



Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica, RM

Informe de Avance N°1

Seremi Medio Ambiente, Región Metropolitana

junio de 2015

CONTENIDO

1	Antecedentes	1
1.1	Antecedentes del proceso	2
1.2	Equipo de trabajo PPDA RM	3
2	Características geográficas de la Región Metropolitana	4
2.1	Antecedentes Meteorológicos	4
2.2	Características climáticas y meteorológicas de la zona	4
2.3	Temperatura	5
2.4	Velocidad y Dirección del Viento	7
2.5	Variabilidad del patrón de Precipitación	7
2.6	Condiciones meteorológicas que dan origen a episodios de contaminación, Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica (PMCA)	8
2.6.1	Fenómenos meteorológicos Tipo A y Tipo BPF	9
3	ANTECEDENTES DE CALIDAD DE AIRE	11
3.1	Antecedentes Sobre el Material Particulado Fino MP2,5	12
3.2	Calidad de Aire en la Región Metropolitana	13
3.3	Evaluación del Número de Episodios Críticos Para MP2,5	13
3.4	Cumplimiento de Normas de Calidad del Aire en la Región Metropolitana	14
3.4.1	Gases Normados	15
3.4.2	Material Particulado	15
4	INVENTARIO DE EMISIÓN	17
5	AVANCE DE TRABAJO POR MESAS SECTORIALES	18
5.1	Comisiones técnicas	18
5.2	Estudios en elaboración	19
5.3	Avances mesa técnica: INDUSTRIAS	20
5.3.1	Inventario de emisión	20
5.3.2	Caracterización del sector	20
5.3.3	PROPUESTA DE MEDIDAS	23
5.4	Avances mesa técnica: TRANSPORTE	25
5.4.1	Introducción	25
5.4.2	Inventario de emisión	25
5.4.3	Caracterización del sector	27

5.4.4	PROPUESTA DE MEDIDAS	28
5.5	Avances mesa técnica: VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE	31
5.5.1	Introducción	31
5.5.2	Inventario de emisiones	31
5.5.3	Caracterización del Sector	32
5.5.4	PROPUESTA DE MEDIDAS	33
5.6	Avances mesa técnica: AGROINDUSTRIA.....	37
5.6.1	Introducción	37
5.6.2	Inventario de emisión y Caracterización del sector	37
5.6.3	PROPUESTA DE MEDIDAS	39
5.7	Avances mesa técnica: COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES	41
5.7.1	Inventario de emisión: Fuentes Industriales y Emisiones de COV.....	41
5.7.2	Caracterización del sector	42
5.7.3	PROPUESTA DE MEDIDAS.....	42
6	Cronograma de trabajo de elaboración del PPDA.....	44

INFORME N°1

ACTUALIZACIÓN PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LA REGIÓN METROPOLITANA (PPDA)

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 (PPDA) 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, este último actualmente vigente.

Dada la entrada en vigencia a partir del 1° de enero de 2012 de la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino Respirable $MP_{2,5}$, establecida mediante D.S. N°12 del 18 de enero del 2011, del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), se ha verificado estado de la calidad del aire en relación al cumplimiento de esta norma en la Región Metropolitana, por lo cual este Ministerio hizo el envío de los datos de las estaciones de la Red MACAM calificadas como estaciones de monitoreo con representatividad poblacional (EMRP) a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), a través de los Of. Ord. N°141548 y N°142553, el 24 de abril y el 8 de julio de 2014, respectivamente, con el fin de evaluar el cumplimiento de la norma para Material Particulado Fino Respirable $MP_{2,5}$, de acuerdo a lo establecido en el artículo 11° del D.S. N°12/2011 del MMA, en el cual se indica, “...corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones del decreto y deberá informar anualmente acerca de los valores en que se sitúa la norma en las estaciones monitoras de la región respectiva, calificadas como EMRP durante los primeros tres meses de cada año, a las respectivas SEREMI del Medio Ambiente”.

Mediante el D.S. N°67, de 22 de agosto de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, se declaró Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable ($MP_{2,5}$) a la Región Metropolitana, en el contexto de la entrada en vigencia desde el 01 de enero de 2012 de la norma primaria de calidad ambiental para este contaminante. Posterior a esto, según lo establecido en el Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación (D.S. 39/2013), se dio inicio a la elaboración del Anteproyecto de Plan de Prevención y Descontaminación mediante la Resolución Exenta N° 1171, de fecha 17 de noviembre de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 25 de noviembre de 2014.

El presente informe presenta un estado de avance del proceso de elaboración del Anteproyecto de Actualización del Plan de Prevención y Descontaminación para la Región Metropolitana, el cual a través de la Resolución Exenta N° 218 del Ministerio del Medio Ambiente, de 9 de abril de 2015, indica iniciar el proceso de reformulación y actualización del D.S. 66/2009 y acumularlo con el proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por Material Particulado Fino Respirable $MP_{2,5}$, según Resolución Exenta N°1.171, de 17 de noviembre de 2014, **los que continuarán como un solo procedimiento** para los efectos de lo exigido en el Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y Descontaminación.

1.1 Antecedentes del proceso



Etapa actual



D.S. Declaración de Zona Saturada

D.S. N°67, de 22 de agosto de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, que declara Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable MP2,5, como concentración diaria, a la Región Metropolitana, publicada en el Diario Oficial el 15 de noviembre de 2014.

Resolución de Inicio del Plan

Resolución Exenta N° 1171, de fecha 17 de noviembre de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 25 de noviembre de 2014.

Otros antecedentes

Entre noviembre de 2014 y enero de 2015 se realizó el proceso de Participación Ciudadana temprana.

Mediante Oficio Ord. N°144633 del 25 de noviembre de 2014, se convocó a los distintos servicios públicos a designar representantes para formar parte del Comité Operativo. De ellos han respondido formalmente 25 de las 28 instituciones convocadas.

Se realizó la primera reunión de Comité Operativo el día 17 de diciembre de 2014 en las dependencias del Ministerio del Medio Ambiente.

Se realizó la segunda reunión de Comité Operativo el día 30 de marzo de 2015 en el Salón del Gobierno Regional.

Se realizó la tercera reunión de Comité Operativo el día 10 de junio de 2015 en el Salón de la Municipalidad de Santiago

Estado actual del proceso

Equipo de la División de Calidad del Aire y Cambio Climático más la SEREMI MA RM, se encuentran actualmente en elaboración del anteproyecto, se está trabajando en distintas comisiones sectoriales de las que se obtendrán los insumos para el borrador del anteproyecto.

1.2 Equipo de trabajo PPDA RM

Rol	Nombre
Articulación General	Guido Manríquez Valenzuela, Seremi del Medio Ambiente RM Gmanriquez@mma.gob.cl
Dirección Técnica	Roberto Martinez Gonzalez, Departamento de Planes de Descontaminación, División de Calidad del Aire y Cambio Climático RMartinez.rm@mma.gob.cl
Coordinación General	Cristian Tolvett, Profesional Área Aire y Cambio Climático, Seremi MA RM CTolvett@mma.gob.cl
Articulación General	Guido Manríquez Valenzuela, Seremi del Medio Ambiente RM Gmanriquez@mma.gob.cl
Aspectos Jurídicos	Paola Giancaspero, Abogada División Jurídica MMA. PGiancaspero@mma.gob.cl
AGIES	Paulina Schulz, profesional División de Economía Ambiental del MMA PSchulz@mma.gob.cl
Secretaria	Verónica Palma, Secretaria Seremi MA RM VPalma@mma.gob.cl

2 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA

La Región Metropolitana comprende una población total de 6.683.852 (según Censo 2012, resultados provisorios) y una superficie de 15.554,5 km², donde el 85,7% corresponde a terrenos montañosos, 11% a superficie destinada a la agricultura y 3,3% a espacios urbanizados. Es una región mediterránea, que se ubica entre la Cordillera de los Andes y la de La Costa, en que predominan los relieves montañosos que encierran hacia el centro de la región una amplia y extensa cuenca aérea, la de Santiago. Por el norte, el cordón montañoso de Chacabuco la separa de la Región de Valparaíso, y por el sur, los cerros de Angostura y Chada (en Paine) constituyen el límite con la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

La cuenca de Santiago está limitada al oriente por los faldeos de la Cordillera de los Andes, con cerros que superan los 3.200 m.s.n.m. (Cerro Ramón). Por el oeste, la Cordillera de la Costa alcanza alturas sobre 2.000 m.s.n.m. (Cerros Roble Alto), siendo interrumpida por el Valle del Río Maipo, que abre la cuenca hacia el sector sudoeste. Más al sur, el macizo de Alhué (Cerro Cantillana) supera los 2.200 m de altitud.

Los cerros que rodean la planicie central imponen fuertes restricciones a la circulación de vientos y, por ende, a la renovación del aire al interior de la cuenca. Por ello, en épocas de estabilidad atmosférica los contaminantes quedan atrapados dentro de la cuenca que alberga a la ciudad de Santiago.

2.1 Antecedentes Meteorológicos

Desde la entrada en vigencia del Plan de Prevención y Descontaminación de la Región Metropolitana en el año 1998 a la fecha, estudios e investigaciones¹ han permitido identificar los patrones meteorológicos que modulan la capacidad de remoción del material particulado desde la cuenca. En especial, se han identificado los sistemas meteorológicos de escala sinóptica y los fenómenos de estabilidad local observados durante la ocurrencia de los episodios de contaminación. De este modo, se ha determinado la variabilidad estacional de las configuraciones meteorológicas típicas de la zona central de Chile y su influencia decisiva en la ocurrencia de episodios críticos de contaminación atmosférica por material particulado fino, que se dan principalmente durante el periodo otoño-invierno.

2.2 Características climáticas y meteorológicas de la zona

La Región Metropolitana se ubica en el valle interior de la Zona Central de Chile (33.5S y 70.7W), en la zona de transición geográfica de dos regímenes de circulación general de la atmósfera. Al Norte se encuentra con la zona de influencia del anticiclón subtropical del Pacífico suroriental y al Sur con el área dominada por el cinturón de los vientos del oeste, donde se alternan sistemas de altas y bajas presiones migratorias asociadas perturbaciones frontales. Éstas características asociadas al contraste latitudinal de la radiación solar durante el año, se traducen en una marcada estacionalidad del clima, con influencia de las altas presiones durante el periodo estival, generando veranos cálidos y secos en el valle central, mientras que en el periodo invernal, el desplazamiento hacia el Ecuador del anticiclón subtropical y del cinturón de los

¹ Estudios e investigaciones:

1. Informe Oficial N°129/13 Sección Climatología, Subdepartamento de Climatología y Meteorológica Aplicada de la Dirección Meteorológica de Chile.
2. Estudio "Meteorología y Modelación de la Calidad del Aire en la Región Metropolitana", Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (2003).
3. Estudio "Evaluación y Propuesta de Rediseño para la Red de Monitoreo Automático de Calidad del Aire de la Región Metropolitana Red MACAM-2, CAPITULO III. DIAGNOSTICO OPERACIONAL Y RECOMENDACIONES AMBITO METEOROLOGIA desarrollado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, 2007.

Oestes, posibilita el paso de perturbaciones frontales, generando la mayor parte de las precipitaciones en la zona central. El desarrollo y desplazamiento medio de estos sistemas, depende del paso de ondas (vaguadas y dorsales) en la tropósfera media y alta, cuya periodicidad observada es cuasi-semanal (escala sinóptica).

La principal característica de la Región Metropolitana, es la concentración de las precipitaciones en el invierno, entre los meses de mayo y agosto, con un 80% del total anual. También se observa una estación seca prolongada de 7 a 8 meses de duración. Una zona con estación seca más corta, de 4 a 5 meses, se observa solo en el sector cordillerano, sobre los 2.000 m.s.n.m.

Las cordilleras de la Costa y de los Andes, tienen importantes efectos climáticos en la Zona Central de Chile. Por su parte, la Cordillera de la Costa, con algunas cumbres superiores a 2.000 m.s.n.m. impide una mayor influencia marítima, excepto cuando el nivel de inversión térmica asciende sobre 1.000 m.s.n.m. Lo anterior, en asociación a vientos del Oeste en los niveles más bajos, que permiten el ingreso de nubosidad baja costera a través del valle del río Maipo. En general, esta situación meteorológica se asocia a la culminación de eventos de contaminación por material particulado fino en la cuenca de Santiago. Mientras que la Cordillera de los Andes, con una altura media de 4.500 m.s.n.m, perturba la circulación general de la atmósfera de la zona central produciendo frecuentemente el desarrollo de una baja presión, que genera condiciones de aumento de la temperatura y una disminución de la humedad relativa en la cuenca, fortaleciendo los fenómenos de inversión térmica y la estabilidad atmosférica, lo que inhibe la remoción de contaminantes.

La situación de continentalidad de la Región, hace que la humedad relativa sea baja, ligeramente superior al 70% como promedio anual. Además las amplitudes térmicas son altas, existiendo cerca de 13° C de diferencia entre el mes más cálido (enero) y el más frío (julio) y la diferencia media entre las máximas y mínimas diarias es de 14° C a 16° C. La dirección del viento predominante es del suroeste, siendo más persistente en el verano, con una intensidad media de 15 km/hr. En invierno predominan los vientos de tipo calma².

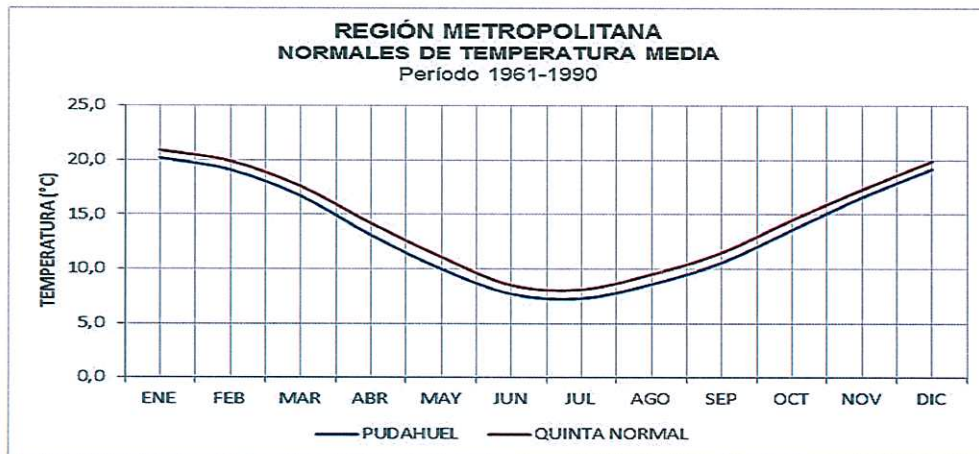
2.3 Temperatura

En la figura N°3, se muestra la variación estacional de la temperatura media mensual en las estaciones de Pudahuel y Quinta Normal. Se observa que el periodo invernal presenta una marcada disminución debido a la menor disponibilidad de radiación solar debido al factor estacional y, por lo tanto, un enfriamiento de la atmósfera en la cuenca. Los flujos de los Oestes periódicamente generan flujos ascendentes en la Zona Central, lo que ayuda a fortalecer las inversiones de subsidencia, generadas durante el 70% de los días de invierno en la Zona Central, producto de la influencia del sistema de altas presiones.

