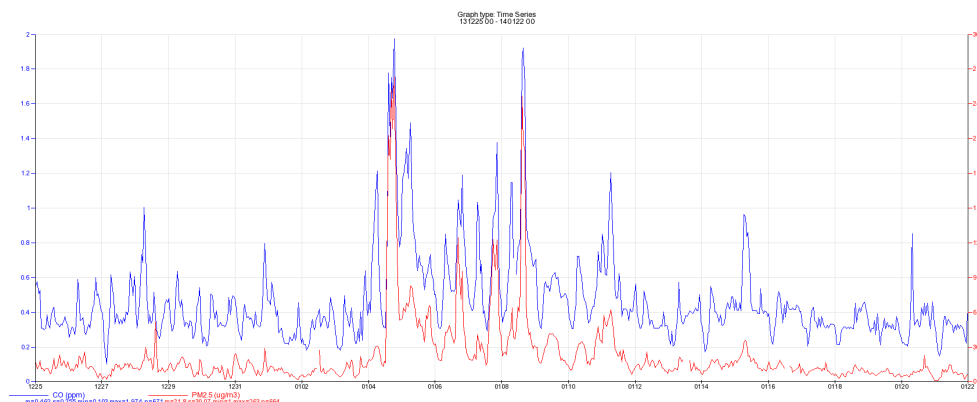


**Figura 10: Fotografía de Santiago, miércoles 8 de enero 2014, producto de la segunda reactivación de los incendios forestales ocurridos en Melipilla. Fuente: ADN noticias.**

En la Figura 11 se entrega la concentración de CO y  $MP_{2.5}$  medida en la estación de Pudahuel. En esta gráfica se indica claramente eventos de alta concentración entre los días 4 y 8 de enero, tanto para  $MP_{2.5}$  como para CO. Se analizan estas series juntas debido a que el CO puede ser considerado como un contaminante primario en el lapso de una semana (su química es más bien lenta dentro de este período de tiempo), y por lo tanto es indicador de procesos de combustión. Antes y después de los incendios la concentración presenta niveles 0.5 y 1 ppm, mientras que durante los incendios hay concentraciones altas durante el 4 y 8 de enero (días de inicio y reactivación de los incendios en Melipilla). Durante estos días también se observa una variabilidad similar de la concentración de  $MP_{2.5}$ . Dado que la correlación es estrecha entre ambas series, se puede afirmar que estas partículas corresponden principalmente a emisiones de biomasa.

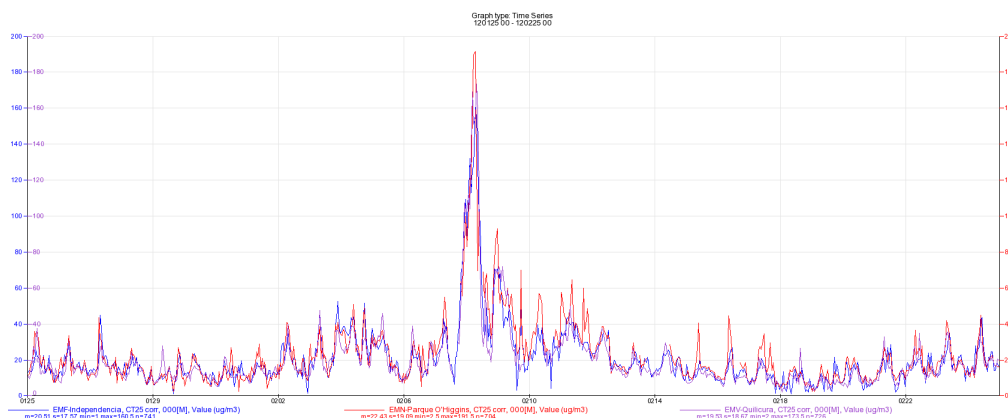


Cabe mencionar que en este ejemplo la situación particular esporádica corresponde al incendio forestal y no a que la condición meteorológica fue particularmente diferente al comportamiento en verano. Por lo tanto, siempre existen condiciones de ventilación en Santiago y una de ellas es por el valle que lleva hacia Melipilla. El incendio forestal sirvió como indicador de cómo los niveles medidos en Santiago pueden verse afectados por condiciones que se encuentran en los alrededores.



**Figura 11: Concentración de CO y MP<sub>2.5</sub> medida en estación Pudahuel (Enero año 2014). Los eventos altos de concentración entre el 4 y 9 de enero corresponden al impacto de los incendios forestales en Melipilla.**

Una segunda evidencia que deja en manifiesto el transporte interregional de contaminantes atmosféricos ocurrió durante el verano del año 2012, gatillando la primera superación de la norma MP<sub>2,5</sub> que había entrado en vigencia el 1 de enero de ese año. En este caso, el evento fue un incendio forestal ocurrido en Valparaíso, en el sector de las Palmas. La serie de tiempo de tres estaciones de la Red MACAM (La Paz, Parque O'Higgins y Quilicura, Figura 12) se comportan como si fuera una sola durante este tiempo. Queda en evidencia así el máximo de concentración que inclusive desencadena estado de emergencia ambiental para la Región Metropolitana.



**Figura 12: Concentración de MP<sub>2.5</sub> medido en Estación La Paz, Parque O'Higgins y Quilicura. El evento alto de concentración tiene relación con los incendios forestales ocurridos en la V Región, verano del año 2012.**

## Evaluación del impacto de las emisiones transregionales en la calidad del aire de la Región Metropolitana

La evaluación de estos impactos se está desarrollando en el marco del estudio “Calidad del aire en la macro zona central de Chile: aporte interregional a las concentraciones de mp2,5 en la Región Metropolitana” contratado por el MMA.

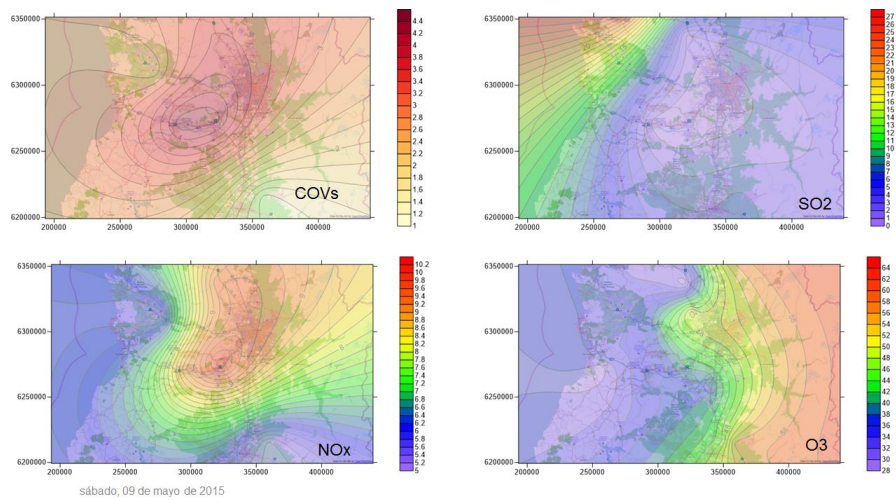
En la tabla siguiente se presenta un resumen de las megafuentes de emisión de MP y sus precursores que se han identificado en las regiones V y VI, cuyas emisiones se comparan con las emisiones de la Región Metropolitana. En el mencionado estudio, estas fuentes serán modeladas para estimar su aporte al MP2,5 y compararlo con el aporte de las fuentes industriales de la Región Metropolitana.

Es importante comprender que estas emisiones son sólo una parte de las emisiones industriales de las regiones V y VI, sin embargo representan 3 veces las emisiones de MP de la RM, 4,5 veces las emisiones de NOx y 42 veces las emisiones de SO2.

Tabla 18: Emisiones de MP y sus precursores, megafuentes industriales regiones V-VI.

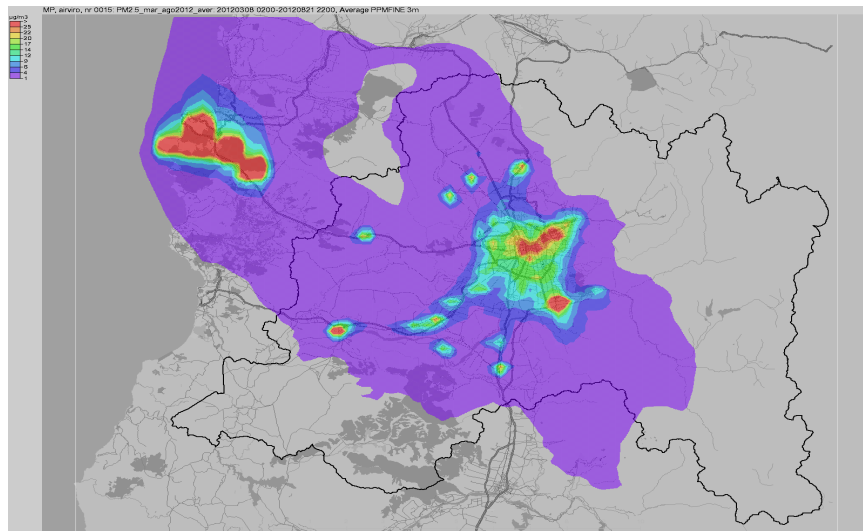
Fuentes	Región	Contaminantes [ton/año]			
		MP 10	MP 2.5	NOx	SO2
Fundición Chagres	V	690	350	47	11.666
Fundición Ventanas	V	824	605	95	12.529
Aes Gener Ventanas (1 y 2)	V	253	110	9.281	9.633
Aes Gener Ventanas Campiche	V	385		4.205	3.688
Los Vientos	V	18	3	485	426
San Isidro Unidad 1 con Diesel	V	18	3	487	428
San Isidro Unidad 1 con GNC	V	34	34	1.287	3
Unidad 1 con Diesel	V	49	8	1.356	1.192
Unidad 1 con GNC	V	0	0	1	0
Nehuenco Unidad 1 con Diesel	V	9	1	243	213
Nehuenco Unidad 1 con GNC	V				
Nehuenco Unidad 2 con Diesel	V	63	10	1.728	1.518
Nehuenco Unidad 2 con GNC	V	4	4	165	0
Nehuenco Unidad 3 con Diesel	V	7	1	189	166
Nehuenco Unidad 3 con GNC	V	4	4	154	0
Refinería Aconcagua	V	17	15	311	180
Cemento Melón	V	0,41	0,38	8,04	12,09
Cristalerías Chile Petroleo 6	V	15		289	116
Cristalerías Chile Gas natural	V	29		587	232
Fundición Caletones	VI		260		41.844
Central Termoelectrica Candelaria	VI	80	22	152	3
Energía Verde S.A.	VI	15	4	427	23
<b>Total Megafuentes Regiones</b>	<b>V - VI</b>	<b>2.515</b>	<b>1.435</b>	<b>21.496</b>	<b>83.874</b>
<b>Industrias de Región Metropolitana</b>	<b>RM</b>	<b>742</b>	<b>662</b>	<b>4.921</b>	<b>1.990</b>

En la imagen siguiente se presenta un resultado preliminar del estudio de la macrozona central, campaña de tubos pasivos realizada el verano de 2015, que será complementada con una campaña similar durante junio de 2015 (invierno).



**Figura 13: Campaña de medición con tubos pasivos, verano 2015 (Estudio Macrozona Central)**

El mapa que se presenta a continuación muestra una estimación preliminar del impacto de las emisiones directas de MP en la macrozona. Cabe mencionar que esto debe ser complementado con el impacto del MP secundario que se forma a partir de las emisiones de SO2 y NOx principalmente.



**Figura 14: Modelación del impacto de las emisiones directas de MP en la macro zona**

## Propuesta para una gestión de las emisiones industriales a nivel de la macro zona

Junto con los cambios propuestos al sistema de compensaciones en la industria, pero fuera del marco del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, se recomienda establecer un Sistema de Gestión de los Impactos Industriales para la macro zona central. De esta forma se puede empezar a avanzar a un sistema de compensación de emisiones de mayor alcance, que permita establecer exigencias adicionales a mega fuentes que se instalen en las regiones Quinta y Sexta. Por su alcance transregional, este sistema debería ser administrado por el Ministerio del Medio Ambiente en coordinación con las seremis regionales.

Como se ha planteado desde el inicio de este trabajo, la gestión de la calidad del aire para el MP2,5 requiere una mirada más amplia del sector industrial. En las regiones aledañas a la Región Metropolitana se localizan importantes megafuentes industriales, por lo cual se plantea que la autoridad ambiental (MMA) implemente una plataforma para el seguimiento de las emisiones industriales para fuentes de gran tamaño considerando la macro zona central como se muestra en la figura siguiente:

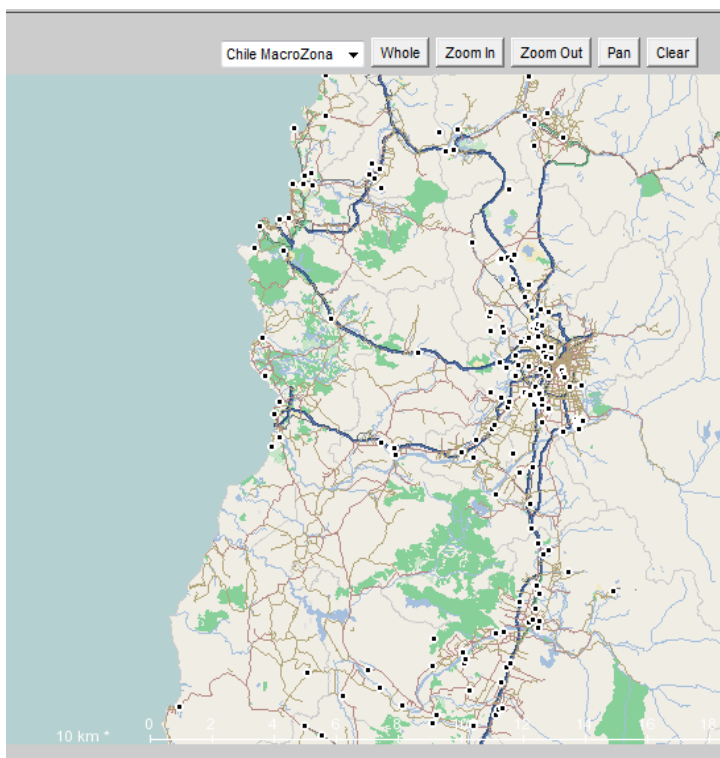


Figura 15: Grandes fuentes industriales de la macrozona central

Cabe mencionar que técnicamente no existen restricciones para implementar una herramienta como la que se propone, especialmente porque el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con varias licencias de la plataforma Airviro donde se pueden integrar emisiones desde fuentes fijas medidas con CEMS, información meteorológica, mediciones de calidad del aire y modelos de dispersión de contaminantes.

