
ACUERDO POR EL AIRE LIMPIO
INFORME

INDICE

1. INTRODUCCION	2
2. ELEMENTOS DE DIAGNOSTICO	4
2.1. ANTECEDENTES METEOROLÓGICOS DE LA REGIÓN: DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE	4
2.2. MARCO LEGAL DEL PPDA	5
2.2.1 Marco Legal Vigente	5
2.2.2 Evolución del Marco Legal	6
2.3 CALIDAD DEL AIRE	7
2.3.1 Antecedentes Previos	7
2.3.2 Evolución de la Calidad de Aire	13
2.3.3 Caracterización de material particulado	19
2.3.4 Evolución de Emisiones y Cumplimiento de Metas al 2000	21
2.3.5 Emisiones de MP ₁₀ asociados al Levantamiento de Polvo	25
2.3.6 Beneficios y Costos de la Descontaminación Atmosférica de Santiago	26
2.3.6.2 Beneficios del control de la contaminación	26
2.3.6.3 Inversiones asociadas a la prevención y descontaminación de la región Metropolitana 1990-2000	28
2.3.7 Evolución de la Contaminación Atmosférica en la Región Metropolitana	28
2.4. PONENCIAS SECTORIALES	30
2.4.1 Asociación Gremial Metropolitana del Transporte de Pasajeros, “Calidad de Aire y combustibles sectoriales”.	30
2.4.2: Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), “Impacto atmosférico de la Industria asociado a sus emisiones de material particulado respirable”.	31
2.4.3: Foro Ambiental Ciudadano, Opinión De La Sociedad Civil	33
2.4.4: Asociación Nacional Automotriz de Chile, ANAC, “ Reformulación del PPDA de Descontaminación Atmosférica”.	33
2.4.5 Fiscalización de Fuentes Fijas, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente- SESMA.	35
2.4.6: Fiscalización de Combustibles Líquidos, Unidad de Fiscalización Combustibles Líquidos, SEC.	36
2.4.7: Fiscalización Fuentes Móviles, Departamento de Fiscalización, MOPTT.	36
2.4.8 Plan de Transporte Urbano, Subsecretaria de Transporte	37
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ALCANZADOS SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA REGIÓN METROPOLITANA	39
3.1 CONCLUSIONES	39
3.2 RECOMENDACIONES	39

1. INTRODUCCION

En Septiembre del 2000 se formalizó en una ceremonia en el Palacio de la Moneda, una iniciativa participativa tendiente a mejorar la calidad del aire en la Región Metropolitana denominada “Acuerdo por el Aire Limpio para Santiago”, que convocó a actores relevantes de la vida de nuestra ciudad.

Por parte del Gobierno participan los Ministros que conforman la Comisión Nacional del Medio Ambiente, más la subsecretaría de Hacienda, y por parte de la sociedad civil, representantes de Empresas, Transporte, Organizaciones no Gubernamentales y Sociales, Colegios Profesionales, Parlamentarios, Municipios, Académicos y Confesiones Religiosas. Todos ellos conforman el Comité Público Privado del Acuerdo por el Aire Limpio. Este órgano asesor del Presidente y que materializa el acuerdo, tiene por finalidad elaborar estrategias, instrumentos y mecanismos para avanzar en el mejoramiento de la calidad del aire de la Región,

La primera meta establecida por el Comité Público Privado del Acuerdo por el Aire Limpio fue elaborar un diagnóstico compartido sobre la complejidad del problema, de modo avanzar en el objetivo fundamental que convoca la iniciativa del Acuerdo por el Aire Limpio, que es la descontaminación atmosférica de Santiago para el bicentenario de la Independencia de la República.

Este documento tiene por finalidad recoger el trabajo realizado por el Comité Público Privado del Acuerdo por el Aire Limpio. De este modo se quiere presentar al Presidente de la República, las conclusiones de consenso, que permiten tener un punto de partida para el diseño de líneas de acción para enfrentar la contaminación atmosférica de la Región Metropolitana.

Durante esta etapa de diagnóstico, se estableció un espacio de dialogo en el que se compartieron inquietudes y posturas entre los distintos sectores convocados, y se plantearon preguntas y dudas, relativas al problema de la contaminación atmosférica. El análisis de dichos cuestionamientos llevó a compartir información, resolver dudas, y a establecer una rutina de trabajo y colaboración.

Las principales interrogantes planteadas tenían relación con la evolución de la calidad del aire de la Región Metropolitana, el marco legal que rige al PPDA, las responsabilidades de los distintos sectores en el problema de la contaminación, la importancia del levantamiento de polvo, y el grado de cumplimiento de las metas establecidas por el Decreto Supremo 16 del PPDA.

El Comité Público Privado del Acuerdo por el Aire Limpio identifica los siguientes aspectos como centrales para definir el estado actual de la situación de la calidad del aire de la Región Metropolitana:

La Calidad del Aire de la Región Metropolitana ha presentado mejorías en material particulado respirable, dióxido de azufre, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno. No

obstante, en el caso del Ozono, se observa un estancamiento de dicha tendencia. Sin embargo, los niveles de calidad de aire para material particulado respirable, monóxido de carbono y ozono aún se mantienen sobre norma.

Por otro lado, hay un incumplimiento de las metas de reducción de emisiones, establecidas por el PPDA para el año 2000, de Material particulado respirable(MP10), compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno. En el caso de éste último, las emisiones aumentaron durante el período 1997-2000. No obstante, se han cumplido las metas de dióxido de azufre y monóxido de carbono.

El diagnóstico de consenso, permite aportar sugerencias para el mejoramiento de la calidad del aire en la Región Metropolitana. Las principales sugerencias son:

La identificación clara de las responsabilidades y causales involucradas en el cumplimiento parcial de las metas y medidas del PPDA es fundamental para mejorar la gestión del mismo hacia el futuro.

Congelar las emisiones de todos los sectores en la Región Metropolitana es indispensable, por lo tanto es necesario analizar la compensación de emisiones al interior de cada sector y entre fuentes de distintos sectores, dentro de los mismos contaminantes.

Destaca también la necesidad de medir diferenciadamente el impacto de los distintos componentes del material resuspendido en el aire que se respira (inmisión). Asimismo, se requiere identificar y medir el impacto de fuentes intra y extra regionales en la calidad del aire de Santiago y su eventual incidencia en la gestión del PPDA.

Señala, además que debe abordarse con mayor detalle la contaminación intramuros, a través de medidas tales como: combustibles más limpios para la combustión, características de las viviendas y sensibilización de población expuesta.

Es indispensable, impulsar la renovación tecnológica gradual de la locomoción colectiva. Adicionalmente se debe avanzar en forma paulatina y gradual en nuevas normativas de emisiones para vehículos particulares; e Impulsar el mejoramiento de la calidad de los combustibles, en particular del Diesel.

Esta mesa continuará asesorando en materias de descontaminación de Santiago, a través de la opinión consensuada de sus miembros en las materias que sea convocado. Es decir, será un órgano permanente de consulta para las materias que deben desarrollarse en materia de descontaminación atmosférica de Santiago, durante el período 2002-2005, de tal forma de diseñar las estrategias de largo plazo que permitan alcanzar las metas del 2011.

2. ELEMENTOS DE DIAGNOSTICO

En este capítulo se presentan los elementos que permitieron alcanzar el diagnóstico compartido, a partir de las distintas ponencias realizadas por todos los sectores participantes del Comité Público Privado del Acuerdo por el aire Limpio.

En cada una de las presentaciones se entregaron los fundamentos, posturas y opiniones expuestos por los distintos sectores, además de anticipar las proposiciones de medidas destinadas a la reformulación del PPDA.

2.1. ANTECEDENTES METEOROLÓGICOS DE LA REGIÓN: DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE

Los antecedentes meteorológicos presentados por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) incluyeron sus funciones; la influencia de los factores meteorológicos en la contaminación atmosférica, las condiciones meteorológicas más propicias para producir una alta concentración de contaminantes y las posibilidades de pronosticarlas.

La inversión térmica (aumento de temperatura con la altura), es el factor meteorológico más importante que explica la concentración de contaminantes cerca de la superficie del suelo. Es un fenómeno que frecuentemente afecta a la zona central de Chile en los bajos niveles de la atmósfera, produciendo una gran estabilidad y poco movimiento en el aire. Esta inversión, que actúa como un verdadero “techo” impidiendo la mezcla del aire entre dos niveles, es una característica propia de los anticiclones subtropicales, especialmente marcada en los márgenes orientales de los mismos. Es justamente el caso de nuestro país, que se encuentra afectado en su mitad norte, casi permanentemente por el borde oriental de un gran anticiclón, que se extiende hacia el Océano Pacífico.

La inversión térmica se intensifica en los meses de otoño e invierno, y más aún cuando se asocia con la configuración sinóptica denominada “Vaguada o Baja Costera”. Este sistema, que consiste en una zona, relativamente pequeña, de bajas presiones y de muy poco espesor vertical, desplaza ligeramente al anticiclón y en su borde sur aparecen vientos del Este, los cuales hacen descender la inversión térmica, reforzándola notablemente. En el caso de la ciudad de Santiago, la inversión llega prácticamente a la superficie y la situación se agudiza por las condiciones orográficas del valle.

En general, debido a la mayor cantidad de radiación solar que se recibe en primavera y verano, la inversión térmica aparece más debilitada o simplemente desaparece, por lo que predomina en esta época del año una mejor ventilación en la zona central de Chile. Por otro lado, el paso de un sistema frontal frío, frecuente en invierno, también provoca inestabilidad en la atmósfera y mejora la ventilación, aparte de la limpieza que puedan producir las mismas gotas de lluvia.

Junto a los sistemas de escala sinóptica señalados, existen además otros de menores dimensiones en el valle de Santiago, como son las leves brisas locales, que transportan las

partículas contaminantes de un sector a otro; en la tarde, son desplazadas hacia la parte alta mientras en la noche y las primeras horas del día, descienden y se concentran en el sector poniente de la ciudad.

Los avances tecnológicos actuales permiten predecir con algunos días de anticipación y bastante certeza, la generación de condiciones meteorológicas propicias para producir eventos de contaminación, en especial en lo referente a la configuración de “Vaguada Costera” que a menudo afecta a la zona de Santiago. Esto ha permitido la elaboración de un modelo de pronóstico que permite tomar medidas de control de las emisiones antes de que ocurran las contingencias, disminuyendo la exposición de la población a altas concentraciones.

2.2. MARCO LEGAL DEL PPDA

La política de control de la contaminación se fundamenta en la generación de normas de calidad ambiental para los diferentes medios: agua, aire y suelo. Las normas de calidad pueden ser primarias, cuyo objetivo es proteger la salud de la población; o secundarias, cuyo objetivo es proteger el medio ambiente.

Una vez establecidas las normas de calidad, las distintas instituciones de gobierno con competencia en materia ambiental, deben establecer programas de medición y control regionalizados de las calidades de los medios, especialmente del agua y del aire, y sistemas de registro de las emisiones y residuos industriales producidos por los distintos procesos productivos.

En aquellas áreas donde las mediciones detecten superación de las normas de calidad ambiental, las Comisiones Regionales del Medio Ambiente establecen zonas saturadas, que posteriormente dan origen a Planes de Descontaminación. En aquellos lugares en que los niveles de contaminantes están entre el 80 y 100% de la norma, se decreta zona latente, y se establecen Planes de Prevención, evitando así un mayor deterioro de la calidad ambiental.

El procedimiento de elaboración de Planes de Descontaminación y de Prevención, está radicado en el Decreto Supremo 94/1995. La elaboración del Plan contempla entre otros contenidos, la determinación de un cronograma de reducción de las emisiones de la cuenca atmosférica deteriorada.

Tanto los Planes como las normas consideran para su diseño la participación de la ciudadanía y de las actividades productivas afectadas, de modo de considerar amplios puntos de vista y consensuar un plan que tenga viabilidad técnica, económica, política y social.

2.2.1 Marco Legal Vigente

El PPDA, dictado mediante D.S. N° 16, del 22 de enero de 1998, se enmarca bajo la siguiente normativa:

-
- Declaración de zona saturada por Partículas Totales en Suspensión (PTS), Material Particulado Respirable (MP₁₀), Monóxido de Carbono (CO) y Ozono (O₃) y zona latente por Dióxido de Nitrógeno (NO₂) mediante D.S. N° 131/1996.
 - Normas primarias de calidad de aire para PTS, CO, NO₂ y O₃ contenidas en la Resolución N° 1215/1978 del Ministerio de Salud.
 - Norma primaria de calidad de aire para material particulado respirable, contenida originalmente en el Decreto Supremo N° 185/1991 del Ministerio de Minería y a la fecha en el D.S N° 59/1998 de SEGPRES.
 - Modificación del D.S. N° 16/1998, a través del Decreto Supremo N° 20/2001, establece modificaciones en: obligación de compensar en 150% para las fuentes estacionarias puntuales; áreas verdes y silvoagropecuarias; criterios de paralización de fuentes fijas y paralización de automóviles catalíticos durante preemergencia y emergencia.
 - Anteproyecto de Revisión, publicado el 16 de Abril del 2001, establece medidas relacionadas con el transporte y combustible: reducción del nivel de azufre del petróleo Diesel de 1000 a 300 ppm; límite máximo de 2% de oxigenados a las gasolinas para motores de ignición pro chispa; eliminación del plomo de las gasolinas; industria: eliminación de exigencia de mediciones pre y post conversión a gas natural para fuentes estacionarias, modificación del exceso de aire para las mediciones de fuentes que utilizan gas como combustible.

