

INFORME SEGUIMIENTO
PLAN DE PREVENCIÓN Y DE DESCONTAMINACIÓN
PARA LA REGIÓN METROPOLITANA
AÑO 2011

INCLUYE AVANCE A SEPTIEMBRE DE 2012

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

El presente informe se elabora para dar cumplimiento al Artículo 121, letra 2) donde se establece la obligación de remitir un informe de avance de carácter anual al Consejo Directivo de Conama.

1 ANTECEDENTES

La Región Metropolitana de Santiago fue declarada Zona Saturada por Material Particulado Respirable, Partículas en Suspensión, Ozono y Monóxido de Carbono; y Zona Latente por Dióxido de Nitrógeno, mediante D.S. N° 131/1996 del 12 de junio de 1996 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. El año 1998, el Decreto Supremo D.S. N°16/1998, oficializa el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA), que contiene las metas de calidad del aire y las medidas orientadas al control de las principales fuentes contaminantes identificadas en la región. Este Plan fue reformulado en dos oportunidades a través del D.S. N°59/2003 y del D.S. N°66/2009, actualmente vigente.

El 26 de enero de 2009, el Comité de Ministros aprobó la redacción del documento definitivo que actualiza el PPDA llamado Proyecto de Revisión, Reformulación y Actualización del Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana. Este Plan tiene por propósito complementar los instrumentos incluidos en la primera actualización, con el fin de cumplir con las metas de reducción de emisiones planteadas al año 2011. En junio de 2009 la Secretaría General de la Presidencia envió a la Contraloría General de la República dicho proyecto para su toma de razón, el que fue publicado el 16 de abril de 2010 a través del D.S. N°66/2009.

Actualmente, el Ministerio de Medio Ambiente se encuentra elaborando el documento técnico que servirá de sustento a la declaración de zona saturada de la Región Metropolitana por material particulado fino ($MP_{2,5}$), en el contexto de la entrada en vigencia desde el 01 de enero de 2012 de la norma primaria de calidad ambiental.

En el presente informe se presenta un estado de avance de las medidas y programas establecidos en el PPDA. También se reporta la evolución de la calidad del aire y de las emisiones de la región como resultado de la implementación este plan.

En un anexo, se incluye una matriz que contiene las 274 medidas contenidas en el PPDA, su estado de avance (%) y las observaciones más importantes.

2 RESUMEN DE AVANCES DE LAS MEDIDAS DEL PPDA

Para la elaboración del presente informe se realizó una consulta por oficio a los servicios competentes (OF. ORD. 121539) con fecha 18 de mayo de 2012, el cual fue reiterado mediante oficio (OF. ORD. 122177) con fecha 29 de junio de 2012. El resumen de las respuestas recibidas puede ser consultado en el anexo N°1 de este informe.

El PPDA consta de 13 capítulos. De acuerdo a lo informado por parte de los servicios para el año 2011 y primer semestre de 2012, se obtuvo un porcentaje de avance del PPDA de 82%. En el siguiente resumen general, se muestran los avances globales por capítulo:

Resumen General de Avance PPDA D.S.N°66/2009	Porcentaje de avance
CAPÍTULO II: TRANSPORTE	92 %
CAPÍTULO III: COMBUSTIBLES	100 %
CAPÍTULO IV: EXIGENCIAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL Y COMERCIAL	92 %
CAPÍTULO V: CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A LA CALEFACCIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA Y OTROS DENDROENEGÉTICOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA	91 %
CAPÍTULO VI: CONTROL DE EMISIONES DE COV ASOCIADAS A LA CADENA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES DE USO VEHICULAR, INDUSTRIAL Y COMERCIAL	88 %
CAPÍTULO VII: PROGRAMAS ESTRATÉGICOS	66 %
CAPÍTULO VIII: PROGRAMA PERMANENTE DE SEGUIMIENTO, CONTROL DE GESTIÓN Y FISCALIZACIÓN DEL PPDA	90 %
CAPÍTULO IX: PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL Y ACCESO A INFORMACIÓN	76 %
CAPÍTULO X: INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIOS	66 %
CAPÍTULO XI: PLAN OPERACIONAL PARA ENFRENTAR EPISODIOS CRÍTICOS DE CONTAMINACIÓN	90 %
CAPÍTULO XII: FINANCIAMIENTO	28 %
CAPÍTULO XIII: OTRAS DISPOSICIONES	100 %
Porcentaje total de cumplimiento	82 %

El PPDA contiene un total de 149 artículos y 274 medidas o actividades a desarrollar. Se destaca que un 68% de las medidas presentan un 100% de avance, mientras que existen 15 con cumplimiento nulo. Actualmente, la distribución del cumplimiento de las medidas del PPDA en base a su porcentaje de avance es el siguiente:

Porcentaje de avance	Observación	N° de medidas	Porcentaje
100%	Cumplimiento total	186	68%
76 - 99%	A pasos del cumplimiento total	19	7%
51 - 75%	Avance significativo	23	8%
26 - 50%	Avance parcial	24	9%
1 - 25%	Avance leve	7	3%
0%	Avance nulo	15	5%
TOTAL		274	100%

3 ESTADO DE AVANCE DE LAS MEDIDAS DEL PPDA POR SECTOR

Las medidas que se establecen en el PPDA se basan en el impacto de cada sector sobre las concentraciones de material particulado y gases de origen antropogénico. Este enfoque considera tanto la emisión directa como el aporte de la emisión de gases precursores a la atmósfera. Para el año base 2005 en que se sustenta el Plan (PPDA D.S. N°66/2009), la responsabilidad de las distintas fuentes en las concentraciones de MP₁₀ son las siguientes: Transporte 41%, Industria 24%, Residencias 11% y Otras Fuentes 24%.

3.1 IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS EN TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

Las principales estrategias de mitigación de emisiones para el transporte son las siguientes:

3.1.1 TRANSPORTE PÚBLICO

A continuación se detallan las principales medidas implementadas en el sector:

- A partir del año 2010, los buses de Transantiago deben cumplir con la norma Euro III más filtro de partículas. Esto ha permitido que a la fecha, más de 3.000 buses cuenten con este sistema de control de emisiones.
- Los buses Euro I y Euro II que participan de la operación del Transantiago, se han retirado mayoritariamente gracias a la creación del Plan de Renovación de buses. A la fecha se han reemplazado el 100% de los buses Euro I y parte de los buses Euro II; por buses Euro III con filtro de postratamiento. Como resultado de la renegociación de los contratos se espera la entrada de 1.436 buses nuevos Euro III+DPF, Euro IV y Euro V, con lo cual se terminarían de remover de la flota la totalidad de los buses Euro II, de lo cuales quedan actualmente 316 unidades que son usados como flota auxiliar.
- La Coordinación General de Transportes de Santiago dentro de sus facultades de fiscalización del 1% de la flota, ha llevado pruebas de calidad de combustible y carga de azufre desde el año 2010, presentando un 100% de cumplimiento de la norma que exige contenidos menores a 50 ppm.
- El informe "Programa de Seguimiento Ambiental: emisiones atmosféricas del STP de buses de Santiago. SECTRA" indica que durante 2011 se alcanzaron reducciones de 65,1% de material particulado (MP) y 28,2 de óxidos de nitrógeno (NOx), ambas respecto al inventario 2005.