En la red oficial de calidad del aire (Red MACAM) se realizan observaciones continuas de temperatura urbana durante todo el año en donde los máximos y mínimos de temperatura varían fuertemente entre el periodo frío (abril - agosto) y el periodo cálido (septiembre-enero), respectivamente. Esta estacionalidad se traduce en periodos de alta estabilidad durante noche y la madrugada lo que afecta la capacidad de remoción de contaminantes desde la cuenca particularmente durante el periodo frío.

² Los registros climatológicos de las estaciones de Pudahuel, Quinta Normal, Cerrillos, El Bosque, la Obra de Maipo, Central Queltehue y Longovilo muestran algunas características de este clima.

Figura 2-1: Temperaturas mínimas y máximas medias normales para las estaciones de Pudahuel y Quinta Normal.



Fuente: Subdepartamento de Climatología y Meteorología Aplicada Dirección Meteorológica de Chile

Radiosondeos desarrollados en condiciones de mala ventilación, muestran que en toda la cuenca predomina en promedio una condición de alta estabilidad, con una inversión térmica superficial en las primeras decenas de metros, seguido de un espesor de características isotérmicas. Lo anterior indica que la estabilidad de la cuenca es un factor importante en la evolución diaria de las concentraciones de contaminantes en superficie. Lo anterior confirma las observaciones desarrolladas en caracterizaciones preliminares de la estabilidad atmosférica mediante mediciones de temperatura a distintos niveles de altura sobre la cuenca de Santiago. Las observaciones más importantes derivadas de este tipo de monitoreo, son las siguientes:

- Condiciones de estabilidad cerca de la superficie y en el seno de la cuenca: Las concentraciones máximas de material particulado se observan por la mañana y en horas de la tarde-noche, en asociación a las condiciones de estabilidad en las primeras decenas de metros sobre la superficie. **La estabilidad atmosférica** en los primeros 500 msnm. también afecta las condiciones generales de calidad en el aire, debido a que controla parcialmente la estabilidad superficial y **afecta el intercambio de la masa del aire de la cuenca a escala regional.**
- Evolución de la altura de la capa de mezcla diurna: El desarrollo diurno del **espesor de la capa de mezcla superficial afecta el grado de dilución vertical de los contaminantes en la cuenca.** La tasa de crecimiento de la capa de mezcla en la mañana es fundamental para controlar el máximo matinal de concentración de contaminantes. En la tarde, la máxima altura que puede alcanzar la capa de mezcla determina la magnitud de renovación que la masa de aire de la cuenca puede haber tenido durante el día.
- Flujo de viento superficial sobre la cuenca: Las concentraciones de contaminantes observadas, especialmente en el periodo nocturno, están altamente moduladas por la intensidad y dirección del viento cerca de la superficie. Una pendiente topográfica es suficiente para desarrollar flujos débiles nocturnos en superficie, suficientemente persistentes para producir renovación de la masa de aire local. Por otro lado, **el flujo de viento superficial diurno afecta directamente la ventilación del aire de la cuenca,** siendo más intenso y homogéneo que el flujo nocturno.

- Episodios de viento cálido del Este en altura e intrusión de aire costero: Para los procesos de **inicio y culminación de los periodos de estabilidad y aumento de las concentraciones de material particulado, existe una relación con las componentes del flujo de viento en la cuenca**. Investigaciones han determinado que la existencia de niveles altos de viento con componente del Este se asocian al aumento de la estabilidad en la cuenca de Santiago. Se ha observado, que el mejoramiento de la ventilación en la cuenca se asocia al ingreso de aire costero desde el sector poniente de la región. Esta irrupción de aire costero se manifiesta en con la aparición de flujo zonal (Oeste Este), la variación de temperatura y aumento de la humedad del aire con ingreso de niebla o nubes bajas durante la noche.

2.4 Velocidad y Dirección del Viento

La concentración de material particulado fino, está influenciada por la intensidad y dirección del viento cerca de la superficie, especialmente durante el periodo nocturno, donde su magnitud es más bien baja. Existen zonas de la cuenca que presentan flujos nocturnos superficiales muy débiles y que presentan direcciones muy variables, lo cual disminuye el transporte de los contaminantes incidiendo en su acumulación. El flujo de viento superficial diurno es también importante por cuanto afecta directamente la ventilación del aire de la cuenca, siendo en general más intenso y homogéneo que el flujo nocturno.

Durante el periodo frío, la magnitud máxima del viento observada en promedio a las 17 HL, se reduce en un 50% respecto del periodo cálido. La marcada estacionalidad se traduce en una fuerte disminución de remoción de los contaminantes desde el interior del valle. La condición mayor estabilidad superficial observada en la madrugada (~07 HL) es coherente con bajas magnitudes de viento observadas en Santiago que en promedio alcanzan valores del orden de 0,5 m/s en el periodo frío y cerca de ~ 0,7 m/s en el periodo cálido.

La disminución en la capacidad de la cuenca de remover los contaminantes se acentúa en los periodos de fuerte estabilidad atmosférica, donde el escaso desarrollo de la capa de mezcla inhibe el viento generando los periodos de cuasi-calma.

2.5 Variabilidad del patrón de Precipitación

La variabilidad interanual de las precipitaciones en Chile central, está asociado con la variabilidad del ciclo El Niño/Oscilación del Sur. Esta variabilidad muestra, en general, que la mayor frecuencia de ocurrencia de años lluviosos coincide con los años en los que se presenta el fenómeno de El Niño y la mayor frecuencia de años secos coincide con los años en que se presenta el fenómeno de La Niña. En consecuencia, el efecto de un año "Niño", se traduce en aumento de la actividad frontal durante la estación invernal en la región central y el desvío de las trayectorias de las bajas presiones más hacia al Norte de lo habitual, hasta la latitud 26°S, en asociación con un debilitamiento del sistema de altas presiones del Pacífico Sur. El efecto de la actividad del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur, influye notoriamente en el régimen de lluvias en Chile Central y Norte. El seguimiento de la Calidad del Aire durante los periodos de otoño invierno, se ven influenciados por la frecuencia de paso de sistemas frontales activos y débiles. En el caso de una alta frecuencia de sistemas activos, se puede observar periodos de inestabilidad que posibilitan el recambio de las masas de aire en la cuenca, llevando las concentraciones de $MP_{2,5}$ a niveles bajos. Sin embargo, el paso de los sistemas débiles o estacionarios, puede generar fenómenos de estabilidad superficial en las horas previas al ingreso de la zona inestable del sistema, generando un aumento generalizado de las concentraciones de $MP_{2,5}$ en toda el área metropolitana.

Las mediciones ya realizadas, han permitido demostrar **que el factor meteorológico es decisivo en la ocurrencia de los episodios críticos por material particulado en la Región Metropolitana**. Por esta razón, una forma de realizar un seguimiento a las configuraciones meteorológicas de escala sinóptica que modulan el comportamiento medio de la atmósfera global en la cuenca regional y traducirlas en un indicador para el diagnóstico y pronóstico de días con mala ventilación es el Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica (PMCA).

2.6 Condiciones meteorológicas que dan origen a episodios de contaminación, Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica (PMCA)

Una tipificación del Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica (PMCA) desarrollada durante cada periodo otoño invierno en la Región Metropolitana, indica una alta relación entre el número de episodios de $MP_{2,5}$ observados y las condiciones meteorológicas asociadas a mala ventilación (ver tabla N°12). Los días de mala ventilación se han cuantificado a partir de la escala de PMCA utilizada en la Gestión de Episodios Críticos (GEC) establecida en el D.S. N°66/2009.

Las categorías del PMCA están asociadas a los patrones meteorológicos de gran escala y de escala sinóptica de la zona central de Chile.

Tabla 2-1: Clasificación del Potencial Meteorológico de Contaminación Atmosférica para la Región Metropolitana.

Categoría del PMCA (denominación)	Condiciones de ventilación/dispersión de contaminantes	Características
1 Bajo	Muy buenas	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de inversión térmica de subsidencia. • Sistemas frontales activos • Marcada inestabilidad
2 Regular/bajo	Buenas	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión térmica de subsidencia débil y/o elevada. • Sistemas frontales de regular • Actividad o inestabilidad ligera • Advecciones generalizadas de aire húmedo y nubosidad baja. • Bajas segregadas o núcleos fríos.
3 Regular	Regulares	<ul style="list-style-type: none"> • Predominio anticiclónico normal del período invernal • Ausencia de precipitaciones • Advecciones débiles de nubosidad baja al sector poniente de la cuenca.
4 Regular/Alto	Malas a críticas	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de configuraciones tipo A o BPF. • Índice de circulación zonal medio o alto.
5 Alto	Críticas	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de configuraciones tipo A o BPF. • Bajo índice de circulación zonal.

Fuente: "Pronóstico Meteorológico y de Calidad del Aire para de Material Particulado, Gestión de Episodios Críticos periodo 2010. Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)"

VTA

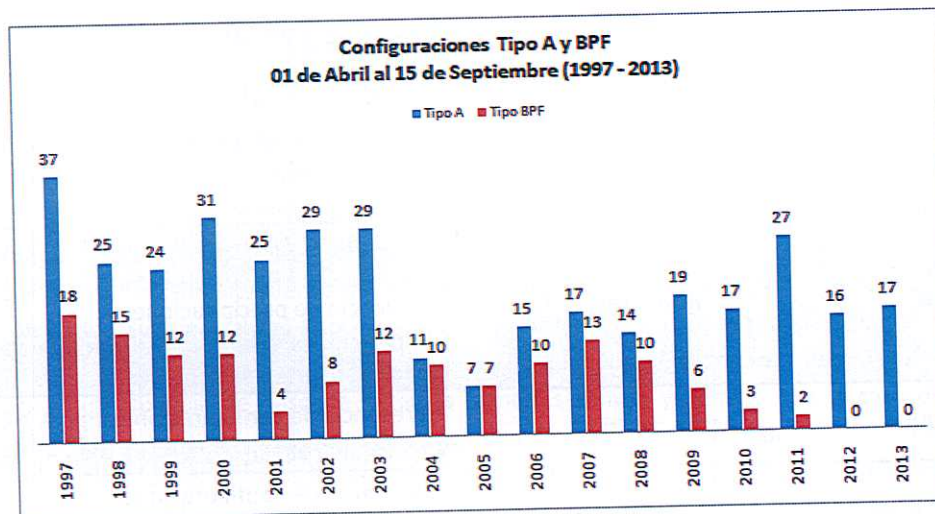
2.6.1 Fenómenos meteorológicos Tipo A y Tipo BPF

Diversos estudios desarrollados en la región, muestran como el factor meteorológico de la contaminación atmosférica se expresa a través del desarrollo de configuraciones de escala sinóptica que fortalecen eventos de alta estabilidad del aire en la zona central de Chile. En el periodo invernal, se han identificado dos tipos de configuraciones asociadas a malas condiciones de ventilación, denominadas tipo A y tipo BPF.

Las configuraciones de tipo A, denominadas así por tratarse de sistemas de altas presiones, tanto en altura como en superficie, generan situaciones de estabilidad debido al aporte de aire cálido desde la altura, lo que en presencia de una depresión costera (vaguada costera) intensifica el fenómeno de inversión térmica en la cuenca, limitando el desarrollo la capa de mezcla, generando el consiguiente aumento en la concentración de contaminantes. Este fenómeno se ha relacionado históricamente con la ocurrencia de episodios de Alerta y Preemergencias ambiental. Cabe indicar, que la culminación de la vaguada costera se asocia en general, al ingreso a la cuenca de aire costero que posibilita la formación local de niebla y por consiguiente una disminución de las concentraciones de material particulado, dando por concluido el episodio de contaminación.

La configuración de tipo BPF, se manifiesta a través de la estabilización del aire en la cuenca debido a la aproximación de los sistemas frontales débiles a la zona central, que proyecta abundante nubosidad sobre la región, generando un aumento de las concentraciones de contaminantes en todas las estaciones de monitoreo. Este fenómeno generalmente concluye con precipitaciones asociadas al sistema frontal y al ingreso de una masa de aire frío que posibilita la remoción de los contaminantes de la cuenca. Se ha observado que la persistencia de sistemas frontales, en ocasiones sin precipitaciones, mantiene la inestabilidad, el movimiento de aire y por tanto la remoción de concentraciones de contaminantes. En la figura N°12 se aprecia la evolución de las configuraciones tipo A y BPF observadas en el periodo abril - agosto, desde el periodo 1997 hasta 2013.

Figura 2-2: Evolución temporal del número de configuraciones clasificadas como A y BPF durante el periodo Otoño-invierno.



Fuente: Informe Final "Pronóstico Meteorológico y de Calidad del Aire para Material Particulado (MP10) Región Metropolitana de Santiago" periodo 2013

Las configuraciones meteorológicas tipo A y BPF se manifiestan cíclicamente, siendo a veces un episodio modulado por ambas configuraciones comenzando con una condición tipo A y finalizando con un BPF, lo que se ha llamado condición mixta.

Si bien los fenómenos meteorológicos a escala local deben ser estudiados detalladamente, se reconoce suficientemente bien la modulación generada por los patrones meteorológicos a escala sinóptica que predominan en la Zona Central de Chile, y que se caracterizan en el periodo otoño-invierno por las configuraciones ya mencionadas.