El acceso a los datos de emisiones se ha simplificado en los últimos años con la promulgación las normas de emisión y planes de descontaminación que exigen mediciones con sistemas CEMS:

- Termoeléctricas: Están reguladas por el DS 13/2011, por lo cual tienen la obligación de reportar emisiones con CEMS (MP, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub>) anualmente a la SMA.
- Fundiciones de Cobre: Están reguladas por el DS 23/2013, por lo cual tienen obligación de reportar emisiones de SO<sub>2</sub> (Cems) y balances de masa para SO<sub>2</sub> y Arsénico.
- Fuentes industriales (mayores emisores) de las Región Metropolitana tienen exigencias de incorporar sistemas CEMS (MP, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>).
- Otras fuentes industriales de gran envergadura en la macrozona: Se deben revisar aquellas que han sido evaluadas en el SEIA y que tengan exigencia de incorporar CEMS.

En esta plataforma no es necesario (aunque también es factible) que las emisiones estén conectadas en línea. Se puede acceder anualmente a las bases de datos que deben reportar a la SMA en el cumplimiento de sus obligaciones.

En la figura siguiente se representa el tipo de información que se podría incorporar al sistema de gestión de las emisiones industriales.

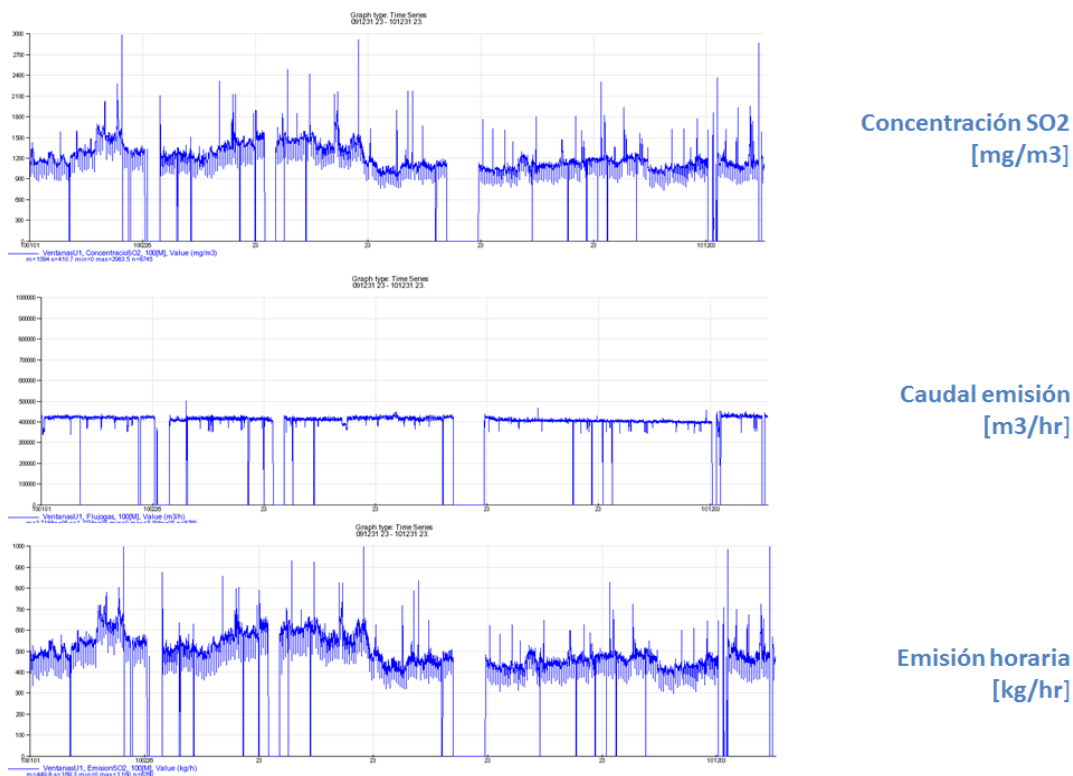


Figura 16: Ejemplo de la información generada por CEMS en centrales termoeléctricas

Esta herramienta debería estar orientada a las siguientes funciones:

- Inventario de emisiones industriales que se actualizaría anualmente.
- Evaluación del impacto de las fuentes industriales en la macro zona central.
- Evaluación del impacto de fuentes industriales que ingresen al SEIA, de forma tal de poder establecer exigencias ambientales, que podrían incluir la compensación de emisiones.

En el diagrama siguiente se indica cómo podría implementarse el sistema propuesto, considerando que existen cuatro organismos independientes que están generando la información que serviría de entrada a este modelo de gestión.

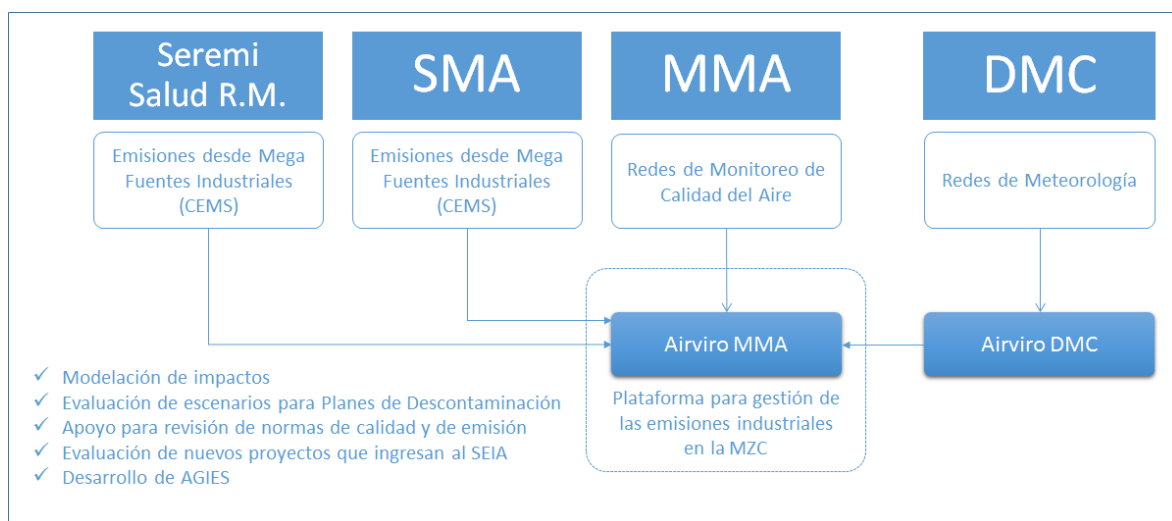


Figura 17: Estructura de una plataforma para la gestión de las emisiones industriales en la macrozona.

## Anexo 1: Descripción del Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana.

Es importante dejar establecido desde el inicio que el denominado “Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana” en la realidad no opera como un sistema, sino como tres componentes independientes que han sido regulados a través de sucesivas modificaciones y ajustes que se han introducido en el Plan de Descontaminación de Santiago y que son administrados por instituciones diferentes.

La génesis de este mecanismo de gestión ambiental la encontramos en el DS N°4/1992 del Ministerio de Salud, donde se establecen límites de emisión de MP para el sector, cupos de emisión para las fuentes existentes y exigencias de compensación de emisiones para fuentes nuevas. Posteriormente se incorporó la compensación de emisiones en el SEIA y se asignaron metas de emisión a los operadores de Transantiago, con la finalidad de conformar un sistema más amplio de compensación de emisiones.

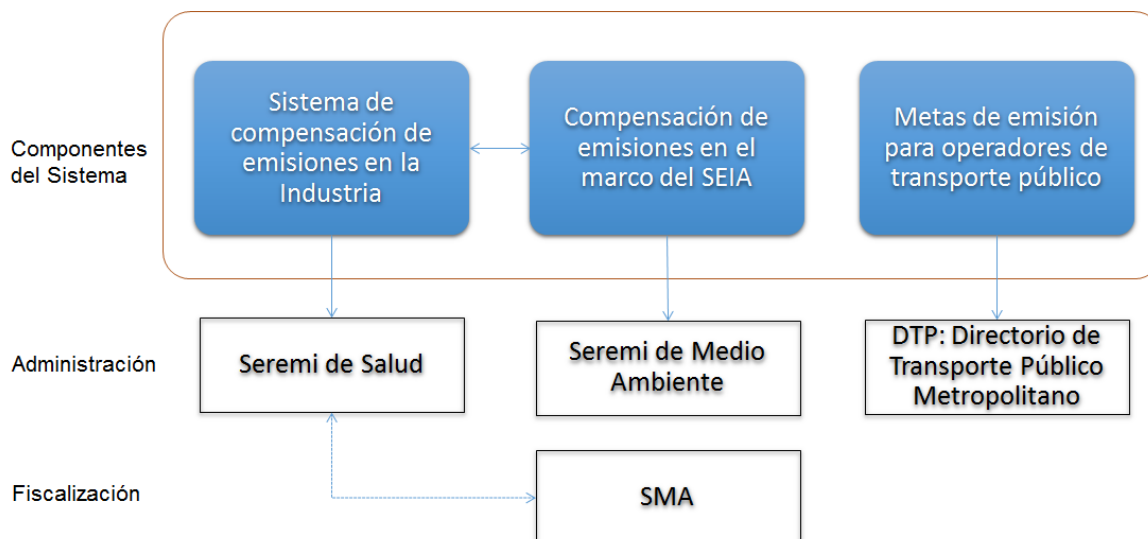


Figura 1: Diagrama general del Sistema de Compensación de Emisiones de la Región Metropolitana. Fuente: Elaboración propia

Los mecanismos que se han establecido para la compensación de emisiones se han incorporado mediante disposiciones que se han incorporado en los planes de descontaminación de la Región Metropolitana, DS N°16/1998, DS N°20/2001 y DS N°58/2004, todos del Minsegespres. Las disposiciones más recientes relacionadas con la compensación de emisiones se encuentran en el DS N°66/2009 que establece el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana vigente. Este plan incorpora en el Capítulo X, denominado INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIOS, en el Artículo 129, algunas disposiciones respecto del Sistema de Compensación de Emisiones y otros Instrumentos Económicos.

En dicho artículo se establece lo siguiente:

1. Con el objetivo de operativizar las compensaciones de emisiones de MP, NOx y SOx en la Región Metropolitana, la Conama (Seremi Medio Ambiente de la Región Metropolitana) junto a los órganos de la Administración del Estado competentes, deberá, en un plazo de un año a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto:

a) Apoyar la revisión y actualización de las metas individuales de emisión de material particulado y óxidos de nitrógeno para el transporte público.

b) Desarrollar los antecedentes y estudios necesarios con el fin de implementar el Sistema de Compensaciones de Emisiones para la Región Metropolitana que integre las transacciones entre las fuentes que están actualmente vigentes en el sistema de compensación y aquellas de carácter voluntario.

c) Desarrollar los estudios necesarios para definir metodologías de reconocimiento de reducción de emisiones y que sean replicables para proyectos que ingresen al SEIA.

d) Elaborar procedimientos de registro, acreditación, certificación y control asociados a las compensaciones dispuestos en una plataforma web.

e) Implementar, en conjunto con los servicios competentes, un sistema de reporte de cumplimiento de las exigencias de compensación ya establecidas, que estará disponible en la página web.

2. La Conama (Seremi Medio Ambiente de la Región Metropolitana) podrá realizar el reconocimiento de reducción de emisiones para proyectos que ingresen al SEIA. Aquellos proyectos que sean sometidos al SEIA, sea obligatoria o voluntariamente, y que acrediten reducción neta de emisiones, esto es, que la situación con proyecto, incluyendo construcción y operación, signifique menores emisiones que la situación sin proyecto, tendrán un reconocimiento de la reducción de emisiones en la Resolución de Calificación Ambiental (en adelante, RCA) correspondiente. La RCA deberá señalar la reducción neta de emisiones que se estima el proyecto implicará.

3. A partir de las recomendaciones generadas por los estudios señalados en el número 1 del presente artículo, la Conama pondrá a disposición del Ministerio Secretaría General de la Presidencia los antecedentes que se requieran para la discusión del proyecto de ley a que se refiere el Artículo 48 de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

4. La Conama desarrollará una propuesta de mecanismos jurídicos que permitan definir los sistemas de fiscalización y/o de redefinición de sanciones para el sistema de compensación de emisiones.

**A la fecha, se observa poco avance en la implementación de las disposiciones que establece el último PPDA, de acuerdo con las entrevistas sostenidas, por lo cual se debe evaluar la necesidad de mantener este enfoque en el nuevo plan de descontaminación para MP2,5.**

A continuación se describe detalladamente cada uno de los componentes de este sistema de compensaciones vigente, que se ha elaborado en base a la actualización de los contenidos de estudios realizados previamente por el Centro Mario Molina Chile.



## **Descripción del Sistema de compensación de emisiones en la Industria**

### **Compensación de emisiones de material particulado en calderas**

En el año 1992 se origina el “Programa de Compensación<sup>3</sup> de Emisiones” a través del Decreto Supremo Nº 4/92 el cual se establece con el fin de controlar y reducir las emisiones de material particulado provenientes de las fuentes industriales fijas cuyas emisiones se descargan a la atmósfera a través de un ducto o chimenea con un volumen de flujo mayor o igual a 1000 m<sup>3</sup>/h (fuentes definidas como Fuente Estacionaria Puntual en el decreto). La entidad encargada de fiscalizar el Programa de Compensación de Emisiones en la industria era la Seremi de Medio Ambiente de la R.M. hasta la creación de la Superintendencia de Medio Ambiente, la actual encargada de la fiscalización de las medidas contenidas en los planes de descontaminación.

Desde el punto de vista del diseño, las fuentes estacionarias fueron clasificadas en fuentes nuevas y existentes. Se consideraron fuentes existentes todas aquellas que estaban registradas o habían iniciado las gestiones para ser registradas a la fecha de publicación de DS 4/1992. Las fuentes nuevas se definieron como todas aquellas que se registraron con posterioridad a la fecha de publicación del decreto para las cuales se establecieron límites de emisión.

Inicialmente, las fuentes incluidas dentro del programa fueron las calderas industriales, las calderas de calefacción, los generadores de vapor y los procesos industriales. Sin embargo, estos últimos posteriormente fueron excluidos debido a la complejidad para estimar sus emisiones y efectuar un adecuado seguimiento de las disposiciones estipuladas por el decreto (Palacios y Chávez, 2002). De esta forma, sólo se les exigió cumplimiento de la obligación de compensar a calderas industriales y de calefacción, turbina de gas y hornos panificadores, que eran relativamente más homogéneos. Las calderas industriales son utilizadas por la industria para producir vapor o calentar fluidos. Las calderas de calefacción, por otro lado, son utilizadas para calentar agua que permite calefaccionar dependencias del sector público, comercial y residencial.