2.2.2 Evolución del Marco Legal

Dadas las modificaciones a las normativas existentes actualmente en proceso, el PPDA podría verse afectado de la siguiente manera:

- Decreto Supremo N° 59/1998, modificado en junio del 2000. Aún no entra en vigencia esta nueva modificación.
 - Mantiene valor de norma diaria (150 ug/Nm³) e incorpora una norma anual para MP₁₀ de 50 ug/Nm³
 - Establece niveles que determinan situaciones de emergencia ambiental y la inclusión de un sistema de pronósticos para la gestión de los episodios
 - Fija un valor más estricto para norma diaria de MP₁₀ a partir del año 2012 (120 ug/Nm³) condicionado a la entrada en vigencia de una norma primaria de calidad de aire para MP_{2.5}.
 - Implicancias para el PPDA De Descontaminación
 - ✓ Probable declaración de zona saturada por norma anual de MP₁₀, de acuerdo a las mediciones históricas.
 - ✓ Se podría requerir en caso de la entrada en vigencia de la norma de 120 ug/Nm³ el año 2012, el establecimiento de medidas adicionales de reducción de emisiones de material particulado en caso que se cumpla la norma vigente de 150 ug/Nm³, pero no se alcance el cumplimiento del nivel de 120 ug/Nm³
- Resolución 1215/1978, del Ministerio de Salud, revisión aprobada por consejo de Ministros:

-
- Modifica la norma para O₃ bajando su límite de 160 a 120 µg/Nm³ y cambia su periodo de evaluación horario a norma de 8 horas.
 - Incorpora una norma horaria para NO₂
 - Fija valor más estricto para CO horario
 - Fija valor más estricto para norma diaria de SO₂.
 - Deja sin efecto la norma de PTS
 - Implicancias para el PPDA:
 - ✓ La modificación de la norma para O₃ implicaría que disminuiría el N° de veces que se superaría la norma de calidad de aire.
 - ✓ La incorporación de una norma horaria para NO₂ podría implicar a futuro la superación de la norma y declaración de zona saturada
 - ✓ Ninguna medida del PPDA del año 1997, se va dejar sin efecto por la derogación de la norma de PTS.

2.3 CALIDAD DEL AIRE

2.3.1 Antecedentes Previos

2.3.1.1 Material Particulado Respirable MP₁₀

El material particulado respirable, o MP₁₀, es aquél cuyo diámetro aerodinámico es menor que diez micrones (µm). Este material particulado penetra en el aparato respiratorio, pudiendo alcanzar los pulmones. En Chile, la norma es de 150 µg/m³, promedio de 24 horas.

Se distinguen en el material particulado una fracción fina, o MP_{2,5} (aquél cuyo diámetro aerodinámico es menor que 2,5 micrones) y una fracción gruesa, expresada como la diferencia entre el MP₁₀ y el MP_{2,5}. Ambas fracciones son subconjuntos del MP₁₀. Al nivel de promedios anuales ambas fracciones se encuentran en una proporción de 50% cada una. Son varios los elementos que las diferencian¹:

- Tamaño: la fracción fina, debido a su menor tamaño, penetra en forma más profunda en el árbol respiratorio, pudiendo alcanzar los alvéolos pulmonares atravesando la membrana alveolo-capilar, llegando al torrente sanguíneo. La fracción gruesa es retenida en el árbol bronquial y los pulmones.
- Composición química: La fracción gruesa está compuesta por polvos resuspendidos, partículas de tierra, polvo proveniente de las calles, cenizas provenientes de la combustión de combustibles fósiles, silicatos, carbonatos y óxidos, esporas y partículas de plantas, sales entre otras. La fracción fina está compuesta por sulfatos, nitratos,

¹ Wilson and Spengler, Particles in Our Air, Concentrations and Health Effects, Harvard University Press, 1996

amonio, carbono elemental y orgánico, compuestos orgánicos, metales y compuestos biogénicos.

- Fuente: La principal fuente de particulado fino es la combustión de combustibles fósiles (leña, carbón, gasolina y diesel) y la transformación en la atmósfera de productos derivados de los óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y compuestos orgánicos, incluyendo terpenos. La fracción gruesa es generada principalmente por la actividad mecánica de vehículos sobre calles, movimiento de tierra debido a actividad agrícola, minera, etc; el levantamiento de polvo, combustión de aceites y carbón, construcción y aerosoles marinos.
- Tiempo de residencia: La fracción fina tiene un tiempo de residencia en la atmósfera mayor que el que presenta la fracción gruesa. El mecanismo que remueve la fracción gruesa es la decantación por efecto de la gravedad. Este mecanismo no es eficiente para remover la fracción fina. Esta última se remueve por efectos meteorológicos como lluvia, rocío, neblina. La mayor permanencia de la fracción fina significa que ella se puede acumular, transformar y transportar en condiciones de estabilidad atmosférica. De este modo es posible encontrar compuestos de la fracción fina muy lejos de los lugares de origen y varias semanas después de que los elementos básicos fueran emitidos. Esto mismo explica las diferencias entre las emisiones y las concentraciones. Entre ambas, una serie de procesos físico químicos actúan sobre los contaminantes presentes en la atmósfera, de manera que un inventario de emisiones es muy diferente a la composición de una muestra (concentración) de material particulado, desde el punto de vista de su fuente de origen.

2.3.1.2. Inventarios de emisiones

Los inventarios de emisiones son una estimación del conjunto de todas las emisiones directas de contaminantes para una unidad geográfica dada. Los inventarios se basan en una estimación del nivel de emisión de cada tipo de fuente, que depende de variados factores tales como la tecnología, el tipo de combustible y en una estimación del nivel de actividad de cada fuente.

En el caso de la Región Metropolitana, la realización de un inventario de emisiones considera una diversidad y cantidad de fuentes muy importantes. Por ejemplo: la caracterización del parque automotor, debe considerar cerca de un millón de vehículos particulares, con diferentes tecnologías de motor y control de emisiones, con distintas formulaciones de combustibles y diversos niveles de actividad.

La calidad de los inventarios va mejorando en el tiempo a medida que se perfeccionan las mediciones que los sustentan, se ajustan los factores de emisión y se logran estimaciones más precisas de los niveles de actividad de las fuentes.

Al elaborar un inventario es indispensable la actualización de los inventarios anteriores con la metodología utilizada en la versión más reciente, para permitir la comparación y análisis de las tendencias. Este requisito explica las confusiones que se producen al comparar dos inventarios sucesivos no ajustados. Los valores originales del primer inventario no son

comparables con las del último debido a que aquél debe ser rehecho con los mismos criterios metodológicos utilizados en la nueva versión.

El cuadro que se presenta a continuación, indica la línea base de las emisiones de material particulado calculadas y proyectadas para los años 1997 y 2005, utilizando la metodología del Inventario 2000, sin aplicación del PPDA. Es decir, no incorpora las medidas de reducción de emisiones establecidas en 1998, por lo que muestra lo que habría ocurrido en la situación base sin intervención.

Tabla N° 1: Proyección de emisiones de Material Particulado Respirable (MP₁₀) en toneladas año. Esta proyección considera potenciales de emisión en un escenario hipotético en que no se implemente el D.S. N° 16/1998.

Tipo de fuente	1997¹	2005²
Puntuales	2.797	3.041
Areales	1.217	1.227
Móviles en ruta	2.078	3.336
Móviles fuera de ruta	42	
MP ₁₀ asociadas al levantamiento de polvo	40.727	41.717
Total	46.868	49.332

¹ Estimado a partir de metodología del 2000

² Proyección sin implementación de medidas (Línea Base).

Por otro lado, el cuadro N° 2, muestra el inventario de emisiones del año 1997 ajustado en la metodología 2000 y del año 2000, la estimación de emisiones reales para ese año.

Tabla N° 2 Inventario de emisiones de Material Particulado Respirable (MP₁₀) (toneladas año).

Tipo de fuente	1997¹	2000²
Puntuales	2.797	1.042
Areales	1.217	862
Móviles en ruta	2.078	2.424
Móviles fuera de ruta	42	42
MP ₁₀ asociadas al levantamiento de polvo	40.727	40.334
Total	46.868	44.706

¹ Estimado a partir de metodología del 2000

² Estimación real de emisiones al año 2000.

2.3.1.3. Diferencias entre emisiones y concentraciones.

Como se señaló, los contaminantes emitidos a la atmósfera desde las fuentes, experimentan procesos físico químicos de diversa índole. Esto significa que la responsabilidad de las fuentes en las composiciones relativas de las concentraciones, puede diferir de la responsabilidad de las fuentes en las composiciones relativas de las emisiones.

El proceso físico más importante es la decantación, que afecta especialmente a la fracción gruesa del material particulado. Por esta razón, las fuentes que emiten preferentemente material particulado grueso, y que tienen una alta participación porcentual en los inventarios de emisiones del MP₁₀, no tienen una participación acorde en las responsabilidades dentro de las inmisiones (concentración atmosférica). Del mismo modo, las fuentes que emiten fundamentalmente particulado fino, aunque su participación porcentual en las emisiones sea relativamente baja, tienen responsabilidades altas en la inmisión (concentración atmosférica). El particulado fino permanece más tiempo en la atmósfera y, si las condiciones lo permiten, puede acumularse.

Los procesos químicos que afectan el material particulado son varios e intervienen principalmente en la formación del particulado secundario. De este modo, muchos contaminantes que son emitidos como gases (en este caso precursores) pasan a formar parte de la fracción fina del material particulado. Especial importancia revisten los sulfatos y nitratos, cuyos precursores son los óxidos de azufre y de nitrógeno, respectivamente.

Los óxidos de azufre se emiten como gases a partir de la quema de combustibles fósiles y leña, y los óxidos de nitrógeno se forman en los procesos de combustión a altas temperaturas, que permiten la combinación de moléculas de nitrógeno con moléculas de oxígeno. A estos se suma el ion amonio, cuyo precursor es el amoníaco, que se origina principalmente en actividades relacionadas con materia orgánica (crianza de animales, rellenos sanitarios, aguas servidas). El amonio se combina con los iones sulfato y nitrato para formar sulfato de amonio y nitrato de amonio, respectivamente. Estos tres precursores explican el 56% del total de la fracción fina del material particulado (MP_{2,5}) de acuerdo a un estudio realizado por Conama en 1999 (ref. Anuario de Calidad del Aire, Región Metropolitana, 1999-2000; Conama, 2000).

Se desprende de lo anterior que las relaciones entre emisiones y concentraciones son altamente complejas, y que las primeras no explican directamente las últimas. Por eso, es posible encontrar en algunos casos excepcionales, aumentos en emisiones acompañados de disminución en las concentraciones o viceversa.

Efectivamente, en el inventario de emisiones de 1997, el levantamiento de polvo representó un 86,9% de las emisiones de MP₁₀ (40.727 toneladas sobre un total de 46.863, según el inventario de emisiones 1997 actualizado). Sin embargo, al analizar su responsabilidad en las concentraciones atmosféricas del mismo año, sólo tuvo un 33% en Plaza Gotuzzo, un lugar bajo la influencia del tráfico que levanta el polvo; y de un 25% en Cerro Calán, lugar alejado de las fuentes. Por otra parte, el transporte, la industria, las emisiones domésticas y agrícolas, que según el mismo inventario, representaban sólo el 13,1% de las emisiones, tuvieron una participación relativa en las inmisiones (concentraciones) de 62% en Plaza Gotuzzo y de 68% en Cerro Calán, según datos aportados por campaña de medición realizada durante tres meses en 1996.

La metodología utilizada para determinar la responsabilidad de las fuentes en las concentraciones se conoce como modelo receptor. Ella permite medir el impacto de las fuentes en un lugar específico. Se basa en el análisis químico de los filtros de material particulado que determina la presencia porcentual de cada elemento presente. Como ciertos elementos son característicos de uno, y sólo un tipo de procesos, su presencia en los filtros permite conocer cuál es su procedencia. Mediante la aplicación de técnicas estadísticas, tales como análisis multivariado, componentes principales, análisis factorial, análisis de conglomerados, es posible estimar la responsabilidad porcentual de las fuentes en las concentraciones. Como ejemplo, los elementos característicos del polvo natural son el hierro, aluminio, silicio y titanio, mientras que los que trazan la combustión asociada al uso de combustibles fósiles son el vanadio y níquel.

2.3.1.4 Responsabilidad del Polvo Resuspendido

“Del análisis de la responsabilidad de las distintas actividades en la emisión de contaminantes, se desprende que una parte importante del material particulado es emitido y resuspendido por el tránsito en calles **pavimentadas y no pavimentadas**². Respecto de la emisión directa de este contaminante, las actividades y fuentes relacionadas con el transporte y la industria, así como las actividades domésticas, tienen una responsabilidad similar entre ellas; menor que el polvo resuspendido, pero asociada a la fracción del material particulado más fina y agresiva para la salud.

Al complementar el análisis de emisión con las participaciones en inmisión, se concluye que el polvo resuspendido y el transporte tienen una alta responsabilidad, sobre todo en zonas expuestas a elevados niveles de tránsito. Sin embargo, la fracción secundaria del material particulado es también significativa. Este material secundario es muy fino, por lo que representa un mayor riesgo para la salud. Además transporta parte de los compuestos orgánicos volátiles más tóxicos, como el benceno y el benzo(α)pireno.

De este análisis conjunto de emisión e inmisión de contaminantes se puede concluir que el control del material particulado debe considerar la reducción de las emisiones de polvo resuspendido y la reducción de las emisiones directas de las actividades y fuentes relacionadas con el transporte, la industria y las actividades domésticas. Asimismo es imprescindible una reducción de los precursores del material particulado secundario, esto es óxidos de azufre, principalmente de responsabilidad de las actividades y fuentes relacionadas con la industria; y óxidos de nitrógeno, de responsabilidad de las actividades y fuentes relacionadas con el transporte y la industria”.³

Por otra parte, para los expertos que hicieron la auditoria al PPDA, en el mismo tenor a lo planteado por el PPDA señalaron que: “existe una discrepancia en cuanto al origen del

² Debido a la mayor importancia en las emisiones de las calles pavimentadas por sobre las no pavimentadas

³ Decreto Supremo N 16/1998, del MINSEGPRES, que “Establece Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana”, Inciso 2, apartado 4: conclusiones y consideraciones para la definición de metas y medidas.

MP₁₀: Mientras los inventarios de emisiones indican que un 80% de aquél se origina en la resuspensión de partículas producida por el tráfico, los estudios de composición química del material particulado indican que dicha contribución es más cercana al 50%. Existen indicios, por lo tanto, de que la resuspensión está sobreestimada como fuente en los inventarios de MP₁₀”⁴.

Asimismo proponen que “ La resuspensión del polvo en las calles es la principal fuente de MP₁₀. Sobre la base de estudios realizados en Santiago y en la experiencia de los auditores con estudios realizados en otras ciudades y países, la resuspensión de MP₁₀ en las calles es muy difícil de controlar. La limpieza de calles con máquinas de tecnología avanzada (aspiradas, húmedas o secas) no reducirá la resuspensión de MP₁₀, porque aquéllas no son capaces de eliminar las partículas finas del MP₁₀⁵ de las superficies viales.