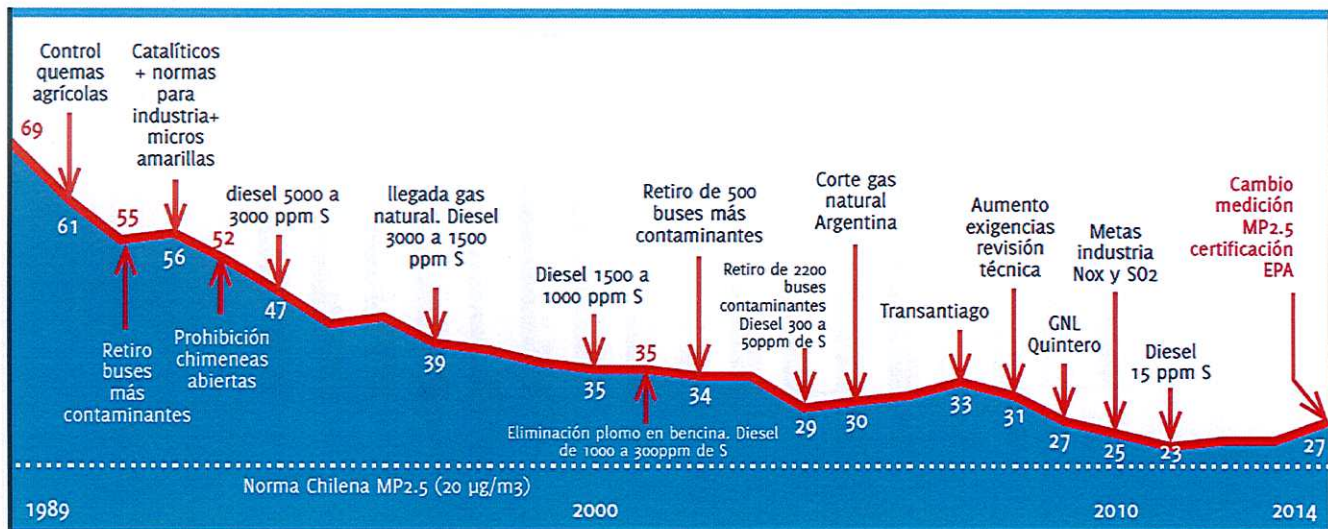
3 ANTECEDENTES DE CALIDAD DE AIRE

La descontaminación de Santiago comenzó en la década de 1990 en medio de una crisis ambiental por los altísimos niveles de material particulado. La autoridad debió actuar decididamente por la presión pública, marcada durante los inviernos por los episodios críticos de alta contaminación. Esto llevó en aquella época a un Programa de Descontaminación Ambiental del Área Metropolitana de Santiago, en abril de 1990, que incluyó las primeras gestiones de descontaminación para la calidad del aire de Santiago. A posterior, con la entrada en vigencia de la ley de medio ambiente (Ley 19.300) se crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y con ello la elaboración de planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica, con lo cual la Región Metropolitana cuenta con una primera versión en 1998 y cuya última actualización data de 2009.

Al cabo de casi 25 años de gestión de la calidad del aire se pueden constatar cambios estructurales en los patrones de producción y consumo de la Región Metropolitana que han permitido una reducción de la contaminación por MP10. Esta menor contaminación se observa en los promedios anuales, en los promedios de 24 horas y en la disminución del número de episodios críticos de alta contaminación por MP10. Los principales cambios han sido una mejora notable de la calidad de los combustibles usados por el transporte: combustibles sin plomo y reducción en la concentración de azufre en el diesel, exigencias de metas de emisión de NOx y Material Particulado a la industria, una transformación radical del transporte público y un control estricto del mercado automotriz, en términos de la incorporación de vehículos progresivamente más limpios. Sin embargo, persisten aun actividades dentro de la Región Metropolitana que no han experimentado una transformación relevante en términos tecnológicos, lo que las ha ido convirtiendo en las mayores responsables de los niveles de contaminación observados actualmente. Estas son, principalmente, las residencias que emplean calefacción a leña, el transporte comercial y de carga urbano e interurbano. A esto se suma el fuerte incremento del parque de vehículos livianos.

La Figura 3-1 muestra medidas adoptadas para el control del material particulado y sus precursores en la RM, y su efecto en la disminución de concentraciones.

Figura 3-1: Evolución de la concentración de MP2,5 y principales hitos, serie 1989-2014



Fuente: Elaboración Departamento de Redes de Monitoreo, Ministerio del Medio Ambiente

3.1 Antecedentes Sobre el Material Particulado Fino MP2,5

El Material Particulado Fino, también conocido como MP2,5 es la fracción más fina del material particulado, que considera las partículas de un tamaño menor o igual a 2,5 micrones. A diferencia del MP10, el MP2,5 es lo suficientemente pequeño como para penetrar en las vías respiratorias y llegar a los pulmones y los alvéolos. Las partículas finas tienen un tiempo de residencia en la atmósfera más largo, lo que hace que éstas puedan transportarse largas distancias.

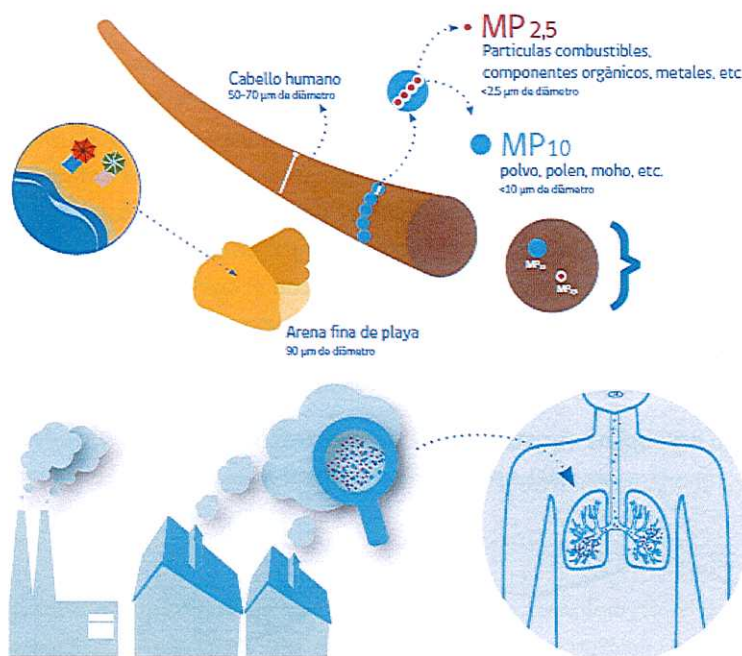


Ilustración 3-1: Comparación de tamaño para MP10 y MP2,5

Origen: Son producidas por emisiones directas de los procesos de combustión de combustibles fósiles, a partir de la condensación de gases, de reacciones químicas en la atmósfera a partir de gases precursores como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, amoníaco, y otros compuestos.

Las principales fuentes del MP2,5 son los procesos de que ocurren durante la combustión como los automóviles, buses y camiones, tanto a diésel como a gasolina, plantas termoeléctricas, calderas, procesos industriales, hornos, fundiciones, procesos metalúrgicos, la combustión de biomasa, como la calefacción residencial a leña, las quemas agrícolas e incendios forestales, y emisiones de amonio de las operaciones agrícolas. En general, en la Región Metropolitana el MP2,5 se origina en partes iguales —un tercio cada una— en la combustión residencial de leña, vehículos e industrias.

Efectos y riesgos en la salud: Se han identificado los siguientes efectos del MP2,5: mortalidad y admisiones hospitalarias en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y con enfermedad cardiovascular, exacerbación de los síntomas e incremento del asma, aumento de riesgo de infartos al miocardio, inflamación pulmonar, inflamación sistémica, disfunciones endoteliales y vasculares, desarrollo de

aterosclerosis, incremento en la incidencia de infecciones y cáncer respiratorio. Se estima que en Chile se registran cada año 4.000 muertes prematuras por la contaminación atmosférica.

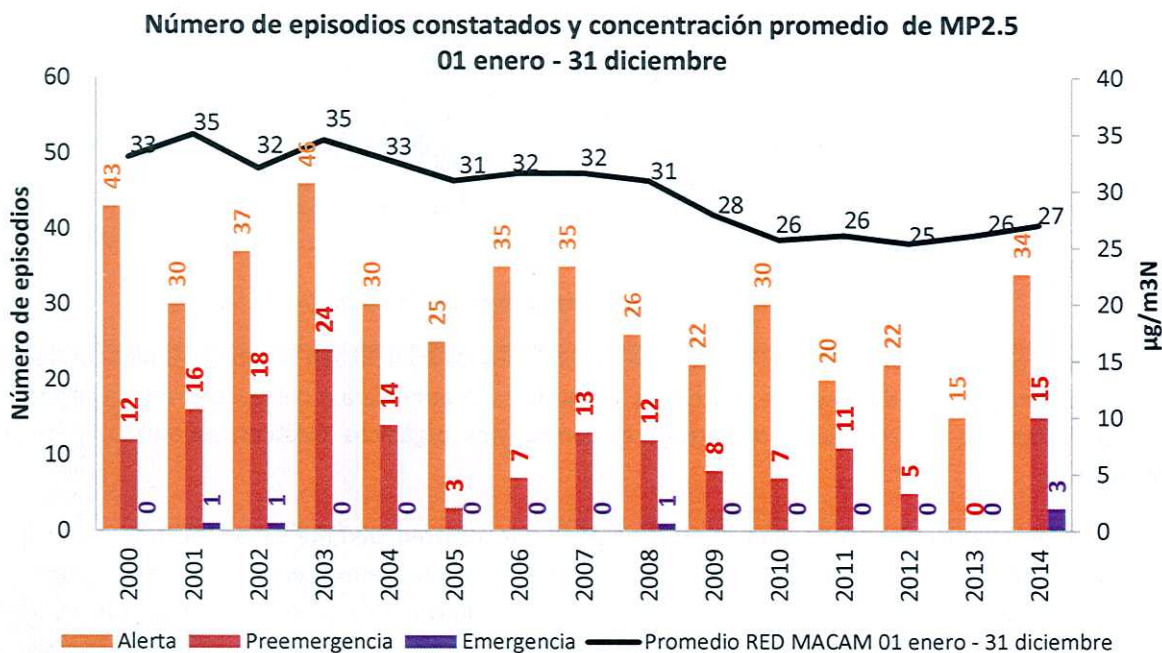
3.2 Calidad de Aire en la Región Metropolitana

Hasta ahora la gestión de la calidad del aire en la Región Metropolitana se ha centrado en el MP10, medidas que han demostrado ser efectivas pero que ya cumplieron su ciclo, por lo que es necesario atacar el material particulado fino. En los últimos 15 años el MP2,5 —aun cuando presenta variabilidades anuales— ha superado en todo el período, de manera sustancial, la normativa vigente desde el año 2012.

3.3 Evaluación del Número de Episodios Críticos Para MP2,5

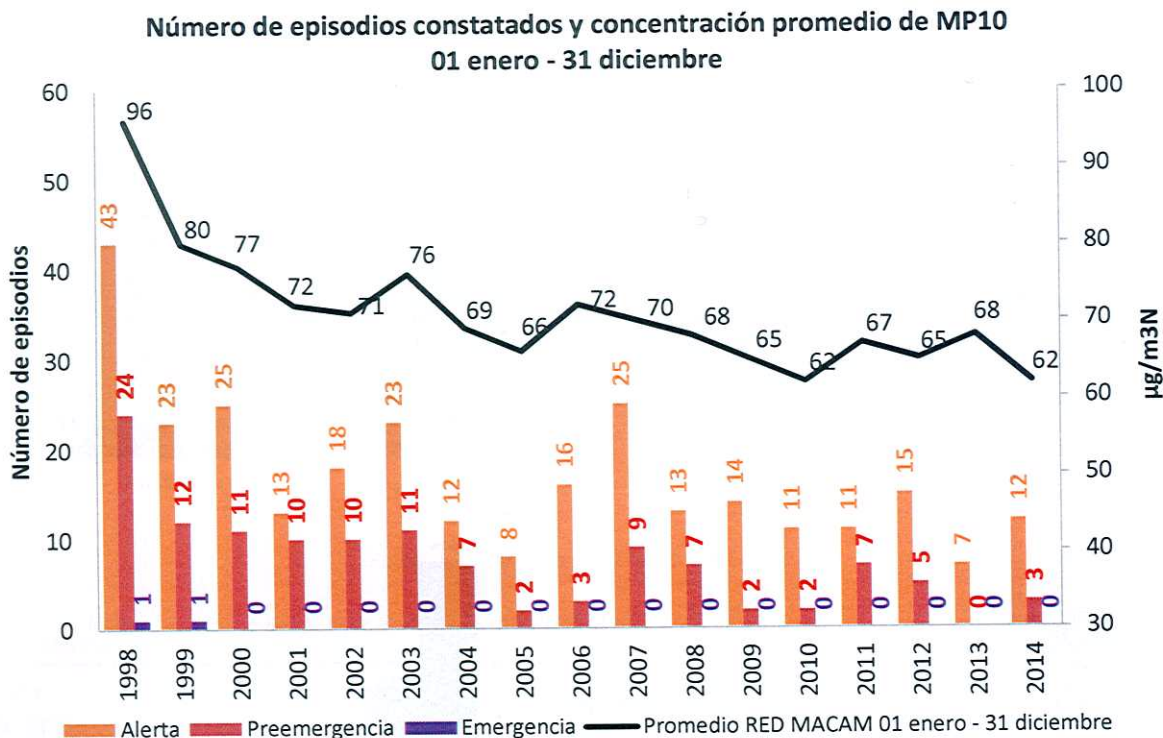
Durante la Gestión de Episodios Críticos (GEC) del año 2014 se constataron 12 episodios por MP10 (9 Alertas, 3 Preemergencias y 0 Emergencias) y 48 episodios por MP2,5 (31 Alertas, 14 Preemergencias y 3 Emergencias). La Figura 3-2 muestra un aumento en el número de días de episodio MP2,5 con respecto al 2013 (15 Alertas, 0 Preemergencias, 0 Emergencias), debido principalmente a condiciones climatológicas desfavorables. Por lo tanto el número de preemergencias del año 2014 tuvo un crecimiento sustancial respecto de años anteriores. Cabe destacar que se presentaron 3 emergencias, situación que no se había registrado con anterioridad. Este hecho guarda fuerte relación con el cambio de equipos de la Red MACAM, con el fin de estandarizar la medición de este contaminante de acuerdo a lo requerido normativamente.

Figura 3-2: Episodios Constatados y Concentración Promedio Anual MP2,5, periodo 2000 -2014



Fuente: Centro Nacional de Análisis de calidad del aire MMA.

Figura 3-3: Episodios Constatados y Concentración Promedio Anual MP10, periodo 1998 -2014



Fuente: Centro Nacional de Análisis de calidad del aire MMA.

Por lo anterior, la gestión de episodios críticos será mucho más compleja de lo que se ha conocido hasta ahora, ya que la actualización del PPDA RM deberá considerar la complejidad de tener ambos tipos de episodios, MP10 y MP2,5.

3.4 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 criterio³ 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 MACAM⁴-. 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 del

³ 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-).

⁴ 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.