Las restricciones que estableció el decreto para este tipo fuentes en la Región Metropolitana son dos:

- Las fuentes estacionarias puntuales nuevas y existentes no podrán emitir material particulado en concentraciones superiores a 112 mg/m<sup>3</sup>.
- Mediante el DS 812/94 se asignaron permisos de emisión diaria conocidos como Emisión Diaria Inicial (EDI) a las fuentes puntuales existentes, los cuales fueron distribuidos por única vez, en forma gratuita. Cada unidad de EDI, la cual es proporcional al caudal del flujo de

---

<sup>3</sup> El decreto define compensación como un acuerdo entre titulares de fuentes de modo tal, que una de las partes practica una disminución en sus emisiones de material particulado al menos en el monto en que el otro las aumenta

emisión, confiere a su titular la posibilidad de emitir un kg diario de partículas a perpetuidad<sup>4</sup>:

$$\text{EDI} [\text{kg/día}] = \text{Caudal} [\text{m}^3/\text{h}] * C_0 * 24 [\text{h/día}] * 10^{-6} [\text{kg/mg}] \quad (1)$$

EDI = Emisión Diaria Inicial

Caudal = Caudal medido a plena carga, en condiciones estándar, corregido según exceso de aire declarado por la fuente al momento de registrarse.

$C_0 = 56 [\text{mg/m}^3]$ . Corresponde a la concentración de material particulado para determinar la emisión máxima diaria permitida de acuerdo a la ecuación (1). Esta concentración se usó de manera uniforme para todas las fuentes existentes.

24 = Se considera para todas las fuentes una operación de 24 horas al día.

Cada fuente puede emitir hasta un nivel consistente con los permisos de que dispongan, lo que le otorga al programa las características de un mercado de permisos de emisión transferibles.

Las fuentes existentes utilizan los EDI para cubrir la capacidad de emisión diaria, la cual se conoce como emisión declarada diaria (EDD<sup>5</sup>). De esta forma, las fuentes pueden suplir los excesos de emisión con reducciones de otras fuentes o pueden ceder los excesos de EDI, según corresponda, siempre que la concentración observada no supere el estándar máximo. La cantidad de emisiones obtenidas o cedidas a otras fuentes se denomina como Emisión Compensada<sup>6</sup> (EC). De esta manera se conforma la Emisión Diaria Permitida<sup>7</sup> (EDP) para la primera compensación como:

$$\text{EDP}_1[\text{kg/día}] = \text{EDI} [\text{kg/día}] - \text{EC}_1 [\text{kg/día}] \quad (\text{para la fuente compensante o que cede derechos})$$

$$\text{EDP}_1[\text{kg/día}] = \text{EDI} [\text{kg/día}] + \text{EC}_1 [\text{kg/día}] \quad (\text{para la fuente compensatoria o que adquiere derechos})$$

Debe cumplirse siempre que:

$$\text{EDD} [\text{kg/día}] \leq \text{EDP}[\text{kg/día}]$$

---

<sup>4</sup> Sin embargo estos permisos expiran para aquellas fuentes estacionarias que han dejado de existir, transcurridos 3 años contados desde la verificación del hecho por parte del Servicio o para aquellas fuentes estacionarias existentes, que se encuentren inactivas, transcurridos 3 años contados desde la verificación del hecho por parte del Servicio.

<sup>5</sup> Es aquella emisión total diaria de material particulado de una fuente estacionaria puntual que consta en la declaración de emisiones. La declaración de emisiones es un documento escrito extendido por el titular de una fuente estacionaria o por su apoderado, en donde constan los antecedentes técnicos de la fuente y que tiene por objeto caracterizar el proceso emisor y determinar el nivel de emisiones de material particulado.

<sup>6</sup> Es la cantidad de emisión diaria de material particulado, en que la fuente del compensatorio aumenta su emisión diaria permitida (EDP) y corresponde a la misma cantidad en que la fuente del compensante la disminuye.

<sup>7</sup> Es la emisión máxima diaria de material particulado de una fuente estacionaria puntual, considerando la o las eventuales compensaciones realizadas de conformidad con el Decreto Supremo N° 812/1995.

Lo que se transa, por lo tanto, son permisos de emisión máxima diaria [kg/día] de MP. Las fuentes estacionarias existentes no podrán emitir más de la cantidad calculada de acuerdo a la ecuación 1, a menos que compensen la diferencia de emisiones mayor a la autorizada, con otras fuentes puntuales existentes los derechos de capacidad de emisión.

#### **Reducción de los permisos de emisión:**

Los permisos de emisión fueron reducidos de acuerdo al siguiente cronograma

- Después del 31 de Diciembre del 1999 en el que se disminuye el CO de la ecuación (3.1) a 50 mg/m<sup>3</sup>.
- Después del 31 de Diciembre del 2004 (Decreto Supremo N°16, 1998) a 32 mg/m<sup>3</sup>.

En el caso de las fuentes nuevas, no se les asigna EDI, por lo tanto éstas deben adquirir los derechos de emisión necesarios de las fuentes existentes para cubrir la totalidad de sus emisiones EDD.

El Decreto Supremo N°4/92 estableció inicialmente que las fuentes puntuales nuevas deberán compensar sus emisiones al menos en un 25% a fines 1993, el 50% a fines de 1994, el 75% a fines de 1995 y el 100% de sus emisiones a fines de 1996.

El Decreto Supremo N°16/98 de 1998 exigió que las fuentes nuevas compensaran el 120% de sus emisiones. Actualmente se aplica el Decreto Supremo N° 20/2001 en el que se exige a las fuentes nuevas compensar el 150% de sus emisiones. Tratándose de una fuente nueva en reemplazo de una existente, se aplicarán las siguientes disposiciones.

- a) Si la emisión de la fuente nueva es menor o igual que la correspondiente al cupo de emisión individual definido para el 31 de Diciembre del año 2004, entonces la compensación exigida será sólo de un 100%.
- b) Si la emisión de la fuente nueva es mayor que la correspondiente al cupo de emisión individual definido para el 31 de Diciembre del año 2004, entonces la compensación se aplicará de la siguiente forma:
  - 100% sobre el tamaño de emisión equivalente al cupo individual definido para el 31 de Diciembre del año 2004.
  - 150% sobre el diferencial de emisiones por sobre el cupo individual definido para el 31 de Diciembre del año 2004.

En la Tabla 18 se resume las compensaciones que deben realizar las calderas puntuales:

**Tabla 7: Compensación de Emisiones de Material Particulado en Calderas Puntuales.**

Calderas Puntuales (Flujo > 1000 m <sup>3</sup> /hora)	Existentes	No podrán emitir más de la cantidad EDI asignada, a menos que compensen la diferencia de emisiones con otras fuentes puntuales existentes los derechos de capacidad de emisiones.	
	Nuevas	Nuevas	Las fuentes nuevas deberían compensar el 150% de sus emisiones.
		Nuevas en reemplazo de una existente	Emisión menor o igual al cupo individual definido para el 31 de diciembre. Compensación 100%
			Emisión mayor al cupo individual definido para el 31 de diciembre. 100% sobre el tamaño de emisión equivalente al cupo individual definido para el 31 de diciembre de 2004, más 150% sobre el diferencial de emisiones por sobre el cupo individual definido para el 31 de diciembre de 2004.

Fuente: Elaboración propia en base al DS 4/1992, DS 20/2001 y DS 66/2009

En la Tabla 8 se presenta una descripción general del sistema de transacción de MP para calderas.

Tabla 8: Sistema de Compensación de Emisiones para Calderas.

<b>Fuentes consideradas</b>	Calderas industriales y residenciales de la Región Metropolitana descargando a través de un ducto o chimenea con un flujo de gases superior a 1.000 m <sup>3</sup> /hr
<b>Contaminantes considerados</b>	Partículas totales (kg/día)
<b>Asignación de permisos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las calderas de mayor tamaño instaladas o aprobada su instalación antes de 1992 recibieron una emisión diaria inicial (EDI), en función de su caudal de emisión, y de la concentración en masa de su emisión de MP, considerando 24 horas de operación diaria.</li> <li>Para el periodo 1997-1999 la concentración considerada para la asignación fue de 56 mg/m<sup>3</sup>N.</li> <li>Del 2000 al 2004 el cupo fue reducido al considerar una concentración de 50 mg/m<sup>3</sup>N.</li> <li>De 2005 en adelante el cupo asignado se ajustó nuevamente por última vez al considerar una concentración de 32 mg/m<sup>3</sup>N.</li> <li>Las calderas que no empleen sus EDI tienen tres años para vender sus cupos o los pierden por haber dejado de existir o estar inactivas.</li> </ul>
<b>Monto total de permisos entregados al año 2014</b>	Se ha solicitado la información a la Seremi de Salud para actualizar este dato al año 2014.
<b>Exigencias de compensación para fuentes nuevas</b>	1997-1998: 100% 1999-2000: 120% 2000 en adelante: 150%
<b>Tipo de transacciones permitidas</b>	<b>credit-based</b> Todas las transacciones requieren aprobación por parte de la Autoridad, aun cuando estas transacciones sean entre fuentes de un mismo propietario.
<b>Flexibilidad</b>	Banking: No Préstamo: No
<b>Administración de inventario de emisiones y registro de cupos</b>	Sistema administrado por la Seremi de Salud de la Región Metropolitana
<b>Restricciones</b>	Se establecen restricciones a la toxicidad del MP y la granulometría, Resolución 77.885 del Minsal publicada el 03 enero 2013.
<b>Monitoreo y reporte de emisiones</b>	Declaración anual de emisiones por parte de las fuentes, mediante la presentación de informes de muestreos isocinéticos efectuados por laboratorios acreditados por la Seremi de Salud.  A partir del DS N°66/2009 se incorpora la exigencia de medir emisiones con CEMS para fuentes cuyas emisiones superen 16 ton/año de MP
<b>Fiscalización</b>	La Seremi de Salud, empleando facultades del Código sanitario, efectúa procesos administrativos de sumario y multas caso a caso.
<b>Multas</b>	Multas van desde US\$4,5 a US\$90.000

Elaboración propia en base a actualización de Coria, Sterner 2008, estudios anteriores del CMM Chile.

El sistema de transacción de emisiones de MP para calderas corresponde a un sistema de créditos, **porque todas las transacciones requieren de una aprobación por parte de la autoridad, incluso en el caso de fuentes de un mismo propietario.** Las fuentes que deseen compensar sus emisiones deben buscar un vendedor, firmar un acuerdo especificando la emisión a compensar y las fuentes participantes en la transacción. En el caso de fuentes de propietarios distintos, el acuerdo debe firmarse ante notario. Estos antecedentes deben ser presentados a la Seremi de Salud, acompañados de informes de emisiones de cada fuente incluida en el acuerdo, emitidos por laboratorios acreditados.

Con todos estos antecedentes la autoridad sanitaria acepta o rechaza la transacción, o solicita más información. Si la solicitud es aceptada, se dicta una resolución que entrega al comprador la cantidad de emisión diaria permitida.

Los permisos son dados a perpetuidad y las fuentes tienen prohibido transar por períodos. Esta característica hace imposible el ahorro y arriendo de permisos, lo que constituye una diferencia importante con otros sistemas como el Programa de Lluvia Ácida de los Estados Unidos y el sistema de transacción de carbón de la Unión Europea. En estos casos los permisos son en base anual y se usan para cubrir las necesidades de un año en particular. **Una consecuencia de esto es que le resta liquidez al mercado<sup>8</sup> y las fuentes tienen incertidumbre acerca de la disponibilidad de permisos en el futuro, lo que incrementa los precios.**

El DS N°16/1998 del Ministerio de Salud, establece que las calderas que no estén usando sus EDI o aquellas que quieran dejar de funcionar tienen, respectivamente, dos y tres años para vender sus permisos o los perderán. Por lo tanto, los permisos tienen una fecha de expiración y las fuentes no están autorizadas a guardar permisos para ventas futuras o para ventas por un tiempo determinado.

Si bien ocasionalmente algunos brokers entregan información acerca de las transacciones, las fuentes confían en la información entregada por la Seremi de Salud, la cual se supone que es entregada anualmente en base a la actualización de las declaraciones de emisiones de las fuentes.

Las fuentes existentes y nuevas reportan sus emisiones una vez por año a través de un informe emitido por un laboratorio acreditado por la Seremi de Salud. Estos laboratorios deben presentar una serie de antecedentes para su acreditación, pero no existen procedimientos de intercomparación (tipo “round robin” test) y otras prácticas internacionalmente aceptadas como parte de QA/QC.

Las fuentes que no cumplan con presentar su declaración de emisiones enfrentan sanciones impuestas a través de un procedimiento administrativo ejecutado por la Seremi de Salud. Estas sanciones, si bien se ajustan a la legalidad vigente, no son claramente conocidas por los regulados al no estar especificadas para el caso de las transacciones de emisiones, evidenciándose para este caso la necesidad de una ley específica y quedando a discreción de la autoridad el cómo resuelva caso a caso. Los montos de las sanciones pueden variar de US\$4,5 hasta US\$90.000.

---

<sup>8</sup> Montero et al. 2002

## **Consideraciones por toxicidad y granulometría del MP**

Recientemente, enero de 2013, el Ministerio de Salud publicó la Resolución 77.885, donde se establecen restricciones a la compensación de emisiones en base a consideraciones de granulometría y toxicidad del material particulado.

**Consideraciones por granulometría:** En relación a la granulometría, las compensaciones de emisiones de MP deberán hacerse de manera tal que la fuente compensataria debe compensar emisiones de material particulado cumpliendo con lo siguiente:

- La masa total cuyo diámetro aerodinámico de las partículas sea menor o igual a 10  $\mu\text{m}$ , puede ser compensada sólo con material particulado de las mismas características físicas de tamaño.
- A su vez, la masa total cuyo diámetro aerodinámico de las partículas sea superior a 10  $\mu\text{m}$ , puede ser compensada con material particulado de cualquier diámetro aerodinámico.

En consecuencia, la sumatoria de las masas de MP10 contenida en la masa total de MP de la(s) compensante(s) debe ser igual o superior a la masa de MP10 contenida en la masa total de MP a compensar por la compensataria, después de aplicados los factores de compensación correspondientes.

**Consideraciones por toxicidad:** En relación a la toxicidad, las compensaciones de emisiones de MP deberán hacerse de manera tal que la fuente compensataria debe compensar emisiones de material particulado cumpliendo con lo siguiente:

- La suma de la masa emitida de Cadmio y Mercurio deberá ser compensada con material particulado que contenga igual cantidad, o superior, de masa con clasificación C2.
- La suma de la masa emitida de Arsénico, Cromo, Níquel y Plomo deberá ser compensada con material particulado que contenga igual cantidad, o superior, de masa con clasificación C1 o C2.

En consecuencia, la sumatoria de las masas de sustancias con clasificación C2 contenida en la masa total de MP de la(s) compensante(s) debe ser igual o superior a la masa de Cadmio y Mercurio contenidos en la masa total de MP a compensar por la compensataria, después de aplicados los factores de compensación correspondientes.

Asimismo, la sumatoria de las masas de sustancias con clasificación C1 o C2 contenida en la masa total de MP de la(s) compensante(s) debe ser igual o superior a la masa de Arsénico, Cromo, Níquel y Plomo contenidos en la masa total de MP a compensar por la compensataria, después de aplicados los factores de compensación correspondientes.

