

## ACTUALIZACIONES

# *Norma Primaria de calidad del aire*

PATRICIA MATUS C.\* y RODRIGO LUCERO CH.\*

### AIR QUALITY STANDARD

*The main purpose of air quality standards is to protect people health from air pollution. They establish a socially accepted level of risk. This article describes the background information considered during the process for updating the current Chilean regulation. Concepts about quality of air, and the effects of the pollutants on the health are described. The procedure followed to fix the new standards is detailed. Finally we state the primary air quality norm, its values as well as the critical limits in order to control critical events of high air pollution*

**Key words:** *air quality, standard, air pollution, people health.*

### RESUMEN

*Las normas primarias de calidad del aire tienen por finalidad proteger la salud de la población de la contaminación atmosférica. Ellas establecen un nivel de riesgo socialmente aceptado. Este artículo describe los antecedentes considerados durante el proceso de actualización de la regulación vigente en Chile. Detalla conceptos sobre la calidad del aire, describe los efectos en la salud de los contaminantes, y el procedimiento seguido para fijar los nuevos estándares. Finaliza enumerando la norma primaria de calidad del aire, sus valores y los límites definidos para ser considerados en el ámbito de la gestión de los episodios críticos o de alta contaminación.*

### INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica de las ciudades es uno de los principales problemas de salud pública que aqueja a los países desarrollados y en vías de desarrollo del mundo.

Las normas primarias de calidad del aire en Chile, establecen el nivel de riesgo a que están expuestos los chilenos, frente a la presencia

de contaminantes atmosféricos. Son también el objetivo o meta de la gestión ambiental, y frente a su incumplimiento se establecen planes de prevención de la contaminación o planes de descontaminación, que a su vez disponen las medidas para recuperar la calidad ambiental deteriorada.

La primera definición normativa en materia de contaminación atmosférica que se dio el

\* Departamento Descontaminación, planes y normas. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

país fue establecida por el Ministerio de Salud, mediante la resolución número 1.215 del año 1978. En ella se fijaron las normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica, definiéndose las normas de calidad del aire para los contaminantes: partículas totales en suspensión (PTS), monóxido de carbono (CO), anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y oxidantes fotoquímicos, expresados como ozono (O<sub>3</sub>). Además establecía otros instrumentos para la gestión del aire, tales como regiones de control de la calidad del aire, criterios para la definición de normas de emisión, prohibiciones y exigencias generales relacionadas con los procesos de combustión.

La Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, vigente desde 1994, fijó una nueva modalidad institucional para la elaboración de normas ambientales y para la gestión de la calidad del aire, incluyendo a las regulaciones que tienen por objetivo proteger la salud de las personas y aquellas que tienen por finalidad proteger el patrimonio ambiental.

Bajo la Ley ambiental, la responsabilidad del establecimiento de regulaciones, recae en la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) quien debe ceñirse a un procedimiento reglamentado<sup>1</sup> que contempla etapas de elaboración de anteproyecto con estudios científicos y técnicos, etapa de consulta pública, evaluación técnico económica y etapa de análisis de las observaciones recibidas. Además la ley obliga a CONAMA a revisar todas las normativas ambientales vigentes a la fecha, y las que a futuro se definan, estableciendo para tal efecto un plazo máximo de 5 años.

La calidad del aire debe controlarse de modo de limitar la presencia de "elementos compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población"<sup>2</sup>. Se establecen las concentraciones y límites de los períodos de exposición de modo que el riesgo producto de la exposición a contaminantes se encuentre dentro de límites aceptables socialmente.

El proceso de definición del estándar por lo tanto debe darse dentro del marco de una de-

finición social en que concurren los aspectos científicos, técnicos, culturales, políticos y económicos. Ellos se identifican, analizan y consideran al momento de tomar la decisión del tipo y nivel de estándar. Para este efecto el procedimiento definido en el decreto N° 93 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, fija las etapas, plazos, criterios y métodos para la definición de la norma o regulación. La decisión final está radicada en el órgano rector del Medio Ambiente en Chile, el Consejo de Ministros de CONAMA, conformado por 13 Ministerios Sectoriales y encabezado por el Ministerio político del Gabinete, la Secretaría General de la Presidencia.

## CALIDAD DEL AIRE

El aire es una mezcla compleja de varias sustancias. Sus principales constituyentes son el nitrógeno, oxígeno, y vapor de agua. En menor cuantía presenta dióxido de carbono, metano, hidrógeno, argón y helio.

Los contaminantes del aire pueden agruparse en dos categorías: los contaminantes primarios, que se emiten directamente a la atmósfera; y los contaminantes secundarios, que se forman en la atmósfera a partir de precursores primarios debido a reacciones químicas tales como hidrólisis, oxidación y reacciones fotoquímicas.