VHA

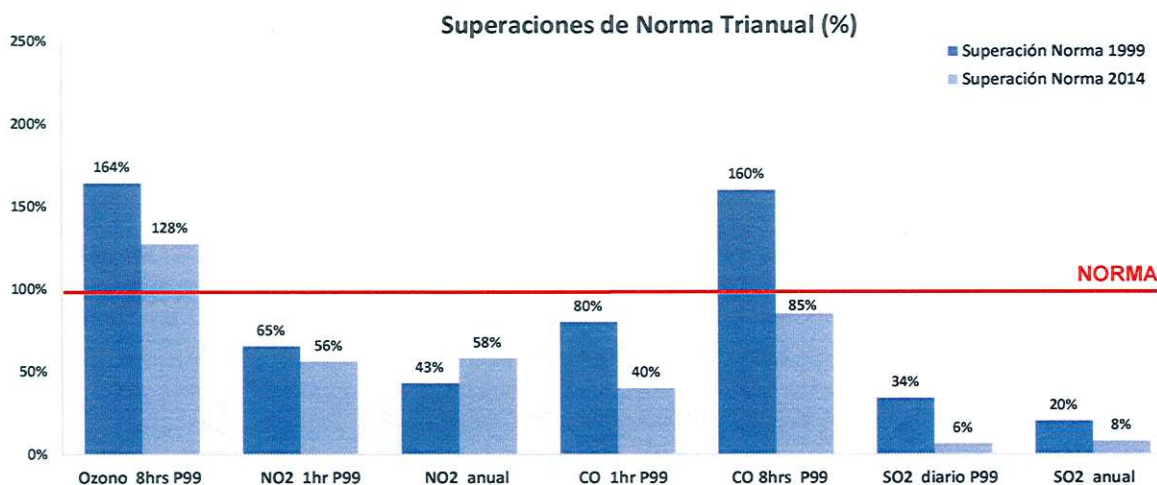
Medio Ambiente a partir del 1 de enero de 2012, de acuerdo a lo que establece el Convenio de Colaboración entre ambos ministerios, aprobado por Resolución Exenta N°1123 del 22 de septiembre de 2011.

3.4.1 Gases Normados

Para los gases, se cuenta con valores anuales desde 1997 y trianuales, como lo exige la norma, desde el año 1999 hasta el año 2014.

Tal como se observa en el siguiente gráfico, de acuerdo a los valores trianuales de los contaminantes, se constata que la Región Metropolitana se encuentra en estado de Saturación por ozono en su norma de 8 horas. Además, se encuentra en estado de Latencia por CO en su norma de 8 horas, y en cumplimiento, para las normas: horaria de CO y las normas de NO₂ y SO₂.

Figura 3-4: Evolución del cumplimiento de la norma anual para Gases. Datos 1999 y 2014.

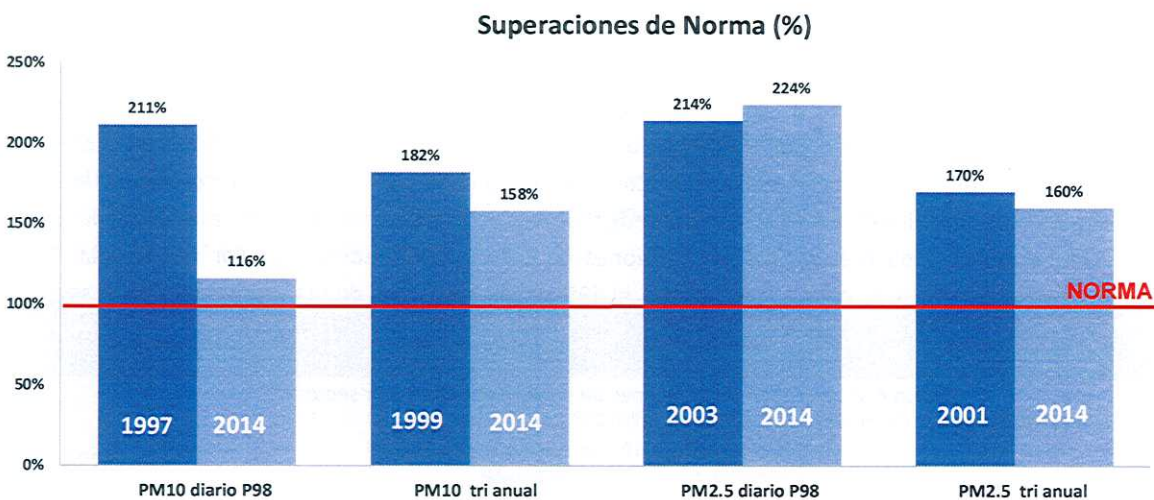


Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Nota: Los datos del presente gráfico son preliminares.

3.4.2 Material Particulado

Para el caso de material particulado respirable, el siguiente gráfico da cuenta de los valores trianuales y norma diaria para las concentraciones de MP₁₀ y MP_{2,5}, se constata que la Región Metropolitana se encuentra en estado de Saturación por MP₁₀ y MP_{2,5} en sus normas diaria y anual.

Figura 3-5: Evolución del cumplimiento de la norma anual para Material Particulado. Datos 1999 y 2014.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente.

Nota: Los datos del presente gráfico son preliminares.

Para el caso de $MP_{2,5}$, como se explicó anteriormente, el cambio de equipamiento a partir del año 2013 en la red de monitoreo generó un leve aumento en las concentraciones, ya que los actuales monitores cumplen con la metodología exigida por la normativa vigente. Para el caso de MP_{10} el equipamiento utilizado es el exigido por la normativa.

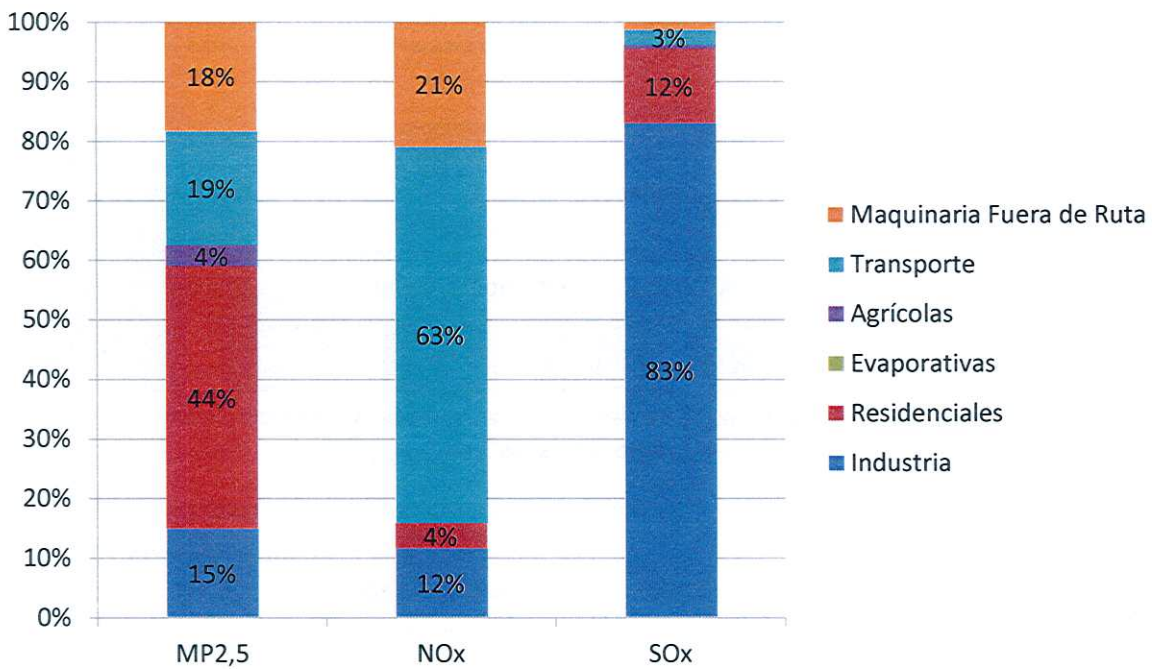
Por último, las superaciones de normas expuestas en las figuras anteriores permiten evaluar el estado de Latencia o Saturación para los contaminantes criterio señalados⁵.

⁵ El estado de Saturación implica la superación de la norma, mientras que el estado de Latencia es la superación del 80% de la norma.

4 INVENTARIO DE EMISIÓN

Con el inventario de emisión es posible determinar la contribución de emisiones directas de MP2,5 y emisiones de gases precursores por sector, de esta manera es posible hacer un diagnóstico que permita establecer medidas para los distintos sectores acordes a su responsabilidad. Tomando como fuente el inventario de emisión desarrollado por USACH, podemos decir que 44% de emisiones directas de MP2,5 corresponden al sector Residencial. Por otro lado, con respecto a las emisiones de precursores de material particulado, 63% de emisiones de NOx corresponden al sector Transporte; 83% de emisiones de SOx corresponden al sector Industrial; y 54% de emisiones de COV corresponden al sector Residencial. Por último, con respecto a gases de efecto invernadero, el 69% de las emisiones de CO2 corresponden el sector Transporte.

Gráfico 4-1: Inventario de emisiones de partículas y gases por sector (*)



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

5 AVANCE DE TRABAJO POR MESAS SECTORIALES

5.1 Comisiones técnicas

Equipo de la División de Calidad del Aire del Ministerio del Medio Ambiente y de la Seremi M.A. R.M. se encuentran actualmente en elaboración del anteproyecto, se está trabajando en distintas comisiones técnicas sectoriales, de las que se obtendrán los insumos para el borrador del anteproyecto. El equipo de Trabajo se muestra en la tabla siguiente.

Nombre comisión	Encargado/a
Transporte	Nancy Manríquez, Profesional Depto. de Planes de Descontaminación, División de Calidad del Aire y Cambio Climático NManriquez@mma.gob.cl
Vivienda, Construcción y Desarrollo Sustentable	Macarena Cáceres, Profesional Depto. de Planes de Descontaminación, División de Calidad del Aire y Cambio Climático. MCaceres@mma.gob.cl
Industria: <ul style="list-style-type: none"> • Procesos Industriales y COV • Calderas y Grupos Electrógenos • Agroindustria 	Carmen Gloria Contreras, Jefa Depto. de Normas, División de Calidad del Aire y Cambio Climático. CGContreras@mma.gob.cl
Educación	Juan Fernández, Encargado Área Educación, Seremi Medio Ambiente Región Metropolitana JFernandez@mma.gob.cl
Gestión de Episodios Críticos	Roberto Martínez, Departamento de Planes de Descontaminación, División de Calidad del Aire y Cambio Climático. RMartinez.rm@mma.gob.cl

VHA

5.2 Estudios en elaboración

Los estudios que se están llevando a cabo muestran distintos niveles de avance. En la tabla a continuación se muestra el estado de los distintos estudios

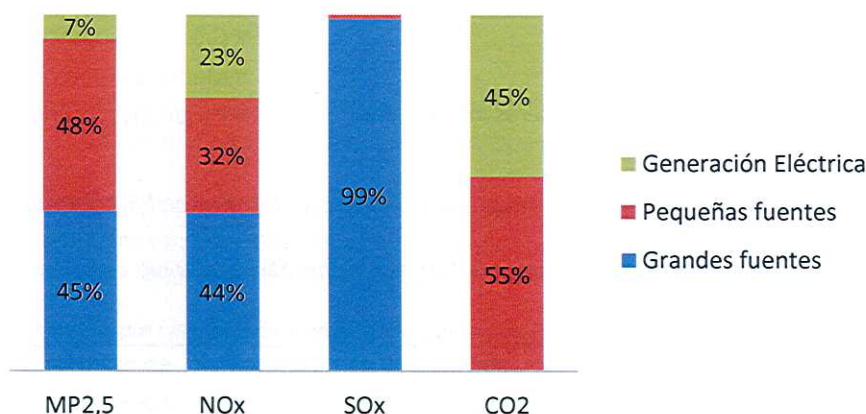
Estudio	Mesa involucrada	Estado de avance
Apoyo al convenio "Santiago Diesel Particle filter follow up project"	Transporte	
Estudio "Análisis de tendencias del Material Particulado en la RM"	Todas	
Estudio Rediseño sistema de compensación de emisiones RM	Todas	
Programa de Educación Ambiental en calidad del aire para comunidades educativas y funcionarios municipales de la Región Metropolitana	Educación	
Diagnóstico situacional de la gestión ambiental a nivel municipal en la RM con énfasis en la descontaminación	Educación	En curso
Antecedentes para AGIES medidas transporte PPDA RM	Transporte	
Desarrollo estudio "Evaluación y análisis de fuentes emisoras de Amoniaco en la RM"	Industrias	
Evaluación Ex-post Medidas PDA RM	Todas	
Estudio "Evaluación y análisis de emisiones del sector industrial en la RM"	Industrias	
Desarrollo estudio " Caracterización fisicoquímica, monitoreo y distribución del MP en la RM"	Todas	No adjudicado
"Antecedentes para la elaboración de medidas aplicables a calderas"	Industrias	2da Licitación

5.3 Avances mesa técnica: INDUSTRIAS

5.3.1 Inventario de emisión

Según el inventario de emisión del sector Industrias, las emisiones de MP2,5 primario sumadas de los subsectores Pequeñas y Grandes Fuentes concentran más del 90% del total sectorial, lo que significa el 14% de las emisiones regionales de este contaminante; mientras que para NOx, las emisiones sumadas de los subsectores Pequeñas y Grandes Fuentes superan el 75%, lo que se traduce en el 9% de las emisiones regionales del contaminante. Por otro lado las Grandes Fuentes emiten el 99% del SOx del sector, lo que significa más del 80% de las emisiones regionales.

Gráfico 5-1: Inventario de emisiones de partículas y gases para el sector Industrial. (*)



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

5.3.2 Caracterización del sector

Caracterización del parque de calderas

El total de calderas contabilizadas en la RM⁶ alcanza las 7.263 unidades. Las calderas existentes en la RM se pueden clasificar en calderas industriales y calderas de calefacción según su uso y también se pueden subdividir por tamaño en las siguientes clasificaciones:

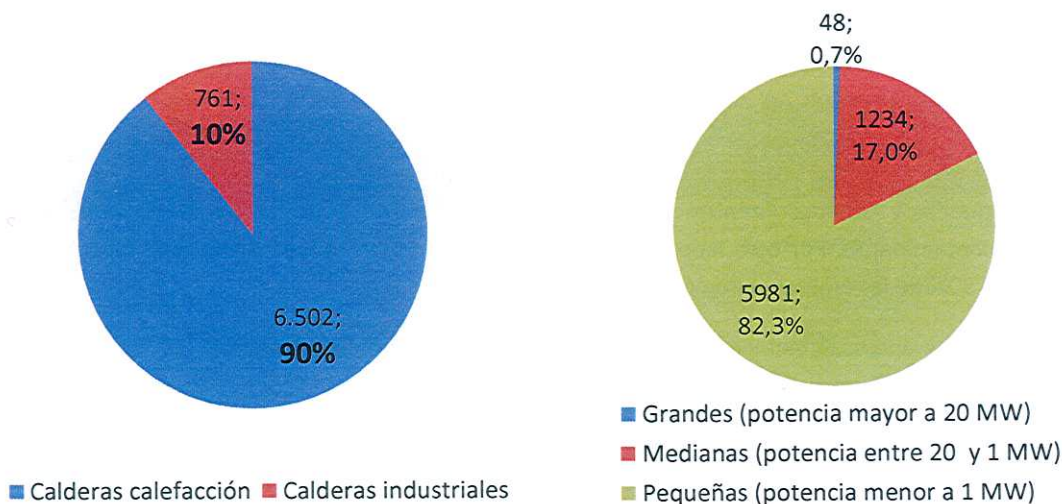
1. Calderas grandes: potencia mayor a 20 MW.
2. Calderas medianas: potencia entre 20 MW y 1 MW.
3. Calderas pequeñas: potencia menor 1 MW.