3.1.2 INCORPORACIÓN DE NUEVAS NORMAS PARA VEHÍCULOS LIVIANOS Y MEDIANOS

A continuación, se muestran las normas de emisión de vehículos livianos y medianos que han entrado en vigencia de acuerdo al PPDA:

- Vehículos livianos a gasolina: norma EURO IV
- Vehículos livianos y comerciales clase 1 diesel: norma EURO V
- Vehículos livianos comerciales clase 2 y 3 diesel: norma EURO IV
- Vehículos medianos a gasolina: norma EURO IV
- Vehículos medianos diesel: norma EURO IV

A la fecha, existe un gran avance en cuanto a los Nuevos Estándares de Emisión de Vehículos Nuevos, por ejemplo la norma EURO V para vehículos livianos a gasolina y medianos diesel. Así, la Norma ASM, que regula el uso de los convertidores catalíticos, se encuentra en Contraloría.

3.1.3 INCORPORACIÓN DE PROGRAMAS Y NUEVAS NORMAS ORIENTADAS A VEHÍCULOS PESADOS

Actualmente, el Ministerio de Transportes está elaborando un programa de implementación de una Zona de Baja Emisión en la Región Metropolitana para vehículos pesados, para lo cual ya se ha modificado el DS N°18 del MTT, mediante DS N° 1.211 del 2012, incorporando las condiciones que deben cumplir los camiones para su ingreso al interior del Anillo Américo Vespucio.

El Programa País de Eficiencia Energética implementó un programa para chatarrizar 500 camiones a nivel país, y el Ministerio de Medio Ambiente se encuentra elaborando una metodología para que la chatarrización de camiones pueda servir como medida de compensación de emisiones. El Programa de chatarrización arrojó que el mayor impacto se observó para el MP, donde las reducciones respecto al camión antiguo observadas fueron en promedio 0,3 (gr/km) para el camión nuevo y 0,31(gr/km) para el camión nuevo capacitado, equivalentes a un 83% y 87% de reducción, respectivamente.

La modificación Norma de Emisión de Vehículos Pesados (DS N°55/1994) estableció la entrada en vigencia de la norma Euro IV para camiones a partir de mayo de 2012 y de la norma Euro V a partir de octubre de 2014.

3.1.4 INCORPORACIÓN DE NUEVAS NORMAS PARA MOTOCICLETAS

A partir del 16 de enero de 2011, estos vehículos deberán cumplir con la Norma Euro III, que obliga uso de convertidor catalítico en la Región Metropolitana. El anteproyecto de revisión del D.S. N°104/2001 del se encuentra programado para antes del 30 de abril del 2013.

3.1.5 MEJORAS DE LOS COMBUSTIBLES

Para fijar requerimientos de la calidad de los combustibles, el INN se encuentra en proceso de realización de la norma conformando por el Comité del proyecto NCh3246/1-2011 de Biocombustibles sólidos, preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización.

La mejora en los combustibles para el transporte permite la incorporación de tecnologías más limpias, el uso de los filtros de partículas y el mejoramiento de la eficiencia del convertidor catalítico. Se han fijado los siguientes estándares:

Gasolina: Desde el año 2010, el contenido de azufre bajó a 15 ppm en todo el país.

Diesel: A partir del 1 de septiembre de 2011, el contenido de azufre es de 15 ppm en la Región Metropolitana. Actualmente, el contenido de azufre en el diesel es 50 ppm en el resto del país, pero a partir de septiembre del año 2013 será de 15 ppm a nivel país. Esto es determinante para normas de camiones y de vehículos diesel.

Por otra parte, se han incorporado mejoras en los combustibles de uso residencial e industrial:

Kerosene: En julio de 2010, el contenido de azufre bajó de 500 a 350 ppm en la Región Metropolitana, y a partir de abril de 2012, éste bajó a 100 ppm (reducción del 80% del azufre). A partir del año 2013, el azufre en el kerosene bajará de 500 a 100 ppm en el resto país.

Petróleo Combustible N° 5 y N°6: En la Región Metropolitana el contenido de azufre es de 1% y a partir del 1 de septiembre de 2011. De acuerdo a la publicación en el Diario Oficial del sábado 17 de marzo de 2012, del D.S. N°60 del 5 de septiembre de 2011, el contenido de azufre a nivel nacional será de 3%, comenzando a regir 60 días después de su publicación.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS EN LA INDUSTRIA Y COMERCIO

Las principales medidas establecidas en el PPDA para el sector industrial están orientadas a la reducción de emisiones de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂) en grandes emisores. Los avances registrados en esta materia son:

3.2.1 EXIGENCIA DE MONITOREO CONTINUO DE EMISIONES PARA GRANDES EMISORES.

Según informa la Seremi de Salud RM para el año 2011, el protocolo de monitoreo continuo que permitirá acreditar emisiones de MP, NOx y SO₂ fue aprobado formalmente mediante Resolución N°23.013 con fecha 27 de abril de 2011, de la Seremi de Salud RM, la que fue publicada en el Diario Oficial el 14 de mayo de 2011. Posteriormente se envió carta a 5 empresas que poseen un total de 11 fuentes estacionarias que deberían implementar este sistema de medición. Las 5 empresas han ingresado los proyectos de monitoreo de acuerdo al protocolo, actualmente se encuentran en revisión.

3.2.2 CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂) PARA MAYORES EMISORES

Al 31 de diciembre de 2010, se obtuvo el siguiente cumplimiento para Mayores Emisores de SO₂:

Establecimiento	Emisión Base SO ₂ [t/año]	Emisión Meta SO ₂ [t/año]	Reducción Porcentual
Molymet	1.967	984	50%
Cristalerías Toro	114	83	27%
Cristalerías Chile	715 ⁽¹⁾	300 ⁽²⁾	42%
Cemento Polpaico	520-699	350	32,70%
Industrias Princesa	204,2	175	14,3%

(1) Utilizando petróleo residual (N°5 y N°6) indicado en la DIA

(2) Valor Comprometido en la DIA

Para el periodo 2011, la Seremi de Salud ha informado que 4 establecimientos con programa de reducción de emisiones aprobado en el marco del DS N°58/2003, del Minsegapres, cumplen con su meta anual de emisión de SO₂, estos son Molymet, Cristalerías Toro, Cemento Polpaico e Industrias Princesa. Un quinto establecimiento (Cristalería Chile) cumple con la meta de emisión referida en el DS N°66/2009, del Minsegapres, comprometida mediante evaluación en el SEIA.

3.2.3 CONTROL DE EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOx) Y MATERIAL PARTICULADO (MP)

La Seremi de Salud en abril del año 2012, informó el cumplimiento de las metas y compensación de emisiones de MP y NOx, exigidos por el PPDA, por parte de las fuentes estacionarias, considerando sus Emisiones Anuales Declaradas al 31 de diciembre del año 2011.