Los contaminantes primarios regulados fueron las partículas totales en suspensión (PTS), el monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el contaminante secundario ozono (O<sub>3</sub>).

Los contaminantes atmosféricos que no están en forma de gas se denominan con el nombre genérico de partículas. Comprenden compuestos químicos en forma sólida o de gotitas líquidas. En función a su tamaño se clasifican en dos grupos, a) las partículas de mayor tamaño que en condiciones normales se depositan por acción de la gravedad, y constituyen la materia sedimentable o polvo; y b) las partículas de diámetro menor que no sedimentan fácilmente y forman en el aire suspensiones estables dotadas de movimiento *browniano*. Se denominan con el nombre de partículas en sus-

pensión o aerosoles. Las partículas se forman de dos maneras: por subdivisiones o roturas de fragmentos mayores de materia y por aglomeración o reunión de fragmentos pequeños incluyendo moléculas<sup>3</sup>.

El método de medición establecido en la resolución 1.215, permitía medir partículas en suspensión en el aire de diámetro aerodinámico equivalente a 25 - 45  $\mu\text{m}$ , que son las partículas de mayor tamaño que se pueden encontrar suspendidas en el aire.

Con el avance de la investigación sobre los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas, se descubrió que los riesgos a la salud eran causados por partículas inhalables o respirables<sup>4</sup>, partículas que se encuentran en el rango de diámetro  $< 10 \mu\text{m}$ , denominadas material particulado respirable ( $\text{PM}_{10}$ ).

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro e insípido producido por la combustión incompleta de combustibles carbónicos tales como la gasolina, el gas natural, el petróleo, el carbón, la madera y otros materiales como el tabaco. Es el contaminante del aire más abundante y ampliamente distribuido en la tropósfera (capa inferior de la atmósfera).

El  $\text{SO}_2$  es un gas incoloro e inodoro en bajas concentraciones y de olor acre cuando está en elevadas concentraciones. Se produce durante la combustión de combustible fósiles, que contengan azufre como son el carbón y el petróleo y en varios procesos industriales, como son la fundición de metales no ferrosos, y la conversión de pulpa en papel, entre otros.

Cuando el  $\text{SO}_2$  y los oxidantes fotoquímicos presentes en la atmósfera reaccionan, se forma trióxido de azufre (o anhídrido sulfúrico), el que al combinarse con agua forma ácido sulfúrico y partículas sulfatadas. Esto contribuye a la formación de lluvia ácida y al aumento de los niveles de material particulado respirable.

El  $\text{NO}_2$  es un gas de color marrón claro que se produce directa e indirectamente en la quema de combustibles fósiles a altas temperaturas en plantas termoeléctricas o vehículos. Este gas se combina con compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de luz solar para formar ozono, por lo que también es conside-

rado precursor de *smog* fotoquímico.

El ozono es un gas que se forma mediante una serie de complejas reacciones, antes mencionadas, en la atmósfera. La concentración de ozono existente en una determinada localidad depende de varios factores, entre los que destacan la cantidad de  $\text{NO}_2$ , cantidad y tipo de COV, intensidad de la radiación solar y otras condiciones climáticas. Cabe recordar que el ozono producido naturalmente en la estratósfera (capa más externa de la atmósfera,  $> 10.000 \text{ msnm}$ ), cumple con la función de proteger a la tierra y sus seres vivos de las radiaciones ultravioletas provenientes del sol, por lo que su beneficio para la protección de la salud de las personas y el medio ambiente resulta indiscutible. El ozono que produce efectos en la salud es el que se encuentra al nivel de la tropósfera.

#### EFFECTOS EN LA SALUD DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

La contaminación atmosférica se asocia a efectos nocivos en la salud humana que van desde efectos fisiopatológicos, aumentos de síntomas respiratorios, consultas diarias y hospitalizaciones a aumento de la mortalidad<sup>5</sup>.

La aparición de efectos sobre la salud de las personas debido a la contaminación atmosférica es una función compleja de variables dependientes de las características del huésped (susceptibilidad), de las características del medio y la interacción entre ellos que determina la exposición.

Se ha observado mayor susceptibilidad a la contaminación atmosférica en las personas de edad avanzada; los niños pequeños; las personas con un nivel de vida bajo, con deficiencias nutricionales, enfermedades infecciosas debido a problemas sanitarios, hacinamiento y en caso acceso a atención de salud; y las personas portadoras de enfermedades que estrechan las vías aéreas, que disminuyen la superficie de intercambio gaseoso de los pulmones, o alteran la relación ventilación/circulación del pulmón<sup>6</sup>.