Del total de calderas, el 90% corresponden a calderas de calefacción y el 10% a calderas de uso industrial. De este mismo total se observa que la mayoría corresponde a calderas pequeñas, seguidas por calderas medianas con un 82% y un 17% respectivamente. Las calderas grandes corresponden a menos del 1%.

⁶ Fuente: Seremi de Salud RM, febrero 2015. "Generación de antecedentes técnicos y económicos para la elaboración de una norma de emisión para calderas y procesos con combustión en el sector industrial, comercial y residencial" (SISTAM).

VHA

Gráfico 5-2: Detalle del número de calderas en la RM por uso (izq) y tamaño (der).



Fuente: Seremi de Salud RM, febrero 2015. "Generación de antecedentes técnicos y económicos para la elaboración de una norma de emisión para calderas y procesos con combustión en el sector industrial, comercial y residencial" (SISTAM).

Caracterización de procesos

Las fuentes descritas como procesos se pueden dividir en Fuentes estacionarias puntuales (Flujo volumétrico igual o superior a 1.000 m3/h) y grupales (Flujo volumétrico inferior a 1.000 m3/h). Si se observan las emisiones de manera agregada, ordenando las fuentes desde la que presenta mayores emisiones a la menor emisora, se obtiene el siguiente cuadro para emisiones directas de Material Particulado:

Tabla 5-1: Emisiones Agregadas de MP para fuentes estacionarias de la RM - Mediciones 2012

Número de Fuentes	Emisión MP Ton/año	% del Total
9	170,3	20,2
40	281,4	33,5
123	416,5	50,0
153	448,9	53,4
710	668,8	80,0
1086	718,8	85,5
4602	828,1	98,4
11.012	841,2	100,0

Fuente: Estudio "Generación de Antecedentes para Medidas Estructurales de Nueva Norma, Caracterización y Diagnóstico de MP2,5 en la Región Metropolitana", Centro Mario Molina, noviembre 2013

De la tabla anterior se observa que para enfocar de manera eficiente el diseño regulatorio, se debería analizar en detalle la mejor manera de reducir emisiones en las fuentes que generan el 50% de las emisiones totales del sector, es decir, poco más de 150 fuentes, de un total de 11.000 en la región.

En el caso de óxidos de nitrógeno (NOx), la distribución queda de la siguiente manera:

Tabla 5-2: Emisiones agregadas de NOx para fuentes estacionarias de la RM - Mediciones 2012

Número de Fuentes	Emisión NOx Ton/año	% del Total
1	965,4	29
2	1.357,4	41
4	1.726,5	52
7	2014,7	60
12	2357,0	70
20	2.665,5	80
40	3.019,3	90
54	3.154,4	94
80	3.311,4	99
91	3.339,2	100

Fuente: Estudio "Generación de Antecedentes para Medidas Estructurales de Nueva Norma, Caracterización y Diagnóstico de MP2,5 en la Región Metropolitana", Centro Mario Molina, noviembre 2013

Para NOx, se encuentra un escenario más concentrado, 20 fuentes agrupan el 80% de las emisiones.

Las categorías de las fuentes emisoras del 60% de las emisiones de MP se muestran a continuación:

Tabla 5-3: Emisiones de MP por categoría de fuentes estacionarias de la RM - Mediciones 2012

Categorización de fuente	Número de fuentes	Emisión de la categoría (ton/año)	% Número de fuentes	% Emisión
Calderas industriales	20	99.6	9%	19%
Calderas de calefacción	4	5.5	2%	1%
Cabinas de pintura	9	13.0	4%	3%
Grupos electrógenos	17	20.7	8%	4%
Hornos/secadores	68	211.2	31%	41%
Molinos y molindas	9	11.1	4%	2%
Otros	93	151.4	42%	30%
Total	220	512.5	100%	100%

Fuente: Estudio "Generación de Antecedentes para Medidas Estructurales de Nueva Norma, Caracterización y Diagnóstico de MP2,5 en la Región Metropolitana", Centro Mario Molina, noviembre 2013

En el caso de los mayores emisores de MP, los procesos industriales (hornos/secadores, molinos y molindas, cabinas de pinturas, otros) suman el 76% de las emisiones.

Las categorías de fuentes emisoras del 80% de las emisiones de NOx son las siguientes:

Tabla 5-4: Emisiones de NOx por categoría de fuentes estacionarias de la RM - Mediciones 2012

Categorización de fuente	Número de Fuentes	Emisión Anual Permitida 2010 (t/año)	Emisión de la categoría (t/año)	% Número de Fuentes	% Emisión
Horno Fabricación Cemento	1	1308,9	965,4	1%	29%
Calderas Industriales	52	837,1	1309	57%	39%
Calderas Calefacción	4	39,3	27	4%	1%

Categorización de fuente	Número de Fuentes	Emisión Anual Permitida 2010 (t/año)	Emisión de la categoría (t/año)	% Número de Fuentes	% Emisión
Grupos Electrógenos	3	21	21	3%	1%
Hornos Fundición o Calentamiento	26	793,2	942,4	29%	28%
Otros	5	25,4	74,4	5%	2%
Total	91	3024,9	3339,2	100%	100%

Fuente: Primer informe de avance "Generación de antecedentes para la regulación de emisiones atmosféricas del sector industrial de la Región Metropolitana en el marco de la nueva norma para el MP2,5", Universidad de Santiago de Chile, 2013.

Para las emisiones de NOx, los mayores emisores dentro de los procesos industriales son: Horno fabricación cemento (1 fuente – 29% emisiones) y Hornos de fundición (26 fuentes – 28% de las emisiones).

5.3.3 PROPUESTA DE MEDIDAS

Las medidas que se abordarán en esta mesa técnica tienen por objetivo disminuir las emisiones directas de MP10 y MP2,5, NOx, COVs, CO, CO2, a través de la implementación de las medidas que se presentan a continuación. En estas medidas las instituciones involucradas son: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Salud (Nivel Central y SEREMI), Ministerio de Economía, Ministerio de Energía (Nivel Central y SEREMI), Consejo Nacional para la Producción Limpia.

5.3.3.1 Sistema de compensación de emisiones

Medida para el sector industrial

El ministerio se encuentra en proceso de evaluar y rediseñar el sistema de compensación de emisiones en la RM debido a las falencias que actualmente presenta. Para esto se propondrá un solo sistema para el sector industrial que incluya procesos y calderas.

Medida para SEIA

El sistema de compensación de proyectos que ingresan al SEIA ha mostrado ser ineficiente e inefectivo por lo que propondrá un nuevo sistema que incluya exigencias de mejores tecnologías y buenas prácticas para evitar la generación de emisiones⁷.

5.3.3.2 Norma de emisión para calderas

Una nueva norma de calderas a nivel nacional con exigencias para unidades nuevas y existentes en la RM. El desafío de esta medida es lograr coherencia normativa con la norma de emisión que se elaboran en otros planes de descontaminación y con la futura norma a nivel nacional y con los avances de lo regulado a en la RM. Para esto se exigirán nuevos límites de emisión para MP y NOx y monitoreo CEMS (continuo) a calderas grandes (potencia mayor a 20 MW). Se evaluará impacto económico y social en PYMES.

5.3.3.3 Control de Material Particulado, NOx y SOx en procesos industriales

El control de Material Particulado en procesos industriales contempla dos medidas principales.

- Reducción de las **metas de emisión** de MP en procesos industriales para mayores emisiones.
- Norma de emisión de MP en procesos industriales existentes – nuevos :

⁷ Ver medida de sector transporte Zona de Baja Emisión de Transporte: Maquinaria Fuera de Ruta

- **15 mg/m³ a procesos puntuales**
- **56 mg/m³ a procesos grupales**

Para procesos Emisores de NO_x se propone establecer exigencia de **Mejor Tecnología Disponible** para el control de estas emisiones.

Para el control de emisiones de SO_x en procesos industriales se propone:

- Verificación del cumplimiento de los **Programas de Reducción de SO₂**
- **Auditoría al cumplimiento** de los programas de reducción de SO₂

5.3.3.4 Disponibilidad de información

Una política importan en la reducción de emisiones por parte del sector industrial es poder contar con la mejor información disponible. Para esto se propone ampliar límite de emisión para exigir **Monitoreo Continuo** de emisiones en fuentes industriales. Para esto es importante poder definir protocolo de monitoreo continuo que permita disponer **información en línea en tiempo real**.

5.3.3.5 Grupos electrógenos

Se propone alinear la futura norma nacional de entrada de grupos electrógenos a las medidas del nuevo PPDA para la RM. Adicionalmente se está pensando en un posible programa de recambio de grupos generadores existentes.

5.4 Avances mesa técnica: TRANSPORTE

5.4.1 Introducción

En todo el mundo, las emisiones provenientes de los vehículos motorizados han sido y siguen siendo foco de exigentes regulaciones, pues se ha comprobado que la contaminación producida por este sector genera enormes impactos en la salud de las personas, las que se ven expuestas a la fuente con particular proximidad.

Esta proximidad del receptor a la fuente emisora han llevado a las autoridades ambientales en diversos países a incorporar redes de monitoreo en la vía, o esquemas de simulación que verifican o modelan el cumplimiento de los estándares ambientales en los puntos donde se produce la mayor exposición, junto a las vías.

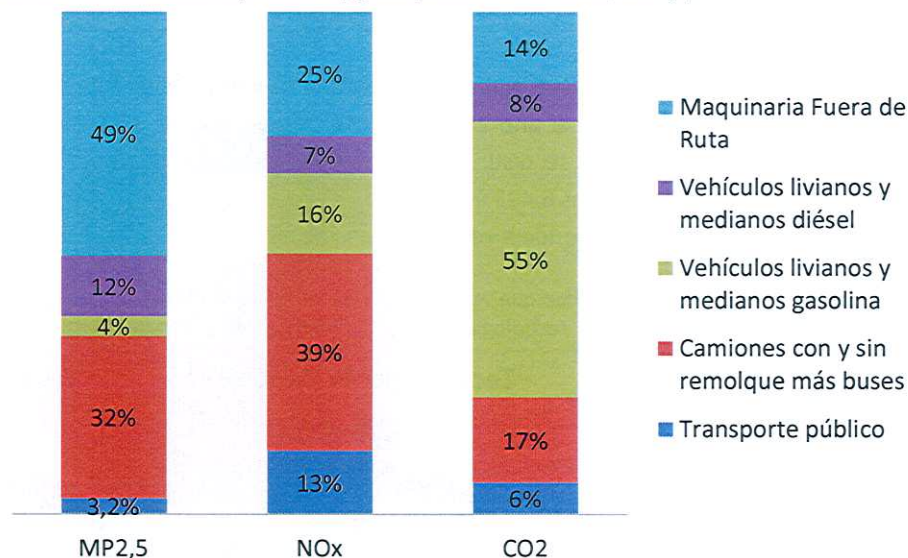
Dentro de los contaminantes criterio, regulados históricamente para los motores de combustión interna, se encuentran la masa de los Óxidos de Nitrógeno (NOx), el Material Particulado (MP), el Monóxido de Carbono (CO) y los Hidrocarburos Totales (HCT). No obstante, han ido cobrando importancia también otros contaminantes que son o pueden ser relevantes desde el punto de vista de su toxicidad como el Carbono Elemental (CE), el Carbono Orgánico, el dióxido de nitrógeno (NO₂), el dióxido de azufre (SO₂), los hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (HAP's) o el número de partículas.

Desde la perspectiva de la calidad del aire, ha sido el material particulado (MP) la principal preocupación en Chile. En el MP2.5 se encuentran los efectos en salud más comprobadamente dañinos. En el CE, que forma parte del MP primario emitido por los motores diésel, existe una preocupación mayor, toda vez que es insoluble, ultra fino y portador de sustancias tóxicas y cancerígenas como los HAP's. Por esta razón esta nueva actualización pone énfasis en la reducción de emisiones diésel y de los gases precursores de material particulado, con el objetivo de proteger la salud de las personas y de cumplir con las normas de calidad.

5.4.2 Inventario de emisión

Según el inventario de emisión del sector Transporte, la mayor cantidad de emisiones directas de MP2,5 provienen de la Maquinaria Fuera de Ruta y Camiones, sumando entre estas dos subfuentes más del 80% de las emisiones de MP2,5 primario del sector, lo que significa casi el 30% de las emisiones totales de MP2,5 primario de la región; este acento se repite para las emisiones NOx, sumando entre Maquinaria y Camiones casi el 65% de las emisiones del sector, lo que a nivel regional significa casi el 55% de las emisiones totales de este contaminante.

Gráfico 5-3: Inventario de emisiones de partículas y gases para el sector transporte (*)

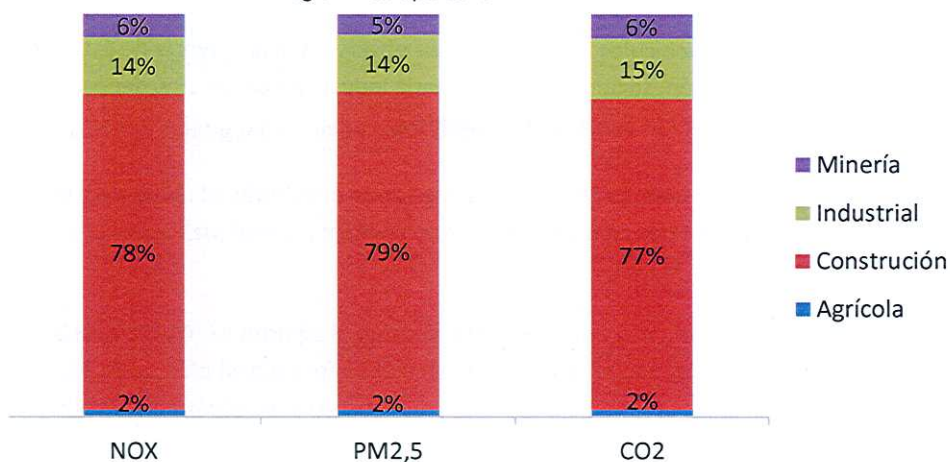


Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

Para el caso específico de la Maquinaria, se observa que las mayores emisiones de MP2,5 primario provienen del sector construcción con un 79% del total de las emisiones de esta subfuente, lo que significa casi el 15% de las emisiones directas de MP2,5 de la Región. Para NOx y CO2 se mantienen los porcentajes de emisión del subsector construcción, y a nivel regional se tienen emisiones que representan un 16% y un 9% del total del inventario regional respectivamente.