Material particulado

Las fuentes estacionarias existentes categorizadas como procesos y denominadas Mayores Emisores de MP que deben cumplir meta de emisión de MP son 93. De éstas, solo 50 estuvieron activas durante el año 2011. Las fuentes nuevas y las fuentes existentes no categorizadas como Mayores Emisores, que al 31 de diciembre del año 2011 tienen una Emisión Anual Declarada igual o superior a 2,5 ton/año, y que deben compensar emisiones son 19.

Óxidos de nitrógeno

Las fuentes estacionarias existentes y denominadas Mayores Emisores de NOx que deben cumplir meta de emisión de NOx son 154. De éstas, solo 71 estuvieron activas durante el año 2011. Las fuentes nuevas y las fuentes existentes no categorizadas como Mayores Emisores, que al 31 de diciembre del año 2011 tienen una Emisión Anual Declarada igual o superior a 8,0 ton/año, y que deben compensar emisiones son 20.

El grado de cumplimiento de las metas y compensaciones de MP y NOx, considerando mediciones realizadas hasta el 31 de diciembre de 2011 y resultados ingresados por los titulares de las fuentes a la Seremi de Salud Región Metropolitana al 21 de enero de 2012, se presenta a continuación:

Medida	Nº de fuentes activas	Nº de fuentes en cumplimiento	Nº de fuentes en incumplimiento	% de cumplimiento
Metas de emisión de Emisiones de NOx para fuentes Mayores Emisores. Art. 69 y 70 D.S. 66/09	71	64 (a)	7	90
Compensación de emisiones de NOx por fuentes nuevas. Art. 71 y 74 D.S. 66/09	20	12 (b)	8	60
Metas de emisión de MP para fuentes Mayores Emisores categorizadas como proceso. Art. 82 y 83 D.S. 66/09	50	49 (a)	1	98
Compensación de emisiones de MP por fuentes nuevas categorizadas como proceso. Art. 84 y 87 D.S. 66/09	19	10 (b)	9	53

a) Corresponden a fuentes que han reducido sus emisiones y fuentes con proyectos de compensación y/o instrumentación aprobados o en proceso de aprobación.

b) Corresponden a fuentes proyectos de compensación y/o instrumentación aprobados o en proceso de aprobación.

Adicionalmente, la Seremi de Salud RM ha informado que el estado de avance al 31 de mayo de 2012 de las medidas del PPDA que le competen, son las siguientes:

- Para monóxido de carbono (CO) existen 7.003 fuentes evaluadas, de las cuales 6.987 cumplen con la norma (99,8%) y 16 fuentes no la cumplen (0,2%).
- Para dióxido de azufre (SO₂) existen 8.161 fuentes evaluadas, de las cuales 7 fuentes que utilizan carbón bituminoso o petróleo residual como combustible principal no cumplirían con la norma de emisión. De éstas, 5 fuentes tienen la medición vencida y 2 no han medido y no cuentan con equipo de abatimiento de emisiones de SO₂. 8.154 cumplen con la norma (99,9%) y 7 fuentes no la cumplen (0,09%).

Programa de control de emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Por otra parte, se encuentra operativo un sistema de registro de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) de fuentes industriales con emisiones mayores a 50 ton/año. Este sistema fue establecido mediante resolución N°2662 del 13 de enero del 2012, de la Seremi de Salud RM. El primer informe de avance del estudio “Generación de la Declaración de Emisiones de COV para la Regulación de Emisiones Atmosféricas del Sector Industrial de la Región Metropolitana en el Marco de la Nueva Norma del MP_{2,5}”, ha arrojado los primeros resultados, pertenecientes a las fuentes que han declarado sus emisiones desde el último trimestre de 2011.

De acuerdo a los establecimientos identificados mediante del DS N°138 para el año 2011, han declarado 405 empresas que compran, venden y utilizan solventes como materias primas, de las cuales, solo 17 han hecho estimaciones de emisiones de COV por medio de balance de masa y/o mediante el modelo TANKS, obteniendo una emisión estimada total de 1.286 ton/año para las empresas que declararon. Al cierre del informe se encontraban ingresando nuevas declaraciones, las cuales serán revisadas y validadas con el objetivo de seguir prestando asistencia técnica a la autoridad según lo comprometido.

El PPDA establece que en base al análisis de las emisiones declaradas se establecerán las medidas de control.

Grupos electrógenos

De acuerdo a la Tabla Pública del 14 de agosto de 2012, donde se muestra el estado de avance de los procesos de dictación y revisión de normas de calidad ambiental y de emisión, correspondientes al medio atmosférico, el proyecto definitivo de la Norma de Emisión de Material Particulado y Gases para Grupos Electrógenos en la Región Metropolitana se encuentra en elaboración. A la fecha, existen dos gestiones pendientes a realizar: opinión del Consejo Consultivo del Medio Ambiente y presentación del proyecto definitivo al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Para los existentes seguirá rigiendo Decreto N°4 y los grupos electrógenos que funcionen en la RM y tengan que cumplir exigencias de medición de emisiones deberán contar con un horómetro digital, sellado e inviolable.

3.3 CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A LA CALEFACCIÓN RESIDENCIAL CON LEÑA

Durante el año 2011 y 2012 se observaron importantes avances en la implementación de la regulación de los calefactores que utilizan leña o biomasa en la Región Metropolitana.

Con la publicación de la Ley que otorga atribuciones a la SEC para certificar calefactores nuevos, ocurrido en mayo de 2012, queda establecido el plazo de entrada en vigencia de la norma de emisión para la Región Metropolitana para noviembre de 2013.

De la misma forma, 12 meses después de entrada en vigencia de la norma, rige la prohibición de uso para calefactores que no cumplan con la norma en zonas urbanas (noviembre de 2014).

Por otra parte, durante el año 2011 se avanzó en la implementación de un PROGRAMA DE SELLO VOLUNTARIO, mediante acuerdo entre el Ministerio del Medio Ambiente y la Asociación de Industrias Metalúrgicas y Metalmeccánicas A.G. (ASIMET), mecanismo mediante el cual, quienes importen, fabriquen, construyan o armen calefactores en el país, pueden participar de un programa voluntario que permite identificar, mediante un sello establecido, que el calefactor comercializado cumple con la norma de emisión de 2,5 g/h de MP establecida en el artículo 102 del PPDA. Se establecieron los siguientes requisitos:

Con fecha 24 de febrero de 2012, el presidente de ASIMET A.G., manifestó la decisión de no continuar participando en el programa, lo que generó que el finiquito del contrato entre las partes antes mencionadas. Por lo anterior, el Ministerio adoptó que el Programa de Sello Voluntario, para quienes importen, fabriquen, construyan o armen calefactores en el país, puedan participar en forma individual con el fin de dar continuidad a esta mediada. A la fecha se han entregado 2 sellos voluntarios.