Con respecto a las variables ambientales, el grado de exposición a contaminantes atmosféricos

ricos (magnitud y duración de ella) condiciona las dosis que finalmente van a explicar la aparición de una gama de efectos sobre la salud. Ellos varían desde los efectos fisiológicos, subclínicos, o clínicos en el nivel individual, y en el nivel de la salud pública alteraciones de la calidad de vida, aumento de consultas, aumento de las hospitalizaciones y aumento de la mortalidad diaria.

Una de las variables ambientales importantes, por lo tanto, es la concentración de los contaminantes en el aire. La concentración no sólo es resultado de la magnitud de las emisiones sino también de la manera en que los principales contaminantes se transportan, se dispersan y reaccionan entre sí en la atmósfera para formar contaminantes secundarios. Estos mecanismos están condicionados por una serie de factores meteorológicos<sup>7</sup>. Entre ellos destacan la presencia de vientos, la temperatura, la radiación solar, la altura o profundidad de la capa de mezcla, las precipitaciones y la topografía local.

Para evaluar la relación exposición -respuesta o dosis- efectos, es preferible utilizar estudios epidemiológicos a los estudios de exposición controlada debido a que aportan información sobre la respuesta de poblaciones y sobre los efectos de las exposiciones reales a contaminantes y mezclas de contaminantes<sup>4</sup>.

A continuación se resumen los antecedentes sobre efectos en la salud de las personas, que se tuvieron en consideración al momento de evaluar las modificaciones a las normas de calidad del aire comprendidas en la resolución número 1.215 del año 1978<sup>8</sup>.

En Chile, desde fines de la década de los ochenta se han realizado varios estudios<sup>8</sup> que han mostrado el efecto de la contaminación atmosférica, principalmente debido a material particulado, sobre la mortalidad diaria (Tabla 1), las consultas y los síntomas respiratorios (Tabla 2), corroborando consistentemente una extensa literatura internacional que ha establecido en promedio un aumento de alrededor del

**Tabla 1. Estudios de asociación entre nivel de PM<sub>10</sub> y mortalidad diaria. Chile, Región Metropolitana. Riesgo relativo de aumento de mortalidad por cada 100 µg/m<sup>3</sup> de aumento del nivel de Material Particulado Respirable**

Autores y período de estudio	Riesgo Relativo para aumentos de 100 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub>	Mortalidad (casos anuales)
Cifuentes y Lave (1988-1991)	Mortalidad total: 1,058 +CO: 1,027 Mortalidad mayor de 65 años +CO: 1,036 Mortalidad respiratoria: 1,14 Mortalidad cardiovascular: 1,08	542
Ostro, et al (1989-1991)	Mortalidad total: 1,035 Mortalidad Respiratoria: 1,13 Mortalidad Cardiovascular: 1,08 Mortalidad menor 64 años: 1,09	542
Salinas y Vega (1988-1991)	Mortalidad total: 1,030	602
Sanhueza et al (1989-1993)	Mortalidad mayores 65 años: 1,052 Mortalidad cardiovascular: 1,025 Mortalidad respiratoria: 1,061	600

fuente: Vega, J. Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud Humana. Evidencias de estudios Recientes. Abril 000. CONAMA Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad de aire para anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>); partículas totales en suspensión (PTS); monóxido de carbono (CO); Ozono (O<sub>3</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

**Tabla 2. Estudios de asociación entre nivel de  $PM_{10}$  y morbilidad en Chile. Riesgo relativo de aumento de morbilidad por cada  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de aumento del nivel de  $PM_{10}$**

Autores y período de estudio	Riesgo Relativo para aumentos de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{10}$
Ilabaca et al (1995-1996)	Urgencias infantiles $PM_{10}$ : 1,08
Belmar et al (1988)	Alteraciones del VEF1, ausentismo escolar y mayores Frecuencia de ronquera
Belmar et al (1988)	Consulta en atención primaria en salud No significativa
Sánchez et al (1992-1993)	Sibilancias. Media Móvil 3 días $PM_{10}$ : 1,78
Oyarzún et al (1992-1994)	Bronquitis obstructiva, rezago: 4 días $PM_{10}$ : 1,22 $PM_{2,5}$ : 1,44
Ostro et al (1992-1993)	Síntomas respiratorios bajos en niños menores de 2 años $PM_{10}$ : 1,08 -1,24 Síntomas respiratorios bajos en niños entre 3 - 15 años $PM_{10}$ : 1,06 -1,18 Ozono: 1,10

Fuente: Vega, J "Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud Humana. Evidencias de estudios Recientes". Abril 2000. CONAMA Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad de aire para anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ); partículas totales en suspensión (PTS); monóxido de carbono (CO); Ozono ( $\text{O}_3$ ) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ).