El único método viable es tratar de evitar que las partículas lleguen a las calles. En consecuencia, las medidas de control adecuadas son aquellas que tratan de controlar la migración de polvo hacia las calles, tales como plantar vegetación en las superficies cercanas a las calles, etc.”⁶

Si bien es cierto, es mucho más efectivo para evitar la resuspensión del polvo la aplicación de medidas que apunten a evitar que el polvo llegue a las calles, en ningún caso un programa de Aspirado de Calles es inútil. En período de lluvias la limpieza de las calles permite remover gran parte del material depositado en ellas, lo que previene el levantamiento de polvo por los vehículos, sin perjuicio que se analice su eficiencia.

2.3.1.5 Estación de Pudahuel

La estación de monitoreo ubicada en la comuna de Pudahuel ha generado el mayor número histórico, durante un año calendario, de episodios críticos de alta contaminación por material particulado respirable (MP₁₀). Existen estudios de estos episodios que permiten concluir que las altas concentraciones encontradas no son producto de las emisiones de fuentes locales, sino que la ubicación geográfica de esta comuna y las condiciones meteorológicas existentes durante dichos episodios, se conjugan para que las emisiones producidas por las otras comunas de la R.M. impacten fuertemente este sector.

Los antecedentes que apoyan esta conclusión son:

- Los episodios críticos desencadenados en Pudahuel ocurren generalmente de noche. Esto se debería a que durante el tipo de episodios más recurrente (denominado tipo A), se presenta persistentemente un viento de Este, es decir, desde la cordillera de Los Andes hacia la costa, el cual se superpone a la brisa característica del valle. Esta brisa sopla de Poniente a Oriente durante horas de la tarde, y de Oriente a Poniente durante la noche. Por lo tanto, en episodio, el flujo de aire sobre la cuenca se ve frenado en su desplazamiento diurno hacia el Este, y reforzado en su travesía nocturna hacia el

⁴ Auditoría al PPDA , Capítulo XI: Resumen de Evaluaciones y Recomendaciones

⁵ Se pone énfasis que las partículas finas del MP₁₀ es el MP_{2,5}.

⁶ Auditoría al PPDA , Capítulo I: Prefacio y Principales resultados y recomendaciones.

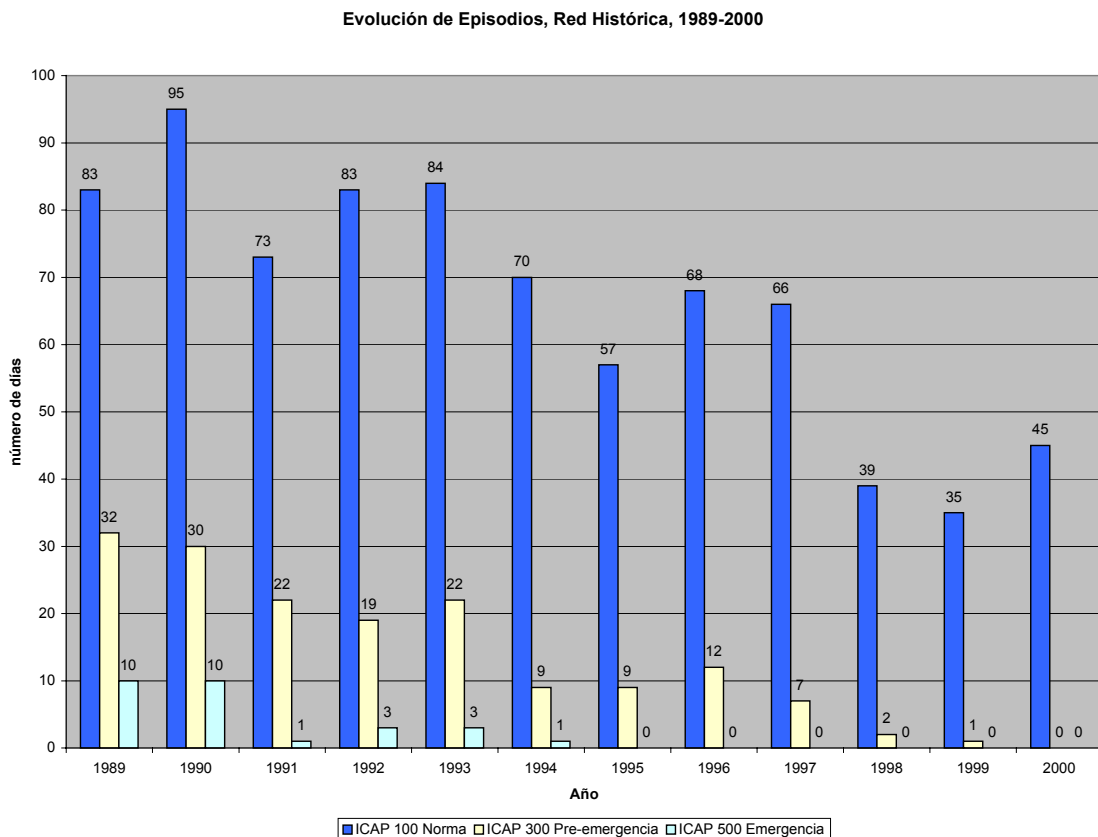
Poniente de la ciudad. Adicionalmente, la altura del sector de Pudahuel y existencia de la cordillera de la Costa como barrera natural al flujo, se conjugan para provocar la acumulación de contaminantes en dicho sector.

- Estudios de caracterización de material particulado y modelaciones han arrojado evidencias de la existencia de transporte aéreo de aerosoles secundarios desde otras comunas.
- Por otra parte, durante un típico día de invierno y sin episodio, la correlación de las mediciones de material particulado entre las diferentes estaciones de la red MACAM es bastante alta. Estos datos se muestran proporcionales y muy similares, indicando la uniformidad de la masa de aire, y por ende el impacto homogéneo de las emisiones de la ciudad. Durante un episodio tipo A, en cambio, el comportamiento de las estaciones se vuelve muy dispar, reflejando un forzamiento externo al de las emisiones de la ciudad, que sería, sin duda, el factor meteorológico.

2.3.2 Evolución de la Calidad de Aire

La calidad del aire de la Región Metropolitana muestra importantes mejorías durante los últimos años (1995-1999).

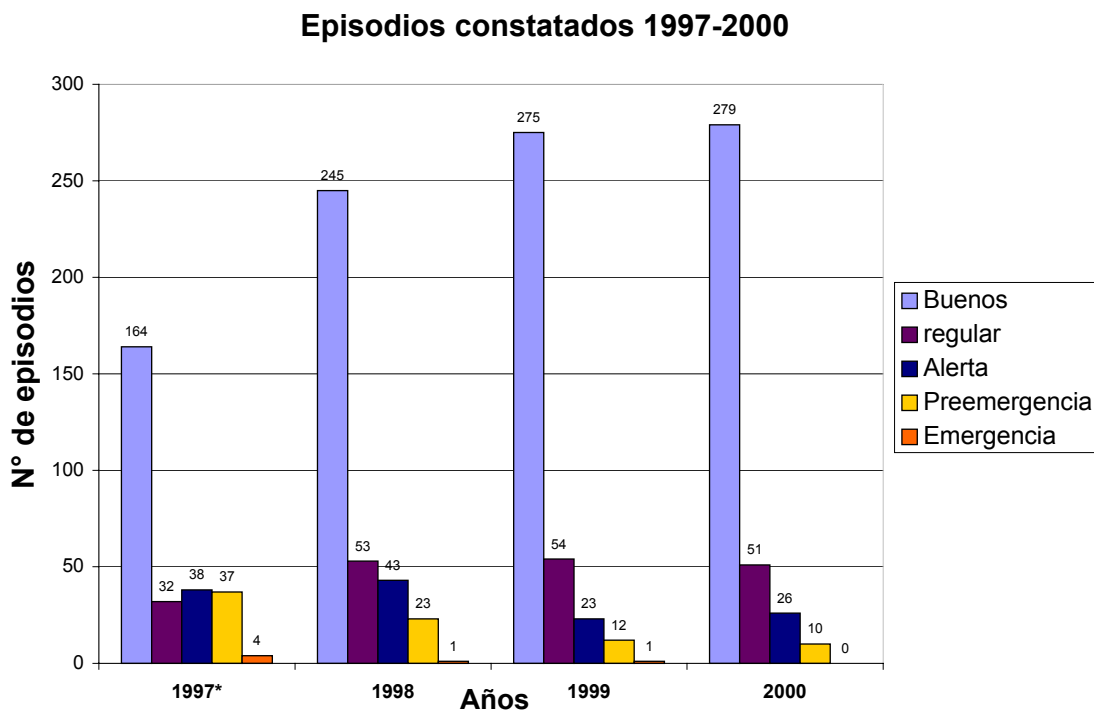
Gráfico 1: Evolución de Episodios Críticos, red histórica, 1989-2000.



El gráfico muestra los días sobre norma, pre-emergencias y emergencias desde el año 1989 hasta el 2000. Se aprecia la tendencia a la baja en los tres indicadores, si bien el último año los días sobre norma fueron superiores a los dos años anteriores. Este gráfico sólo considera las estaciones de Parque O'Higgins, Avda. La Paz, Providencia – Seminario y Las Condes.

El gráfico se complementa con el que viene a continuación, que considera todas las estaciones. Allí se muestran los días bajo norma (100 ICAP); entre 100 y 200 ICAP, alerta (200 ICAP), pre-emergencia (300 ICAP) y emergencia (500 ICAP). Aunque la serie es muy pequeña como para definir una tendencia, se aprecia una mejoría en la calidad del aire a partir de esos indicadores. Es importante destacar que a partir de 1997 se cuenta con 8 estaciones de monitoreo.

Gráfico 2: Episodios constatados 1997-2000.



1997*: No incluye enero a abril. Inicio de operación de la nueva Red MACAM en Mayo (275 días)

En el caso de los otros contaminantes, se observa una disminución de los máximos alcanzados para todos los contaminantes normados, entre los años 1995 y 1999⁷, como se observa en los gráficos siguientes.

Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) han disminuido en un 30% para valores máximos de 1 hora y un 18% para valores máximos de los promedios móviles de 8 horas.

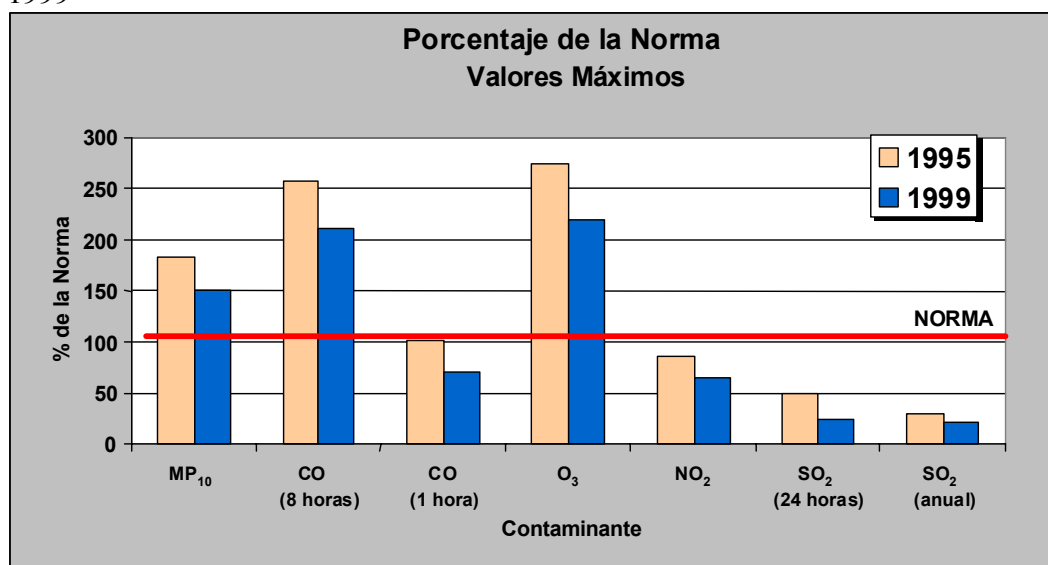
⁷ Se toma como referencia el año 1995 porque con datos de ese año se declaró la Región Metropolitana como Zona Saturada.

El dióxido de nitrógeno (NO₂) ha alcanzado una disminución de alrededor un 24% en las concentraciones máximas diarias, en este mismo período. Por otro lado, en el ozono (O₃) se ha logrado una reducción de un 20%.

El dióxido de azufre (SO₂) ha tenido las mayores disminuciones en las concentraciones, los valores máximos diarios con un 50% y un 28% para el caso de valor promedio anual.

Por otra parte, para el caso de Material Particulado Respirable (MP₁₀), en los últimos 6 años los máximos alcanzados han disminuido en un 26%⁸.

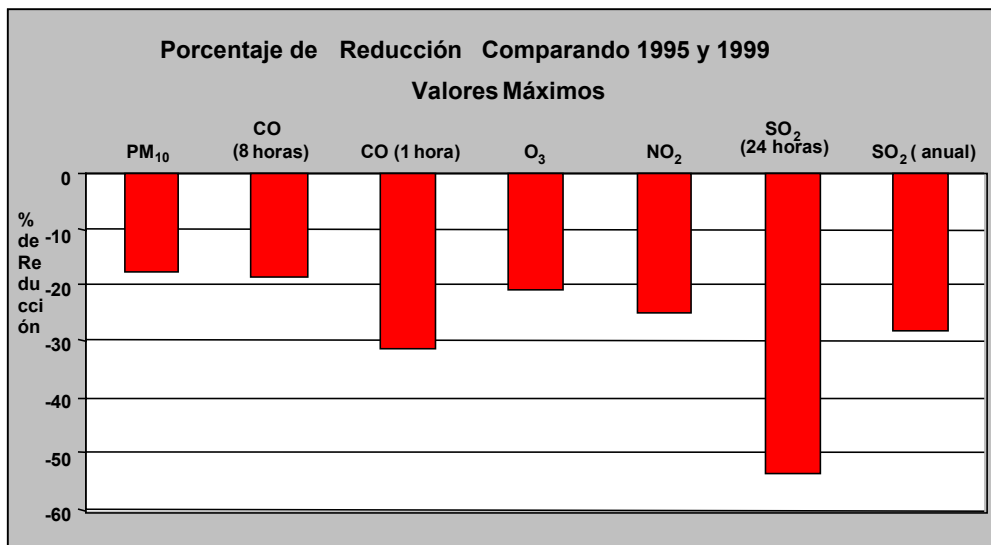
Gráfico N° 3: Variación de los máximos alcanzados como porcentaje de la norma, 1995-1999



Nota: en este gráfico, para MP₁₀, los valores son de la estación Parque O'Higgins.