La vigencia de este programa a nivel nacional, regirá hasta el 15 de noviembre del año 2013, ya que la entrada en vigencia de la ley N° 20.586, que da atribuciones a la SEC certificar los artefactos regirá a partir del 16 de noviembre de 2013, según el artículo 102 del PPDA.

4 GESTIÓN DE EPISODIOS DE ALTA CONTAMINACIÓN

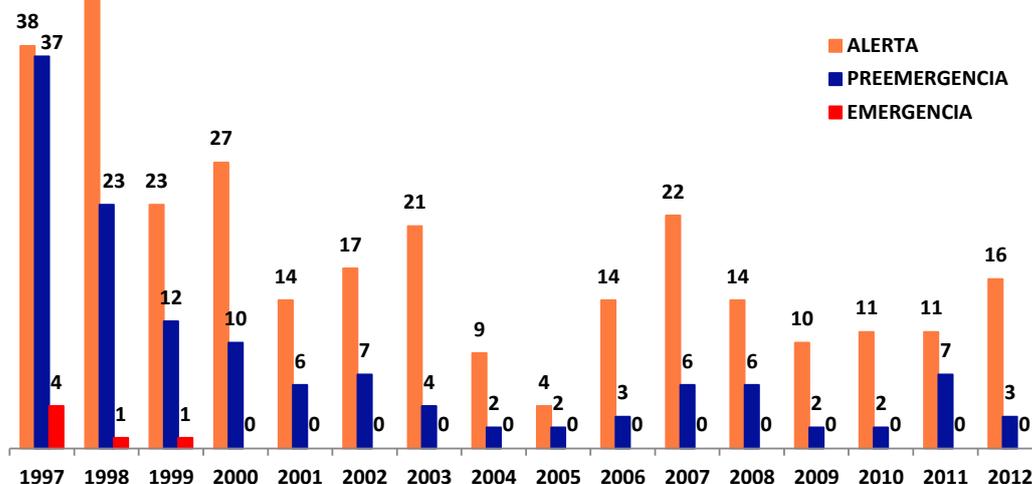
El Plan Operacional para enfrentar Episodios Críticos de Contaminación, que forma parte del Plan de Descontaminación (D.S. 66/2009) en su capítulo XI, fue actualizado a través del D.S. N°46/2007. Las principales actividades desarrolladas durante el año 2011 y 2012 fueron las siguientes:

- Convenio de Colaboración Técnica entre la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y el Ministerio del Medio Ambiente, con el objetivo de que la DMC desarrollara el Pronóstico Meteorológico y de Calidad del Aire diariamente.
- Además, la Dirección Meteorológica de Chile dentro del Plan Operacional de Variables Meteorológicas desarrolló lanzamientos de radiosondeos desde la Quinta Normal en Santiago y operó el equipo Lidar (Light Detection and Ranging), con el objetivo de iniciar observaciones de la capa baja de la atmósfera. Paralelamente entregó la estimación del Factor de Ventilación para la cuenca de Santiago.

Todas estas actividades se desarrollaron con el fin de prestar apoyo a la Intendencia Regional y a la Seremi MA RM en la Gestión de Episodios Críticos. Durante el año 2012, la DMC desarrolló la operación en marcha blanca de un nuevo modelo experimental de calidad del aire para MP₁₀ y MP_{2,5}, el cual actualmente está en proceso de validación.

En términos generales, es posible destacar que en el período de aplicación del PPDA se han reducido de forma considerable el número de eventos de alta contaminación por material particulado. El año 1997 se constataron 79 eventos de contaminación: 38 Alertas, 37 Preemergencias y 4 Emergencias (sobre 500 ICAP). El año 2011 se constataron 18 eventos, 11 Alertas y 7 Preemergencias, mientras que el año 2012 se constataron 19 eventos; 16 alertas y 3 Preemergencias. La siguiente figura muestra la evolución del número de episodios.

Número de Días con Episodios por MP10 1997 - 2012



Fuente: Seremi de Medio Ambiente de la Región Metropolitana

5. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA REGIÓN METROPOLITANA

5.1 CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE EN LA REGIÓN METROPOLITANA

El presente análisis tiene como objetivo mostrar la evolución de las concentraciones de contaminantes criterio¹ presentes en la Región Metropolitana en el período de aplicación del PPDA. Estas concentraciones han sido medidas desde el año 1997 a la fecha en las estaciones de la red oficial de monitoreo de calidad del aire - Red MACAM² -. Cabe señalar que la red ha experimentado modificaciones en su equipamiento y lugares de emplazamiento de las estaciones.

Por otra parte, la administración de esta red de monitoreo y vigilancia de la calidad del aire, como asimismo los laboratorios de gravimetría e instrumental de calibración dejaron de estar a cargo de la Seremi de Salud RM, institución que la había manejado desde el año 1997, pasando a ser operados por el Ministerio de Medio Ambiente a partir del 1 de enero de 2012, de acuerdo a lo que establece el Convenio de Colaboración entre ambos ministerios, aprobado por Resolución Exenta N°1123 del 22 de septiembre de 2011.

En la siguiente tabla, se muestra la evolución de las concentraciones de material particulado y gases desde el año 1999 respecto a la normativa vigente. El primer año que cuenta con los valores trianuales es el año 1999 para el cálculo de concentraciones en todos los contaminantes, con excepción del MP₁₀ como concentración de 24 horas, donde se utiliza el valor P98 más alto durante el año calendario para el cumplimiento de su norma de calidad. Las concentraciones expuestas en esta tabla permiten evaluar el estado de Latencia o Saturación para los contaminantes criterio señalados³.

¹ Contaminantes criterio: Material particulado MP₁₀ y MP_{2,5} (norma anual y de 24 horas - P98 -), ozono O₃ (promedio móvil de 8 horas -P99-), dióxido de nitrógeno NO₂ (anual y 1 hora -P99-), monóxido de carbono CO (1 hr y 8 hrs -P99-) y dióxido de azufre SO₂ (anual y de 24 horas -P99-).

² La Red MACAM incorpora 7 estaciones hasta el año 2007, el año 2008 se incluye la estación de Cerro Navia y desde el año 2009 se suman las estaciones de Quilicura, Puente Alto y Talagante, completando un total de 11 estaciones a la fecha.

³ El estado de Saturación implica la superación de la norma, mientras que el estado de Latencia es la superación del 80% de la norma.