3% de la mortalidad por cada  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de incremento en las concentraciones de  $PM_{10}$  de 24 horas (Tabla 3).

La exposición al CO se mide por medio del porcentaje de carboxihemoglobina, sus efectos dependen de la intensidad de la exposición, y aparecen en función al grado de hipoxia tisular consecuente, afectando principalmente a los órganos que tienen gran consumo de oxígeno como son el cerebro, corazón, músculos esqueléticos y feto en desarrollo<sup>8</sup>.

Los efectos de la exposición a dióxido de azufre, aparecen a los pocos minutos de ocurrida la exposición e incluyen reducción del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF<sub>1</sub>), aumento de la resistencia de la vía aérea específica, y la aparición de síntomas como son disnea y sibilancias<sup>8</sup>.

Frente a exposiciones menores de  $\text{SO}_2$  y asociadas a la presencia de otros contaminantes, en especial al material particulado, por períodos mayores a 24 horas, estudios epidemiológicos han demostrado un aumento en la mor-

talidad (total, cardiovascular y respiratoria), aumento de las admisiones de urgencia por causas respiratorias totales y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)<sup>8</sup>.

Los estudios sobre exposiciones prolongadas (mayores de un año) y mortalidad, han demostrado mayor asociación con la exposición a material particulado que para el  $\text{SO}_2$ .

La información internacional disponible sobre efecto de la exposición a  $\text{NO}_2$ , indica aparición de broncoconstricción en pacientes asmáticos. Los estudios realizados en Chile no encuentran relación entre mortalidad total y exposición a  $\text{NO}_2$ . Un estudio realizado por Ilabaca<sup>8</sup> muestra un exceso de riesgo de 11% para consultas de urgencia infantil, lo que equivaldría a un exceso de 4.617 consultas anuales atribuibles al  $\text{NO}_2$ . Otro estudio<sup>9</sup> realizado con información de Santiago para el período 1988-1996 encuentra relaciones estadísticamente significativas entre mortalidad diaria y dióxido de nitrógeno.

Los efectos típicos del ozono en la salud

**Tabla 3. Estudios epidemiológicos que muestran asociación entre muertes diarias y concentraciones de PM<sub>10</sub>. Porcentajes de aumento de mortalidad por cada 50 µg/m<sup>3</sup> de incremento en las concentraciones del PM<sub>10</sub> de 24 horas (EPA-1996)**

Ciudad	Referencia	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		% aumento por 50 (µg/m <sup>3</sup> ) PM <sub>10</sub>	
		Media	Máxima	Media	Intervalo 95%
Utah Valley, UT	Pope et al (1992)	47	297	8,0	5,0 - 11,0
St Louis, MO	Dockery et al (1992)	28	97	8,0	0,5 - 15,0
Kingston, TN	Dockery et al (1992)	30	67	8,5	6,0 - 25,0
Birmingham, AL	Schwartz (1993)	48	163	5,0	1,0 - 10,0
Cincinnati, OH	Schwartz (1993)	42		5,5	2,5 - 8,5
Atenas, Grecia	Touloumi et al (1994)	78	306	3,4	2,5 - 4,4
Toronto, Canadá	Ozkaynak et al (1994)	40	96	2,5	1,5 - 3,4
Los Angeles, CA	Kinney et al (1995)	58	177	2,5	0,0 - 5,5
Chicago, IL	Styer et al (1995)	37	365	4,0	0,0 - 8,0
Boston	Schwartz (1996)	24	37	6,1	3,6 - 8,6
Knoxville, TN	Schwartz (1996)	32	47	4,6	0,1 - 9,1
St. Louis, MO	Schwartz (1996)	31	47	3,0	0,6 - 5,4
Steubenville, OH	Schwartz (1996)	46	78	4,6	0,7 - 8,5
Portage, WI	Schwartz (1996)	18	30	3,5	1,8 - 8,8
	Schwartz (1996)	27	43	-2,5	-9,6 - 4,6
Efecto global				3,4	1,7 - 5,2

Fuente: Vega, Jeanette. Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud Humana. Evidencias de estudios Recientes". Abril 2000. CONAMA Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad de aire para anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>); partículas totales en suspensión (PTS); monóxido de carbono (CO); Ozono (O<sub>3</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

son cambios en la función pulmonar que van precedidos por irritación de ojos, disnea y sibilancias en población sensible. La Organización Mundial de la Salud indica que en el caso del ozono, "los problemas de salud de mayor preocupación son: aumento en las admisiones hospitalarias, exacerbación del asma, inflamaciones pulmonares y alteraciones estructurales del pulmón"<sup>6</sup>.