Asimismo, se establecen diversas excepciones, por ejemplo, fuentes compensatorias cuya masa total de material particulado contenga elementos o sustancias clasificadas C1 o C2, en cantidades menores o iguales a 9,0 (Kg/año) en cada clasificación. También se exceptúan compensaciones de emisiones de MP entre fuentes estacionarias que utilicen como combustible petróleo diesel, gas natural, gas licuado de petróleo y cuya emisión de material particulado dependa únicamente del combustible utilizado.

## **Sistema de transacción de emisiones de material particulado para procesos industriales**

El Decreto Supremo DS N°66/2003 que actualiza el Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, mantiene la definición establecida para fuentes estacionarias puntuales de acuerdo al Decreto Supremo N°4/1992 del Ministerio de Salud e incorpora exigencias similares además del MP, al NOx como contaminante al Programa de Compensación de Emisiones.

Respecto a las fuentes puntuales emisoras de MP se mantiene la subcategoría Fuentes Categorizadas como Procesos definida como toda fuente estacionaria distinta de caldera de calefacción, caldera industrial, horno panificador y turbina de gas, todas ya consideradas en el DS N°4/1992 del Ministerio de Salud.

En el caso de procesos y en general, para todo tipo de fuente estacionaria, se establecen nuevas distinciones entre fuentes existentes y fuentes nuevas, considerando fuente existente aquella que habiendo estado instalada en marzo de 1992 haya declarado sus emisiones de MP a más tardar el 31 de diciembre de 1997, y como fuente nueva, aquella instalada con posterioridad a marzo de 1992, o que estando instalada en marzo de 1992, no haya declarado sus emisiones de MP antes de 1997.

Además, se mantiene la categoría de Mayores Emisores como las fuentes emisoras de MP estacionarias categorizadas como proceso que concentraban el 80% de las emisiones de este sector al año 1997<sup>9</sup>. De acuerdo con la Resolución N° 57.073, la emisión de la última fuente de emisión de MP es de 2,5 ton/año.

La primera actualización del Plan de Descontaminación, Decreto Supremo N°58/2003, asignó permisos de emisión a las fuentes categorizadas como proceso denominadas Mayores Emisores, mediante el establecimiento de metas de reducción de emisión de MP de un 50% del total de emisiones que estas fuentes emitían al año 1997. El plazo para cumplir esta obligación se cumplió el 1 de mayo de 2007. Dicho decreto establece que el cumplimiento de las metas de reducción podrá realizarse mediante la compensación de emisiones.

Las fuentes estacionarias nuevas, cuya emisión de MP sea mayor o igual a la de la última fuente incluida en el 80% a que se refiere el PPDA (2,5 ton/año) deben compensar sus emisiones en un 150% (Figura 6).

Por otra parte, la reducción de emisión de MP por parte de un Mayor Emisor, por debajo de su meta individual de emisiones de MP asignada para el 1 de mayo de 2007, originará excedentes de emisión, los que podrán cederse.

Las cantidades de emisión de MP se expresan en ton/año y deberá indicarse con un decimal (0,1 ton/año o múltiplos). Las compensaciones serán permanentes en el tiempo, sin embargo, se podrá autorizar compensaciones por períodos mínimos de un año, renovables, previo aviso a la Autoridad Sanitaria, con 30 días de anticipación al vencimiento del plazo (Resolución N° 51.916, 2006).

---

<sup>9</sup> Artículos 43 y 47 del Decreto Supremo N°58/03



La segunda revisión del Plan de Descontaminación (DS 66/2009) mantiene las disposiciones referidas a las compensaciones de MP en procesos, las cuales se detallan en la Tabla 3 siguiente:

**Tabla 9: Compensación de Emisiones de MP en Procesos**

Fuentes estacionarias categorizadas como procesos	Procesos que no son mayores emisores (emisión < 2,5 ton/año)	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tienen exigencias de compensar emisiones</li> <li>Les aplica una norma de MP en concentración: 56 mg/m<sup>3</sup></li> <li>Paralizan en episodios &gt; 32 en preemergencia y &gt;28 en emergencias ambientales.</li> <li>Deben realizar Medición CH5 cada 3 años</li> </ul>	
		Si aumenta sus emisiones por encima de 2,5 ton/año debe compensar sus emisiones de acuerdo con los criterios que se indican más adelante.	
	Procesos que son mayores emisores (emisión > 2,5 ton/año)	Mayores emisores existentes	Se establecen metas de reducción de emisiones de MP de un 50% del total de emisiones que estas fuentes emitían al año 1997, meta a cumplir el año 2007.
		Fuentes nuevas (emisión > 2,5 ton/año)	Las fuentes estacionarias nuevas cuya emisión de MP sea mayor o igual a la de la última fuente incluida en el 80% a que se refiere el PPDA, deberán compensar sus emisiones en un 150%.

Fuente: Elaboración propia en base al DS 58/2003, DS 66/2009n y Resoluciones de la Seremi de Salud

La Resolución Nº 51.916, complementada con el DS 66/2009 establece las siguientes formas de compensar para fuentes categorizadas como proceso que aumentan sus emisiones que igualan o superan las 2,5 (ton/año), fuentes nuevas en reemplazo de un Mayor Emisor y fuentes nuevas en reemplazo de otra fuente nueva.

1. Una **fente estacionaria categorizada como proceso que no es Mayor Emisor de MP y que aumente sus emisiones igualando o superando las 2,5 (ton/año)**, deberá compensar su Emisión Anual Declarada<sup>10</sup>, de la siguiente forma:
  - a) Fuentes nuevas deberán compensar la Emisión Anual Declarada de MP en un 150%.
  - b) Fuentes existentes deberán compensar el diferencial entre su emisión al año 1997 y su Emisión Anual Declarada en un 150%.

Si cualquiera de estas fuentes redujera por cualquier circunstancia su emisión de MP, sólo podrá ceder las emisiones previamente compensadas.

2. Tratándose de una **fente nueva categorizada como proceso en reemplazo<sup>11</sup> de un Mayor Emisor**, se aplicará lo siguiente:

<sup>10</sup> Es aquella emisión total anual de MP de una fuente estacionaria que consta en la declaración de emisiones.

- a) Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es menor o igual que la correspondiente a la meta individual de emisión de MP asignada al 1º de mayo de 2007 para el Mayor Emisor, la compensación exigida será de un 100%.
  - b) Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es mayor que la correspondiente a la meta individual de emisión de MP asignada al 1º de mayo de 2007 para el Mayor Emisor, la compensación operará de la siguiente forma:
    - b.1) 100% sobre la emisión equivalente a la meta individual de emisión de MP asignada al 1º de mayo de 2007.
    - b.2) 150% sobre el diferencial de emisiones que supere la meta individual de emisión de MP asignada al 1º de mayo de 2007.
3. Tratándose de una **fuente nueva categorizada como proceso en reemplazo de otra fuente nueva categorizada como proceso**, se aplicará lo siguiente:
- a. Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es menor o igual que la Emisión Anual Permitida<sup>12</sup> para la fuente nueva a reemplazar, la compensación exigida será de un 100%.
  - b. Si la Emisión Anual Declarada de MP de la fuente nueva es mayor que la Emisión Anual Permitida de MP para la fuente nueva a reemplazar, la compensación operará de la siguiente forma:
    - b1) 100% sobre la emisión equivalente a la Emisión Anual Permitida de MP para la fuente nueva a reemplazar.
    - b.2) 150% sobre el diferencial de emisiones que supere la Emisión Anual Permitida de MP para la fuente nueva a reemplazar.

Para compensar las emisiones de MP de sus fuentes estacionarias categorizadas como procesos, los titulares deberán presentar una solicitud de compensación ante la Seremi de Salud, acompañando los compromisos de compensación de emisiones, la declaración de emisiones de MP vigente respectiva de cada una de las fuentes involucradas en la compensación y los documentos que acrediten la personería o representación de los comparecientes. Los compromisos de compensación de emisiones deberán expresar la Emisión Anual Compensada de MP<sup>13</sup> y la singularización de las fuentes involucradas en la compensación.

---

<sup>11</sup> Es la sustitución de una fuente por otra, destinada a desarrollar la misma función u operación que la sustituida y en donde se mantiene el titular de la fuente.

<sup>12</sup> Es la emisión máxima anual de MP de una fuente estacionaria, considerando la meta individual asignada, si la tuviera y/o las eventuales compensaciones realizadas

<sup>13</sup> Es la cantidad de emisión anual de MP, en que una fuente aumenta su Emisión Anual Permitida producto de una compensación de emisiones.

La Emisión Anual Declarada de MP a compensar deberá ser acreditada con el combustible habitual y con el (los) combustible(s) alternativos, en su caso. Para las fuentes donde la emisión de MP sea afectada por distintas condiciones del proceso, estas serán consideradas al acreditar la Emisión Anual Declarada a compensar, previa calificación de esta Secretaría.

La Seremi de Salud resolverá sobre la solicitud de compensación considerando los antecedentes acompañados, sea aceptando, requiriendo antecedentes adicionales o bien rechazándola.

Para la verificación del cumplimiento de la meta de emisiones y del cumplimiento de las compensaciones de emisiones aprobadas, así como de cualquier otro acto propio de la compensación de emisiones de MP, los titulares deberán informar la Emisión Anual Declarada ante la Seremi de Salud, mediante la Declaración de Emisiones que deben presentar anualmente los titulares de fuentes estacionarias emisoras de MP.

Para compensar emisiones de Material Particulado entre fuentes estacionarias categorizadas como procesos y fuentes estacionarias puntuales tipo caldera de calefacción, caldera industrial o turbina de gas, se deberá convertir la emisión en base diaria (ED) a emisión en base anual (EA) o viceversa.

En la Tabla 4 se presentan las características principales del sistema de metas de emisión de MP para procesos industriales.

Tabla 10: Sistema de Compensación de Emisiones de MP para Procesos Industriales (Actualizado con último informe disponible, año 2013)

<b>Fuentes consideradas</b>	Fuentes industriales distintas de calderas, hornos de panificación y turbinas de gas, con emisiones de MP mayores a 2,5 ton/año.
<b>Contaminantes considerados</b>	Partículas totales (ton/año)
<b>Asignación de permisos</b>	<p>La autoridad determinó la emisión base al año 1997, y asignó a partir de una reducción de un 50% de ésta una meta a cumplir a mayo de 2007, mediante una Resolución dictada para cada fuente.</p> <p>Se define fuente existente como aquella instalada al año 1992 y que hubiera declarado sus emisiones antes de 1997.</p> <p>Se define fuente nueva como cualquier fuente instalada con posterioridad a 1992, o que estando instalada no haya declarado sus emisiones antes de 1997.</p>
<b>Número de fuentes con permisos</b>	<p>De acuerdo al último reporte del año 2013 (el reporte del año 2014 estará disponible en mayo de 2015) la situación es la siguiente:</p> <p><b>Fuentes cuentan con cupos de emisión: 95</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>50 corresponden a fuentes existentes con metas</b></li> <li>- <b>45 corresponden a fuentes nuevas o existentes ampliadas</b></li> </ul>
<b>Monto total de permisos entregados</b>	<p><b>Fuentes con metas de emisión: 305 ton/año.</b></p> <p><b>Fuentes que han compensado emisiones: 66,3 ton/año.</b></p> <p><b>TOTAL: 371,3 ton/año.</b></p>
<b>Exigencias de compensación para fuentes nuevas</b>	<p>1997-1998: 100%</p> <p>2000 en adelante: 150% o 100% en caso de reemplazo</p>
<b>Tipo de transacciones permitidas</b>	<p><b>Credit-based</b></p> <p>Todas las transacciones requieren aprobación por parte de la Autoridad, aun cuando estas transacciones sean entre fuentes de un mismo propietario.</p>
<b>Flexibilidad</b>	Las transacciones no tienen fecha de expiración, pero se permiten transacciones por períodos, con un mínimo de un año, renovable.
<b>Restricciones</b>	Se establecen restricciones a la toxicidad del MP y la granulometría, Resolución 77.885 del Minsal publicada el 03 enero 2013.
<b>Administración de inventario de emisiones y registro de cupos</b>	Sistema administrado por la Seremi de Salud de la Región Metropolitana
<b>Monitoreo y reporte</b>	<p>Declaración anual de emisiones por parte de las fuentes, mediante la presentación de informes de muestreos isocinéticos efectuados por laboratorios acreditados por la Seremi de Salud</p> <p>A partir del DS N°66/2009 se incorpora la exigencia de medir emisiones con CEMS para fuentes cuyas emisiones superen 16 ton/año de MP.</p>
<b>Fiscalización</b>	Seremi de Salud, empleando facultades del Código Sanitario, efectúa procesos administrativos de sumario y multas caso a caso.
<b>Multas</b>	Multas van desde US\$4,5 a US\$90.000

El sistema de compensación de emisiones de MP para procesos corresponde, al igual que en el caso de las calderas y los mayores emisores de NOx, a un sistema de créditos, porque todas las transacciones requieren de una aprobación por parte de la autoridad, incluso en el caso de fuentes de un mismo propietario. Las fuentes que deseen compensar sus emisiones deben buscar un vendedor, firmar un acuerdo especificando la emisión a compensar y las fuentes participantes en la transacción. En el caso de fuentes de propietarios distintos, el acuerdo debe firmarse ante notario. Estos antecedentes deben ser presentados a la Seremi de Salud, acompañados de informes de emisiones de cada fuente incluida en el acuerdo, emitidos por laboratorios acreditados.

Con todos estos antecedentes la autoridad sanitaria acepta o rechaza la transacción, o solicita más información. Si la solicitud es aceptada, se dicta una resolución que entrega al comprador la cantidad de emisión diaria permitida.

**Los permisos son dados a perpetuidad, pero a diferencia de las calderas, las fuentes pueden transar por períodos mínimos de un año.**

En el sistema de compensación de emisiones de MP para procesos industriales también se aplican las consideraciones por toxicidad y granulometría del MP, establecidas en la Resolución 77.885 del Ministerio de Salud.

### **Sistema de Compensación de Emisiones de Mayores Emisores de Óxidos de Nitrógeno**

Las bases del sistema se establecieron en la primera y segunda actualización del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, Decreto Supremo Nº 58/2003 y Decreto Supremo Nº 66/2009, respectivamente. Posteriormente, la operatividad de la compensación de emisiones de NOx se hizo posible una vez que la Seremi Salud publicó las siguientes Resoluciones:

- Resolución Nº 121.059, del 22 de diciembre de 2005, que define la emisión de la última fuente corresponde a 8 ton/año de NOx.
- Resoluciones dirigidas a las fuentes emisoras, establecen las metas individuales 2007 y 2010, las que según listado publicado por Seremi Salud en su mayoría fueron publicados con fecha 31 de marzo de 2006, y el resto la recibe el 2 de mayo de 2007.
- Resolución Nº 42.549, del 14 de octubre de 2006, Establece Procedimiento de Acreditación del Cumplimiento de Metas Individuales de Emisión y Compensación de Emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOx).

