

MANUAL DE APLICACIÓN DE LAS NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE PARA GASES

CONAMA

PREPARADO POR



G E S T I O N A M B I E N T A L C O N S U L T O R E S

 ecology and environment, inc.

ÍNDICE

1	Presentación	3
2	Introducción	4
2.1	Objetivos de las Normas Contenidas en el Presente Manual	4
2.1.1	D.S. N° 115 de 2002 para monóxido de carbono	4
2.1.2	D.S. N° 112 de 2002 para ozono	5
2.1.3	D.S. N° 113 de 2002 para dióxido de azufre.....	6
2.1.4	D.S. N° 114 de 2002 para dióxido de nitrógeno.....	6
2.2	Objetivos del Manual de Aplicación de las Normas de Calidad de Aire de Gases	7
2.3	Contenidos del Manual de Aplicación y Equipo de Trabajo	7
3	Antecedentes Generales a Tener en Cuenta en del Monitoreo de Contaminantes.....	9
3.1	Objetivos del Monitoreo de Calidad del Aire	9
3.2	Requerimientos de Calidad de la Información de monitoreos de calidad del aire	10
3.3	Garantía o aseguramiento de calidad y control de calidad	10
3.4	Frecuencias de Medición	11
3.5	Infraestructura de los sitios de medición	11
3.6	Criterios para Seleccionar Lugares de Muestreo	12
4	Norma Primaria de Calidad de Aire para Monóxido de Carbono (CO) D.S. N°115 de 2002 del Ministerio Secretaría General de La Presidencia. (DO 10.09.2002)	14
5	Norma Primaria de Calidad de Aire para Ozono (O₃). D.S. N°112 de 6 de Agosto de 2002, del Ministerio Secretaría General de La Presidencia de La República. (DO 6.03.2003).	3
6	Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Azufre (SO₂). D.S. N°113 de 6 de Agosto de 2002, del Ministerio Secretaría General de La Presidencia de La República. (DO 6.03.2003).	22
7	Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Nitrógeno (NO₂). D.S. N°114 de 6 de Agosto de 2002, del Ministerio Secretaría General de La Presidencia de La República. (DO 6.03.2003).	44
	ANEXO: Proceso de revisión	66
7.1	Antecedentes y material revisado	66
7.2	Cronograma	68
7.3	Expediente Público.....	69
7.4	Aspectos planteados en los talleres regionales del proceso de consulta pública, y que tienen relación con los objetivos que persigue la elaboración de un Manual de Aplicación.....	71

MANUAL DE APLICACIÓN DE LAS NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE PARA GASES

1 PRESENTACIÓN

Ya desde 1916 se puede encontrar en nuestra legislación cuerpos legales que, directa o indirectamente, abordan el problema de la calidad del aire en Chile. La Ley 3.133 de ese año dictada por el Ministerio de Obras Públicas regulaba la contaminación de cuerpos y cursos de aguas, y en su artículo 2 rezaba *“La neutralización de los residuos será necesaria en los establecimientos ubicados en las poblaciones o vecindades de ellas, siempre que dichos residuos contaminen el aire”*.

Pero debieron pasar otros 45 años para que el problema de la calidad del aire fuera abordado con más decisión. Recién en 1961 se publicó en el D.S. 144 del Ministerio de Salud la primera norma de emisión de contaminantes atmosféricos. Esta norma prohibía totalmente la emanación de humos visibles que causaran daños o molestias al vecindario, tanto desde fuentes fijas como móviles.

Sin embargo, no fue sino hasta 1978 cuando se dictó la primera norma de calidad del aire. Así, en la Resolución 1.215/78 del Ministerio de Salud, llamado “Normas Sanitarias Mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica” se establecen por primera vez las normas primarias de calidad del aire. Es decir, el país definió los niveles de contaminación que estaba dispuesto a aceptar en lo que se refiere a monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos, expresados como ozono, dióxido de nitrógeno, anhídrido sulfuroso y partículas totales en suspensión, con el fin de proteger la salud de la población.

Este decreto, junto con la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente en 1994 y la implementación de la red de monitoreo en Santiago, permitió la declaración de la ciudad como Zona Saturada por material particulado respirable, partículas totales en suspensión, monóxido de carbono y ozono en 1996, dando origen a los posteriores Planes de Descontaminación.