La mayoría de los estudios en Chile no encuentran efectos entre mortalidad total y exposición a ozono. Ilabaca muestra un aumento en las consultas de urgencia infantil de hasta un 23% con niveles de ozono del orden de 106 µg/m<sup>3</sup>. El estudio realizado con información de calidad del aire para el período 1988-1996, antes mencionado, encuentra relaciones estadísticamente significativas entre mortalidad diaria y ozono, solo en los meses cálidos.

## PROCESO DE REVISIÓN DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Siguiendo el procedimiento establecido (Figura 1), el 5 de Enero de 2000 CONAMA dio inicio al proceso de revisión de la norma primaria de calidad del aire para anhídrido sulfuroso, partículas totales en suspensión, monóxido de carbono, ozono y dióxido de nitrógeno, conformándose los equipos de trabajo, Comités Operativo y Ampliado, que tuvieron la responsabilidad de proponer un anteproyecto de norma (Tabla 4). El Comité Operativo estuvo conformado por representante de Ministerios y Servicios públicos del Sistema Nacional de Gestión Ambiental involucrados en la gestión de la calidad del aire y el Comité Ampliado por representantes del mundo académico, de organizaciones no gubernamentales, agrupaciones

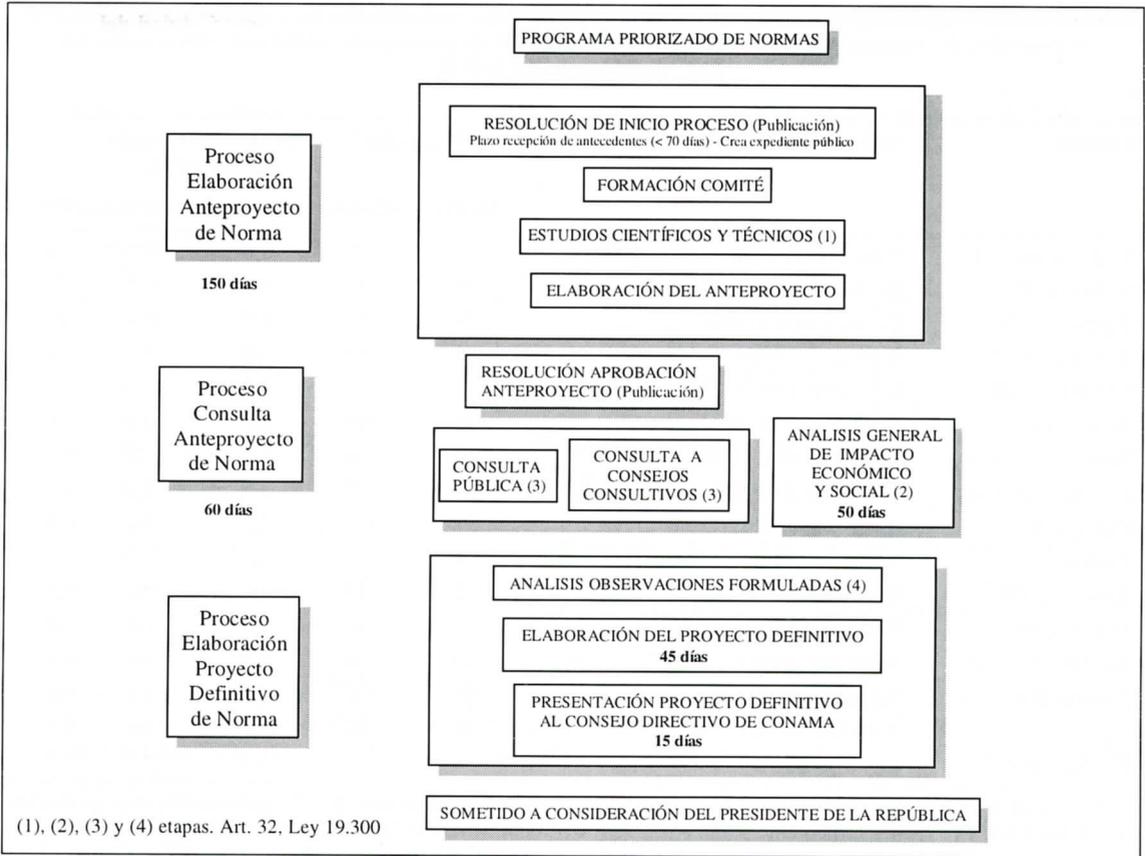


Figura 1. Procedimiento de Dictación de Normas

empresariales y de colegios profesionales.

El trabajo de dichos comités, que duró 8 meses finalizó con la elaboración de los anteproyectos de normas, contempló la discusión de los antecedentes fundamentales para la toma de decisión de modo de definir desde un punto de vista científico-técnico los aspectos que debía contemplar la definición de estándares ambientales en materia de calidad del aire.