Gráfico 5-4: Detalle del inventario de emisiones de partículas y gases para la maquinaria fuera de ruta en la Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia, en base a Estudio "Análisis técnico-económico de la aplicación de una nueva norma de emisión para motores de maquinaria fuera de ruta a nivel país". Año 2014. GEASUR.

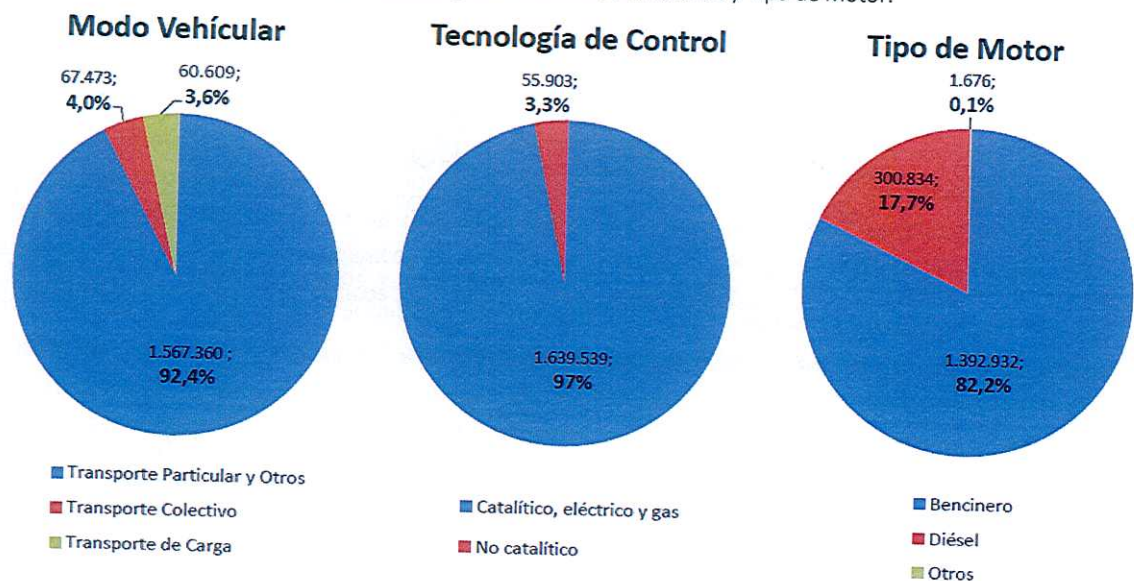
VHA

5.4.3 Caracterización del sector

Parque de vehículos en ruta

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas, el parque de vehículos en ruta de la Región Metropolitana alcanzaba las 1.645.442 unidades al año 2013. De este parque solo el 3,3% corresponde a vehículos no catalíticos. En el parque también se distingue un 3,6% de vehículos de carga y un 4% de vehículos de transporte colectivo, que incluye los 6.493 vehículos de Transantiago⁸. Con respecto al tipo de motor la gran mayoría del parque, 82,2% corresponde a vehículos bencineros.

Gráficos 5-5, 5-6 y 5-7: Detalle del parque vehicular en ruta de la Región Metropolitana desagregado por Modo Vehicular, Tecnología de Control de Emisiones y Tipo de Motor.



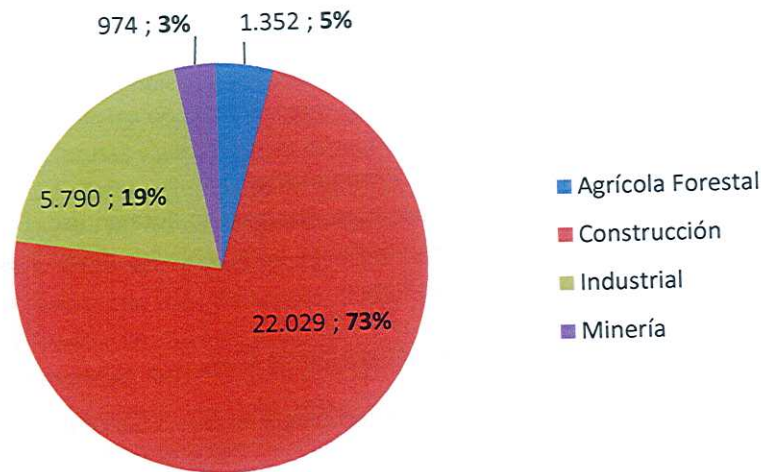
Fuente: Parque de Vehículos en Circulación 2013. Instituto Nacional de Estadísticas, INE.

Parque de vehículos fuera de ruta

Con respecto al parque de vehículos fuera de ruta, se observa que la mayoría de éstos, 73%, corresponden a maquinaria de la construcción, seguido por maquinaria industrial con un 19% del parque. El parque de vehículos fuera de ruta de la RM suma 30.145 unidades.

⁸ Según datos del Informe de Gestión 2013 de la Dirección de Transporte Público Metropolitano (DTPM).

Gráfico 5-5: Detalle del parque vehicular fuera de ruta de la Región Metropolitana desagregado por rubro y nivel de potencia.



Fuente: Elaboración propia, en base a Estudio "Análisis técnico-económico de la aplicación de una nueva norma de emisión para motores de maquinaria fuera de ruta a nivel país". Año 2014. GEASUR.

5.4.4 PROPUESTA DE MEDIDAS

Las medidas que se abordarán en esta mesa técnica tienen por objetivo disminuir las emisiones directas de MP10 y MP2,5, NOx, CO y CO2, a través de la implementación de medidas que se presentan. En estas medidas las instituciones involucradas son: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Ministerio de Energía, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT), Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA), Dirección de Transporte Público Metropolitana (DTPM), Metro de Santiago, Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

5.4.4.1 Zona de Baja Emisión de Transporte

Una Zona de Baja Emisión (ZBE) es una zona definida geográficamente al interior de la ciudad en la cual se restringe el ingreso de vehículos más contaminantes. Esta práctica es antigua en países como Inglaterra y Alemania y, en el nuevo PPDA, tendría lo siguientes ejes:

- **Camiones:** restricción por antigüedad en 2 fases temporales:
 - **Primera fase 2018:** Se prohíbe la entrada a la ZBE a todo camión con una antigüedad mayor a 12 años. Esta fase permitirá la entrada a camiones con tecnología EURO III a lo menos.
 - **Segunda fase 2020:** Se prohíbe la entrada a la ZBE a todo camión con una antigüedad mayor a 8 años. Esta fase permitirá la entrada a camiones con tecnología EURO IV o EURO III con filtro de partículas a lo menos.

Para cumplir con esta segunda fase se estudiará un subsidio o incentivo económico para el *retrofit* de camiones EURO III para adquirir un filtro y cumplir con la medida de la ZBE

- **Vehículos Livianos y Medianos:** restricción permanente por antigüedad al interior de la ZBE según un calendario fijo, durante todo el año. 2 dígitos diarios durante días de semana.
- **Maquinaria Fuera de Ruta:** proyectos sometidos a evaluación ambiental en el marco del SEIA deberán utilizar maquinaria con tecnología de control de emisión el interior de la ZBE. Igualmente proyectos licitados por MOP y el estado.

5.4.4.2 **Exigencias Tecnológicas en Flota de Transantiago**

Para la flota de Transantiago se realizarán nuevas exigencias para la flota en uso. Estas nuevas exigencias parten por mejorar la tecnología de control de emisiones para vehículos diésel y adicionalmente incluir gradualmente tecnologías híbridas o eléctricas en flota:

1. Norma EURO VI para vehículos del Transantiago desde 2017.
2. Exigencia de un porcentaje de vehículos con tecnología de cero o baja emisión en la flota.

5.4.4.3 **Fiscalización Vehículos en Uso**

Los vehículos livianos y medianos en uso representan una importante fuente de contaminantes en la región, por lo que su fiscalización y revisión es fundamental para el control de las emisiones en la cuenca. Para esto se buscará implementar mejoras en la gestión de fiscalización de vehículos en uso.

Como primera medida se utilizará el dispositivo Remote Sensing Device (RSD), que permite medir la emisión de los vehículos a nivel de calle, para poder distinguir aquellos vehículos más contaminantes y los menos contaminantes de la flota en uso. Esta clasificación permitirá hacer gestión de la flota que asiste a las plantas de revisión técnica de la siguiente manera:

- **Vehículo Sucio (límite por definir):** se anticipa la exigencia de revisión técnica.
- **Vehículo Limpio (límite por definir):** se exime de revisión técnica por un periodo.

Esta medida también está asociada a mayores exigencias de fiscalización en plantas de revisión técnica, utilizando los Límites finales EPA en las PRT.

5.4.4.4 **Medidas Promovilidad**

En otro plano de medidas, el enfoque se complementa con medidas que permitan **Evitar** o reducir los viajes innecesarios en vehículos motorizados y **Cambiar** la tendencia de la motorización individual hacia modos más seguros, eficientes y amables con el medio ambiente.

Medidas referidas a evitar y/o reducir distancias de viaje

1. Incentivos/Subsidios de Regeneración Urbana orientados a fomentar nuevo equipamiento generador de trabajo (comercial, cultural y oficinas, entre otros) que permitan contribuir a reducir las distancias de viajes con motivo trabajo y otros. Estos incentivos deberían contar con un período máximo de validez (no ser aplicados a perpetuidad), de manera de ir atendiendo gradualmente diferentes partes de la ciudad, estimulando su aplicación en un plazo determinado.
2. Extender a la implementación de Planes Maestros, iniciada el año 2015, con la adquisición de 152 hectáreas en la RM que permitirán acercar las viviendas a los centros con equipamiento reduciendo de esta forma, distancia de viajes con motivo trabajo y otros.

Medidas de incentivo al cambio modal

Bicicleta:

1. Se definirá una meta de construcción de Infraestructura, tanto en km ciclorutas y N° estacionamientos.
2. Se define al “Plan maestro de ciclovías para la Región Metropolitana” como eje orientador para la construcción de ciclorutas y garantizar su conectividad.
3. Para garantizar estándares mínimos de construcción, se establece el Manual de diseño de ciclorutas y estacionamientos del Minvu como guía obligatoria de uso en proyectos financiados por el Estado.
4. Se plantea una mejora en la Metodología de Evaluación de Proyectos de Infraestructura de Transporte del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO) que permita agilizar la entrega y aprobación de recursos para su construcción.
5. Se define a la Autoridad Regional (Intendente) como responsable claro para dirigir, gestionar y coordinar a las instituciones con atribuciones en la construcción de infraestructura de transporte para cumplir la meta comprometida.

Transporte Público (TP):

- Se definirán Metas 2018, 2022 y 2025 de Km de Infraestructura para TP (Corredores, Pistas Sólo Bus (PSB) y Vías Exclusivas (VE)).
- Se incluye la aplicación de Vías Ambientales en Episodios Críticos que den prioridad al uso de las vías para el Transporte Público.

5.5 Avances mesa técnica: VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE

5.5.1 Introducción

Frente escenarios complejos de emisiones, es que la Actualización del Plan de la Región Metropolitana debe hacerse cargo de la reducción de emisiones directas de MP2,5 y de sus contaminantes precursores. Para ello, se deberán elaborar medidas que permitan, en el corto plazo, una reducción en el consumo de biomasa para calefacción en las zonas urbanas, y en el mediano y largo plazo, una reducción progresiva en el consumo de biomasa para calefacción y una mejora en el uso de tecnologías disponibles en periferia urbana y en las zonas rurales. Así mismo, de un mayor control de emisiones del sector de la construcción.

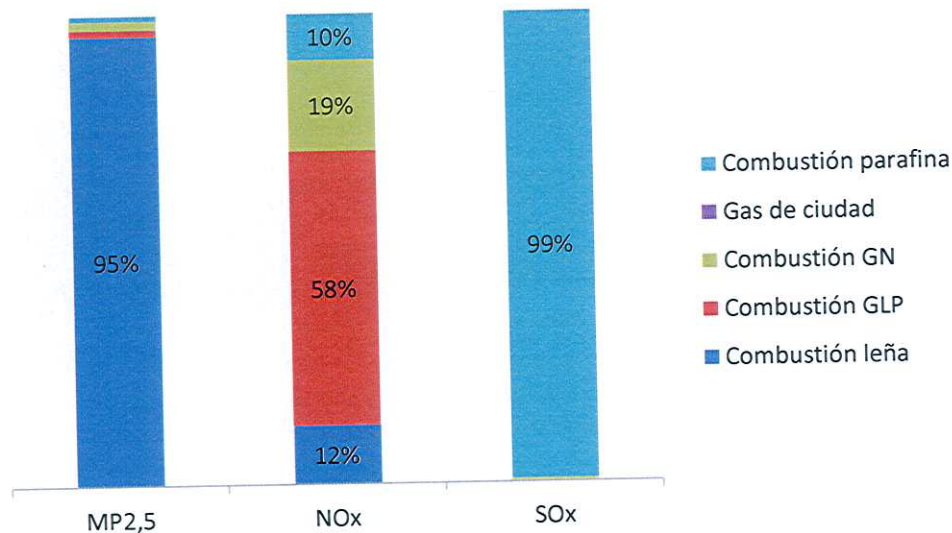
Por su parte, las mejoras en las exigencias para la aislación térmica de las viviendas nuevas y existentes, aun en discusión, generarán un menor requerimiento de consumo energético, y por ende, un menor consumo de combustible dentro de los hogares, disminuyendo así las emisiones intradomiciliarias que generan problemas a la salud de la población vulnerable (niños, ancianos). Es por esto, que se buscará incentivar el uso de Energías Renovables No Convencionales en las viviendas si resulta ser una medida costo-efectiva.

En el ámbito de la construcción se buscará mejorar las tecnologías de la maquinaria fuera de ruta utilizada en obra, mediante normas de emisión para maquinaria nueva y exigencias de recambio hacia mejores tecnologías para maquinaria existente (Comisión Transporte). También mediante la normativa se regularán las emisiones de los grupos electrógenos nuevos y se exigirá que se cumpla con las normas de emisión para todos los equipos (Comisión Industria). Se trabajará en mejores prácticas para este rubro.

5.5.2 Inventario de emisiones

Según el inventario de emisiones del sector residencial en la Región Metropolitana, la combustión de leña y otros dendroenergéticos es la mayor fuente de emisiones directas de MP2,5 representando un 95% del sector. Respecto del total de emisiones directas de todas las fuentes de la región, la contribución de la combustión residencial de leña llega al 32%. Por otro lado, más del 75% de las emisiones del sector de NOx corresponden al uso de combustible GLP y GN, sin embargo esto solo representa un 3% de las emisiones totales de NOx de la región. Con respecto a las emisiones de SOx se observa que el 99% de éstas corresponden a artefactos que combustionan parafina, sin embargo con respecto al inventario regional éstas significan solo 3% con respecto al total.