Gráfico N° 4: Porcentaje de reducción por contaminante, 1995-1999

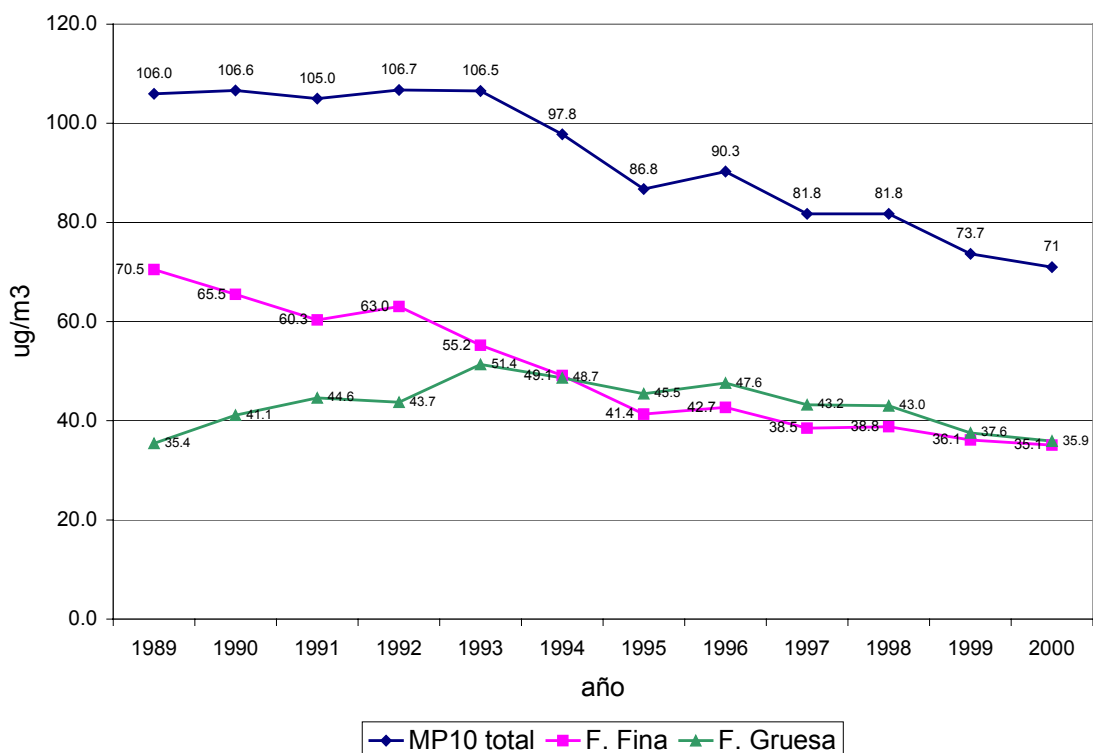
⁸ Valor máximo en la estación de monitoreo de Parque O'Higgins.



Nota : En este gráfico, para MP₁₀, los valores son de la estación Parque O'Higgins.

Gráfico N°5: Evolución material particulado respirable, y sus fracciones gruesa (MP₁₀ - MP_{2.5}) y fina (<2,5 μ m) entre 1993 y 1999, red MACAM.

MP10, promedio anual, estaciones históricas



Nota : Estaciones históricas, no incluye Pudahuel, El Bosque y La Florida.

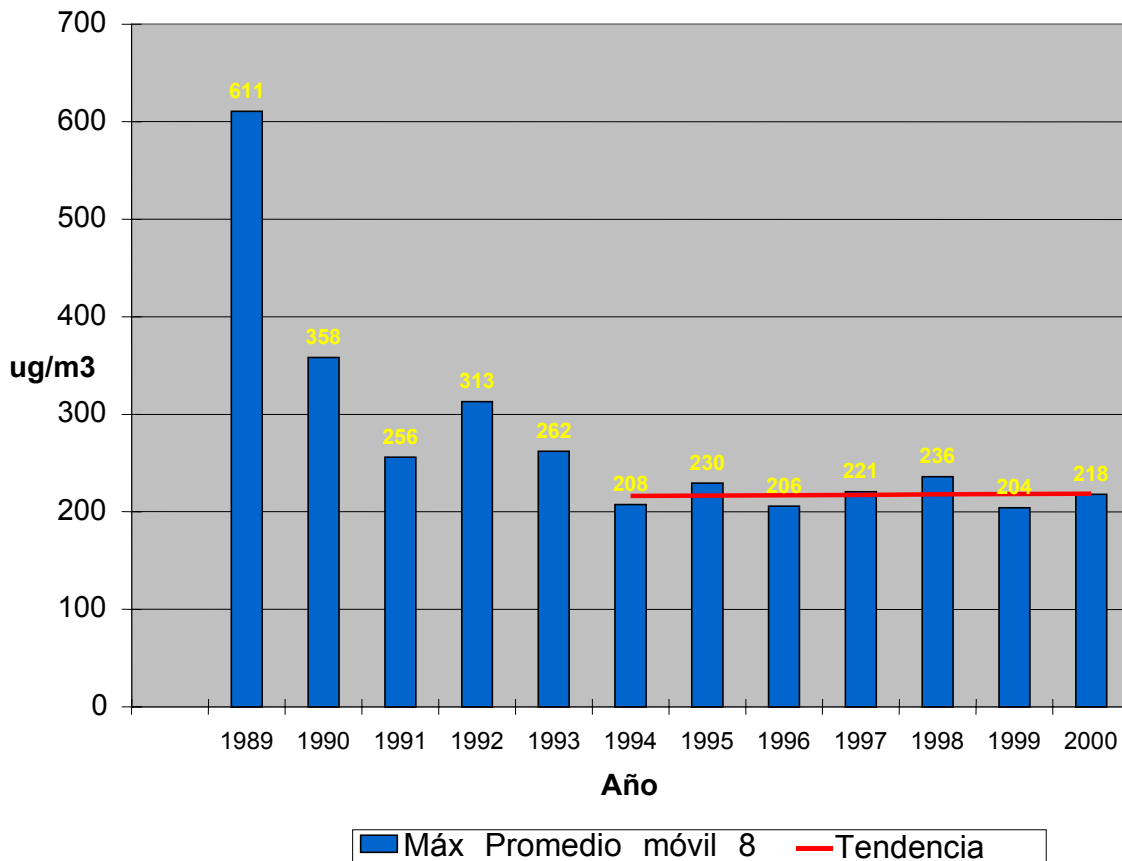
Este gráfico muestra la evolución de las concentraciones de material particulado respirable en la Región. En él se presenta la tendencia promedio de las 4 estaciones que tienen series

completas entre 1989 y 1999, para el total y las fracciones fina y gruesa. En los últimos 6 años las concentraciones han disminuido en un 18%.

Las reducciones alcanzadas durante este período para la fracción fina (21%) han sido levemente superiores a las del particulado total (18%). La fracción gruesa muestra un aumento entre los años 1989 y 1993. Posteriormente se observa una disminución paulatina de sus concentraciones, levemente superiores al año 1989 (de 35,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1989 a 35,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2000). En el caso de la fracción fina, se aprecia un descenso más marcado durante los años 1989 a 1995, para después reducir sus concentraciones a una menor tasa tendiente al estancamiento.

El ozono, al contrario de lo que se ha analizado para los restantes contaminantes normados, muestra una alza en el último año. Este aumento en el año 2000, con respecto al año anterior, se observa para el promedio de ocho horas, en el gráfico siguiente.

Gráfico N 6: Ozono, máximos anuales promedios móviles 8 horas, 1988-2000



El promedio móvil de 8 horas no debe ser superior a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, de acuerdo a la nueva norma de Ozono. Los valores de los máximos de 8 horas anuales desde 1989 a 2000 muestran una baja de un 64%. Aunque a partir de 1994 esta reducción se estanca. Sin embargo, el máximo promedio móvil del año 2000, de 218 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, resulta todavía elevado pues supera en un 82% la norma propuesta.

Por otro lado, el monóxido de carbono, ha alcanzado reducciones de un 50% de las concentraciones promedios anuales.(Gráfico N° 7).

El gráfico N° 8 muestra los promedios anuales de dióxido de azufre, en las estaciones históricas. En él se puede observar un descenso paulatino desde 1997, con un leve aumento el año 1996, alcanzando más de un 50% de reducción durante el período 1995-2000.

Por otra parte, el NO₂ ha alcanzado reducciones de un 17% desde el año 1989. Sin embargo para este periodo no se cuenta con datos suficientemente representativos. Más aún, sólo para los años 1990, 1992, 1993, 1994 1995 y 1996 se cuenta con la información suficiente como para que los promedios anuales sean representativos, tanto en su frecuencia de medición como en su representatividad espacial. Estos datos se observan en el gráfico N° 9.

Gráfico 7: Promedios anuales de CO, estaciones históricas.

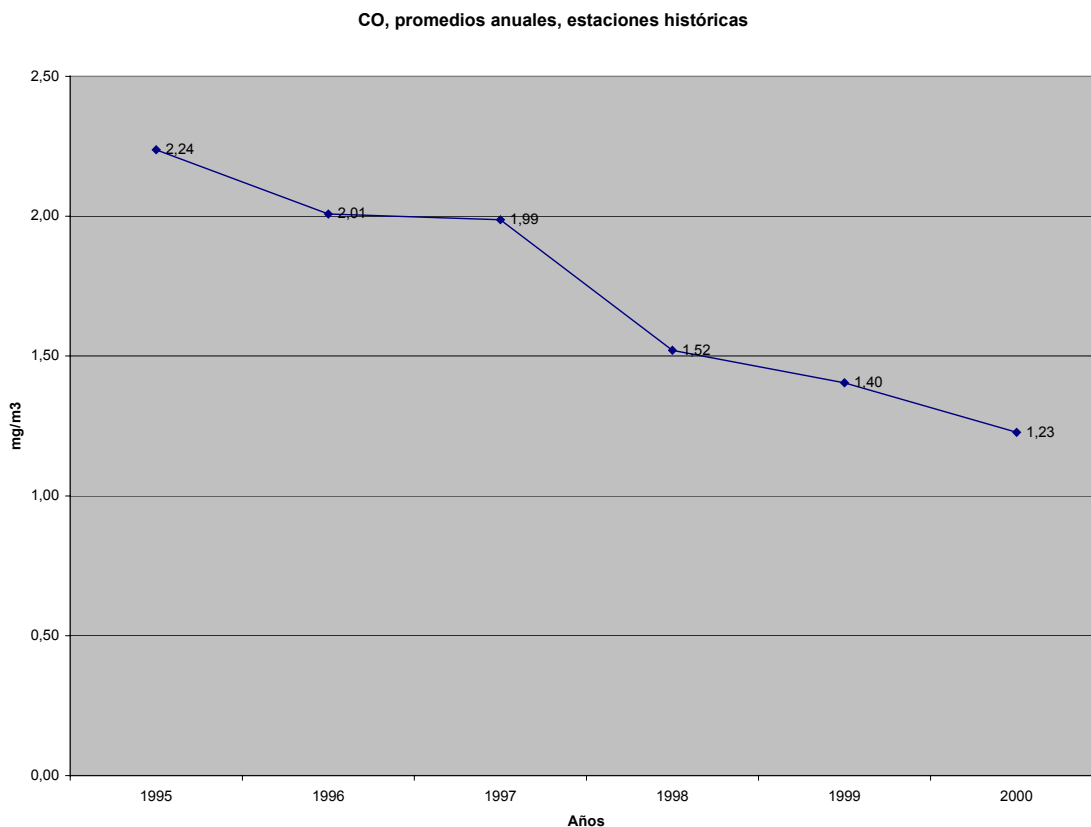


Gráfico 8: Promedios anuales de SO₂, estaciones históricas.