Se analizaron los siguientes aspectos: el procedimiento y metodología para la revisión de los niveles ya establecidos de contaminantes en el aire, los efectos en la salud de la población de dichos contaminantes atmosféricos y la vigencia de los objetivos de protección establecidos por la resolución 1.215, antecedente sobre la normativa de calidad del aire aplicada por otros países, el nivel de cumplimiento de la

normativa vigente en el país, antecedentes sobre inventario de emisiones nacionales, es decir la identificación de las principales fuentes de emisión de los contaminantes definidos en las normas, actualización en los métodos de medición (tecnologías analíticas para medir la calidad del aire) y umbrales de alerta para cada uno de los contaminantes o niveles que definen situaciones de emergencia y que implican medidas excepcionales que la autoridad puede tomar dentro del marco de los Planes de Prevención y de Descontaminación.

Una vez elaborados los anteproyectos de norma comenzó la etapa de consulta pública, que duró 60 días, y la evaluación técnica y económica de las propuestas.

La Consulta pública de los Anteproyectos de Revisión de Normas Primarias de Calidad de Aire para SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, y PTS se

**Tabla 4. Comité Operativo y Comité Ampliado, procedimiento de Revisión de Norma Calidad del Aire**

Comité Operativo	Comité Ampliado
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministerio de Salud</li> <li>• Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones</li> <li>• Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción</li> <li>• Ministerio de Obras Públicas</li> <li>• Ministerio de Minería</li> <li>• Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)</li> <li>• Comisión Nacional de Energía</li> <li>• Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente</li> <li>• Servicio de Salud de Antofagasta</li> <li>• Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota</li> <li>• Servicio de Salud Valparaíso-San Antonio</li> <li>• Servicio de Salud O'Higgins</li> <li>• Servicio de Salud de Talcahuano</li> <li>• Servicio de Salud de Concepción</li> <li>• Servicio de Salud Araucanía Sur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colegio Médico</li> <li>• Sociedad Chilena de Epidemiología</li> <li>• OPS/OMS</li> <li>• Colegio de Ingenieros de Chile/Instituto de Ingenieros de Chile</li> <li>• RENACE</li> <li>• Casa de la Paz</li> <li>• Green Peace Pacífico Sur</li> <li>• Chile Ambiente</li> <li>• SOFOFA</li> <li>• CODELCO</li> <li>• ENAMI</li> <li>• SONAMI</li> <li>• Consejo Minero</li> <li>• Asociación de Industrias Metalúrgicas y Metalmecánicas</li> <li>• Asociación Metropolitana de Transporte</li> <li>• Claiss</li> <li>• SGA Ibersis</li> <li>• Depto Bioquímica, Universidad de Chile</li> <li>• CIMAB, Facultad de Medicina, Universidad de Chile</li> <li>• Depto Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Chile</li> <li>• Depto de Salud Pública, Universidad Católica de Chile</li> <li>• Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción</li> </ul>

Fuente: CONAMA Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad de aire para anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>); partículas totales en suspensión (PTS); monóxido de carbono (CO); Ozono (O<sub>3</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

realizó entre el 16 de septiembre y el 14 de noviembre de 2000. Ella consistió en la publicación en Diario de Circulación nacional y Diario Oficial de resúmenes de los anteproyectos y la recepción de opiniones por escrito y el desarrollo de 5 talleres a lo largo del país, en las ciudades de Antofagasta, Copiapó, Santiago, Concepción y Rancagua, completando un universo de 328 asistentes. Además se presentaron los anteproyectos de Norma al Consejo Consultivo Nacional, el que apoyó dichas iniciativas.

Durante la etapa de consulta se recibieron sobre 200 observaciones relacionadas con los contaminantes y sus valores, solicitud de mayores antecedentes técnicos, observaciones relacionadas con las metodologías de medición, control y fiscalización<sup>10</sup>.

El análisis general del impacto económico y social de los anteproyectos de norma se centró en evaluar los impactos sobre generadores de contaminantes y población afectada por el contaminante anhídrido sulfuroso y el contaminante ozono, ya que las restantes modificaciones propuestas para los otros contaminantes no implicaban impactos económicos cuantificables para el país<sup>11</sup>.

Las modificaciones realizadas a la norma de ozono no implican costos adicionales a los actuales pues si bien se vuelve más estricta, ya que se reduce el nivel de 80 a 60 partes por billón, la modificación del intervalo de tiempo en el que se debe verificar que pasa de 1 hora a 8 horas, hace que se reduzcan en alrededor de un 7% las excedencias constatadas en la región metropolitana del país, única zona

en la que se ha detectado sobrepasamiento de la norma.