Evolución de las Concentraciones* de Contaminantes Criterio- Región Metropolitana 1997-2011

Contaminante	Norma Actual	Años												
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
MP10 Anual	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	91	84	76	73	72	71	70	69	69	70	67	67	67
MP10 24 hr P98**	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	269	250	229	234	219	188	183	218	233	228	199	205	192
Ozono 8 hrs P99	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	197	194	189	194	189	182	175	172	176	166	160	153	153
NO ₂ Anual	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	43	42	39	44	49	50	47	42	40	43	44	42	41
NO ₂ 1 hr P99	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	261	272	283	308	325	316	276	256	230	248	242	247	232
CO 1 hr P99	30 mg/m^3	24	21	18	18	17	17	14	13	13	14	15	13	13
CO 8 hrs P99	10 mg/m^3	16	14	13	13	12	12	11	10	10	11	11	10	9
SO ₂ Anual	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16	13	11	10	9	9	9	9	10	9	8	6	5
SO ₂ 24 hrs P99	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	85	65	56	45	42	36	36	35	38	41	36	28	22

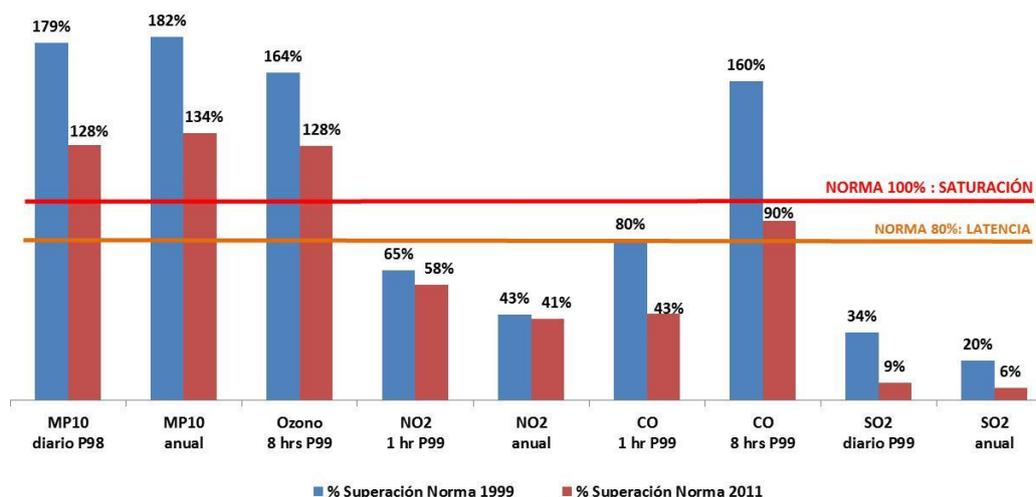
*Evolución como promedio trianual de concentración

**Evolución anual del MP₁₀ como concentración de 24 horas⁴.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

Tal como se observa en el siguiente gráfico, de acuerdo a los valores trianuales de los contaminantes y al valor anual para las concentraciones diarias de MP₁₀, se constata que la Región Metropolitana se encuentra en estado de Saturación por MP₁₀ en sus normas diaria y anual y por ozono en su norma de 8 horas. Se encuentra en estado de Latencia por CO en su norma de 8 horas, y en cumplimiento para la norma horaria de CO, las normas de NO₂ y SO₂. Al comparar el trienio 1997-1999 con el 2009-2011 se observa una disminución de todos los porcentajes respecto de las respectivas normas de calidad. Las mayores reducciones se constatan en MP10, Ozono, CO y SO₂.

Superación Norma Contaminantes Criterio Material Particulado y Gases
Porcentajes Año 2011 Respecto del Año Base 1999



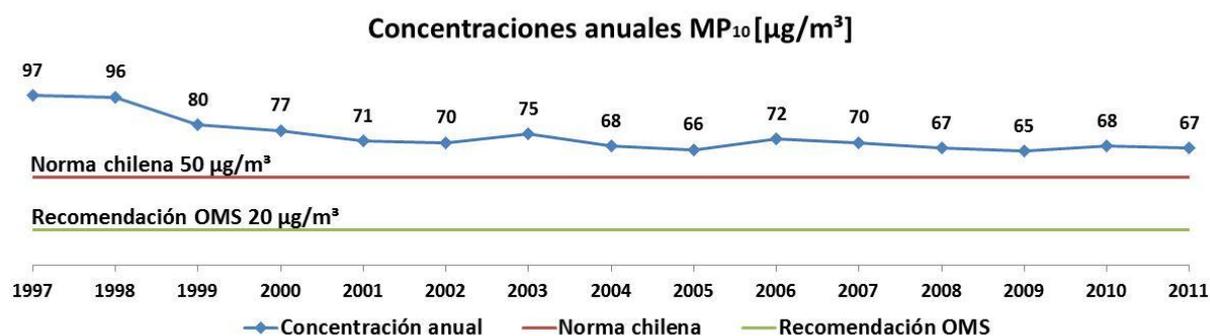
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

⁴ El DS N°59/1998 establece que se considerará sobrepasada la norma de calidad del aire para material particulado respirable cuando el Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A continuación se presenta un análisis para cada contaminante criterio monitoreado de forma automática y continua por la Red MACAM, observando la evolución de las concentraciones anuales entre los años 1997-2011⁵. En cada uno de los gráficos de evolución anual de las concentraciones, se incluye el valor de las normas chilenas en vigencia, como una referencia para evaluar el nivel de cumplimiento año a año, aun cuando para evaluar si las concentraciones superan los estándares de la norma, se deben utilizar los promedios trianuales mostrados en la tabla anterior. También, se incluyen las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁶.

Material Particulado (MP₁₀)

Pese a las medidas adoptadas y a los avances registrados en todo el periodo de implementación del PPDA, el MP₁₀ sigue siendo uno de los principales problemas de la Región Metropolitana, ya que tanto las normas de concentración de 24 horas y anual son superadas en un 28% y 34% para el año 2011, respectivamente. Para alcanzar los estándares de MP₁₀ es necesario continuar avanzando con los esfuerzos realizados hasta ahora, pero sobre todo, enfocándose en la reducción de las concentraciones del MP_{2,5} (fracción fina del MP₁₀) y de sus gases precursores. En términos de metas, se debe mencionar que en los últimos 14 años se ha logrado una reducción de 30 µg/m³ en las concentraciones anuales, restando una reducción de 17 µg/m³ para alcanzar el estándar establecido a la fecha.



La evolución de sus concentraciones anuales, muestra una disminución sostenida entre los años 1997 y 2002, para luego comportarse de manera fluctuante entre los años 2003 y 2007. En el periodo 2008-2011 se observa un estancamiento de las concentraciones, mostrando una tendencia poco clara. Más adelante, se mostrará la evolución anual del MP₁₀ y de sus fracciones fina (MP_{2,5}) y gruesa (MP_{2,5-10})⁷, lo que permitirá comprender mejor éstas tendencias.

La evolución anual de las concentraciones de 24 horas, muestra una tendencia a la baja en el periodo 1997-2005. Desde el año 2006 en adelante se observa un cambio en el comportamiento de las concentraciones, mostrando un aumento de las concentraciones máximas registradas, probablemente asociado a la crisis de suministro de gas natural durante esos años que implicó un aumento en las concentraciones de material particulado fino. Desde el año 2008 a la fecha la tendencia se comienza a revertir, experimentando una disminución el año 2011. Los valores máximos diarios de concentración (P98) de MP₁₀ muestran una reducción de 125 µg/m³ al comparar los años 1997 y 2011, pasando desde 317 µg/m³ a 192 µg/m³, respectivamente. Por lo tanto, aún resta reducir 42 µg/m³ para alcanzar el actual estándar de 150 µg/m³. Por otra parte, si para MP₁₀ en el año 1997

⁵ Para material particulado y gases se cuenta con información validada hasta el año 2011.