SO₂, promedios anuales, estaciones históricas

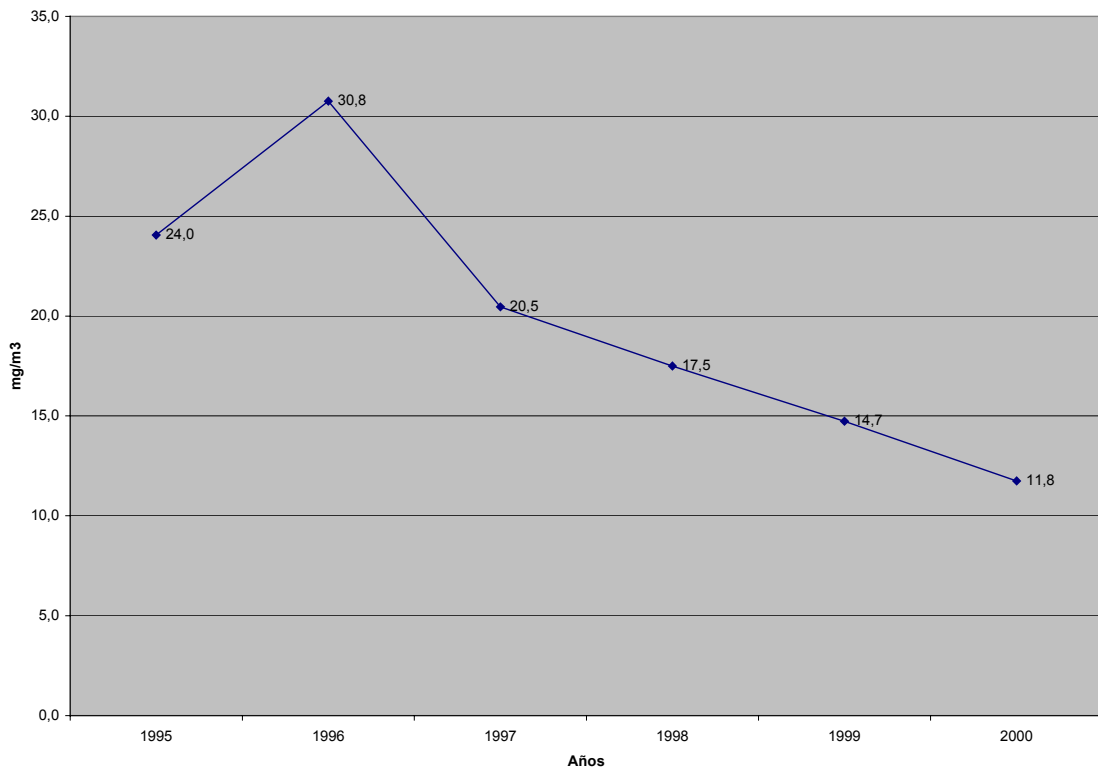
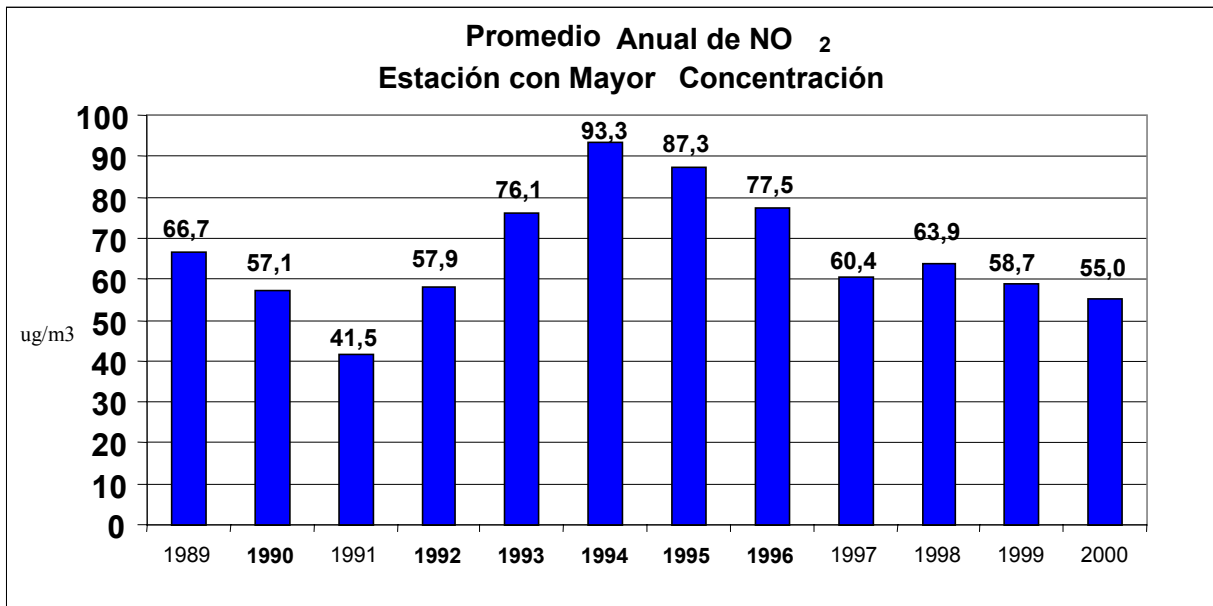


Gráfico N° 9: Promedio Anual de NO₂, Estación con mayor concentración



Nota: En negrilla años para los cuales el máximo promedio anual es representativo

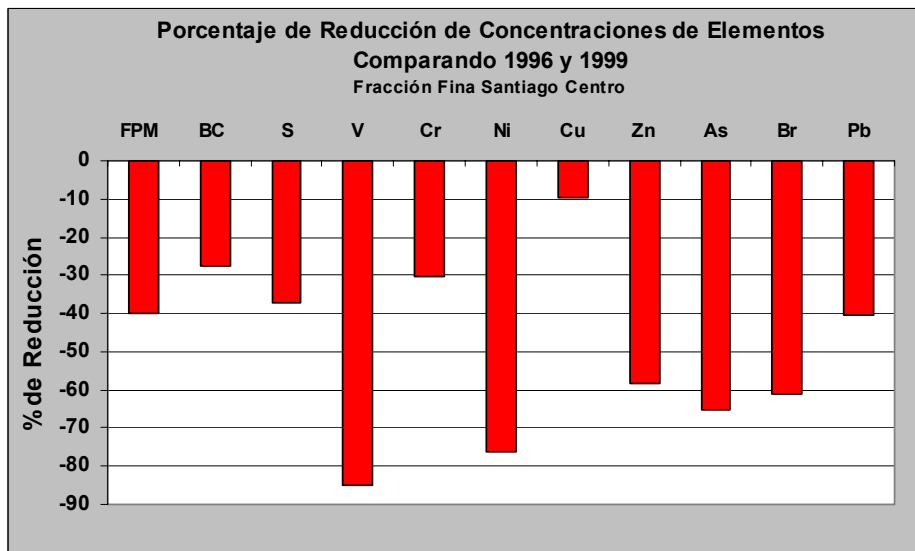
2.3.3 Caracterización de material particulado

La caracterización de los componentes del material particulado respirable y su fracción fina, se puede realizar mediante un análisis de tamaño y composición química. Esto permite describir adecuadamente la toxicidad y, a la vez, entregar información sobre el origen de las partículas, su tiempo de permanencia en la atmósfera, y las posibles transformaciones químicas que hayan sufrido.

Durante el período 1996-2000, CONAMA R.M. ha desarrollado estudios de caracterización de material particulado respirable, analizando específicamente la fracción fina, tanto en relación con su composición química elemental como en la formación de material particulado secundario. En relación con la caracterización química del particulado, es posible observar una disminución importante en el contenido de sustancias tóxicas que lo componen.

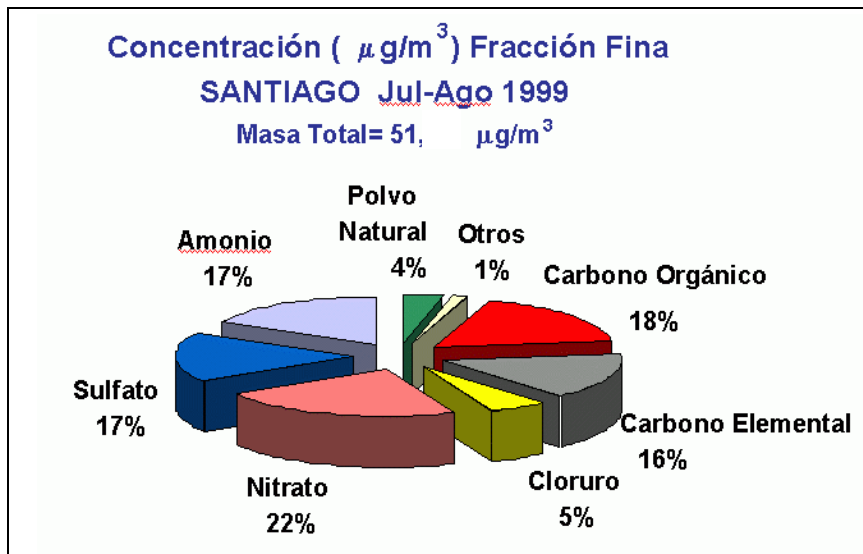
En el gráfico siguiente las disminuciones que se observan para los metales Vanadio (V) y Níquel (Ni) son considerables y se deben al uso de gas natural en el sector industrial, que sustituye a los combustibles pesados; y a la mejora en los combustibles para vehículos. El Plomo (Pb) ha disminuido debido a un menor consumo de gasolina con plomo y el uso de pintura sin plomo.

Gráfico N°10: Disminución de fracción fina de aerosoles 1996-1999, Santiago-Centro



Se ha determinado que más de un 50% de la masa total de la fracción fina está conformada por los aerosoles secundarios. Los efectos asociados al material particulado secundario fino, en su mayor parte, son atribuidos a los sulfatos y nitratos que se forman a partir del dióxido de azufre y de los óxidos de nitrógeno. Basándose en los resultados de campañas de mediciones realizadas en diferentes puntos de la Región Metropolitana, ha sido posible distinguir el origen de los distintos contaminantes y su aporte a la formación de la fracción fina, lo que es ilustrado en el gráfico 11.

Gráfico N°11: Distribución de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de la fracción fina del material particulado, Región Metropolitana, invierno de 1999



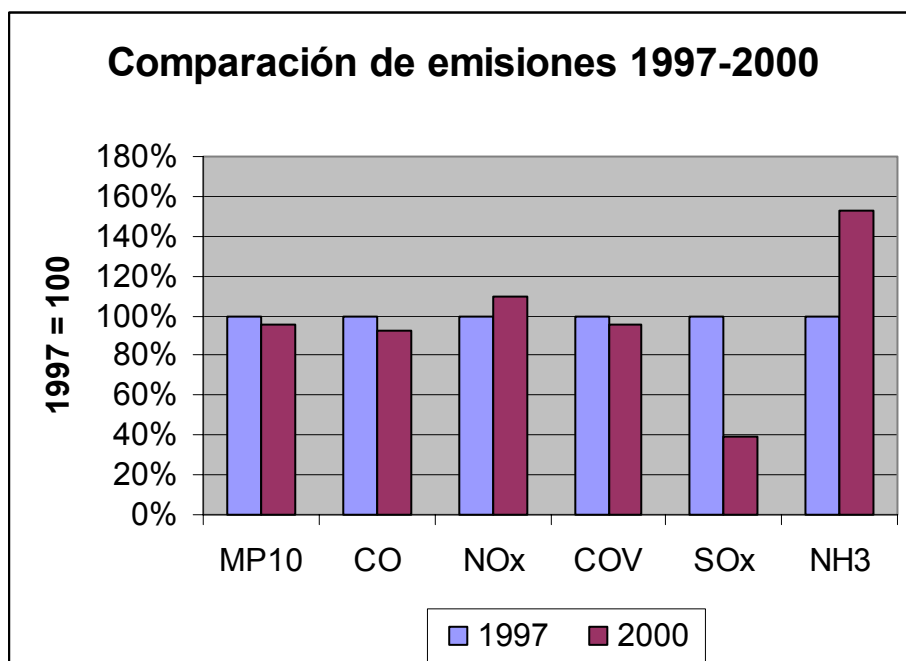
2.3.4 Evolución de Emisiones y Cumplimiento de Metas al 2000

El PPDA (D.S 16/1998) estableció metas de emisión para los contaminantes cuyas normas se habían superado y para sus precursores. Estas metas no han sido modificadas y se encuentran vigentes. La única instancia para modificar las referidas metas está constituida por las actualizaciones del PPDA. De este modo las metas de emisión son las siguientes:

Tabla N° 3: Emisiones alcanzadas y metas de emisiones dada en el PPDA.

Situación	MP ₁₀ Ton/año	CO Ton/año	NO _x Ton/año	COVs Ton/año	SO ₂ Ton/año
Emisiones 1997 (versión 2000)	46.868	203.350	51.969	83.716	25.305
Emisión meta 2000	38.648	226.552	40.541	57.554	19.581
Emisión actual (2000)	44.706	187.440	56.678	80.091	9.990
Diferencias alcanzadas	- 2.162	- 15.910	4.952	- 3.625	-15.315
Porcentaje de cumplimiento de meta	-5%	-8%	7%	-4%	-61%

Gráfico 12: Comparación de Emisiones 1997 y 2000



El gráfico anterior permite observar la evolución de las emisiones en la Región, comparando las emisiones del año 1997 y las del año 2000 (según datos mejorados del Inventario de emisiones señalado anteriormente). Se han logrado importantes reducciones totales en óxidos de azufre (SO_x), de un 61%; reducciones de un 5% de material particulado respirable (MP₁₀), de 8% monóxido de carbono (CO) y de un 4% aproximadamente de compuestos orgánicos volátiles (COV). Por el contrario, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) muestran un aumento respecto de 1997 de un 7% aproximadamente y las emisiones de amoníaco (NH₃, valores preliminares), un aumento significativo de casi un 50%.

El PPDA establece un cronograma de reducción de emisiones hasta el año 2011, el que considera una reducción del 50% de las emisiones de material particulado respirable y sus precursores, un 50% para los precursores de ozono y un 60% para el Monóxido de carbono para el período 1997-211..

Así, para el año 2000, la meta de reducción era del 7,5% respecto de las emisiones base de 1997.

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos, con las reducciones o aumentos de emisiones para los principales sectores analizados.

Tabla N° 4: Variación Porcentual de Emisiones por Sectores desde 1997 al 2000

	<i>MP₁₀</i>	<i>NO_x</i>	<i>CO</i>	<i>VOC</i>	<i>SO_x</i>
<i>Transporte</i>	16%	15%	-7%	-2%	29%

<i>Fuentes Fijas</i>	-63%	-33%	-32%	78%	-71%
<i>Residenciales</i>	-53%	-9%	-9%	10%	-24%
<i>Otras Fuentes</i>	3%	3%	2%	-27%	183%
<i>MP₁₀ asociado a levantamiento de polvo</i>	-1%				
TOTAL	-5%	7%	-8%	-4%	-61%

Nota 1: los valores son relativos por actividad, por ejemplo, el aumento del 6 % de emisiones de MP10 del sector transporte es con respecto a sí mismo. En ese sentido, las reducciones o aumentos de un sector no son comparables con los de otro: el aumento de 120% de emisiones de SOx de Otras Fuentes es insignificante al lado de la disminución de 74% de Fuentes Fijas, que explica casi la totalidad del 61% de reducción total.

Así, para el año 2000, se han cumplido las metas globales de reducción de emisiones en los siguientes contaminantes:

- Monóxido de Carbono (CO):
- Oxidos de Azufre (SOx):

Ambas metas se han cumplido a expensas de la reducción lograda por las fuentes fijas, ya que el transporte no ha cumplido su meta individual. En el caso del monóxido de carbono, la reducción del transporte es cercana a la meta del sector.

Por otro lado, para el año 2000, no se han cumplido las metas globales de reducción de emisiones en los siguientes contaminantes, aunque ha habido reducción de las emisiones:

- Material particulado respirable (5%, la meta es 7.5%)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), con una reducción de un 4% (meta de un 7.5%).

Ahora bien, si analizamos por separado el MP10 proveniente de procesos de combustión de aquél originado por levantamiento de polvo se tiene:

- Material Particulado Respirable, MP10, (sólo levantamiento de polvo, no incluye procesos de combustión), reducción global de un 1%.
- Material particulado Respirable, MP10, (sólo procesos de combustión, no incluye levantamiento de polvo), con una reducción global de un 29%. Esta reducción se logra gracias a los aportes de las fuentes fijas y de las residenciales.

Finalmente, ha habido un aumento de emisiones, y obviamente, no se ha cumplido la meta de reducción de los Oxidos de Nitrógeno (NOx), con un 6% global.

Gráfico 13: Responsabilidad en las Emisiones por Sector.