Gráfico 5-6: Inventario de emisiones de partículas y gases para el sector residencial.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

5.5.3 Caracterización del Sector

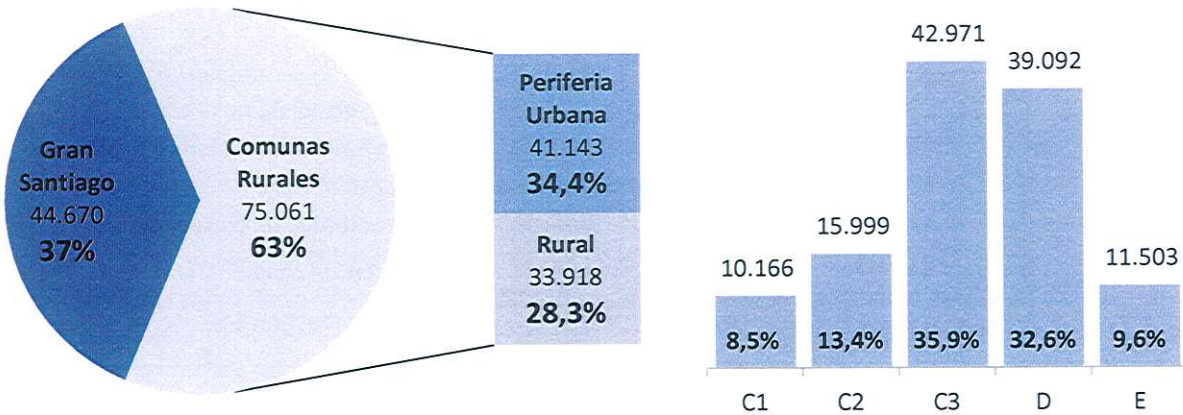
Las emisiones por combustión de leña del sector residencial se originan desde un parque de calefactores cercano a las 125.000⁹ unidades, pertenecientes a un universo total de 119.731 casas de la región, las que se encuentran distribuidas en las zonas urbanas (37,3%), la periferia urbana¹⁰ (34,4%) y las zonas rurales (28,3%) de la región.

⁹ Propuesta de Medidas para el Uso Eficiente de la Leña en la Región Metropolitana De Santiago. Año 2012. Elaborado por CDT para el Ministerio de Energía.

¹⁰ Periferia Urbana se define como las zonas urbanas insertas en las 18 comunas rurales, pertenecientes a la Asociación de Municipios Rurales de la Región Metropolitana.

VTA

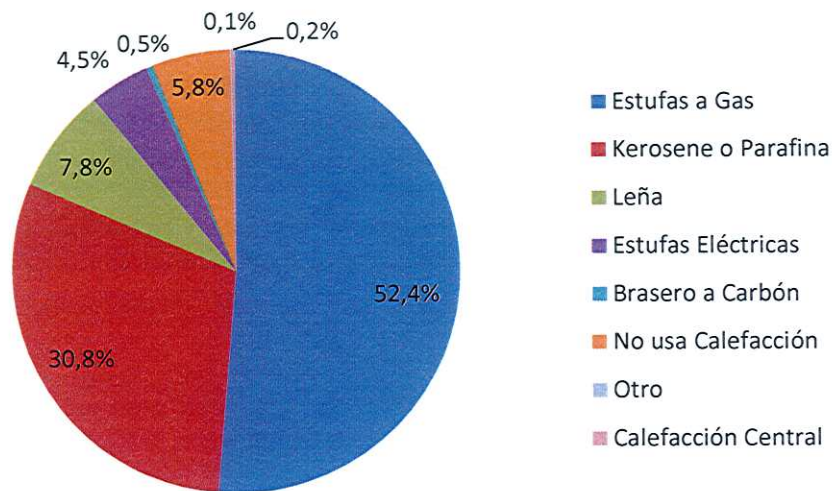
Gráfico 5-7: Distribución del número de casas (Universo 119.731 unidades) que utilizan leña como combustible, para calefacción y cocina: (izq) En las zonas urbanas y rurales de la Región Metropolitana y (der) por Nivel Socio Económico.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Propuestas de Medidas para el Uso Eficiente de la Leña en la Región Metropolitana de Santiago", año 2012, elaborado por CDT para el Ministerio de Medio Ambiente.

Estas viviendas representan al 7,8% de las casas que utilizan leña como combustible en la región. La participación de todos los combustibles y otros sistemas de calefacción se observa en la fig. 5-8.

Gráfico 5-8: Participación de combustibles para calefacción en las casas de la Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Propuestas de Medidas para el Uso Eficiente de la Leña en la Región Metropolitana de Santiago", año 2012, elaborado por CDT para el Ministerio de Medio Ambiente.

5.5.4 PROPUESTA DE MEDIDAS

Las medidas que se abordarán en esta mesa técnica tienen por objetivo disminuir las emisiones directas de MP10 y MP2,5, NOx, COVs, CO, CO2, a través de la implementación de las medidas que se presentan a

continuación. En estas medidas las instituciones involucradas son: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Ministerio de Energía, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Salud (MINSAL), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC), Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), SERNAC.

Esta Comisión Técnica abordará los siguientes temas:

5.5.4.1 Restricción de uso equipos de calefacción con leña y otros dendroenergéticos

Descripción de la medida:

La medida propuesta por el Ministerio del Medio Ambiente, consiste en una restricción gradual y progresiva del uso de leña en artefactos de calefacción ineficientes y contaminantes, en la Región Metropolitana en un periodo de 10 años. Esto porque generan un aporte sustancial al empeoramiento de la calidad del aire en el invierno en toda la región, que corresponde a la época del año en que la población la utiliza como fuente de calefacción.

Como el Ministerio de Energía se encuentra trabajando en la Política Nacional y Regional sobre Calefacción Eficiente y Dendroenergéticos, se debe analizar en conjunto con este Ministerio, con el Ministerio de Agricultura y CONAF, si se permitirá el uso de otros dendroenergéticos, tales como pellets, en la Región Metropolitana, ya que el combustible en estos equipos se utiliza de manera más eficiente y sus emisiones contaminantes son menores. Se debe analizar la factibilidad de que las viviendas que utilizan actualmente artefactos a leña, puedan recambiarse a artefactos que utilicen pellets, dada la gran barrera de entrada que implica su costo inicial de inversión.

La medida busca involucrar subsidios de parte del Estado, tanto para el reacondicionamiento térmico de las viviendas existentes, como para el recambio de artefactos ineficientes y contaminantes que utilicen leña y otros dendroenergéticos por opciones más sustentables y costo eficientes. Se debe analizar a qué segmentos socioeconómicos beneficiaría esta medida, en principio estarían orientados a familias de los segmentos C3 y D, ya que se debe realizar un copago de parte del beneficiario. También se buscará que ambos subsidios sean parte de un programa que entregue ambos beneficios de forma conjunta.

La fiscalización de la medida, requiere una gran cantidad de recursos, por lo que su diseño debe considerar estos aspectos.

5.5.4.2 Mejores estándares térmicos para viviendas nuevas

Descripción de la medida:

Pese a los esfuerzos realizados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo desde el año 2000, año de la implementación de la primera Reglamentación Térmica en Chile, aún tenemos un gran parque de viviendas que no cuentan con los estándares mínimos de aislación térmica en el país (las existentes hasta antes del año 2000), lo que genera una carencia de confort térmico a nivel generalizado, entre otros aspectos negativos (generación de humedad y hongos por puentes térmicos, existencia de infiltraciones de aire, etc.), siendo necesario un mayor consumo de energía para alcanzar un estándar mínimo de calidad en esta materia, en comparación con una vivienda bien aislada.

Es importante pensar en el confort térmico desde el concepto de climatización, que comprende tres aspectos fundamentales: la ventilación, la calefacción o climatización de invierno, y la refrigeración o

climatización de verano. Por otra parte, en lo relativo a la climatización de invierno, las fuentes de energía, son mayoritariamente provenientes de la combustión a llama abierta (estufas a gas, kerosene, leña y otros dendroenergéticos), las que generan contaminantes intradomiciliarios que son dañinos para la salud de la población, en especial para los grupos más vulnerables (niños y ancianos), tales como material particulado fino (MP2,5), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), partículas ultrafinas.

Es por ello, que el Ministerio del Medio Ambiente analizará en conjunto con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la factibilidad de implementar la nueva Reglamentación Térmica para la Región Metropolitana, lo que implica tener valores más exigentes de Transmitancia térmica (U) para techos, muros, pisos ventilados y ventanas, parámetros de ventilación e infiltraciones, a partir del 2017, tal como se ha hecho en las zonas saturadas de la zona sur del país.

Adicionalmente, se analizará la factibilidad de incorporar la Calificación Energética de Viviendas (CEV) nuevas y existentes en el PPDA. Esta herramienta permitiría a las familias conocer la eficiencia energética de las viviendas que quieran comprar, obteniendo, además, ahorros en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

En este contexto, es fundamental que los proyectos nuevos de casas y edificios comiencen a incorporar sistemas de calefacción sustentables, es decir, sin llama abierta o con tiro forzado de gases contaminantes al exterior, con la finalidad de disminuir las emisiones intramuros que ellos generan.

5.5.4.3 Exigencias de sustentabilidad para edificios de uso público

Descripción de la medida:

Las medidas propuestas por el Ministerio del Medio Ambiente, consisten en una incorporación gradual de mejores prácticas de la industria de la construcción, a través del control de emisiones fugitivas de MP10 y de emisiones de MP10, MP2,5, NO_x, COVs, CO, CO₂ provenientes de la Maquinaria Fuera de Ruta y de los Grupos Electrónicos de respaldo que se utilizan (la Comisión Técnica de Transporte y la Comisión de Industria trabajarán en normas de entrada más exigentes, pero se debe trabajar también en cómo disminuir las emisiones del parque existente).

Otra medida en este ámbito consiste en la exigencia de que los edificios nuevos y existentes de uso público, puedan incorporar la Certificación Edificio Sustentable (CES). Actualmente, CES no incorpora parámetros de control de emisiones de Maquinaria Fuera de Ruta y de los Grupos Electrónicos de respaldo en la etapa de construcción de los edificios, pero podría incorporarla a futuro.

Se evaluará con MINVU qué parámetros se pueden incorporar en el Código de Construcción Sustentable en estas materias.

5.5.4.4 Certificación de artefactos de calefacción a llama abierta

Descripción de la medida:

Ante la falta de información a los consumidores acerca de los sistemas de calefacción que se utilizan en la actualidad, el Ministerio del Medio Ambiente, propone la creación de un sistema de certificación de emisiones de artefactos que combustionen gas y kerosene, y también del diseño de un sello/etiquetado para este tipo de artefactos, tendiente a que los consumidores puedan estar informados al momento de elegir su sistema de calefacción. Se espera que de esta manera, los consumidores comiencen a optar por sistemas que generen menores cantidades de contaminantes intradomiciliarios.

5.5.4.5 Incentivos a la generación de energía no contaminante

Descripción de la medida:

A través de esta medida se buscará un desarrollo sustentable para la ciudad, enfocándose en los siguientes puntos:

1. Programa de adopción de sistemas solares térmicos.
2. Evaluar cómo incentivar uso de ERNC en viviendas (casas y edificios) nuevos y existentes (Ley Net Billing).
3. Incentivos a la generación de energía eléctrica a través de plantas de ERNC en la R.M.
4. Incentivos a generación de calefacción distrital en la R.M.

5.6 Avances mesa técnica: AGROINDUSTRIA

5.6.1 Introducción

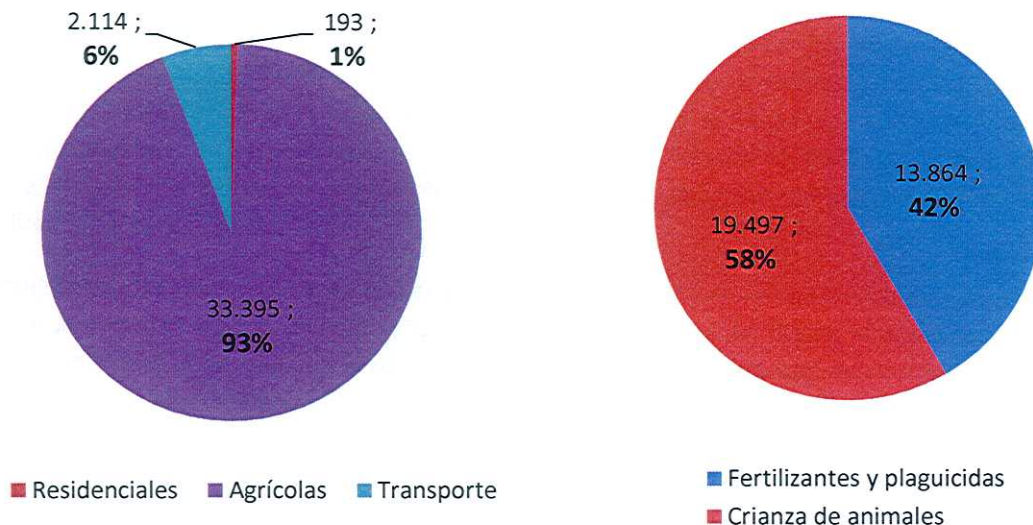
Las fuentes emisoras de amoníaco son de origen biogénico y antropogénico, tales como la descomposición de plantas, animales y materia orgánica en general; y resultado de actividades como la agricultura, ganadería (porcinos, aves, bovinos, equinos, caprinos, ovinos, etc.), y, en menor medida, fuentes fuera de ruta y emisiones vehiculares. Adicionalmente, el amoníaco es generado en gran medida por la industria de los fertilizantes, y también por otras actividades con menor impacto como la quema de biomasa, los rellenos sanitarios y las plantas de tratamiento de aguas servidas.

La literatura internacional indica que la actividad ganadera es la principal fuente emisora de amoníaco hacia la atmósfera. Este tipo de emisiones es difícil de controlar ya que esencialmente proviene de la excreción de los animales, por lo que se requieren medidas que vayan en la dirección de controlar estas actividades.

5.6.2 Inventario de emisión y Caracterización del sector

Según el inventario de emisiones de la Región Metropolitana, el 93% de las emisiones de amoníaco (NH₃) corresponden al sector agrícola con 33.395 toneladas al año. Estas emisiones se subdividen en dos fuentes principales: fertilizantes y plaguicidas y crianza de animales con un 42% y un 58% de las emisiones totales de NH₃ del sector respectivamente.