⁶ La OMS hace recomendaciones para las concentraciones diarias y anuales de MP₁₀; para las concentraciones diarias de SO₂; para las concentraciones de 8 horas de O₃; y para las concentraciones horarias y anuales de NO₂. No se pronuncia respecto de recomendaciones para la media anual de SO₂; ni para las concentraciones de CO.

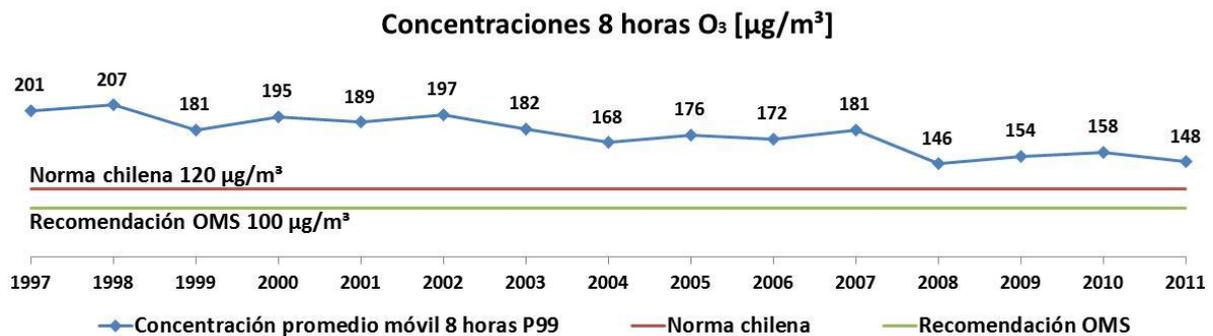
⁷ Monitoreo discreto realizado mediante filtros para cada fracción del material particulado.

los días sobre norma considerando todas las estaciones ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) fueron 112, para el año 2011 los días sobre norma fueron 28.



Ozono (O_3)

Este contaminante muestra una tendencia a la baja, con una disminución importante de $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre los años 2007 y 2008. El último año disponible para la concentración anual muestra una disminución de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ respecto del año 2010. Por otra parte, el año 2011 los días sobre norma ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$) fueron 49, presentándose todos ellos en la estación Las Condes.



El ozono, al año 2011 muestra una superación de norma del 23%, respecto del 68% que mostraba en el año 1997. A pesar de la superación de la norma de 8 horas, las medidas implementadas por el PPDA, especialmente, en el sector transporte y combustibles para la reducción de los precursores de la formación del ozono, tales como los óxidos de nitrógeno (NO_x), se ha traducido en una reducción importante a partir del año 2008.

Dióxido de Nitrógeno (NO_2)

El control de las emisiones de este contaminante, se justifica por el aporte que tiene en la formación de material particulado secundario y ozono troposférico. Tanto la norma anual como de 1 hora se han cumplido en todo el período de aplicación del PPDA.

Para el año 2011, los máximos diarios de concentración de 1 hora no superan la norma chilena de concentración de 1 hora ($400\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sin embargo, al comparar con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la Unión Europea ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$), existe una superación de 31 días en la Región Metropolitana.



Los estándares chilenos para este contaminante se cumplen tanto para la norma de 1 hora como para la norma anual. No obstante lo anterior, al considerar la recomendación de la OMS se observa la superación de los estándares de referencia de 1 hora (200 ug/m³) y anual (40 ug/m³). También se observa un estancamiento de las concentraciones durante los últimos 6 años.

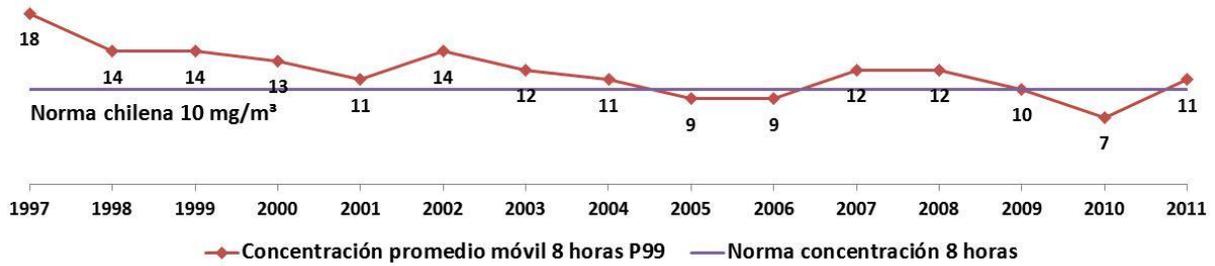
Monóxido de Carbono (CO)

La norma horaria se cumple en todo el período de monitoreo, mientras que la norma de ocho horas se supera en un 10% para el año 2011. Al observar el comportamiento de las concentraciones, se aprecia una reducción progresiva desde el año 1997, por lo que se puede concluir que los esfuerzos implementados en el sector transporte, entre otros, han tenido un impacto en lograr una reducción de este contaminante.



Desde el año 2005 a la fecha se ha ido logrando que las concentraciones promedio móvil de 8 horas, se muevan en torno al estándar fijado por la norma chilena, que tiene el mismo valor que los estándares de Estados Unidos y de la Unión Europea.

Concentraciones Históricas CO [mg/m³]



Dióxido De Azufre (SO₂)

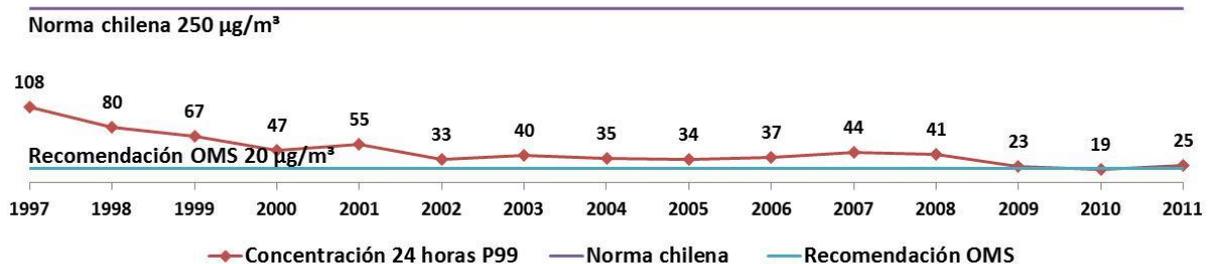
Este contaminante es el que presenta las más bajas concentraciones, al compararlo con la respectiva norma. Para las concentraciones anuales, se observa un cumplimiento constante en el periodo de medición.

Concentraciones Históricas SO₂ [µg/m³]



El control de las emisiones de SO₂, al igual que para el NO₂, se justifica por el aporte que tiene a la formación de aerosoles inorgánicos secundarios que impactan directamente la fracción fina del material particulado (MP_{2,5}), que corresponde al 50% del MP₁₀ (considerando el promedio de las concentraciones entre los años 1989 y 2011)⁸.