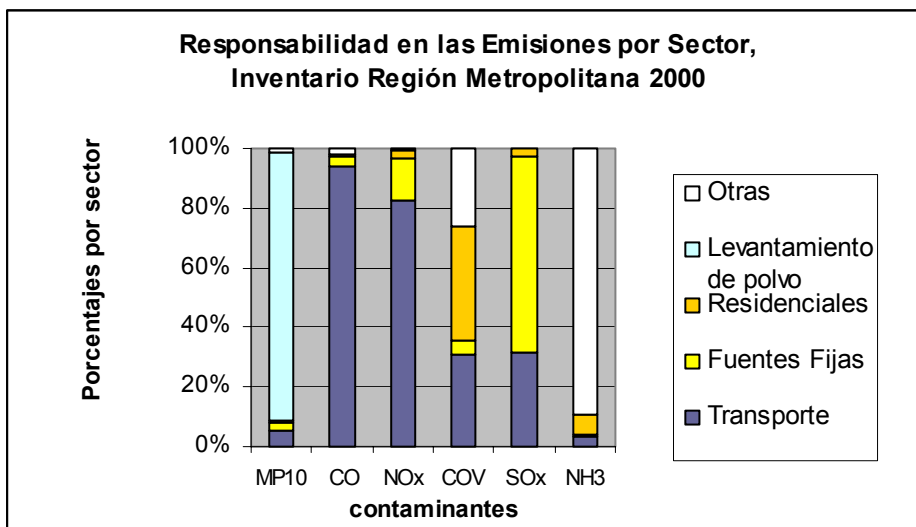
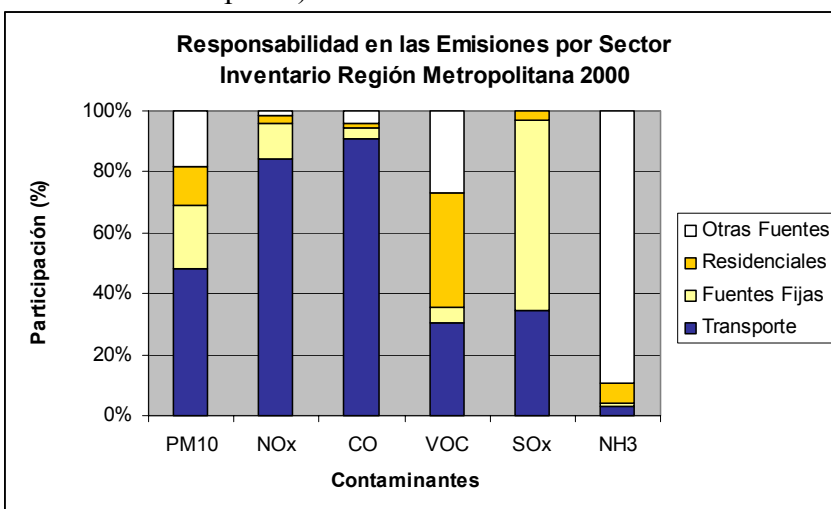


Gráfico N° 14: Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana 2000 (Sin levantamiento de polvo)



No considera levantamiento de polvo. El ítem Otras Fuentes agrupa categorías tales como actividades agrícolas (quemadas, crianza de animales, aplicación de pesticidas, otras) y actividades comerciales (lavasecos, talleres de pintura, estaciones de servicio y aeropuertos).

Estos gráficos muestran las responsabilidades de los diferentes sectores en las emisiones de MP₁₀, NO_x, SO_x, COV y NH₃. El análisis siguiente no considera levantamiento de polvo.

- El Transporte es una de las mayores fuentes de contaminante de la región: un 48% del material particulado respirable (MP₁₀) proveniente de procesos de combustión, 84% de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y 91% del monóxido de carbono (CO).
- Las fuentes fijas participan con el 21% de material particulado respirable (MP₁₀) proveniente de procesos de combustión, y en 63% de los óxidos de azufre (SO_x).
- Las emisiones residenciales más significativas son de compuestos orgánicos volátiles (COV) con un 38%. La combustión residencial de leña genera un aporte importante,

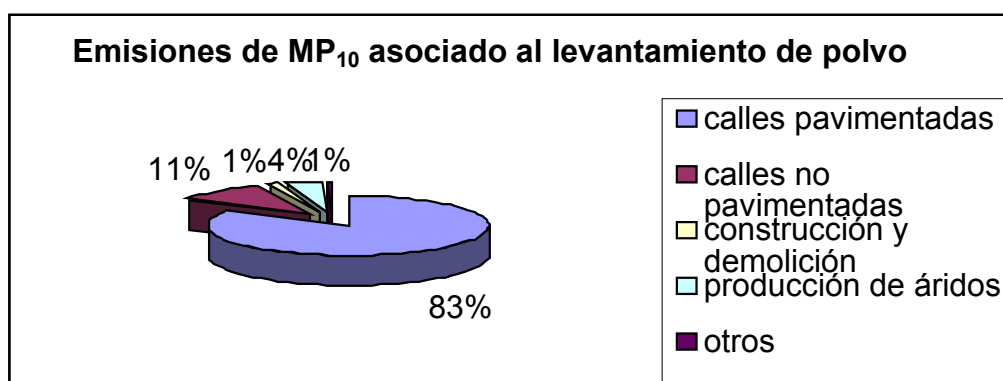
con un 13%, a las emisiones de material particulado respirable (MP₁₀) proveniente de procesos de combustión.

- Finalmente, la categoría Otras Fuentes, aporta un 27% de los compuestos orgánicos volátiles y 89% de las emisiones de amoníaco (NH₃). Esto último, debido a la crianza de animales, actividad que se concentra principalmente en la provincia de Melipilla.

2.3.5 Emisiones de MP₁₀ asociados al Levantamiento de Polvo

Según se señaló anteriormente, las emisiones de MP₁₀ asociados al levantamiento de polvo han sido separadas de las de combustión, para un mejor análisis de la información.

Gráfico 15: Participación en las Emisiones de MP₁₀ asociadas al levantamiento de polvo.



(*)Producción de áridos: Estimación sujeta a revisión.

Las fuentes principales son el levantamiento de polvo desde vías pavimentadas, con un 83%, y desde vías no pavimentadas con un 11%. La producción de áridos y las actividades relacionadas con la construcción y demolición aportan un 5%. Estas emisiones prácticamente se han mantenido entre 1997 (40.727 toneladas) y 2000 (40.300 toneladas).

Es importante destacar que esta estimación de emisiones tiene un grado de incertidumbre mayor que para otros componentes del material particulado, especialmente de aquél que proviene de los procesos de combustión.

Por una parte está la dificultad inherente a la medición directa de estas emisiones, generalmente difusas (resuspensión desde calles pavimentadas y no pavimentadas, construcción y demolición, producción de áridos). Actualmente se utiliza la metodología dada por EPA y valores adaptados a la realidad chilena (metros cuadrados construidos, kilómetros pavimentados, días de lluvia), y en algunos casos factores de emisión extranjeros.

Por otra parte, el mismo hecho que las emisiones canalizadas por un ducto (chimenea, tubo de escape, etc.) sean más fáciles de medir, ha permitido generar factores de emisión mucho más confiables y cercanos a la realidad, para fuentes fijas y móviles. Por estas razones, las

emisiones de MP₁₀ asociadas al levantamiento de polvo tienen, en el inventario, un grado de incertidumbre mayor.

2.3.6 Beneficios y Costos de la Descontaminación Atmosférica de Santiago

2.3.6.1 Antecedentes Económicos Generales

La Región Metropolitana ha experimentado un continuo crecimiento desde el punto de vista económico, demográfico y urbano, durante las últimas décadas. Estos factores, junto a las características topográficas, climatológicas y atmosféricas pueden explicar los altos niveles de contaminación alcanzados en la región, pese a los avances logrados.

La Región Metropolitana concentra una proporción significativa de la actividad industrial y de construcción, representando estos sectores cerca del 50% y 44% por ciento del PIB sectorial nacional, respectivamente.

Por otro lado, la Región Metropolitana es la más poblada del país, con un crecimiento demográfico sostenido. Entre 1990 y 1999 la población regional creció desde 5.132.000 a 6.102.000 habitantes, lo que representa un crecimiento de un 19%.

El parque de vehículos particulares durante el periodo 1990 y 1999, ha aumentado en un 99% (485.081 vehículos en 1990 y 965.576 en 1999). El parque de buses, en cambio, se ha estabilizado en aproximadamente 9.000 unidades producto de la regulación del transporte público. Por otra parte, el congelamiento del parque de taxis, ha significado la estabilización del número de estos vehículos en 51.000 unidades.

2.3.6.2 Beneficios del control de la contaminación

Los principales beneficios de la descontaminación del aire de la Región Metropolitana son los directamente asociados a mejoras en salud de las personas.

Los antecedentes de evolución de concentraciones de material particulado respirable muestran una reducción de las concentraciones promedio anual de material particulado respirable, desde 106 µg/m³ en 1990 hasta 73 µg/m³ en 1999. Ello ha significado una importante reducción del número de casos de patologías asociadas a este contaminante, de un 26%. La Tabla siguiente entrega la estimación del número de casos esperados para los años 1990 y 1999.

Tabla N°5: Efectos en exceso producto del material particulado respirable, 1990-1999 (miles de casos/año)

Efecto	1990	1999	Nivel norma (1)
Bronquitis cronica	8,14	5,55	3,70
Muertes prematuras	2,04	1,39	0,93
Admisiones hospitalarias	9,57	6,53	4,35
Ataques de asma	1.306,47	890,78	593,85
Bronquitis aguda	290,18	197,85	131,90
Visitas sala de emergencia	124,30	84,75	56,50
Días con dificultad resp	16.512,65	11.258,63	7.505,75
Días pérdida trabajo	1.864,39	1.271,18	847,45
Días actividad restringida	5.706,47	3.890,78	2.593,85
Días menores de actividad restringida	6.885,78	4.694,85	3.129,90
Síntomas respiratorios bajos	160,16	109,20	72,80
Síntomas respiratorios altos	93,39	63,68	42,45
Síntomas respiratorios agudos	8.421,82	5.742,15	3.828,10

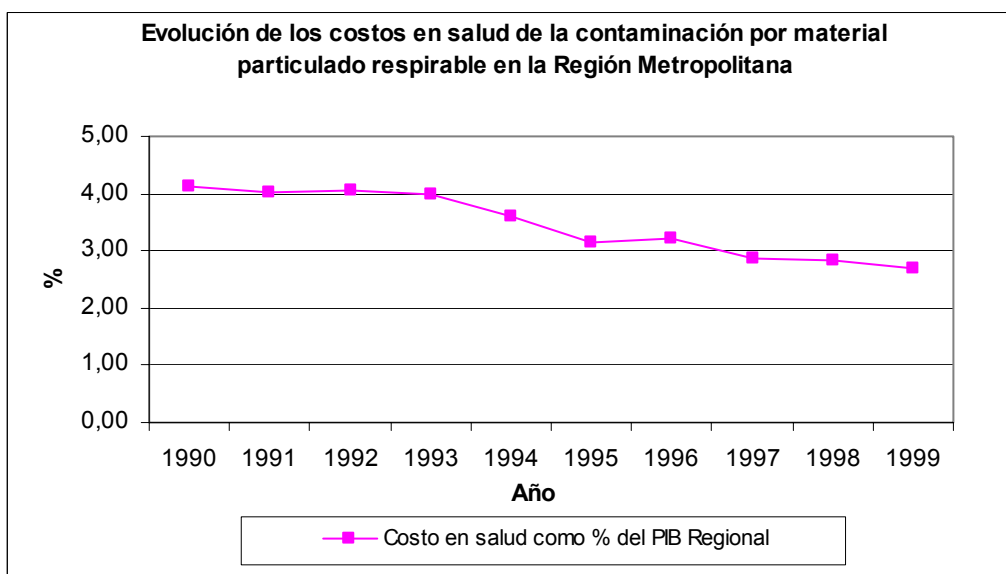
Fuente: Estimaciones basadas en Cifuentes (1998) y antecedentes de calidad del aire, red MACAM.

Nivel norma se refiere a norma anual federal USEPA para material particulado respirable que corresponde a 50 µg/m³ y corresponde al número de casos para ese nivel de concentraciones.

Del cuadro destaca: una disminución estimada de 650 muertes prematuras/año; una disminución esperada de 2.590 bronquitis crónica/año; y una disminución de 3.030 admisiones hospitalarias totales/año, todas ellas asociadas a la disminución de la contaminación.

En términos monetarios, el valor del daño en salud asociado a material particulado respirable (MP₁₀), ha disminuido en un 30% como proporción del PIB para el período 1990-1999, producto de las reducciones en el número de casos de mortalidad y morbilidad asociadas a este contaminante.

Gráfico N° 16: Evolución de los costos en salud



Fuente: Elaboración propia en base a Sánchez et al. (1997); Cifuentes (1998); y data de calidad del aire de la red MACAM.

2.3.6.3 Inversiones asociadas a la prevención y descontaminación de la región Metropolitana 1990-2000

Durante el período 1990-2000, las inversiones privadas y públicas destinadas a descontaminación alcanzaron a US\$ 1.232 millones, principalmente relacionadas a exigencias tecnológicas más estrictas en el transporte (51%), mejoras de los combustibles tanto diesel como gasolina (29%), y el establecimiento de normas de emisión y el sistema de compensación de emisiones en la industria (16%).

Los costos sociales asociados a las fuentes fijas se han reducido en más de un 50%. En el caso del transporte ellos se han incrementado cerca de un 30%.

Es importante destacar que el análisis anterior corresponde a una estimación gruesa de las inversiones asociadas al PPDA, considerando sólo las inversiones directamente relacionadas con las reducciones de emisiones alcanzadas. Se ha dejado de lado importantes inversiones realizadas, no asociadas completamente a reducción de emisiones, pero que han tenido un gran impacto en la descontaminación de Santiago como son la construcción de la línea 5 del Metro y las inversiones realizadas para la introducción de Gas Natural, entre otras.

2.3.7 Evolución de la Contaminación Atmosférica en la Región Metropolitana

Los antecedentes aportados destacan que, a pesar del crecimiento observado a través de uno de los indicadores de la actividad económica, el Producto Interno Bruto Regional (P.I.B.), y del crecimiento de las fuentes fijas y móviles, ha habido una mejoría en la calidad del aire

respecto a todos los contaminantes normados, excepto en el Ozono. Varios indicadores dan fe de ello. El número de días sobre norma, el número de emergencia o pre-emergencia han disminuido significativamente entre 1989 y 2000, considerando las 4 estaciones históricas, y la línea de tendencia se presenta decreciente. Por otra parte, los promedios anuales han descendido desde $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1990 hasta $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2000.