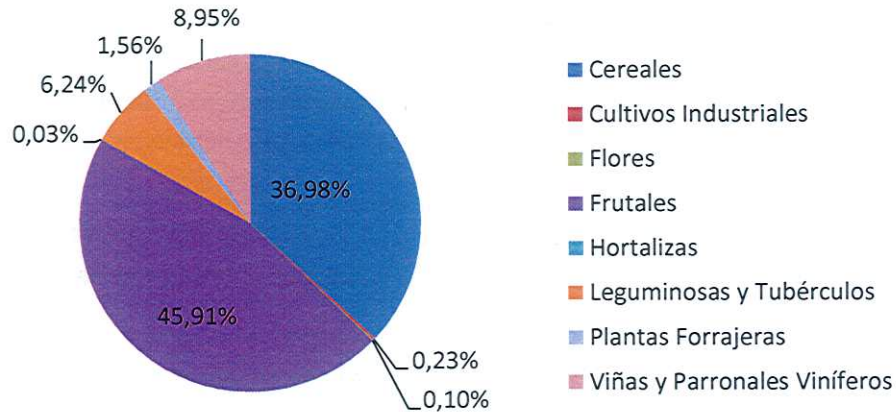
Gráfico 5-9: Detalle de las emisiones de NH₃, con respecto al inventario regional (izq) y el inventario del sector Agroindustrial (der). (*)



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

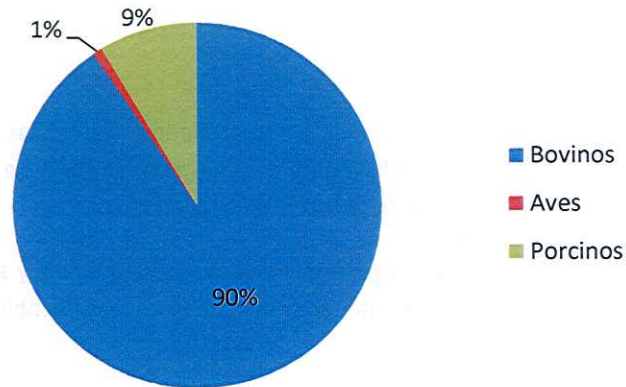
De las emisiones por uso de fertilizantes y plaguicidas, las emisiones calculadas en el inventario se concentran principalmente en cultivos de Cereales y Plantaciones Frutales, con un 37% y 46% de las emisiones del subsector respectivamente.

Gráfico 5-10: Detalle de inventario de emisiones de NH₃ por uso de Fertilizantes y Plaguicidas (*)

Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Resultados Preliminares

Con respecto a la crianza de animales, las mayores emisiones corresponden principalmente planteles de bovinos, aves, cerdos (porcinos). En la RM el número de porcinos es de 1.292.662 cabezas, bovinos 101.275 cabezas¹¹. En el inventario de emisiones, del total de emisiones del subsector, el 90% de las emisiones corresponden a la crianza de Bovinos y el 9% corresponde a crianza de Porcinos.

Gráfico 5-11: detalle del inventario de emisión de NH₃ por Crianza de Animales(*)

Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

¹¹ Fuente: VII Censo Agropecuario y forestal Año 2007, INE.

5.6.3 PROPUESTA DE MEDIDAS

Las medidas que se abordarán en esta mesa técnica tienen por objetivo disminuir las emisiones directas de NH₃ a través de la implementación de las medidas que se presentan a continuación. En estas medidas las instituciones involucradas son: Ministerio de Medio Ambiente, Seremi del Medio Ambiente de la Región Metropolitana, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Seremi de Agricultura de la Región Metropolitana, y el Instituto de Desarrollo Agropecuario.

5.6.3.1 *Reducción de las proteínas en la alimentación animal*

Reducir el contenido de proteína cruda en las dietas es una de las medidas más costo-efectivas para reducir las pérdidas de NH₃. Para lograrlo se debe incrementar la proporción energía/proteína en las dietas de los animales.

En el caso de los rumiantes se puede incorporar alimentos de alta energía. Para los cerdos, esta medida implica formular dietas basadas sobre nutrientes digeribles incorporando suplementos aminoácidos con bajo nivel de proteínas. En tanto para las aves de corral, el potencial para reducir el nitrógeno excretado es más limitado que en los cerdos. Una reducción del 1 o 2% puede ser alcanzada dependiendo de la especie y el punto de partida.

Para la implementación de esta medida se requieren estudios científicos detallados para abordar este punto a la realidad nacional.

5.6.3.2 *Sistemas de mitigación en los alojamientos de animales*

Las técnicas para reducir las emisiones de NH₃ del ganado, en general se basan en mejorar la gestión del estiércol, las heces y la orina, y los lugares de acopio de los mismos. Los sistemas de alojamiento para ganado deberán estar equipados con sistemas para permitir el drenaje de la orina. Además que una óptima climatización con aislamiento térmico en los techos y/o ventilación natural controlada provoca una reducción moderada de las emisiones debido a que disminuye las altas temperaturas y reduce la velocidad del viento.

En el caso de los cerdos, el uso de suelo parcialmente emparrillado o con rejillas permite que los residuos se filtren más rápidamente hacia los pozos, reduciendo las emisiones de NH₃. Se propone también remover frecuentemente el estiércol (lodo líquido) a un depósito de estiércol.

Hasta ahora se han realizado cambios tecnológicos en los sistemas de manejo y sistemas de tratamientos en el sector. Se debe estudiar la brecha entre plantas más modernas y la factibilidad técnica económica de aquellas que falta mejorar.

5.6.3.3 *Gestión de los depósitos de estiércol*

Las emisiones de los depósitos de estiércol pueden ser reducidas, disminuyendo o eliminando el flujo de aire alrededor de la superficie o reduciendo el área superficial por unidad de volumen. Una de las mejores técnicas de abatimiento, consiste en cubrir los depósitos con una carpa, techo o estructura. La aplicación de estas técnicas a depósitos existentes depende de sus características. Es importante también considerar algún tipo de ventilación que permita prevenir la acumulación de gases inflamables como el metano.

Adicionalmente, dentro de las diferentes alternativas (reducir área superficial, cubierta), se requiere estudiar la factibilidad de adición de aditivos químicos en purines.

5.6.3.4 Cambio de procesos tecnológicos

Potenciar el reemplazo de plantas de tratamiento por biodigestores aplicable a planteles de crianza de animales que generan residuos acumulables (vacas lecheras y porcinos). La medida en evaluación se refiere a favorecer la implementación de biodigestores a nivel predial, para transformar las emisiones generadas en pozos o lagunas de acumulación de residuos orgánicos (purines y/o estiércoles) en CO₂, reduciendo el factor de emisión asociado a la generación de gas y así las emisiones globales por manejo del estiércol.

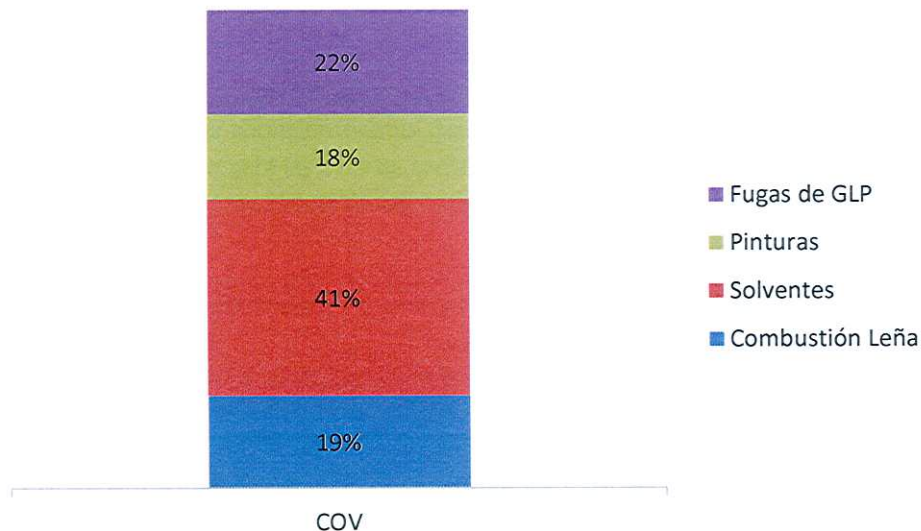
5.7 Avances mesa técnica: COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

5.7.1 Inventario de emisión: Fuentes Industriales y Emisiones de COV

Emisiones de COV en Fuentes Residenciales

Las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) del sector Residencial suman 53.550 toneladas anuales según el último inventario de emisión. El detalle de éste se muestra en el grafico 5-12.

Gráfico 5-12: Inventario de emisiones COV para fuentes residenciales (*)



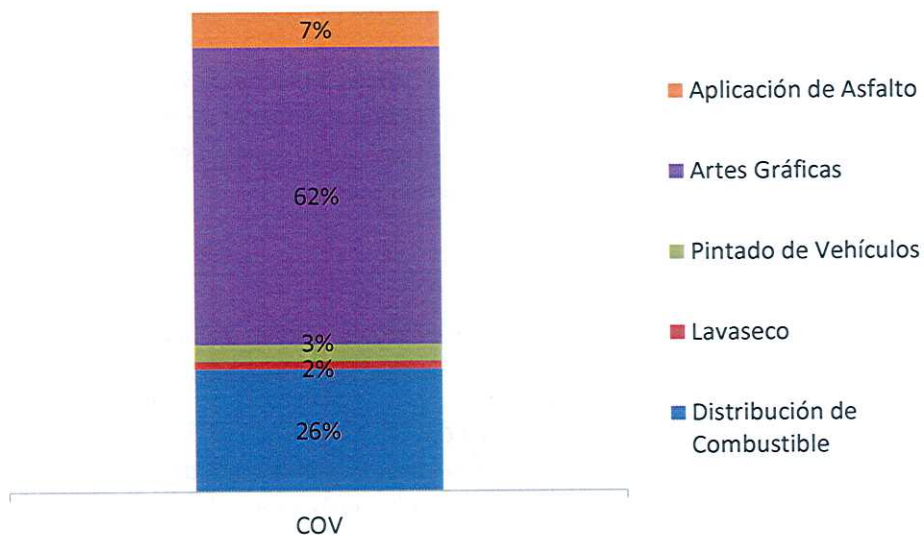
Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

Emisiones de COV en Fuentes Evaporativas

Las emisiones de COV de fuentes evaporativas suman 28.424 toneladas anuales según el último inventario de emisión. El detalle de éste se muestra en el grafico 5-13.

Gráfico 5-13: Inventario de emisiones COV para fuentes evaporativas (*)



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Estudio "Actualización y Sistematización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Año 2014. Elaborado por Universidad de Santiago de Chile para el Ministerio de Medio Ambiente.

(*)Nota: Resultados Preliminares

5.7.2 Caracterización del sector

Los de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son sustancias químicas que contienen carbono por lo que provienen de distintas fuentes en distintos sectores. Los COV son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo, por lo que se convierten fácilmente en vapores o gases. Las líneas de trabajo para esta mesa de trabajo son:

- **Distribución de combustibles en estaciones de servicio** (integrado por 3 grandes empresas y algunos distribuidores pequeños).
- **Artes Gráficas** (2.000 empresas aprox. en la RM - 6 empresas de mayor tamaño).
- **Lavasecos** (sin información detallada del sub-sector).
- **Pintado de vehículos** (sin información detallada del sub-sector).
- **Residenciales** (solventes de uso doméstico, pintado arquitectónico, fugas residenciales de GLP).

5.7.3 PROPUESTA DE MEDIDAS

Las medidas que se abordarán en esta mesa técnica tienen por objetivo disminuir las emisiones directas de COVs a través de la implementación de las medidas que se presentan a continuación. En estas medidas las instituciones involucradas son: Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Ministerio de Salud (Nivel Central y SEREMI), Ministerio de Economía, Ministerio de Energía (Nivel Central y SEREMI), Consejo Nacional para la Producción Limpia.

5.7.3.1 Control de emisiones en cadena de distribución de combustible

La cadena de distribución de combustibles presenta buenas oportunidades para recuperar emisiones evaporativas de COVs. Para esto se proponen dos medidas principales.

- Rediseño de sistemas de recuperación de vapores en todas las estaciones de servicio.
- Implementación de SRV en camiones cisternas además de la elaboración de protocolos para evaluar y fiscalizar los sistemas de captura y recuperación de vapores en tales camiones.

5.7.3.2 Control de emisiones en empresas de Artes Gráficas, Pintado de Vehículos y Lavasecos

Los procesos de los talleres y tiendas de artes gráficas son la principal fuente de emisiones evaporativas de COV, por lo que los esfuerzos de reducción de emisiones en este rubro resultan eficientes. Así mismo en los talleres de pintado de vehículos y Lavasecos. Las medias propuestas son:

- Cambiar a productos bajos en solventes.
- Incorporación de sistema de captura de vapores.
- Mejorar la eficiencia de aplicación en pintado de vehículos: pistolas a alta presión.

5.7.3.3 Control de emisiones de residenciales de COV

Las emisiones residenciales de COV se refieren a las emisiones que provienen de productos volátiles. Para esto mejoras en estos productos en la región podrían mejorar las emisiones por lo que se propone:

- Directiva aplicable a cambio de propulsores sin COV's en spray y aerosoles. Reemplazar los comunes propulsores en spray y aerosoles de COV's a gases inertes como CO₂ y N₂.
- Utilización de pinturas con bajo contenido de solventes. Limitar la composición de disolventes orgánicos en las distintas pinturas y barnices utilizados para usos domésticos.
- Directiva aplicable a cambio de composición baja en COV's en agentes de limpieza.

6 CRONOGRAMA DE TRABAJO DE ELABORACIÓN DEL PPDA

Etapa	Año	2014												2015												2016											
		Mar	Jun	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep											
Etapa 0	Pac Temprana Declaración Zona Saturada <i>Resolución de inicio</i>			4		15																															
				15																																	
				25																																	
Etapa 1 (Avance 25%)	Reunión 1 y 2 Comité Operativo				17																																
	Trabajo Comisiones Sectoriales						30																														
Etapa 2 (Avance 50%)	Reporte de Avance 1																																				
	Reunión 3 Comité Operativo									10																											
	Reunión 1 Comité Ampliado																																				
Etapa 3 (Avance 100%)	Trabajo Comisiones Sectoriales																																				
	Reporte de Avance 2																																				
	Reunión 4 Comité Operativo 1ra Presentación Cte. Ministros																																				
Etapa 4 (Avance 25%)	Trabajo Comisiones Sectoriales																																				
	Borrador Anteproyecto																																				
	2da Presentación Cte. Ministros																																				
Etapa 5 Final	Reunión 5 Comité Operativo AGIES																																				
	Reunión 2 Comité Ampliado																																				
	Anteproyecto Final																																				
Etapa 6 Final	Participación Ciudadana																																				
	Finalización																																				
	Proyecto Definitivo																																				
Etapa 7 Final	Presentación al Consejo de Ministros																																				
	Revisiones al Proyecto Definitivo																																				
	Presentación a Presidencia y Revisión Envío y revisión en Contraloría Publicación en Diario Oficial																																				