El Decreto Supremo Nº 58 definió las metas de emisión al 2007 y al 2010, para toda fuente de emisión sobre cierto nivel, según las mediciones o estimaciones al año 1997, aplicando una reducción del 33% al 2007 y de un 50% al 2010.

Los mayores emisores de NOx se definen como aquellas fuentes cuya emisión individual supera la emisión del punto de corte que concentra el 80% de las emisiones de NOx desde fuentes fijas (Calderas y Procesos).

Define como fuentes existentes a aquellas inscritas y registradas antes del 1º de enero de 1998. Fuentes nuevas que deben compensar en un 100%<sup>14</sup>, aquellas inscritas entre el 1º de enero de 1998 y la fecha de publicación del DS N°58, que correspondió al 29 de enero de 2004, deben compensar un 120%, y aquellas inscritas y registradas después de esa fecha, deberán compensar sus emisiones en un 150%.

Posteriormente, la Resolución N° 121.059, del 22 de diciembre de 2005, de la Seremi de Salud, define que la emisión de la última fuente corresponde a 8 ton/año de NOx. Lo anterior significa que los mayores emisores, cuyas emisiones son superiores al punto de corte (8 ton/año), acumulan el 80% de las emisiones de NOx.

En marzo de 2006, la Seremi de Salud emite resoluciones dirigidas a las fuentes emisoras, estableciendo las metas de emisión individuales 2007 y 2010.

En fecha 14 de octubre de 2006, Seremi Salud Pública Resolución N° 42.549, que Establece Procedimiento de Acreditación del Cumplimiento de Metas Individuales de Emisión y Compensación de Emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOx).

Las disposiciones del Sistema de Compensación de NOx se resumen en la tabla 5.

**Tabla 11: Compensación de Emisiones de NOx en Fuentes Estacionarias (Calderas – Procesos)**

Fuentes Estacionarias	Fuentes estacionarias que no son mayores emisores (emisión < 8 ton/año)	No tienen exigencias de compensar emisiones No les aplica ninguna norma de emisión	
		Si aumentan sus emisiones por encima de 8 ton/año deben compensar sus emisiones de acuerdo con los criterios que se indican más adelante.	
	Fuentes estacionarias que son mayores emisores (emisión > 8 ton/año)	Mayores emisores existentes	Se establecen metas de reducción de emisiones de NOx de un 50% del total de emisiones que estas fuentes emitían al año 1997, meta a cumplir el año 2010.
		Fuentes nuevas (emisión > 2,5 ton/año)	Las fuentes estacionarias nuevas cuya emisión de NOx sea mayor o igual a la de la última fuente incluida en el 80% a que se refiere el PPDA, deberán compensar sus emisiones en un 120 ó 150% de acuerdo a la fecha de inscripción.

Fuente: Elaboración propia en base al DS 58/2003, DS 66/2009 y Resoluciones de la Seremi de Salud.

### **Compensación de emisiones de NOx de fuentes nuevas**

Las fuentes estacionarias nuevas, cuya emisión de NOx sea mayor o igual a 8 ton/año, deberán compensar sus emisiones según se indica a continuación:

<sup>14</sup> El porcentaje de compensación es en rigor una alternativa a la reducción de emisiones en la misma fuente.

- 1) Aquellas inscritas entre el 1 de enero de 1998 y el 28 de enero de 2004 en el Registro Oficial de la Seremi de Salud R.M., deberán compensar sus emisiones en un 120%.
- 2) Aquellas inscritas a partir del 29 de enero de 2004 en el Registro Oficial de la Seremi de Salud R.M. deberán compensar sus emisiones en un 150%.

#### **Compensación de emisiones de NOx fuentes que no son mayor emisor y aumentan emisiones**

Una fuente estacionaria que no es categorizada como mayor emisor de NOx y que aumente sus emisiones igualando o superando las 8,0 (ton/año), deberá compensar su Emisión Anual Declarada de NOx de la siguiente forma:

- 1) Fuentes nuevas deberán compensar la Emisión Anual Declarada de NOx en los porcentajes de compensación vigentes a la fecha en que ocurra o haya ocurrido dicho aumento de emisiones.
- 2) Fuentes existentes deberán compensar el diferencial entre su emisión al año 1997 y su Emisión Anual Declarada de NOx en los porcentajes de compensación vigentes a la fecha en que ocurra o haya ocurrido dicho aumento de emisiones.

Si cualquiera de estas fuentes redujera por cualquier circunstancia su emisión de NOx, sólo podrá ceder las emisiones previamente compensadas.

#### **Compensación de emisiones de NOx de una fuente nueva en reemplazo de una existente categorizada como Mayor Emisor**

Tratándose de la compensación de NOx de una fuente nueva en reemplazo de una fuente existente categorizada como Mayor Emisor, se aplicará lo siguiente:

- 1) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es menor o igual que la meta individual de emisión de NOx determinada al 31 de diciembre del año 2010 para el Mayor Emisor, la compensación exigida será de un 100%.
- 2) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es mayor que la meta individual de emisión de NOx, determinada al 31 de diciembre del año 2010 para el Mayor Emisor, la compensación será de un 100% hasta dicha meta de emisión, y 120% ó 150% sobre el excedente.

#### **Compensación de emisiones de NOx de una fuente nueva en reemplazo de otra fuente nueva**

Tratándose de la compensación de NOx de una fuente nueva en reemplazo de otra fuente nueva, se aplicará lo siguiente:

- 1) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es menor o igual que la Emisión Anual Permitida para la fuente nueva a reemplazar, la compensación exigida será de un 100%.
- 2) Si la Emisión Anual Declarada de NOx de la fuente nueva es mayor que la Emisión Anual Permitida de NOx para la fuente nueva a reemplazar, la compensación será de un 100% hasta dicha Emisión Anual Permitida, y 120% o 150% sobre el excedente.

La reducción de emisión de NOx por parte de un mayor emisor, por debajo de su meta individual asignada, podrá originar excedentes de emisión que podrán cederse de acuerdo a las disposiciones de la Resolución Exenta N° 42.549 del 11 de octubre de 2006, de la Seremi de Salud RM.

Las compensaciones de emisiones de NOx serán permanentes en el tiempo, sin embargo, se podrá autorizar compensaciones por periodos mínimos de un año, renovables, previo aviso a la Seremi de Salud RM con 30 días de anticipación.

Las compensaciones de NOx, deben ser acreditadas ante la Seremi de Salud, de acuerdo al procedimiento establecido en la Resolución Exenta N° 42.549 del 11 de octubre de 2006, de la misma Secretaría.

**Tabla 12: Sistema de Compensación de Emisiones de NOx (Actualizado con último informe disponible, año 2013)**

<b>Fuentes consideradas</b>	Fuentes industriales con emisión superior a 8 ton/año de NOx
<b>Contaminantes considerados</b>	Toneladas anuales de NOx
<b>Asignación de permisos</b>	A fuentes registradas antes del 1 de enero de 2008, con niveles superiores a 8 t/año. Se aplica meta de reducción de un 33% al 2007 y de un 50% al 2010. Las metas se asignaron por Resolución de la Seremi de Salud.
<b>Número de fuentes con permisos</b>	De acuerdo al último reporte del año 2013 (el reporte del año 2014 estará disponible en mayo de 2015) la situación es la siguiente:  <b>Fuentes cuentan con cupos de emisión: 87</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>63 corresponden a fuentes existentes con metas</b></li> <li>- <b>24 corresponden a fuentes nuevas o existentes ampliadas</b></li> </ul>
<b>Monto total de permisos entregados</b>	<b>Fuentes con metas de emisión: 2.859,8 ton/año.</b> <b>Fuentes que han compensado emisiones: 1166,3 ton/año.</b> <b>TOTAL: 4.026,1 ton/año.</b>
<b>Exigencias de compensación para fuentes nuevas</b>	Anteriores a 1998: 100% Entre 1 enero 1998 y 29 abril 2004: 120% Posteriores a 29 enero 2004: 150% Reemplazos de fuentes compensan 100% hasta la Emisión Anual Declarada de la fuente reemplazada y el excedente se compensa 120 o 150% según corresponda a la fecha del aumento de emisiones.
<b>Tipo de transacciones permitidas</b>	<b>Credit-based</b> todas las transacciones requieren aprobación por parte de la Autoridad, aun cuando estas transacciones sean entre fuentes de un mismo propietario
<b>Flexibilidad</b>	Las transacciones no tienen fecha de expiración, pero se permiten transacciones por períodos, con un mínimo de un año, renovable.
<b>Restricciones</b>	Ninguna
<b>Administración de inventario de emisiones y registro de cupos</b>	Sistema administrado por la Seremi de Salud de la Región Metropolitana



<b>Monitoreo y reporte</b>	Al 1 de mayo de 2007, las fuentes existentes acreditaron cumplimiento. Para eso debían presentar a la autoridad las mediciones actualizadas y las compensaciones aprobadas en caso de requerir más emisiones. Las fuentes nuevas, una vez realizadas las mediciones debieron presentar a la Seremi de Salud las solicitudes de compensación.  A partir del DS N°66/2009 se incorpora la exigencia de medir emisiones con CEMS para fuentes cuyas emisiones superen 70 ton/año de NOx.
<b>Fiscalización</b>	Seremi de Salud, empleando facultades del Código Sanitario, efectúa procesos administrativos de sumario y multas caso a caso.
<b>Multas</b>	Multas van desde US\$4,5 a US\$90.000

Las fuentes participantes del sistema de compensación de emisiones de NOx han sido definidas como aquellas que emiten más de 8 ton/año. Si ellas corresponden a fuentes nuevas deben compensar 100%, 120% o 150% dependiendo de la fecha en que fueron declaradas. Si corresponden a fuentes existentes, ellas mediante resolución de la Seremi de Salud obtuvieron sus metas individuales de emisión, la mayoría la obtuvo el 31 de marzo de 2006, otras la obtuvieron entre esta fecha y el 2 de mayo de 2007.

El procedimiento para acreditar el cumplimiento de las metas de emisión, al 1 de mayo de 2007, estableció que las fuentes existentes debían presentar a la autoridad mediciones actualizadas y las compensaciones aprobadas en caso de requerir más emisiones. Las fuentes nuevas, una vez realizadas las mediciones debían presentar a la Seremi de Salud junto con las mediciones las solicitudes de compensación.

Para las fuentes que deben acreditar sus compensaciones, los titulares deben presentar una solicitud de compensación ante la Seremi de Salud, acompañando:

- Los compromisos de compensación de emisiones, que deben expresar la Emisión Anual Compensada de NOx y la singularización de las fuentes involucradas en la compensación.
- La declaración de emisiones de NOx vigente respectiva de cada una de las fuentes involucradas en la compensación
- Los documentos que acrediten la personería o representación de los comparecientes.
- La Emisión Anual Declarada de NOx a compensar deberá ser acreditada con el combustible habitual y con el (los) combustible (s) alternativos, si es que posee.

Según lo anterior, las empresas presentan cartas conjuntas de solicitud de compensación, acompañando la documentación legal de personería de los representantes legales. En algunos casos, las empresas acompañan también los acuerdos notariales. En general, estos acuerdos establecen que el pago se materializa una vez obtenida la resolución o la carta de toma de conocimiento de la Seremi de Salud dirigida a quién compra las emisiones.

### **Procedimiento de la Seremi de Salud para la aprobación de la compensación:**

El punto 10 de la Resolución N° 42.549, exige no sólo que se exprese la Emisión Anual Compensada sino también la Emisión Anual Declarada que debe ser acreditada con el combustible habitual y el combustible alternativo. Esta exigencia tiene lógica para el que cede emisiones, de manera que tiene un sentido precautorio verificar que la fuente que cede emisiones no entregue más de lo que ella requiere para operar. Sin embargo, para el que compra las emisiones, la aprobación de la compensación se ha establecido solamente cuando quién adquiere las emisiones acredite que ha adquirido un nivel igual o superior a sus emisiones más sus requisitos de compensar en 100, 120 o 150%. Esta exigencia, retrasa innecesariamente la aprobación de las compensaciones puesto que, en aquellos casos en que se requiere de varias fuentes para alcanzar los niveles de emisión requeridos, solamente una vez que se ha logrado obtener la última de las emisiones, entonces la Seremi de Salud otorga el permiso definitivo.

Para salvar esta situación, sobre todo considerando que las partes requieren certezas acerca de las aprobaciones de las compensaciones, y en particular, considerando que los contratos de compra venta de emisiones quedan supeditados a una aprobación formal de la autoridad, la Seremi Salud ha establecido un procedimiento de toma de conocimiento, en cuanto a reconocer que las emisiones se traspasan de un titular a otro.

### **Disposiciones adicionales aplicables al sistema de compensación de emisiones en la Industria**

Algunas disposiciones adicionales del DS 66/2009 que son aplicables a las fuentes industriales y a la compensación de emisiones se describen a continuación:

#### **a) Monitoreo continuo de emisiones (CEMS)**

El Artículo 51 establece que las fuentes estacionarias que deberán implementar un sistema de monitoreo continuo para acreditar sus emisiones de MP y NOx respectivamente, son aquellas:

- Cuya emisión sea igual o superior a 16 ton/año de MP.
- Cuya emisión sea igual o superior a 70 ton/año de NOx.

El Artículo 52 establece que el protocolo de monitoreo continuo será definido por la Seremi de Salud. A mediados de 2011, la Seremi de Salud publicó el "Protocolo para Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones" válido para los implementados por las megas fuentes afectas al Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de la Región Metropolitana.

El plazo para que las fuentes a que se refiere el artículo 51 deban implementar el sistema de monitoreo es de 12 meses a partir de la publicación en el Diario Oficial de la resolución que establezca el protocolo. Dicho sistema debe ser aprobado por la Seremi de Salud.

El protocolo fue definido por la Seremi de Salud, sin embargo, a la fecha no han sido aprobadas las totalidad de los sistemas de medición continua implementados para MP y NOx.

## **b) Compensaciones de MP entre calderas y procesos**

El Artículo 90 establece que para compensar emisiones de material particulado entre fuentes estacionarias categorizadas como procesos y fuentes estacionarias puntuales tipo caldera de calefacción, caldera industrial o turbina de gas, se deberá convertir la emisión en base diaria (ED) a emisión en base anual (EA), o viceversa, considerando los días declarados de operación al año, mediante la siguiente fórmula:

$$EA \text{ (ton / año)} = K \times ED \text{ (kg / día)}$$

Donde K = días de operación al año x 0,001

Para determinar los días de operación al año, se utilizará el siguiente criterio:

a) Si la compensante es una fuente estacionaria tipo proceso, para la fuente compensataria deberá considerarse 365 días de operación al año. Sin embargo, si declara un funcionamiento menor a 365 días al año, deberá acreditarlo mediante instrumentos de registro que para cada caso apruebe la Seremi de Salud R.M.

b) Si la compensante es una fuente puntual tipo caldera de calefacción, caldera industrial o turbina de gas, los días de operación al año para este tipo de fuentes serán los declarados al 31 de diciembre de 1997. Sin embargo, en el caso de las fuentes puntuales nuevas registradas con posterioridad al 31 de diciembre del año 1997, los días de operación al año serán los que se declaren al momento de la última declaración de emisiones vigente.