El anteproyecto de norma primaria para anhídrido sulfuroso, contemplaba la inclusión de una norma horaria, que tenía la finalidad de proteger a la población de eventos cortos de exposición y la aparición de efectos agudos en ella, en particular sobre la población de asmáticos y la reducción del valor de la norma diaria, que tiene por sentido proteger a la población general.

El análisis de costo-beneficio de dicha norma concluyó que los costos a incurrir eran importantes (sobre US \$ 225.000.000) por concepto de manejo de episodios críticos por medio del control de la fusión y el establecimiento de modelos predictivos de la concentración horaria. Y, que los beneficios no pudieron ser cuantificados debido a ausencia de información sobre la prevalencia de personas asmáticas en las localidades expuestas a emisiones de este gas (áreas de impacto de las fundiciones Altonorte de Noranda; Hernán Videla Lira; Ventanas; y Caletones).

Por lo tanto, el estudio recomendó generar mayor información sobre grupos sensibles y establecer en el futuro una norma horaria teniendo en consideración la magnitud del problema que se pretende controlar con dicha norma.

En lo relativo a la norma diaria de anhídrido sulfuroso, el estudio recomienda fijar el valor propuesto dado que dicha norma no tendría efectos económicos significativos en las áreas de impacto de las fundiciones de cobre y en el caso de la ciudad de Talcahuano los beneficios serían mayores que los costos, suponiendo un eventual plan de descontaminación.

Una vez finalizado el análisis de las observaciones recibidas e incorporado los resultados de la evaluación técnica económica, se presentó al Consejo de Ministros de CONAMA, el 25 de abril del 2001, una propuesta de modificación de las normas de calidad del aire, que fue aprobada.

Las principales modificaciones establecidas a las normas de calidad del aire fueron:

- Modificaciones del límite horario para CO y el límite diario de SO<sub>2</sub> volviéndolos más estrictos,

- Cambio de la norma de ozono, transformándose de una norma que controla la exposición aguda en una hora a una exposición de 8 horas y reducción del límite de 80 a 60 ppb,
- Deja sin efecto la norma para PTS e
- Incorpora la concentración horaria para el NO<sub>2</sub>.

## NORMA DE CALIDAD DEL AIRE

La Tabla 5 indica los niveles establecidos para las normas primarias de calidad del aire, para los contaminantes ya mencionados. El material particulado respirable, PM<sub>10</sub>, está normado en otros dos cuerpos legales<sup>12</sup>, que no fueron objeto de la revisión presentada en este artículo.

Además Chile también tiene normado un contaminante específico presente en el material particulado como es el plomo<sup>13</sup>. Todas estas normas son de aplicación obligatoria en todo el territorio de la República, la verificación de su cumplimiento debe hacerse por medio de mediciones en donde existan asentamientos humanos, realizadas directamente por los servicios de salud o certificadas por ellos mismos.

Aparte de los niveles de concentración establecidos en ppbv (unidad de medida de concentración en volumen, correspondiente a una milésima parte por billón) y en microgramos por metro cúbico normal, se definieron niveles que originan situaciones de emergencia para todos los contaminantes (Tabla 6).

Para evaluar si el nivel de la norma ha sido excedido o está por ser excedido se deben considerar los promedios aritméticos de 3 años consecutivos en el caso de la concentración anual, y el percentil 99 de los máximos diarios de concentraciones de 8 horas o 1 hora según corresponda a cada norma en particular.

Las normas también establecen exigencias específicas para considerar válidas las mediciones y definen programas generales de implementación de las normas, que contemplan:

- La clasificación por parte de los Servicios de Salud de aquellas estaciones de monitoreo con representatividad poblacional, dando un

**Tabla 5. Normas Primarias de Calidad del Aire<sup>(1)</sup>**

Contaminante	Norma	Unidad	Período de evaluación
Partículas Totales en Suspensión (PTS)	Derogada		
Material Particulado respirable (PM <sub>10</sub> ) <sup>(2)</sup>	150	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética diaria <sup>(*)</sup>
	50	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética anual de 3 años consecutivos
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	80	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética anual de 3 años sucesivos
	250	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética diaria de 3 años sucesivos <sup>(**)</sup>
Oxidantes fotoquímicos (O <sub>3</sub> )	120	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética de 8 horas de 3 años sucesivos <sup>(**)</sup>
Monóxido de Carbono (CO)	30	mg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética horaria de 3 años sucesivos <sup>(**)</sup>
	10	mg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética de 8 horas de 3 años sucesivos <sup>(**)</sup>
Dióxido de Nitrogeno (NO <sub>2</sub> )	100	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética anual de 3 años sucesivos
	400	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética horaria de 3 años sucesivos <sup>(**)</sup>
Plomo <sup>(3)</sup>	0,5	µg/m <sup>3</sup> N	Media aritmética anual de dos años sucesivos