Sin embargo, las concentraciones de $\text{MP}_{2,5}$ se han estancado desde el año 95 a la fecha. Por otra parte, las concentraciones de la fracción gruesa experimentaron un aumento entre 1989 y 1993. Posteriormente, éstas han descendido en forma paulatina hasta alcanzar los niveles iniciales del año 1989 (Gráfico nº5).

Por lo tanto, es necesario dar un fuerte impulso a la implementación de medidas para la reducción de emisiones. Por una parte, algunas medidas propuestas en el PPDA (1997) aún no se han puesto en práctica (ej. Prohibición de ingreso de vehículos usados). Por otra parte, la tendencia de estabilización en las concentraciones de MP_{10} debe ser superado con la habilitación de nuevas medidas. En caso contrario, se corre el riesgo de perder lo ganado en años anteriores. Se estima que las medidas definidas en el PPDA del año 1997, y que han sido efectivamente implementada, sólo mantendrían los actuales niveles sin lograr mejoras significativas.

Como se señaló anteriormente, el MP_{10} en el aire está compuesto por partículas primarias, aquellas emitidas por las fuentes y por partículas formadas a partir de gases en la atmósfera, denominadas partículas secundarias. Los gases “precursores” son el SO_2 generado por la combustión en procesos industriales y de transporte, NO_x emitido principalmente generado por buses y otros vehículos y amoníaco cuyas fuentes son, por ejemplo, desechos orgánicos y la agricultura. Las partículas secundarias conforman cerca del 50% del $\text{MP}_{2,5}$. Consecuentemente, para controlar el problema del MP_{10} en Santiago, es importante también controlar gases como el SO_2 , NO_x y amoníaco.

Con respecto al ozono (O_3), se observa una reducción significativa del 20% entre 1995 y 1999, aún cuando desde 1997 se evidencia un estancamiento en dicha tendencia.

Adicionalmente, dado que el sector transporte ha sido identificado como uno de los sectores que tiene un mayor retraso respecto de las metas de reducción de emisiones, se ha puesto énfasis en medidas para este sector a ser implementadas durante el primer cuatrimestre de este año (2001).

Entre estas se puede destacar las medidas de aplicación inmediata del Plan de Transporte Urbano, a través de vías exclusivas, vías Segregadas, vías reversibles, restricciones y regulaciones, y gestión de operadores.

Otra medida importante ha sido la el ingreso del Diesel Ciudad a partir de abril del 2001. El Diesel Ciudad es un combustible cuya formulación presenta una disminución del contenido de azufre de 1000 ppm (partes por millón) a 300 ppm, lo que además de reducir la emisión de contaminantes permite la renovación del parque vehicular hacia tecnologías más limpias. Junto con ello, para evitar la adulteración del nuevo diesel, se incorporará un trazador en el kerosene.

Complementariamente, para incentivar el uso de combustibles alternativos en los vehículos se ha enviado un proyecto de ley al Parlamento que rebaja de impuesto para vehículos a GLP para taxis, colectivos y vehículos comerciales.

2.4. PONENCIAS SECTORIALES

2.4.1 Asociación Gremial Metropolitana del Transporte de Pasajeros, “Calidad de Aire y combustibles sectoriales”.

La AGMTP presentó una exhaustiva exposición en torno al funcionamiento de los motores, su relación con los combustibles y el impacto en la contaminación.

Analiza las características de calidad del combustible diesel en comparación con otros países, y argumenta en torno al uso de gas natural, enfatizando que es una medida interesante pero que se debe profundizar y explicitar el marco en el cual se inserta su uso (impuestos, red de distribución, uso de vehículos ad hoc ó acondicionados, seguridad, etc.).

La AGMTP expuso que los motores diesel han evolucionado mucho durante las últimas décadas, resaltando especialmente sus características de robustez, fiabilidad, duración, bajos costos de mantención, capacidad de operar en diferentes condiciones de clima y trabajo, capacidad de cubrir un amplio espectro de aplicaciones y costos de inversión relativamente bajos.

Señalan que para buscar alternativas a los vehículos diesel para el transporte de pasajeros debe analizarse que intervenciones a los motores deben considerar la relación existente entre las dos principales emisiones del motor diesel: NOx y Material particulado respirable (MP₁₀). *Dado que normalmente se manifiestan con impactos en sentido opuesto: la disminución de uno de ellos, puede traer consigo el aumento del otro.*

En síntesis, de acuerdo a la opinión de la asociación, el gas natural no sirve para vehículos pesados en tanto tiene mayor costo, poca autonomía, e impuestos no definidos, desarticula la relación combustible – motor - mantención.

La alternativa que la AGMTP esta estudiando es el uso de energía eléctrica. Para ello están desarrollando un proyecto de buses híbridos diesel eléctrico, que se materializará a través de un programa piloto con 5 buses para Diciembre de 2001.

2.4.1.1 Calidad del Diesel

La AGMTP considera que la calidad del diesel es determinante para lograr en el futuro niveles más bajos de emisión. Una reformulación del diesel implica:

- Bajo contenido de azufre, que permite reducir las emisiones de SO₂, de material particulado respirable y la utilización de catalizadores que oxidan los SO₂.

-
- Bajo contenido de aromáticos, limita la formación de partículas y reduce los NOx, facilitar el proceso de combustión y el arranque en frío del motor diesel.

2.4.1.2 Combustibles alternativos

Si bien es cierto, el uso del Gas Natural trae consigo ventajas desde el punto de vista ambiental y energético, tiene desventajas en otros aspectos. Entre estas se puede señalar: mayor costos de inversión, reconversiones a altos costos, problemas en el abastecimiento y distribución, costos de operación más altos, poca autonomía, pérdida de potencia del motor, impuestos específicos no definidos aún, costos de operación y mantención altos.

Otro de los puntos a considerar en esta alternativa es que los vehículos convertidos a GNC podrían significar condiciones inseguras de operación.

La AGMTP plantea que se debe seguir utilizando la tecnología Diesel. Sin embargo destacan que esto debe estar de la mano de mejoras en la calidad del combustible, en los motores y catalizadores, mejor mantención de los vehículos y en las prácticas de conducción.

2.4.2: Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA), “Impacto atmosférico de la Industria asociado a sus emisiones de material particulado respirable”.

La SOFOFA cuestiona la incorporación de la norma anual de material particulado respirable, la formulación de una nueva norma para material particulado fino (MP_{2.5}) y la reducción de la Norma diaria de SO₂. Realiza un análisis del esfuerzo realizado por el sector para dar cumplimiento con las exigencias del PPDA. Por otro lado, también plantea dudas sobre la utilidad de las medidas usadas frente a la ocurrencia de episodios críticos (paralización de fuentes fijas y restricción vehicular).

Recalca el cumplimiento anticipado de las metas del PPDA para los años 2005 y 2011 por parte de la industria.

Finalmente establece proposiciones, entre las que destaca “impulsar la normativa que permita la compensación de emisiones entre distintas fuentes emisoras”, y congelar las emisiones de todos los sectores.

2.4.2.1 Exigencias a Fuentes Fijas

Las fuentes fijas fueron normadas a través del D.S. N° 4/92, decreto que congela las emisiones del sector, define normas de emisión y el sistema de compensación de emisiones.

Con el cumplimiento de esta normativa, las toneladas emitidas por este sector se redujeron de 22.5 toneladas por día del año 1990 a menos de 4 toneladas al día en el año 1999, a pesar del aumento en el número de fuentes.

Pese a estos logros, se establecieron nuevas exigencias a las fuentes fijas a través del PPDA de Prevención y descontaminación de la Región Metropolitana (PPDA).

Estas nuevas exigencias son: reducción en un 50% sus emisiones de material particulado, al año 2005 y, en un 50% sus emisiones de óxido de nitrógeno, anhídrido sulfuroso y compuestos orgánicos volátiles y 60% sus emisiones de monóxido de carbono, al año 2001; compensación de un 120% para las fuentes puntuales nuevas; y, un aumento en el porcentaje de las emisiones del sector que debe paralizar en los episodios críticos de contaminación.

Cuestionan también la nueva exigencia planteada en la revisión del PPDA (revisión del 2000), que establece la compensación del 150% de las emisiones para fuentes nuevas, ya que de esta forma no sólo compensarían las emisiones del sector y dicha exigencia no se aplica a fuentes que tienen una gran participación en las emisiones e inmisiones, como las fuentes móviles.

2.4.2.2 Exigencias a Fuentes Fijas en manejo de episodios críticos

El número de fuentes fijas que debe paralizar durante los episodios críticos de contaminación ha ido aumentando progresivamente, según se aprecia en el siguiente cuadro:

	1998	2000
Pre emergencia	291	2.263
Emergencia	1.376	3.096

Fuente: SESMA

Este incremento obedece, paradójicamente, al menor impacto ambiental de este sector. En efecto, mientras en julio del '98 la última fuente fija afectada por la medida de paralización en situación de pre emergencia registraba una concentración de 59,7 mg/m³, hoy el umbral de corte es de 25,5 mg/m³. Del mismo modo, mientras en julio del '98 el umbral de corte para el caso de emergencia era 45,3 mg/m³, hoy es 17,3 mg/m³.

2.4.2.3 Medidas Futuras: Implicancias para la industria:

A pesar de los logros alcanzados por este sector, CONAMA propuso y estableció aumentar la compensación de emisiones para fuentes nuevas a 150%; congelar las emisiones de Oxido de Nitrógeno (NO_x), Monóxido de Carbono (CO), Compuestos orgánicos volátiles (COV). En cambio, los otros sectores, especialmente el transporte, aún no cumplen las metas definidas en el PPDA del año 1997.

El problema atmosférico de Santiago, destaca la SOFOFA, no obedece a la falta de normas, sino al incumplimiento de las normas existentes. Lo lógico es avanzar por etapas, de modo que sólo una vez cumplidas las normas actuales se pase a un nivel más riguroso. Desde esta perspectiva, resulta discutible fijar normas tales como una norma anual de material particulado respirable y una norma de material particulado fino, MP 2.5.

2.4.3 Foro Ambiental Ciudadano, Opinión De La Sociedad Civil

Recalca la importancia de concluir la tramitación de la norma anual de MP₁₀ y de dictar una norma de MP_{2.5} anual y diaria. Plantea que respecto de la calidad de aire en Santiago existe confusión en la información entregada. Por otro lado, que el PPDA ha logrado reducciones en anhídrido sulfuroso y monóxido de carbono, pero no en los otros contaminantes sujetos al PPDA. También esboza que la calidad del aire por material particulado fino ha empeorado. Además indica que el aumento de las emisiones de material particulado grueso y fino y de los óxidos de nitrógeno es atribuible no solo al transporte, sino que también al crecimiento del parque industrial y la expansión urbana.

Finalmente propone congelar las emisiones de todos los sectores, incluido el parque automotriz, mantener límites a la expansión urbana, incentivar el “transporte no contaminante de peatones y ciclistas”, a través de vías exclusivas, establecimiento de indicadores biomédicos, entre otras medidas.

2.4.3.1 Diagnóstico ciudadano

El crecimiento de la ciudad anula completamente las reducciones alcanzadas por algunos sectores.

Es así que, el PPDA de Descontaminación ha logrado una reducción aproximada de un 60% de las emisiones de Oxido de Azufre y un 20% de las emisiones de Monóxido de Carbono. Sin embargo, no ha logrado reducir las emisiones de material particulado respirable y fino, compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno.

Más aún, el aumento de las emisiones de material particulado respirable, grueso y fino, y de óxidos de nitrógeno, es atribuible en forma directa al sector transporte, así como las emisiones de Monóxido de Carbono. Sin embargo, destacan que la demanda por transporte también es presionada por el crecimiento industrial y la expansión urbana.

Por otro lado, también hace hincapié en las dificultades para acceder a la información disponible respecto de la contaminación; y a la poca claridad observada en los datos del inventario de emisiones, datos que parecen contradictorios, no coinciden los datos del inventario de emisiones del año 1997(publicados con el PPDA) y los del año 2000. Por lo tanto es difícil comparar.

2.4.4: Asociación Nacional Automotriz de Chile, ANAC, “ Reformulación del PPDA de Descontaminación Atmosférica”.

Destaca que el mercado chileno es tan pequeño a nivel mundial que las normas chilenas deben considerar indistintamente, tanto las normas existentes en los mercados americanos como europeos para analizar la aplicabilidad de la normativa.

Recalca que muchas medidas muchas medidas anunciadas en el PPDA a través del D.S. N° 16/98 no se han cumplido. Destaca especialmente el incumplimiento de 2 medidas del

PPDA: la restricción a los buses escolares y el ingreso al país de vehículos usados. Para esta última medida, el PPDA establece restringir el ingreso de este tipo de vehículos, pero dado el aumento significativo de los camiones usados y a la dificultades de su fiscalización sería más recomendable prohibir el ingreso de este tipo de vehículos. Esto se hace aún más relevante, dado que otra medida ligada a este sector, la ampliación del perímetro de restricción para camiones en episodios críticos, es también una medida muy difícil de fiscalizar.

También destaca la importancia de mejorar el combustible en todo el país. Esta medida es indispensable para disminuir las emisiones de los vehículos en el país, dado que tiene un impacto inmediato en el mejoramiento de la calidad del aire. A modo de ejemplo, los camiones y buses, que alcanzan sólo el 5.5% del parque de la Región Metropolitana, son responsables del 83% de las emisiones vehiculares de la región, por lo tanto mejoras sustanciales en la calidad del combustible tendrán un gran efecto en las emisiones de estos vehículos y por lo tanto, en la calidad del aire.

Sin embargo, frente al tema de la mejora de combustible, se hace de vital importancia fiscalizar la adulteración del mismo. Dado que el sistema de impuestos existentes incentiva esta adulteración.

Por otro lado, critican fuertemente la incorporación de vehículos con sello verde a la restricción vehicular, dado que según informaciones de este sector, esta medida tendría un impacto despreciable en la calidad del aire. Sería mejor incentivar la renovación del parque no catalítico.