## **c) Fuentes inactivas o que han dejado de existir**

El DS 66/2009 establece que la Seremi de Salud de la Región Metropolitana, a partir de la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial, deberá eliminar del registro de emisiones de MP y NOx, a las fuentes inactivas o que han dejado de existir, transcurridos tres años contados desde la verificación del hecho por dicha Secretaría. Sin embargo, se exceptúan de esta disposición aquellas fuentes inactivas cuyos titulares, mediante declaración anual de emisiones, fundamenten a conformidad de la Seremi de Salud, la necesidad de una paralización temporal. Esta excepción podrá hacerse valer hasta por un plazo máximo de seis años, que considerará la sumatoria de todos los períodos de inactividad.

## **d) Verificación del cumplimiento para metas de MP y de NOx**

La última actualización del PPDA estableció algunas condiciones relacionadas con los mecanismos de verificación del cumplimiento, orientadas a modernizar la administración de la información y a generar una mayor flexibilidad para que las empresas pudieran acreditar cumplimiento de las metas de emisión.

El Artículo 93 establece que la Seremi de Salud R.M. con el apoyo de la Conama (MMA), durante el año 2009 deberá contratar un estudio para el diseño de un sistema para el registro de metas y

compensaciones en fuentes estacionarias de MP y NOx. Este sistema deberá ofrecer un acceso expedito a la información de las fuentes de emisión, metas, exigencias de compensación, mediciones y compensaciones realizadas por cada fuente.

Dicho estudio se realizó con la colaboración de la Conama Metropolitana (actual Seremi de Medio Ambiente) sin embargo la Seremi de Salud no ha adoptado el sistema de información que se diseñó para este fin.

El Artículo 9 del PPDA estableció que durante el mes de abril de cada año, a partir del año 2010, la Seremi de Salud deberá evaluar el cumplimiento de las metas y compensaciones de MP y NOx, considerando las emisiones anuales declaradas al año anterior y el total de emisiones compensadas. Esta evaluación deberá ser remitida a Conama (MMA), organismo que generará un listado público que estará disponible en la página web a más tardar el 30 de abril del mismo año.

**Finalmente, la incorporación de mayor flexibilidad se hace en el Artículo 95, que establece que para la evaluación del cumplimiento de fuentes industriales con meta de emisión o con exigencia de compensación de MP o NOx, se considerará que las fuentes de un establecimiento industrial se encuentran en cumplimiento de sus exigencias individuales si se constata, anualmente, que la sumatoria de las emisiones reales de cada una de las fuentes del establecimiento se encuentra por debajo de la sumatoria de sus exigencias individuales, independiente de la situación de excedencia o déficit de cada fuente de manera individual.**

La tabla siguiente presenta una muestra de cómo se informa anualmente el cumplimiento de las metas de MP y NOx a partir del año 2011, con la publicación del DS 66/2009, lo que ha permitido mayor transparencia y acceso a la información para MP en procesos mayores emisores y NOx en fuentes estacionarias mayores emisores.

## ANEXO I

## SITUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE METAS Y COMPENSACIONES DE MP POR PARTE DE LAS FUENTES ESTACIONARIAS CATEGORIZADAS COMO PROCESOS AÑO 2013

Nº	Razón Social	Fuente	Registro	Meta o EAP (ton/año)	EAD (ton/año)	Comentario
1	ACEROS CHILE S.A.	HORNO ARCO ELECTRICO	1632	2,1	1,1	
2	C.M.P.C. TISSUE S.A.	MAQUINA SECADORA PAPEL (MP-16)	1482	3,9	1,1	
3	C.M.P.C. TISSUE S.A.	SECADOR DE PAPEL MP 17	1483	2,6	0,3	
4	CEBRASS S.A.	HORNO DE INDUCCION	74	2,9	0,3	
5	CEMENTO POLPAICO S.A.	SIST. MOLINO CEMENTO N°5 (535 CP1 - 535 CP2)	114	4,1	1,4	
6	CEMENTO POLPAICO S.A.	SIST. MOLINO CEMENTO N°6 (536 CP1 - 536 CP2)	131	3,7	2,5	
7	CEMENTO POLPAICO S.A.	CARGUIO GRANEL CENTRAL (621 CP1)	253	2,5	0,2	

Figura 23: Reporte de cumplimiento de compensaciones de MP elaborado por Seremi de Salud.

## ANEXO II

## SITUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE METAS Y COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOx) POR PARTE DE LAS FUENTES ESTACIONARIAS AÑO 2013

## FUENTES EXISTENTES ACTIVAS QUE AL AÑO 2013 CUMPLEN SUS METAS DE NOx

Nº	Razón Social	Fuente	Tipo	Registro	EMA 2010 ó EAP (ton/año)	EAD (ton/año)	Comentario
1	ACONCAGUA FOODS S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	722	12,6	7,2	(A)
2	AGRICOLA ARIZTIA LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	1418	7,7	6,1	
3	CAFFARENA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	459	0,4	0,5	(A)
4	CEMENTO POLPAICO S.A.	HORNO ROTATORIO N°1 ELEX (424 PE1)	PR	568	1353,8	1176,8	
5	CERVECERA CCU CHILE LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	223	14,1	14,0	(A)
6	CERVECERA CCU CHILE LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	225	9,8	9,8	(A)
7	CERVECERA CCU CHILE LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	1483	30,2	22,8	

Figura 134: Reporte de cumplimiento de compensaciones de NOx elaborado por Seremi de Salud.

Para finalizar, destacar que no existe un sistema de reporte de las compensaciones equivalente en lo referido a emisiones de calderas en MP.

## Sistema de Compensación de Emisiones de Proyectos que Ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

El Decreto Supremo N°66/2009 establece que todos aquellos proyectos o actividades nuevas y modificación de aquellos existentes que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que, en cualquiera de sus etapas, tengan asociadas una emisión total anual que implique un aumento sobre la situación base, superior a los valores que se presentan en la Tabla 13, deberán compensar sus emisiones en un 150%.

Tabla 13: Emisión máxima ton/año por contaminante.

Contaminante	Emisión máxima ton/año	
	DS 58 / 2004	DS 66 / 2009
MP <sub>10</sub>	10	2,5
CO	100	Se eliminó
NO <sub>x</sub>	50	8
COV	100	Se eliminó
SO <sub>x</sub>	150	50

Fuente: Decreto Supremo N°58/2003 – Decreto Supremo N°66/2009

La compensación de emisiones será de un 150% del monto total anual de emisiones de la actividad o proyecto para el o los contaminantes para los cuales se sobrepase el valor referido en la Tabla precedente. Estas emisiones corresponderán a **emisiones directas**, es decir, las que se emitirán dentro del predio o terreno donde se desarrolle la actividad, y a las **emisiones indirectas**, tales como, las asociadas al aumento del transporte producto de la nueva actividad.

Respecto a los contaminantes CO, COV y NH<sub>3</sub>, todos aquellos proyectos o actividades nuevas y modificación de aquellos existentes que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental deberán calcular e informar las emisiones de estos contaminantes.

Tratándose de fuentes estacionarias puntuales se considerará la compensación de material particulado de acuerdo a lo establecido en la última actualización del PPDA (DS N°66/2009)

### Procedimiento de compensación de emisiones en el SEIA

En consecuencia, para determinar si corresponde compensar emisiones, el titular de un proyecto debe estimar las emisiones que se producen durante la etapa de construcción y operación.

Durante la etapa de construcción, los proyectos deberán consignar, al menos, las emisiones de las actividades de intervención directa del sitio donde se realiza el mismo y las asociadas al transporte

y disposición del material extraído, y al transporte de los materiales necesarios para la construcción y a la emisiones de combustión de maquinaria y vehículos.

En la fase de operación, se deberá considerar las emisiones del transporte que induce el proyecto, así como las de calderas y equipos electrógenos.

Este proceso de estimación de emisiones se realiza en el marco de la evaluación ambiental de cada proyecto. Si como resultado de la estimación, en cualquiera de estas etapas, o como resultado de la acción acumulada de dos o más de estas, se excedan los límites que establece el PPDA, se crea la obligación de compensar emisiones, lo cual queda establecido en la RCA.

Una vez finalizada la etapa de evaluación ambiental del Estudio de Impacto Ambiental o Declaración del Impacto Ambiental, el SEA notifica al Titular la RCA, donde se establecen las normas, condiciones y medidas bajo las cuales deberá ser ejecutado. Si la RCA, en uno o más de sus considerandos, establece que un proyecto en su etapa de construcción u operación, o ambas, supera los límites establecidos en el art. 98 del D.S. N° 66/2009, de MINSEGPRES, el Titular deberá presentar un Plan de Compensación de Emisiones (PCE).

Para la presentación del PCE los plazos quedarán definidos según la descripción del considerado indicado en la RCA. Lo habitual es que el titular deba presentar el PCE en un plazo de 60 días hábiles en caso de compensar MP10 y/o en un plazo de 90 días hábiles en caso de compensar NOx, contados desde la notificación de la RCA. Así también, según indique la RCA, el titular deberá presentar el PCE al SEA o directamente a la Seremi de Medio Ambiente para su aprobación.

Considerando lo anterior, cuando corresponda, y según indicaciones entregadas en la RCA, el SEA recepcionará los PCE para posteriormente remitir esta información a la Seremi de Medio Ambiente. Una vez que la Seremi de Medio Ambiente recepciona el PCE, inicia la evaluación de la propuesta. Esta Institución verifica que las medidas para compensar las emisiones propuestas por el titular sean las adecuadas. En caso que la evaluación no sea positiva, se entregan las observaciones al Titular para que este vuelva a presentar el PCE incorporando las observaciones entregadas. En caso que la evaluación sea favorable, se notifica la aprobación al Titular, o cuando corresponda se notifica al SEA, para que este informe al Titular sobre la aprobación del Plan.

Finalmente, una vez recibida la notificación por el Titular, este se encuentra en la obligación de implementar el PCE aprobado.

La fiscalización de la implementación de los PCE, es responsabilidad de la SMA en el marco de la fiscalización del cumplimiento de las RCA.

El procedimiento descrito se presenta en forma simplificada en el diagrama siguiente:

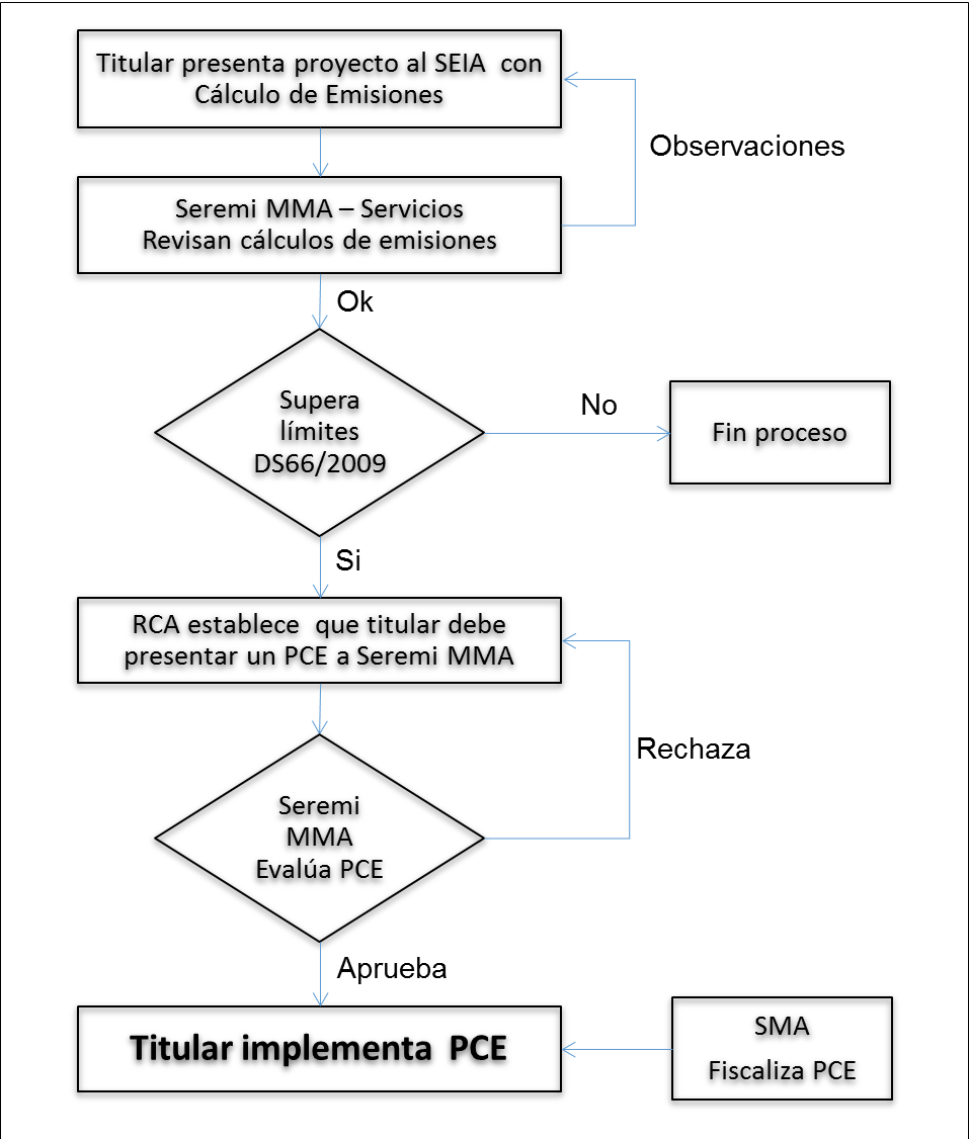


Figura 25: Procedimiento de compensación de emisiones en el marco del SEIA.



## Metas de Emisión para Operadores de Transporte Público

Con la finalidad de incorporar nuevas fuentes emisoras al sistema de compensación de emisiones de la Región Metropolitana, en el marco de la primera actualización del plan y en medio del proceso de reestructuración del sistema de transporte público de Santiago, se tomó la decisión de establecer una meta global de emisiones de MP y NOx al sistema de transporte público (Transantiago) en su conjunto, meta que posteriormente debería ser transformada en metas individuales para cada una de las unidades de negocio.

**Esta meta global permitiría mayor flexibilidad a las autoridades de transporte para establecer las exigencias tecnológicas a los operadores del Transantiago, teniendo como única restricción los límites de MP y NOx.**

De esta forma, el artículo 4 del DS 58/2003 (Plan de Descontaminación Atmosférica para Santiago) establece que el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones deberá realizar la asignación de metas de reducción individuales para cada servicio licitado de forma tal de alcanzar las metas globales de reducción de emisiones de contaminantes asociadas al sector del transporte público licitado de la Región Metropolitana; las que serán de a lo menos un 75% de las emisiones de material particulado MP10 y 40% para el caso de los óxidos de nitrógeno, ambas referidas al inventario base de 1997.