(1) Aprobada por Consejo de Ministros de CONAMA 25/04/2001

(2) DS 59/1998 y DS 45/2001

(3) DS 136/2000

(\*) Percentil 98; (\*\*) Percentil 99

m<sup>3</sup>N= metro cúbico normal (a 25° C y 1 atmósfera)

**Tabla 6. Niveles que definen episodios críticos de contaminación<sup>(1)</sup>**

Niveles	PM <sub>10</sub> <sup>(2)</sup> µg/m <sup>3</sup> N <sup>(*)</sup>	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup> N <sup>(**)</sup>	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> N <sup>(**)</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> N <sup>(**)</sup>	CO mg/m <sup>3</sup> N <sup>(***)</sup>
Nivel 1	195 - 239	400 - 790	1.962 - 2.615	1.130 - 2.259	17 - 33
Nivel 2	240 - 329	800 - 999	2.616 - 3.923	2.260 - 2.999	34 - 39
Nivel 3	≥ 330	≥ 100 <sup>(***)</sup>	≥ 3.924	≥ 3.000	≥ 40

(1) Aprobada por Consejo de Ministros de CONAMA 25/04/2001

(2) DS 59/1998

(\*) en 24 horas

(\*\*) concentración de una hora

(\*\*\*) concentración de ocho horas

plazo de 6 meses a partir de la entrada en vigencia de la norma;

- La elaboración de un Manual de aplicación de la norma por parte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente;
- La elaboración de un diagnóstico de la calidad del aire por parte de los Servicios de Salud, para lo que se establece un plazo de 3 años;
- La implementación de un programa de se-

guimiento del cumplimiento de las normas, por parte de la CONAMA; y

- El estudio sobre efectos agudos del SO<sub>2</sub>: niveles de concentraciones de calidad del aire para 5 minutos y una hora de exposición e incidencia y prevalencia de asma, en especial en aquellas localidades en las que existe población expuesta a altos niveles de concentraciones de dióxido de azufre en períodos cortos de exposición.

Las Normas primarias de calidad del aire entrarán en vigencia al mes siguiente de ser publicadas en el Diario Oficial.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Decreto Supremo n° 93 Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, Diario Oficial 26 de octubre de 1995.
- 2.- República de Chile, Ley de Bases del Medio Ambiente, N° 19.300 de 1994.
- 3.- FERNÁNDEZ-PATIER R. Taller: Plomo y otros metales pesados, la atmósfera, Santiago de Chile de 28 Agosto 1997. Centro de documentación CONAMA.
- 4.- SGA Ibersis Estudio. Antecedentes para la revisión de las normas de calidad del aire contenidas en la Resolución N° 1.215, del Ministerio de Salud, Centro de Documentación CONAMA, 1999.
- 5.- VEGA J. Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. Evidencias de estudios recientes. Abril 2000. CONAMA. Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad del aire para anhídrido sulfuroso, partículas totales en suspensión, monóxido de carbono, ozono y dióxido de nitrógeno.
- 6.- WHO. Guidelines for air quality, Geneva 1999.
- 7.- ONURSAL B, GAUTAM S. Contaminación atmosférica por vehículos automotores, experiencias recogidas en siete centros urbanos de América Latina. Banco Mundial Documento Técnico N° 373S, 1997.
- 8.- CONAMA. Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad del aire para anhídrido sulfuroso, partículas totales en suspensión, monóxido de carbono, ozono y dióxido de nitrógeno.
- 9.- CIFUENTES L, LAVE L, VEGA J, KOPFER J. Efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana. CONAMA. Expediente público rol NOR 01/2000, Revisión de las normas primarias de calidad del aire para anhídrido sulfuroso, partículas totales en suspensión, monóxido de carbono, ozono y dióxido de nitrógeno. Enero 2000.
- 10.- Centro de Estudios para el Desarrollo. Informe final. Programa de participación ciudadana anteproyecto revisión de normas primarias de calidad del aire para anhídrido sulfuroso, partículas totales en suspensión, monóxido de carbono, ozono y dióxido de nitrógeno. Diciembre 2000.
- 11.- CONAMA. Análisis general del impacto económico y social de las normas primarias de calidad del aire para anhídrido sulfuroso, partículas totales en suspensión, monóxido de carbono, ozono y dióxido de nitrógeno. Noviembre 2000.
- 12.- Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Decreto Supremo N° 59/1998.
- 13.- Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Decreto Supremo n° 136/2000.