Actualmente, los instrumentos de gestión de la calidad del aire se han vuelto cada vez más sofisticados y eficientes, y se ha hecho necesaria la revisión de las normas de calidad del aire que se establecían en la Resolución 1.215. Esta revisión ha dado origen a los D.S. N° 115/02 para CO; N° 112/02 para O₃; N° 113/02 para SO₂; N° 114/02 para NO₂, del MINSEGPRES, los que contienen mucho más que los valores aceptables de contaminantes en el aire. En efecto, estas normas contienen además la forma en que deben llevarse a cabo las mediciones de las concentraciones en el aire y los niveles que determinan la declaración de estados de alerta, pre-emergencia y emergencia ambiental.

Este Manual de Aplicación, por su parte, pretende ser un instrumento que permita una interpretación correcta y consensuada de estas normas, lo que redundará necesariamente en una mejor gestión del control de la contaminación atmosférica, tanto para los emisores de contaminantes como para los encargados de fiscalizar su cumplimiento.

2 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido en la ley 19.300, es deber del Estado dictar normas y revisarlas cada cinco años, con el fin de regular la presencia de contaminantes en el medio ambiente de manera de prevenir que estos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones y periodos, un riesgo para la salud de las personas.

2.1 Objetivos de las Normas Contenidas en el Presente Manual

En cumplimiento a lo establecido en la Ley de Bases del Medio Ambiente respecto de la necesidad de revisar las normas en períodos quinquenales, se procedió a revisar la Resolución 1.215 del Ministerio de Salud, y sobre la base de los antecedentes técnicos y económicos que justifican su modificación con el objetivo de proteger la salud de la población, se dio paso a la elaboración de los decretos supremos 112, 113, 114 y 115 de 2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia¹.

2.1.1 D.S. N° 115 de 2002 para monóxido de carbono

El pulmón es la principal ruta de excreción y absorción de monóxido de carbono y los resultados de diversos estudios recientes han mostrado que aparece asociado a efectos respiratorios y cardiovasculares, entre otros.

La exposición al monóxido de carbono se puede evaluar a través de los niveles de carboxihemoglobina (COHb) que se expresa como porcentaje de la hemoglobina (Hb) total que está unida al monóxido de carbono. Según la Organización Mundial de la Salud, el nivel en la sangre de las personas expuestas a monóxido de carbono no debiera exceder un 2.5% de COHb. Con lo anterior, se protege a la población no fumadora, de mediana y mayor edad frente a enfermedad de la arteria coronaria latente o reportada y

¹ Se distinguen la fecha de los decretos, en que fueron asignados por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia, de la fecha en que, habiendo tomado razón la Contraloría General de la República, se publican en el diario oficial. Las fechas de publicación de las normas son las siguientes: Norma de CO: 10 de septiembre de 2002; Normas de NO₂, O₃ y SO₂: 6 de marzo de 2003.

de ataques de isquemia miocárdica aguda; y al feto en madres no fumadoras, de efectos hipóxicos adversos.

La definición de niveles de emergencia ambiental tiene por objetivo proteger a la población en situaciones de excepción, de niveles de concentración que por su magnitud y periodo de exposición pueden producir efectos agudos sobre la salud, especialmente en las personas más sensibles.

Para fijar los niveles que definen situaciones de emergencia ambiental, se tuvo en consideración la normativa de otros países, por lo cual en este nuevo decreto se definen niveles de concentración para un período de exposición de ocho horas y no para exposiciones menores.

2.1.2 D.S. N° 112 de 2002 para ozono

El ozono es un oxidante que se produce en la tropósfera por efecto de la acción de la radiación solar sobre los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. De este modo, los COVs, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno constituyen precursores de ozono.

Las características dañinas del ozono en la salud de la población se originan en su gran capacidad oxidante, que lo hace reaccionar con toda clase de sustancias orgánicas, pudiendo penetrar los tejidos de la región pulmonar y afectar principalmente los bronquios y alvéolos. Los efectos típicos del ozono en la salud son cambios en la función pulmonar, que van precedidos por irritación de ojos y síntomas del pecho y de las vías respiratorias, en los grupos más sensibles de la población.

Por ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS) 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”.