Es urgente el mejoramiento del transporte público, a través de una política adecuada de manejo del sistema que incluya calidad del servicio, antigüedad apropiada de los buses, incorporación de cajas automáticas, tarifas adecuadas, entre otras. Critica fuertemente la aplicación de “medidas contradictorias”, tales como: eliminación de las cajas automáticas y aumento de la edad de los buses.

Enfatiza el incumplimiento del sector fuentes móviles señalando que: “El sector de las fuentes móviles no ha cumplido mayormente en la reducción de emisiones, siendo muchas las medidas identificadas en el DS N° 16 que la Autoridad ha dejado olvidadas en el tintero. Lo cual no debiera haber ocurrido, por lo que antes de pensar en nuevos planes y medidas, debiéramos buscar completar lo exigido en el DS 16/98. Para muestra dos incumplimientos en el sector transportes:

- La Autoridad “cumpliendo” con el DS 16/98, por motivos ambientales colocó restricción vehicular nocturna a los buses escolares , algo realmente insólito.
- El no envío a la fecha del proyecto de ley tendiente a restringir el ingreso de vehículos usados al país. Gracias a métodos irregulares y el uso de franquicias especiales , han ingresado en el último tiempo al país, miles de camiones usados, vehículos que siguen muy de cerca a los microbuses en sus graves aportes a la contaminación. Es urgente cumplir con el compromiso de prohibir este tipo de ingresos.

Particularmente existe un retraso importante en el transporte público, donde tan sólo los buses son responsables del 50% de las emisiones de partículas de la capital”

Por otro lado, las medidas anunciadas para autorizar la reconversión de taxis a GNC y LPG debiesen ser analizadas con más cautela, ya que los beneficios de estas conversiones no están claramente definidos.

Se encuentran en desacuerdo con la medida propuesta “Pago por Contaminar”, debiera reformularse el Permiso de Circulación, de modos que todos los vehículos paguen en función de sus emisiones.

Señalan que las autoridades debiesen fijar normas de emisión e impuestos a los combustibles, de tal forma de ser los usuarios quienes definen como cumplen estas normas.

La tecnología diesel también puede tener menores emisiones, a través de: mejor combustible y mejoras en la tecnología que permite alcanzar 40% de reducciones de CO, reducciones en las emisiones de MP₁₀, cumpliendo además con normas EPA 2004.

2.4.5 Fiscalización de Fuentes Fijas, Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente-SESMA.

El subdepartamento de Calidad del Aire del SESMA, se encarga de fiscalizar las fuentes fijas, tales como: calderas industriales, calderas de calefacción, hornos industriales, procesos industriales, panaderías, entre otros. Realiza actividades de fiscalización, manejo de inventario de emisiones de material particulado de fuentes fijas; administración y control del sistema de compensación de emisiones; seguimiento de estudios específicos; y coordinación con municipios.

Un breve análisis de las actividades desarrolladas:

- Fiscalización
 - El número de inspecciones realizadas ha aumentado considerablemente en el último periodo (1994-2000).
 - Manejo de Inventario de material particulado de fuentes fijas.
 - El número de fuentes activas ha aumentado desde 2.342 en 1991 hasta 5003 en el año 2000.
 - Las emisiones diarias se han reducido en este mismo período de 22 toneladas a 3.2 toneladas.
 - El porcentaje de fuentes que al año 2000 tienen una concentración menor a 32 mg/m³ es casi un 90%.
 - Las mediciones auditadas durante el año 2000 fueron cerca de 250.
- Sistema de compensación de emisiones
 - El sistema de compensación a diciembre del 2000 incluía 460 fuentes, de las cuales 220 fuentes son activas.
 - Las Emisión Diaria Inicial (EDI), alcanzan las 4.500 kg/día
 - Las emisiones cedidas actualmente son cerca de 1.200 kg/día

-
- Las emisiones disponibles para transar son cerca de 3.000 kg/día
 - Aún se encuentra pendiente una solución para las emisiones asignadas a fuentes que se encuentran inactivas.
 - Episodios Críticos
 - Durante los emergencias las fuentes que debía paralizar en el año 1997 eran 532. En el año 2000, las fuentes que debían paralizar aumentaron a 1909.
 - Las concentraciones de corte durante una emergencia era en 1997 de 64.7 mg/m³, en el año 2000 esta concentración era de 17 mg/m³.
 - Proyección
 - Inicio de catastro de fuentes que emiten contaminantes gaseosos
 - Inicio de catastro de fuentes difusas
 - Inicio de sistema de compensación de emisiones para procesos industriales.

2.4.6: Fiscalización de Combustibles Líquidos, Unidad de Fiscalización Combustibles Líquidos, SEC.

Los objetivos de esta unidad perteneciente a la Superintendencia de Electricidad y Combustible- SEC, son proteger la calidad del petróleo diesel distribuido y expendido en la región metropolitana. Es una unidad que esta en funcionamiento desde mediados del año pasado. Ellos fiscalizan el contenido de azufre en el diesel; la presencia de kerosene en el diesel a través de un marcador y o adulteración a través de petróleo diesel de otras regiones.

Para ello deben fiscalizar tanto las plantas de distribución y almacenamiento, como las estaciones de servicio y estanques de consumo propios.

El número de inspecciones realizadas durante el año 2000 fueron 129 y en el periodo de enero a marzo han realizado 117 inspecciones.

2.4.7: Fiscalización Fuentes Móviles, Departamento de Fiscalización, MOPTT.

El Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones a través de su departamento de fiscalización controla los gases y partículas emitidos por los vehículos.

En Santiago existe un parque de cerca de 700 mil vehículos, de los cuales 500 mil son privados, 10 mil buses urbanos, 5 mil buses interurbanos, 40 mil camiones y 45 mil taxis.

Las funciones realizadas por este departamento son:

- Controlar el buen funcionamiento del sistema de transporte público
- Controlar las emisiones tanto de gases como de partículas contaminantes del parque vehicular.
- El control de estas emisiones de los vehículos se basa en la mantención de los vehículos, verificada a través de las revisiones técnica o con controles en la vía pública.
- Controlar el buen funcionamiento de las plantas de revisión técnica
- Acoger, investigar, comprobar y sancionar denuncias.

Como un apoyo importante a estas labores, el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV), que pertenece al Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, refuerza el control de las emisiones y la seguridad vehicular. El 3CV realiza actividades de:

- Homologación y Certificación Vehicular
- Control de Certificación vehicular

Los buses de transporte de pasajero cuyo control de opacidad es rechazado en la medición efectuada en la calle, queda impedido de prestar servicio de transporte público, debiendo acudir a un taller de reparaciones. Luego, el bus debe ser presentado en el 3CV para demostrar que sus emisiones cumplen con la norma. El 3CV analiza las emisiones y el combustible del bus, para detectar anomalías o adulteraciones. Si es rechazado, el bus debe volver a ser reparado.

2.4.8 Plan de Transporte Urbano, Subsecretaría de Transporte

El sistema de transporte urbano de la ciudad de Santiago ha venido experimentando en las dos últimas décadas, un rápido deterioro de sus condiciones de operación.

Es por ello que la autoridad se ha propuesto desarrollar en los próximos diez años un nuevo Plan de Transporte Urbano para la ciudad de Santiago (PTUS). Dicho Plan orientará y articulará las iniciativas necesarias para proveer a la ciudad de un sistema de transporte eficiente y moderno, sustentable económica y ambientalmente, y sobre todo, consistente con los requerimientos de movilidad, accesibilidad y calidad de vida de los ciudadanos.

Los programas definidos son

- Programa 1: Modernización del Transporte Público. Este programa apunta a la modernización, ordenamiento e integración de servicios de transporte público, a través de una mantención de los actuales niveles de demanda del transporte urbano, enmarcado en un desarrollo sustentable de este sector.
- Programa 2: Inversiones Viales y regulaciones del Transporte Privado. Su objetivo principal es el control de la congestión vehicular y la internalización de los costos asociados a ella.
- Programa 3: Localización de establecimientos educacionales, para detener la tendencia de concentración de los establecimientos.
- Programa 4: Impulso a Nuevas áreas de Comercio y Servicios, para posibilitar la realización de actividades cotidianas sin recorrer grandes distancias.
- Programa 5: Cambio en la tendencia de localización de hogares.
- Programa 6: Modos no motorizados de transporte, incentivo al desarrollo de facilidades físicas y operacionales para peatones y bicicletas.
- Programa 7: Medidas inmediatas, implementadas durante el primer trimestre del 2001.
- Programa 8: Regulación de transporte de carga urbana;
- Programa 9: Fiscalización, a través de un fortalecimiento del sistema actual
- Programa 10: Financiamiento del Plan, a través de una cuantificación de las inversiones para el efectivo desarrollo del Plan, diseña e implementa los mecanismos de

financiamiento y define el cronograma de inversiones. Incluso ya se ha aumentado el presupuesto para fiscalización del Ministerio.

- Programa 11: Comunicaciones y participación ciudadana.
- Programa 12: Institucionalidad. Creación de una Gerencia del Plan que lo gestionará.

2.4.8.1 Plan de Medidas Inmediatas

Las medidas inmediatas, implementadas a partir de marzo del año 2001, consideradas en este programa son:

- Vías exclusivas. Se habilitarán 6 vías para uso exclusivo del Transporte Público, entre el 26 de Marzo y el 31 de Agosto.
- Vías Segregadas. Se aplicará en la Alameda, en el tramo comprendido entre Las Rejas y Plaza Italia. Puede disminuir tiempo de desplazamiento de los buses en un 32%, en horario de punta de la mañana.
- Vías Reversibles: Implementación de reversibilidad horaria en 7 ejes de la ciudad, desde el 26 de Marzo, en horario de punta mañana y tarde. Adicionalmente, en Av. Vicuña Mackenna se otorgará prioridad al transporte público en el horario de punta mañana y tarde.
- Restricciones y regulaciones. Restricción ingreso de camiones al Anillo Vespucio; reducir antigüedad de los camiones; revisiones cuatrimestrales a los vehículos no catalíticos, comerciales y diesel; facilidades para tecnologías limpias; restricción a taxis básicos;
- Gestión de operadores. Metrobús, con nuevos criterios en recorrido, tarifa y acercamiento; buses rurales, ruteos de acceso a terminales y Acuerdo con Metro; buses licitados, desarrollo de tarifas locales

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ALCANZADOS SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA REGIÓN METROPOLITANA

3.1 CONCLUSIONES

Tomando en consideración los antecedentes presentados durante la etapa de formulación de diagnóstico, el Comité Público Privado del acuerdo por el Aire Limpio identifica los siguientes aspectos como centrales para definir el estado actual de la situación de la calidad del aire de la Región Metropolitana.

1. La Calidad del Aire de la Región Metropolitana ha presentado mejorías en Material particulado respirable, dióxido de azufre, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno. No obstante, en el caso del Ozono, se observa un estancamiento de dicha tendencia. Los niveles de calidad de aire para material particulado respirable, monóxido de carbono y ozono aún se mantienen sobre norma, lo que implica que las condiciones de riesgo para la salud de la población se mantienen.
2. Se constata un incumplimiento de las metas de reducción de emisiones establecidas por el PPDA de la Región Metropolitana para el año 2000 de Material particulado respirable(MP₁₀), compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno. En el caso de éste último, las emisiones aumentaron durante el período 1997-2000. Por otro lado, se han cumplido las metas de dióxido de azufre y monóxido de carbono.
3. El sector fuentes fijas ha hecho una importante contribución a la descontaminación de la Región Metropolitana. Sin limitar su desarrollo, ha cumplido anticipadamente las metas definidas en el PPDA para el años 2005.
4. El sector de las fuentes móviles no ha cumplido las metas de reducción de emisiones establecidas en el PPDA para el año 2000.

3.2 RECOMENDACIONES

En miras a la segunda etapa de este Acuerdo, que pretende aportar sugerencias para el mejoramiento de la calidad del aire en la Región Metropolitana, se recomienda :

1. Dado el incumplimiento de las metas de Material particulado respirable(MP₁₀), compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno, se pone énfasis en identificar claramente las responsabilidades y causales involucradas en el cumplimiento parcial de las metas y medidas del PPDA, como paso fundamental para mejorar la gestión del mismo hacia el futuro.
2. Congelar las emisiones de todos los sectores en la Región Metropolitana, lo que supone la compensación de toda nueva emisión. Por lo que, se sugiere analizar la compensación de emisiones al interior de cada sector y entre fuentes de distintos sectores, dentro de los mismos contaminantes.

-
3. Medir diferenciadamente el impacto de los distintos componentes del material resuspendido en el aire que se respira (inmisión), sus efectos en la salud y su impacto sobre la calidad del aire.
 4. Identificar y medir el impacto de fuentes intra y extra regionales en la calidad del aire de Santiago y su eventual incidencia en la gestión del PPDA. Este análisis debe ser realizado en forma periódica como parte del control del cumplimiento del PPDA.
 5. Impulsar la mantención y perfeccionamiento de la red de monitoreo de calidad de aire (Red MACAM) de acuerdo a los avances tecnológicos y de conocimientos.
 6. Mejorar el catastro de fuentes difusas, de contaminantes atmosféricos para la región Metropolitana.
 7. Analizar la eficiencia, eficacia y cumplimiento de las 104 medidas establecidas en el PPDA.
 8. Analizar la eficiencia y eficacia de las medidas tomadas durante los episodios críticos, relacionadas con restricciones y paralizaciones.
 9. Mejorar la transparencia de las comunicaciones de las autoridades ambientales y la comunidad.
 10. El PPDA debe actualizarse conforme al avance establecido por las nuevas normativas de calidad de aire vigentes en el país.
 11. Incorporar un análisis costo-beneficio de las medidas propuestas en la reformulación, de modo de aportar a la discusión presupuestaria asociada a la implementación de medidas.
 12. Abordar con mayor detalle la contaminación intramuros, a través de medidas tales como: combustibles más limpios para la combustión, características de las viviendas y sensibilización de población expuesta.
 13. Mejorar los modos de transporte ambientalmente sustentables y no contaminantes, privilegiando el uso de transporte público y el desplazamiento de peatones y ciclistas.
 14. Impulsar la renovación tecnológica gradual de la locomoción colectiva. Adicionalmente se debe avanzar en forma paulatina y gradual en nuevas normativas de emisiones para vehículos particulares.
 15. Impulsar el desarrollo y mantención de áreas verdes.
 16. Impulsar el mejoramiento de la calidad de los combustibles, en particular del Diesel.