Estas metas globales fueron determinadas por CONAMA Región Metropolitana (actual Seremi de Medio Ambiente), SECTRA, la Secretaría Ejecutiva del Transantiago y la Subsecretaría de Transportes.

**Tabla 14: Metas Globales de MP y NOx (respecto del inventario base 1997)**

Contaminante	Emisión base 1997 ton/año	% reducción	Meta Global ton/año
MP	648	75%	162
NOx	16.447	40%	6.579

Mediante la Resolución Nº 292 del 2006, el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones asignó metas anuales individuales de emisión de MP y NOx para las cinco unidades troncales, 10 alimentadoras y Metro. La resolución de la Subsecretaría de Transportes establece las asignaciones de metas presentadas en la tabla 12.

**Tabla 15: Metas individuales de emisión de MP y NOx para operadores del Sistema de Transporte Público de Santiago (Transantiago + Metro)**

<b>Unidad de Negocio</b>	<b>Meta Individual de Reducción de Emisiones MP [ton/año]</b>	<b>Meta Individual de Reducción de Emisiones NOx [ton/año]</b>
Troncal Nº 1	19,2	839,7
Troncal Nº 2	9,7	320,1
Troncal Nº 3	13,7	570,1
Troncal Nº 4	10,9	354,3
Troncal Nº 5	29,9	1320,0
Alimentador Nº 1 (C)	5,5	201,2
Alimentador Nº 2 (D)	5,2	199,7
Alimentador Nº 3 (E)	5,9	230,2
Alimentador Nº 4 (F)	8,0	340,1
Alimentador Nº 5 (G)	10,6	429,8
Alimentador Nº 6 (I)	11,0	449,6
Alimentador Nº 7 (J)	6,3	261,3
Alimentador Nº 8 (B)	10,4	420,5
Alimentador Nº 9 (H)	3,8	161,5
Alimentador Nº 10 (A)	0,4	13,8
Metro S.A.	11,5	467,1
	<b>162,0</b>	<b>6579,0</b>

Fuente: Resolución Nº 292/2006 que implementa el DS 58/2003

Por otra parte, las bases de licitación y los contratos de los operadores de Transantiago, exigen que los procesos de renovación de flota no signifiquen un aumento de las emisiones de MP y NOx. Además señala que las flotas que emitan durante los 12 años de concesión menos que lo que emitiría una flota de referencia con buses EURO III, puede optar a extender su operación, hasta por un máximo de 6 años.

El máximo aumento de plazo de concesión se calculará el último día hábil del mes 144 y corresponderá al menor valor entre 72 meses y el valor, expresado en meses. Para efectos de hacer efectivo este aumento de plazo, el concesionario deberá solicitarlo por escrito al Ministerio de Transportes, antes de cumplirse el mes 145 de concesión, indicando el período exacto por el cual solicita el aumento de plazo. El MTT, mediante acto administrativo totalmente tramitado, establecerá el plazo correspondiente.

El DS Nº66/2009, publicado en abril de 2010, establece nuevas disposiciones respecto del sistema de transporte público de la Región Metropolitana:

- Se establece una reducción de las metas de emisión para el sector, en un 24% de las emisiones directas de material particulado y de un 6% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), ambas cifras referidas al inventario de emisiones del año 2005.

- Para cumplir con dicha reducción de emisiones, el MTT continuará estableciendo nuevas condiciones para que entren en uso buses de tecnología limpia (a gas, híbridos, eléctricos u otros) y dispositivos de control de emisiones para buses diesel en la Región Metropolitana. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones deberá implementar y mantener un sistema de información de los datos disponibles respecto de la efectividad de tecnologías limpias para el transporte público y de los diferentes dispositivos de control de emisiones.
- El MTT continuará realizando las acciones necesarias para que los buses dotados de motor, que cumplen con las normas de emisión denominadas EURO I y EURO II, acrediten la reducción de los niveles de emisiones, en tanto se completa su retiro, de acuerdo a lo establecido en las bases de licitación de vías de 2003.
- El MTT en conjunto con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (en adelante Conama), deberán revisar y actualizar la asignación de metas de reducción individuales para cada servicio licitado, de forma tal de alcanzar las metas globales definidas para MP10 y NOx.

De acuerdo al inventario de emisiones realizado para estimar las emisiones del sistema de transporte público para el escenario base 2005, las nuevas metas globales de MP y NOx quedaron establecidas como indica la tabla siguiente:

**Tabla 16: Metas Globales de MP y NOx (respecto del inventario base 2005)**

Contaminante	Emisión base 2005 ton/año	% reducción	Meta Global ton/año
MP	221	24%	168
NOx	5.867	6%	5.515

Si bien han quedado establecidas las metas globales para el sector, **a la fecha no ha sido posible desarrollar transacciones entre los distintos operadores, así como tampoco es posible transar con otros sectores como la industria. Lo anterior porque las autoridades del Ministerio de Transportes no han realizado la asignación individual de metas por unidad de negocio y tampoco han promulgado una nueva resolución que determine los procedimientos para acreditar las reducciones de emisiones de los operadores del transporte público.** Dentro de estos procedimientos debiera indicarse la metodología para la estimación de las emisiones de los servicios, los procedimientos de reporte, así como las condiciones para las transacciones de emisiones.

En la tabla 11 se presenta una descripción general del sistema de metas de emisión para operadores de transporte público.

Tabla 17: Sistema de metas de emisión para el transporte público (Actualizado al año 2014)

Fuentes consideradas	Operadores de servicios troncales y alimentadores de Transantiago. Se incluye al METRO.
Contaminantes considerados	Material Particulado y Óxidos de Nitrógeno (ton/año)
Asignación de permisos	Cada una de las quince unidades de negocios responsables de la operación de buses y el Metro recibió un cupo de emisión (meta), otorgado a partir de la distribución del cupo global de emisiones de MP y NOx otorgado por el Plan de Descontaminación (DS 58/2003) al sistema de transporte público de Santiago.  En la asignación recibieron cupos proporcionalmente mayores los servicios asociados a la operación de buses más antiguos.  El DS 66/2009 establece una nueva meta global de MP y NOx, la cual no ha sido traducida en metas individuales a la fecha.
Monto total de permisos entregados	<b>DS 58/2003 asignó:</b> <b>150,5 ton/año de MP y 6.112 ton/año de NOx</b> <b>DS 66/2009 asignó:</b> <b>168 ton/año de MP y 5.515 ton/año de NOx</b>
Exigencias de compensación para fuentes nuevas	La renovación de las flotas no puede implicar aumento de emisiones. Los servicios que renueven con tecnologías que permitan emisiones menores que una flota de referencia EURO III pueden extender sus períodos de concesión.
Tipo de transacciones permitidas	No ha sido aún definido por la autoridad
Flexibilidad	La asignación de cupos es en base anual, pero es indefinida en plazo. No está definido si se puede transar por periodos.
Administración de inventario de emisiones y registro de cupos	Es de responsabilidad del Ministerio de Transportes y telecomunicaciones, pero no se ha definido que repartición dentro del ministerio es responsable. Podrían ser la Secretaria Ejecutiva de Transantiago o el Centro de Control y Certificación Vehicular 3CV.
Monitoreo y reporte	No está definido.
Fiscalización	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
Multas	Las bases de licitación indican 20 UF de sanción por bus que no cumpla con los límites de emisiones indicados por la autoridad. No se indica una multa específica por incumplimiento de emisión por flota.

## Anexo 2: Bases de datos usadas en el sistema de compensación de MP para calderas

A continuación, se enumeran las bases de datos y planillas electrónicas que se utilizan en el procedimiento de compensación de MP en calderas.

**Tabla 18: Bases de datos y planillas electrónicas usadas en la compensación de MP de calderas**

Nombre	Objetivo	Tipo
Sistema de declaración de emisiones	Base de datos de antecedentes e información técnica de fuentes fijas y niveles de actividad (consumos de combustible, para el caso de calderas)	Base de Datos (DBF)
FFIJAS	Base de datos de mediciones isocinéticas de fuentes fijas	Base de Datos (DBF)
Histórico FFIJAS	Base de datos con información histórica de mediciones isocinéticas de fuentes fijas	Base de Datos (DBF)
Planilla Campos de Control EDI	Registra las emisiones diarias iniciales asignadas a las calderas en operación el año 1992, su posterior re cálculo de acuerdo a lo estipulado en el plan de descontaminación de la RM, su estado respecto a la caducidad de las EDI y registro de compensaciones de las EDIs originales mediante traspaso a otra fuente.  En esta planilla la mayor parte de la información es estática, es decir ha sido definida mediante un ordinario de asignación y permanece sin modificaciones si la fuente está en operación o estado “activa”, sin embargo si una fuente es declarada por el titular como inactiva o verificada por la unidad de fiscalización como “inactiva”, pasado un plazo de 3 años su EDI será caducada.	Planilla electrónica (XLS)
Listado de proyectos ingresados	Registra el seguimiento de los proyectos de compensaciones tramitados para los procesos y calderas existentes y nuevas, con proyectos de instrumentación si corresponde.	Planilla electrónica (XLS)
Calderas nuevas puntuales	Registra el cumplimiento de la compensación para las calderas nuevas que ingresan al registro de calderas de la SEREMI y para aquellas fuentes grupales que aumentan su tamaño de grupales a puntuales.	Planilla electrónica (XLS)

**Fuente: Informe elaborado por Sistam**

### Anexo 3: Descripción de las bases de datos utilizadas

Para el diagnóstico del sistema de compensaciones y para evaluar las modificaciones que se proponen en el presente informe es imprescindible contar con bases de datos de las emisiones industriales de la Región Metropolitana y del sistema de compensación de emisiones específicamente.

De acuerdo con la información que está disponible en la Seremi de Salud, nos hemos propuesto contar con al menos tres bases de datos para el presente estudio que podemos resumir de la siguiente forma:

**Tabla 19: Bases de datos propuesta para este estudio.**

Nombre	Fuente de información	Estado
Base de Datos Fuentes Fijas de la Región Metropolitana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos FFIJAS Seremi Salud</li> <li>• Base de datos DS 138 Minsal</li> </ul>	Falta incorporar mediciones de NOx disponibles.
Base de datos de metas – compensaciones en mayores emisores industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha construido en base a los reportes anuales que realiza la Seremi de Salud en cumplimiento con una exigencia del DS 66/2009.</li> <li>• Corresponden a documentos en formato Word, se entregan por separado MP y NOx.</li> </ul>	Se ha elaborado la base de datos en Excel. Se han incorporado todos los años disponibles (2010 al 2013)  Recientemente hemos recibido el reporte 2014, que incorporaremos en el informe final.
Base de datos de compensaciones de MP en calderas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos de calderas existentes con EDI-EDP</li> <li>• Base de datos de Calderas Nuevas Puntuales Compensadas</li> </ul>	Ha sido solicitada formalmente a través de la contraparte técnica. Se han recibido archivos con fecha viernes 08 de mayo 2015.

Se espera poner a disposición del mandante estas bases de datos al final del estudio, como uno de los productos, para que puedan realizar evaluaciones posteriores en el proceso de discusión del Plan de Descontaminación.

A continuación se describen brevemente las bases datos citados:

## Base de datos de Fuentes Fijas de la Región Metropolitana

Esta base de datos se ha generado con la finalidad de evaluar las alternativas de regulación que se propongan. El objetivo es poder contar con una base donde se disponga de información para calcular las emisiones de MP y NO<sub>x</sub> de todas las fuentes de la Región Metropolitana.

Para elaborar esta base de datos, se han utilizado principalmente dos fuentes de información:

a) **Base de datos del Formulario Nro. 138**, que corresponde a la información que reportan las industrias en cumplimiento del D.S. Nro. 138/05 MINSAL (Declaración de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos). La base utilizada corresponde al año 2012.

b) **Base de datos de Fuentes Fijas (FFIJAS)** que nos fue proporcionada por la Seremi de salud de la Región Metropolitana para el año 2012. El número de fuentes evaluadas son 11.011, correspondientes a la base de datos de Fuentes Fijas. Cada una de estas va asociada a un código único del Registro de SSMA y registra la concentración de MP, dato obtenido por medio del sistema de muestreos isocinéticos llevados a cabo en cada una de las fuentes fijas industriales de la Región Metropolitana. En esta base, las fuentes fijas están clasificadas como: Calderas Industriales, Calderas de Calefacción, Grupos Electrónicos y Procesos industriales.

Considerando que la base de datos denominada FFIJAS contiene la totalidad de las fuentes registradas en la Región Metropolitana, y que además cuenta con mediciones de MP, se ha utilizado de base y se ha complementado con información del DS 138 para la estimación de las emisiones de NO<sub>x</sub> principalmente.

Para la estimación de las emisiones correspondientes a NO<sub>x</sub> se utiliza el método de “Factor de Emisiones & AP-42” de la EPA, donde es necesario identificar las siguientes variables.

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \text{ [Ton/Año]}$$

E: Emisión estimada.

A: Nivel de actividad.

EF: Factor de Emisión

ER: Porcentaje de abatimiento en las emisiones.

En el caso de Calderas Industriales y grupos electrógenos se identifica el nivel de actividad “A”, como el consumo anual en unidades de masa [Ton], “EF” se refiere al factor de emisión referente al tipo del combustible y “ER” es considerado en el caso que la fuente cuente con tecnologías de control de emisiones para material particulado con un valor asociado (en el caso de no contar con sistema de abatimiento ER se considera “0”).

Para el cálculo por método de Factor de emisión se consideraron los datos disponibles en la base de datos de fuentes fijas facilitada por la Seremi de la Salud. En la Tabla 20 se muestran los detalles

principales de la base de datos para nuestro objetivo, en donde se define la industria asociada a su fuente fija con registro SSMA único y código de combustible para así identificar con que factor de emisión va asociado, tal como ya fue citado anteriormente. De aquí además se logra estimar el consumo de combustible anual asociando los datos de “Consumo MP” (Valor obtenido directamente del muestreo isocinético), con los datos de horas y días de operación de la fuente, para así obtener el valor de toneladas anuales de consumo de combustible.