Concentraciones Históricas SO₂ [µg/m³]

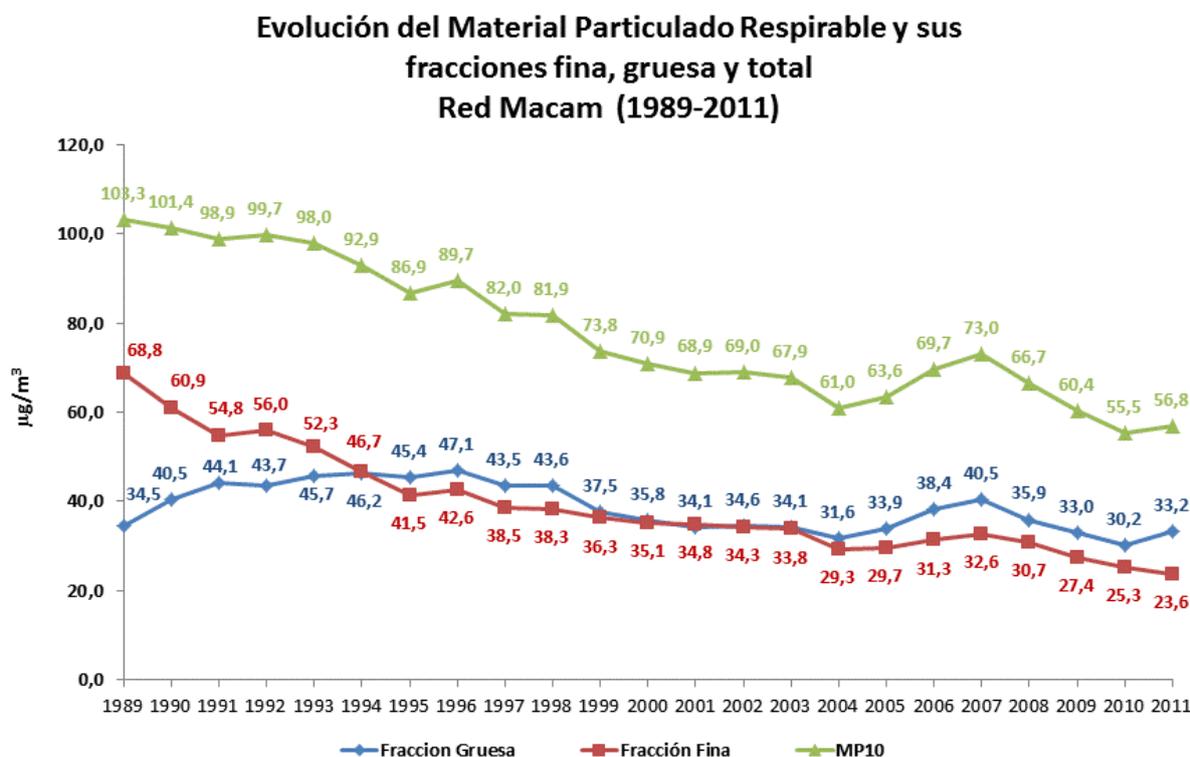


Al comparar los valores de 24 horas con la recomendación de la OMS (20 µg/m³), se observa que éstos son superados en todo el periodo de medición, con excepción del año 2010.

⁸ El aporte de la fracción fina (MP_{2,5}) al material particulado total (MP₁₀), varía año tras año dependiendo de distintos factores, uno de ellos, es el nivel de emisiones derivadas de procesos de combustión.

5.2 EVOLUCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO MP₁₀ Y SUS FRACCIONES FINA Y GRUESA⁹

El Material Particulado Respirable total (MP₁₀) está constituido por la suma de las fracciones fina (MP_{2,5}) y gruesa (MP_{2,5-10})¹⁰. Estas dos fracciones han sido monitoreadas en forma discreta, mediante la utilización de filtros de partículas en las estaciones históricas de la Red MACAM¹¹, entre los años 1989 y 2011. Los resultados de los análisis de estos filtros, muestran una tendencia a la baja, si bien no sostenida, de la fracción fina del material particulado, desde la implementación de medidas de control a partir del año 1990, tal como se observa en el siguiente gráfico.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

La fracción fina del material particulado es monitoreada desde el año 1989 a la fecha, por ser la fracción con mayor impacto en la salud de la población, generado por su alto grado de penetración y permanencia en el aparato respiratorio. En todo el período de medición, esta fracción presenta una reducción acumulada del 66% (45,2 µg/m³ de reducción) que se explica por la focalización del PPDA en el control de los procesos de combustión. Por su parte, la fracción gruesa del material particulado (MP_{2,5-10}) muestra históricamente una fluctuación en torno a los 40 µg/m³ en el periodo 1990 y 2007, para romper con esa tendencia desde el año 2008 a la fecha, lo que podría estar revelando que ese corresponde al nivel background o de base de la Región Metropolitana, y que, por lo tanto, difícilmente podría ser reducido. En suma, esto ha generado que el MP₁₀ haya registrado solo un 45%

⁹ Los últimos datos validados son para las estaciones: La Paz, Parque O'Higgins y Las Condes, y corresponden al año 2011.

¹⁰ La fracción fina está compuesta por partículas de diámetro menores a 2,5 µm, la fracción gruesa por partículas de diámetro entre 2,5 y 10 µm, y el MP₁₀ total corresponde a la suma de ambas fracciones.

¹¹ Las estaciones La Paz, Parque O'Higgins y Las Condes pertenecientes a la Red MACAM, han monitoreado las fracciones fina y gruesa del material particulado de forma continua, entre los años 1989 y 2011. Entre los años 1989 y 2000 se contó con los filtros correspondientes a la estación de Providencia, que dejó de operar ese año.

de reducción, traducidos en una disminución de $46,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en todo el periodo y tiene relación con el incremento que tuvo la fracción gruesa entre los años 2005 al 2008, hecho que deberá estudiarse.

Como se observa, las reducciones en el MP_{10} , se deben principalmente a la reducción de la fracción fina del particulado, debido a los avances en las medidas implementadas por el PPDA en cuanto a la disminución de las emisiones de los distintos sectores productivos.

Tal como se mencionó anteriormente, la fracción gruesa del particulado no está relacionada directamente con las emisiones derivadas de procesos de combustión, sino a procesos tales como background regional, y a ello se debe la dificultad de reducirlo.

Por otro lado, el 9 de mayo de 2011 se publicó en el diario oficial la norma para material particulado fino respirable $\text{MP}_{2,5}$, la que entró en vigencia a partir del 01 de enero del año 2012, estableciendo valores de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual y de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como concentración de 24 horas. Esta nueva norma de calidad dará origen a un nuevo Plan de Descontaminación, que deberá estar enfocado en la reducción de la fracción fina del material particulado y de los gases precursores.