**Tabla 20: Filtro para la fuente fija “Calderas Industriales” en funcionamiento con distintos tipos de combustibles de la Base de datos de fuentes fijas proporcionada por la Seremi de Salud, 2012.**

	B	E	H	J	K	L	M	S	U	W	Z	AA
	RAZON SOCIAL	NOMBRE DE LA FUENTE	REGISTRO SSMA	AÑO FABR	MODELO	EQUIPO CONTROL EMIS	COMBUS M	CONSUMO MP	HRS MP	DIAS MP	EMISIO MP	emision anual
37	INST. BIODUIMICO BETA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	19	1979	KNEOTUBULAR	NO	6	22,63	8,0	260	0,0057	0,0119
38	MANUFACTURAS DE CUERO PAINE LTDA	CALDERA INDUSTRIAL	20	1961	ESCOCESA	NO	6	60,00	9,0	350	0,0152	0,0479
41	LANERA CHILENA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	28	1969	ESCOCESA	NO	5	270,00	24,0	1	0,0140	0,0003
43	COMERCIALIZADORA REDPAN LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	29	1971	ESCOCESA	NO	5	40,00	10,0	240	0,0170	0,0408
57	SOC. IND. TEJAS DE CHENA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	43	1962	ESCOCESA	NO	14	44,50	14,0	264	0,0121	0,0447
63	CTI CIA. TECNONINDUSTRIAL S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	47	1961	KNEOTUBULAR	NO	14	195,90	24,0	264	0,0500	0,3168
70	ANDRES CIBIE Y CIA. LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	55	1979	VERTICAL	NO	14	13,00	12,0	308	0,0029	0,0107
83	MANUFS. DE CAUCHO RIVERA LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	72	1970	ESCOCESA	NO	14	26,00	6,0	264	0,0070	0,0111
87	NOVAFOOD S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	77	1979	ESCOCESA	NO	5	36,00	15,0	264	0,0152	0,0602
99	LAV. LUTECIA LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	94	1966	ESCOCESA	NO	5	20,59	8,0	300	0,0040	0,0096
103	VÑA CONCHA Y TORO S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	97	1971	KNEOTUBULAR	NO	14	59,30	8,0	187	0,0050	0,0075
104	CURTIDOS BAS S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	99	1967	KNEOTUBULAR	NO	5	285,60	17,0	300	0,0300	0,1530
109	ISABEL RIVAS PALACIOS	CALDERA INDUSTRIAL	103	1959	ESCOCESA	NO	5	41,30	12,0	144	0,0080	0,0138
112	INSAUT LTDA	CALDERA INDUSTRIAL	108	1979	ESCOCESA	NO	5	132,00	11,0	240	0,0500	0,1320
149	VÑA UNDURRAGA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	143	1965	KNEOTUBULAR	NO	14	27,20	11,0	72	0,0024	0,0019
158	MANUF. DE CAUCHO LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	157	1967	ESCOCESA	NO	5	26,00	4,0	96	0,0193	0,0074
160	CARPENTER S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	158	1968	HORIZONTAL	NO	5	46,25	10,0	252	0,0100	0,0252
166	PAPELES CORDILLERA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	164	1979	FM-129	FILTRO DE MANGAS	14	3922,00	24,0	365	0,2400	2,1024
170	VIVES Y CIA. LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	166	1981	ESCOCESA	NO	5	77,56	10,0	240	0,0100	0,0240
174	FUENZALDA Y HERNANDEZ LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	173	1978	ACUOTUBULAR	NO	5	10,00	12,0	120	0,0042	0,0060
180	CONFS. CUBILLOS LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	178	1978	VERTICAL	NO	5	9,48	22,0	350	0,0012	0,0092
185	LASTRADA HNDS. Y CIA. LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	183	1954	OMFR	NO	14	128,00	11,0	239	0,0110	0,0289
188	AGRICOLA LAS AGUILAS LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	184	1969	ESCOCESA	NO	5	45,00	8,0	24	0,0338	0,0065
200	CONSERVERA FEDERICO WENSTEN LTD	CALDERA INDUSTRIAL	194	1960	ESCOCESA	NO	5	38,00	6,0	60	0,0179	0,0064
202	LORENZINI PAGLIATTINI Y CIA. LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	195	1977	ESCOCESA	NO	5	25,00	8,0	240	0,0103	0,0198

Para el caso de Procesos Industriales (fuentes asociadas a procesamiento de áridos, metales, alimentos, etc.), el nivel de actividad será identificado como la producción anual de la materia prima asociada a cada fuente obteniendo los datos del D.S. Nro. 138/05 MINSAL.

**Tabla 21: Filtro para la fuente fija “Horno de Cocción” operando sobre distintos tipos de materias primas en la Base de datos del D.S. 138.**

	C	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AS	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BQ	BR	BS	BT		
1	EMPRESA	UNIDADES DE EMISION						N	NIVEL ACTIVIDAD CARACTERISTICO EN EL MODO DE OPERACION														
2	RAZON SOCIAL	DESCRIPCION	REGISTRO	MARCA	MODELO	AÑO FABR	AÑO INST	COMBUSTIBLE	MATERIA PRIMA O PRODUCTO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
4801	METALAMERICA S.A.	HORNO DE COCCION	PR-2528	ANTERORA DOU	V916-D	1994	1998	GAS LIQUADO	Material	kg/hr	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450
4802	METALAMERICA S.A.	HORNO DE COCCION	PR-2528	ANTERORA DOU	V916-D	1994	1998	GAS NATURAL	Material	kg/hr	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450
5145	INDUSTRIAS PRINCESA LTDA.	HORNO DE COCCION	3911	MORANDO	S/M	1999	1999	BTUMINOSO	Arilla	Toneladas	12834	12844	12433	12442	12627	11736	12406	11609	11948	10881	10444	11629	
5146	INDUSTRIAS PRINCESA LTDA.	HORNO DE COCCION	3911	MORANDO	S/M	1999	1999	GAS NATURAL	Arilla	Toneladas	12834	12844	12433	12442	12627	11736	12406	11609	11948	10881	10444	11629	
6300																							
6301																							
6302																							
6303																							
6304																							
6305																							
6306																							
6307																							
6308																							
6309																							
6310																							
6311																							
6312																							
6313																							
6314																							
6315																							

En la Tabla 21 se identifica por medio de un filtro en la planilla la fuente correspondiente a un “Horno de Cocción” asociado al proceso de Arcilla, tal como lo define la base de datos, cada una de las fuentes está asociada a distintos tipos de combustibles (estos pueden variar ya que algunas veces las industrias cambian el tipo de combustible para operar, para nuestro caso se elige el combustible



definido ya en la base de fuentes fijas Seremi de Salud, 2012), unidad de medida en el producto obtenido mensualmente, por lo que se puede obtener el producto anual total.

Finalmente con estos datos, obtenemos el factor de emisión definido en el AP-42 de la EPA, el nivel de actividad “A”, es decir, la producción anual de material referente a cada tipo de industria.

Para la simplificación del tratamiento de datos para NO<sub>x</sub> se consideran principalmente calderas industriales y de calefacción, como también procesos industriales asociados a interacciones de materia prima con altas temperaturas, ya que son significativamente más importantes en términos de emisiones NO<sub>x</sub> con respecto a todas las fuentes fijas industriales existentes.

## Base de datos de metas – compensaciones en mayores emisores industriales

A partir de la publicación del DS 66/2009, se estableció la generación de un reporte anual del cumplimiento de metas y/o exigencias de compensación de emisiones de MP y NO<sub>x</sub> para mayores emisores. Esta información es reportada por la Seremi de Salud en tablas (Word) como se muestra en la figura siguiente:

**Tabla 22: Reporte de cumplimiento de compensaciones de MP elaborado por Seremi de Salud**

SEREMI DE SALUD REGIÓN METROPOLITANA						
Página 1 de 8						
ANEXO I						
SITUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE METAS Y COMPENSACIONES DE MP POR PARTE DE LAS FUENTES ESTACIONARIAS CATEGORIZADAS COMO PROCESOS AÑO 2013						
Nº	Razón Social	Fuente	Registro	Meta o EAP (ton/año)	EAD (ton/año)	Comentario
1	ACEROS CHILE S.A.	HORNO ARCO ELECTRICO	1632	2,1	1,1	
2	C.M.P.C. TISSUE S.A.	MAQUINA SECADORA PAPEL (MP-16)	1482	3,9	1,1	
3	C.M.P.C. TISSUE S.A.	SECADOR DE PAPEL MP 17	1483	2,6	0,3	
4	CEBRASS S.A.	HORNO DE INDUCCION	74	2,9	0,3	
5	CEMENTO POLPAICO S.A.	SIST. MOLINO CEMENTO Nº5 (535 CP1 - 535 CP2)	114	4,1	1,4	

Tabla 23: Reporte de cumplimiento de compensaciones de NOx elaborado por Seremi de Salud

SEREMI DE SALUD REGIÓN METROPOLITANA							
ANEXO II							
SITUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE METAS Y COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOx) POR PARTE DE LAS FUENTES ESTACIONARIAS AÑO 2013							
FUENTES EXISTENTES ACTIVAS QUE AL AÑO 2013 CUMPLEN SUS METAS DE NOx							
Nº	Razón Social	Fuente	Tipo	Registro	EMA 2010 ó EAP (ton/año)	EAD (ton/año)	Comentario
1	ACONCAGUA FOODS S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	722	12,6	7,2	(A)
2	AGRICOLA ARIZTIA LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	1418	7,7	6,1	
3	CAFFARENA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	459	0,4	0,5	(A)
4	CEMENTO POLPAICO S.A.	HORNO ROTATORIO N°1 ELEX (424 PE1)	PR	568	1353,8	1176,8	
5	CERVECERA CCU CHILE LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL	IN	223	14,1	14,0	(A)

Con la finalidad de poder analizar esta información y mantener un registro histórico de cómo han evolucionado a partir del año 2010, hemos construido una base de datos que denominados “Base de datos de metas – compensaciones en mayores emisores industriales”.

La base de datos esta categorizada según nombre de la fuente, razón social y registro. El reporte las divide en cuatro categorías:

- Fuentes existentes que cumplen su emisión meta anual.
- Fuentes existentes que no cumplen su emisión meta anual.
- Fuentes nuevas o ampliadas que cumplen sus compensaciones.
- Fuentes nueva o ampliadas que no cumplen sus compensaciones.

Las fuentes existentes o fuentes antiguas son aquellas fuentes que poseen derechos de emisión y por lo tanto poseen una meta de emisión anual (META o EMA). Las fuentes nuevas o ampliadas son aquellas fuentes que no poseen derechos de emisión y deben compensar su emisión, la cual se denomina Emisión Anual Permitida (EAP). Esta emisión permitida debe ser equivalente al 150% de su emisión anual declarada (EAD).

Tabla 24: Base de datos de NOx para el año 2010.

1	A	B	C	D	E	2010				
						F	G	H	I	J
2	Registro	Razón Social	Fuente	META (ton/Año)	EAP (ton/Año)	EAD (ton/año)	Tipo	Comentario	CUMPLE	NUEVA
3	39	SOC. IND. ROMERAL S.A.	HORNO DE CALCINACION N°1		17.85	11.9	PR		0 SI	SI
4	47	CTI CIA. TECNOINDUSTRIAL S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	7.8		3.5	IN		0 SI	NO
5	142	CIA. NACIONAL DE ENERGIA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL		17.1	11.4	IN		0 NO	SI
6	150	GERDAU AZA S.A.	HORNO DE LAMINACION	28.4		22.4	PR		0 SI	NO
7	153	SOPROCAL CALERIAS E INDS. S.A.	HORNO ROTATORIO N°1	48.8		0	PR	No acreditado	NO	NO
8	164	PAPELES CORDILLERA S.A.	CALDERA INDUSTRIAL	160.5		322.4	IN	(D)	NO	NO
9	219	CIA. IND. EL VOLCAN S.A.	HORNO CUBILOTE (PR 219, 227, 231, 232)	8.8		3.7	PR		0 SI	NO
10	223	CERVECERA CCU CHILE LTDA.	CALDERA INDUSTRIAL		18.8	32.4	IN	(A)	SI	NO

Además la base de datos contiene los campos:

- META (ton/año): Emisión Meta Anual, solo disponible para fuentes categorizadas como existentes.

- EAP (ton/año): Emisión anual permitida, solo disponible para fuentes categorizadas como nuevas o ampliadas.
- EAD (ton/año): Emisión Anual Declarada.
- TIPO: se refiere al tipo de fuente, Industria (ID) o Proceso (PR) (este campo se encuentra disponible solo para la base de datos de NOx).
- Comentario: Según los comentarios indicados por la autoridad, estos pueden ser:
  - (A) Acreditan instrumentación
  - (B) Presentan compensación
  - (C) Cumple como establecimiento
  - (D) Compensación en trámite
  - (E) El año 2012 ingresa proyecto de SMCE
  - (F) No acredita medición
  - (G) No cumple su Emisión Anual Permitida (EAP)
- CUMPLE: Indica si cumple con su emisión meta anual (META) o con su Emisión anual permitida (EAP)
- NUEVA: Indica si es una fuente nueva sujeta a cumplimiento de compensación o existente que posee derechos de emisión.

## **Base de datos de compensaciones de MP en calderas**

Para almacenar la información de las compensaciones de emisiones de MP en calderas existen dos bases de datos:

- Base de datos de calderas existentes con EDI-EDP
- Base de datos de Calderas Nuevas Puntuales Compensadas

Esta información había sido solicitada por la contraparte técnica a la Seremi de Salud con la debida antelación, sin embargo sólo se han recibido los archivos con fecha 08 de mayo de 2015, por lo cual no ha sido posible incorporarlos en el análisis del presente informe de avance y serán incorporados en el informe final.

A continuación se indican los campos de las bases de datos recibidas:

**Tabla 25: Formato Base de datos de calderas existentes con EDI-EDP**

Razon Social que posee las emisiones	Tipo	regssma	n°ord EDI	fecha ord	EDP ó EDI VIGENTE (kg/día) al 31/03/2015
COMUN. EDIF. HUERFANOS 757	CA	291	416	14/01/1998	0,83
COMUN. EDIF. ALAMEDA 1170	CA	331	1161	30/01/1998	1,03
COMUN. EDIF. TORRES DE TAJAMAR	CA	514	203	12/01/1998	2,11
COMUN. EDIF. TORRES DE TAJAMAR	CA	515	203	12/01/1998	2,11
EMPRESA EL MERCURIO	CA	562	4048	21/04/1998	2,29
EMPRESA EL MERCURIO	CA	563	4048	21/04/1998	2,40
CUEROTEXSA	CA	565	5539	13/09/2004	0,90
COSSBO	CA	678	2022	18/03/1997	13,94
SERVICIO DE SALUD METROP. SUR	CA	858	5076	18/06/1997	1,25

**Tabla 26: Formato de Base de datos de Calderas Nuevas Puntuales Compensadas.**

LISTADO DE CALDERAS INDUSTRIALES (IN) Y DE CALEFACCIÓN (CA) PUNTUALES NUEVAS, QUE DISPONEN DE EMISIONES DIARIAS PERMITIDAS ( E.D.P.) EN (KG/DÍA), ACTUALIZADO AL 31.03.2015 (VER NOTA AL PIE)

Razón Social en Resolución de Compensación	TIPO	N° de Registro	N° de Resolución	fecha de Resolución	emisión diaria permitida vigente
ABASTECEDORA DE COMBUSTIBLES S.A.(ABASTIBLE S.A.)	IN	2006	4469	19/02/2003	0,15
ABASTECEDORA DE COMBUSTIBLES S.A.(ABASTIBLE S.A.)	IN	2146	28045	30/07/2007	0,80
ACONCAGUA FOODS S.A.	IN	722	24740	17/07/2006	18,39
ACONCAGUA FOODS S.A.	IN	1486	1120	15/01/2001	8,25