CONCLUSIONES

Producto de la implementación del PPDA se ha logrado mejorar la calidad del aire en la ciudad. Comparativamente con el año 1997, en promedio, las estaciones de monitoreo han registrado disminuciones durante los últimos 15 años de mediciones en todos los contaminantes normados (MP_{10} , O_3 , CO y SO_2), con excepción del NO_2 . El mejoramiento de la calidad del aire ha sido posible gracias a la aplicación de una serie de medidas tendientes a la disminución de las emisiones de los sectores de transporte, industria, combustibles, compuestos orgánicos volátiles y calefacción residencial, entre otros.

Se debe destacar que un 68% de las medidas establecidas en el PPDA se encuentra con un 100% de cumplimiento. Entre ellas, se puede mencionar el cumplimiento de las metas de emisión de los 5 mayores emisores industriales de la Región Metropolitana; avances en el cumplimiento industrial asociados a la compensación de emisiones de NO_x por fuentes nuevas y MP por fuentes nuevas categorizadas como procesos, llegando a un 60% y 53%, respectivamente, y metas de emisiones de NO_x llegando a un 90% para mayores emisores y para MP llegando a un 98% para mayores emisores categorizados como procesos.

En el ámbito del transporte, el sistema de transporte público de Santiago (Transantiago) cuenta con más de 3.000 buses que cumplen con la norma Euro III incluyendo filtros de partículas y se ha mejorado sustancialmente la calidad de los combustibles (gasolina, diesel, kerosene y petróleo combustible N°5 y N°6). Próximamente, entrarán en vigencia una serie de normas que regulan la entrada en circulación de vehículos livianos, medianos, pesados y motocicletas y se implementarán mayores exigencias en las plantas de revisión técnica.

Por otra parte, en el sector de calefacción residencial entrará en vigencia la norma que regula la emisión de material particulado, y a posterior la prohibición de calefactores que no cumplan la norma de emisión, con lo que se espera una disminución en las emisiones y una mejora en la calidad del aire.

En el período de aplicación del PPDA se ha reducido el número de eventos de alta contaminación por material particulado. El año 1997 se constataron 79 eventos de contaminación, con 38 alertas, 37 preemergencias y 4 emergencias. El año 2012 se constataron 19 eventos (16 alertas y 3 preemergencias).

Con todos estos avances, en una ciudad que crece año tras año, el material particulado sigue siendo uno de los principales desafíos de la autoridad ambiental. Este contaminante mantiene una tendencia a la baja producto de la disminución progresiva de la fracción fina ($MP_{2,5}$), que es la fracción con mayor aporte antropogénico e impacto en salud. Por lo anterior, la disminución del $MP_{2,5}$ representa un logro para la gestión de la calidad del aire de la Región Metropolitana.

Al año 2011, la Región Metropolitana ha salido del estado de Saturación por Monóxido de Carbono (CO) como norma de 8 horas, pasando al estado de latencia por encontrarse en el 90% de la norma. Respecto del Dióxido de Nitrógeno (NO_2) y Dióxido de Azufre (SO_2), no se superan las normas chilenas. La región continúa siendo Zona Saturada por Ozono en su norma de 8 horas.

Finalmente, considerando la superación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas y de los valores de tres años consecutivos de las concentraciones anuales de Material Particulado Respirable (MP_{10}) y Material Particulado Fino ($MP_{2,5}$), la región se encuentra en estado de Zona Saturada por MP_{10} y $MP_{2,5}$, tanto en su normas diarias como anuales.

El estado de saturación por Ozono y Material Particulado, da cuenta de la complejidad del impacto de las emisiones en una ciudad con más de 6,5 millones de habitantes y de los grandes desafíos que enfrenta el Ministerio de Medio Ambiente en el resguardo de la salud de la población.

Anexo 1: Respuestas recibidas a los oficios: OF. ORD. 121539, 18 de mayo de 2012 y OF. ORD. 122177, 29 de junio 2012, donde se solicitaba informar estado de avance de la implementación de las medidas del PPDA R.M.

Organismo	Encargado	Oficio de respuesta	Fecha de recepción
Intendencia Metropolitana	Cecilia Pérez Jara	-----	-----
Subsecretaría de Economía	Tomás Flores Jaña	ORD. N° 6793	08 agosto 2012
Subsecretaría de Energía	Sergio del Campo Fayett Sergio del Campo Fayett	ORD. N° 876 OFICIO N°721	25 julio 2012 12 junio 2012
Subsecretaría de Transportes	Gloria Hutt Hesse	ORD. N° 3342	13 julio 2012
Seremi de Medio Ambiente RMS	José Ignacio Pinochet José Ignacio Pinochet José Ignacio Pinochet	ORD. PYRA N°1050 MEMO N°048/2012 ORD. PYRA N° 812	25 julio 2012 22 junio 2012 11 junio 2012
Seremi de Educación RMS	Lili Orel Padilla	-----	-----
Seremi de Salud RMS	Rosa Oyarce Suazo Marta Zamudio Araneda	----- ORD. N° 005167	----- 27 julio 2012
Seremi de Vivienda y Urbanismo	Marisol Rojas Schwemmer Marisol Rojas Schwemmer	ORD. N° 3181 ORD. N° 2494	31 julio 2012 14 junio 2012
Seremi de Transporte y Telecomunicaciones RMS	Sergio Stephan Orellana	-----	-----
Seremi de Agricultura RMS	Arturo López Urrutia Patricio Fuenzalida Ramírez Patricio Fuenzalida Ramírez	ORD. N°403 ORD. N° 357 ORD. N° 341	06 julio 2012 14 junio 2012 31 mayo 2012
Superintendencia de Electricidad y Combustibles RMS	Luis Ávila Bravo	ORD. N° 6834	17 julio 2012
Dirección Corporación Nacional Forestal RMS	Jorge Marín Schlesinger	ORD. N°120/2012	11 junio 2012
Secretaría Ejecutiva de Comisión Nacional de Energía	Manuel Contreras Sepúlveda	-----	-----
Secretaría Ejecutiva Programa Nacional del Fiscalización MMT	Jerko Juretic Díaz	-----	-----
Secretaría Técnica Centro de Control y Certificación Vehicular	Alfonso Cádiz	-----	-----
Secretaría Ejecutiva Unidad Operativa de Control de Tránsito UOCT RM	Fernando Jofre Weiss	-----	-----
Dirección Servicio Nacional del Consumidor SERNAC	Juan Antonio Peribonio P. Juan Antonio Peribonio P.	ORD. N° 13041 ORD. N° 13040	25 julio 2012 25 julio 2012
División de Planificación y Desarrollo GORE	Cristian Pertuzé Fariña	ORD. N° 02876	06 julio 2012
Ministerio de Desarrollo Social	Nancy Whittle Finch	MEMO N° 051/022	11 julio 2012
Subsecretaría de Salud Pública	Jorge Díaz Anaiz Jorge Díaz Anaiz	ORD. N°B32/1876 ORD. N° B32/2185	07 junio 2012 04 julio 2012