Los estudios realizados por la OMS y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos señalan que los efectos del ozono sobre la salud de la población se pueden asociar claramente con exposiciones de una duración de 6 a 8 horas y que son estadísticamente significativos. Así, para fijar los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental, se tuvo en consideración lo señalado por la OMS en relación a los efectos agudos sustanciales, que se producen sobre la población cuando ésta realiza ejercicios con exposiciones de 1 hora a un determinado nivel de concentración, particularmente en individuos susceptibles.

Sin embargo, el ozono puede presentar efectos adicionales tales como daños sobre la vegetación, ecosistemas y materiales expuestos a este contaminante.

2.1.3 D.S. N° 113 de 2002 para dióxido de azufre

El dióxido de azufre es un importante broncoconstrictor desde los primeros minutos de exposición y su efecto aumenta con la actividad física, con la hiperventilación, al respirar aire frío y seco y en personas con hiperreactividad bronquial. La exposición a este contaminante puede producir efectos agudos y crónicos sobre la salud, lo que requiere recopilar información sobre la incidencia y prevalencia de asmáticos y los niveles de concentración de calidad de aire para dióxido de azufre en periodos cortos de exposición. Este contaminante puede presentar efectos adicionales a los de salud tales como daños sobre la vegetación, ecosistemas y materiales expuestos.

El dióxido de azufre se origina de la combustión del azufre contenido en los combustibles fósiles (petróleos combustibles, petróleo diesel y carbón), de la fundición de minerales que contienen azufre y de otros procesos industriales, y es un precursor de aerosoles secundarios.

En nuestro país, las situaciones de emergencia ambiental para este contaminante están asociadas a niveles de exposición como concentración de 1 hora y se verifican principalmente en áreas circundantes a grandes megafuentes emisoras de dióxido de azufre. En algunas de estas áreas se han registrado altos niveles de concentración de dióxido de azufre en el aire, debido a la magnitud de las emisiones de estas megafuentes.

Los niveles y período de exposición establecidos son los que se encontraban vigentes en el marco del D.S N°185 de 1991, del Ministerio de Minería. Para estos niveles, y en las áreas vinculadas a megafuentes, existe en aplicación planes operacionales para el control de los episodios críticos, en el contexto de planes de descontaminación vigentes.

Para el caso de los niveles que definen situaciones de emergencia ambiental, y por estar estos vinculados desde el punto de vista conceptual a efectos agudos, no se establecen en esta norma niveles de emergencia ambiental como concentración anual.

2.1.4 D.S. N° 114 de 2002 para dióxido de nitrógeno

La Organización Mundial de la Salud reporta que la exposición a dióxido de nitrógeno puede producir efectos agudos y crónicos sobre la salud de las personas. En el caso de los agudos, se ha reportado un amplio rango de efectos sobre la población asmática, la que probablemente constituye la población más sensible. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) reporta que la exposición a dióxido de nitrógeno puede irritar los pulmones y disminuir la resistencia ante infecciones respiratorias, particularmente en individuos con enfermedades respiratorias pre-existentes, tales como asma.

El dióxido de nitrógeno es producido directa e indirectamente por la quema de combustibles a altas temperaturas. En el proceso de combustión, el nitrógeno se oxida para formar principalmente óxido nítrico y en menor proporción dióxido de nitrógeno. El óxido nítrico se transforma en dióxido de nitrógeno mediante reacciones que suceden en presencia de smog fotoquímico. A su vez, el dióxido de nitrógeno puede combinarse con compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar para formar ozono, así como con agua para formar ácido nítrico y nitratos. Esto contribuye a la producción de lluvia ácida y al aumento de los niveles de MP10 y MP2,5 por la formación de aerosoles secundarios.

La aplicación de los D.S. N° 115/02 para CO; N° 112/02 para O₃; N° 113/02 para SO₂; N° 114/02 para NO₂, del MINSEGPRES rige para todo el territorio de la República donde exista población, lo que se analiza y describe claramente en cada norma que en este manual se aborda.

2.2 Objetivos del Manual de Aplicación de las Normas de Calidad de Aire de Gases

Este Manual de Aplicación pretende ser un instrumento que permita una interpretación correcta y consensuada de las nuevas normas de calidad ambiental publicadas en los D.S. 112, 113, 114 y 115, apoyando con ello la gestión del control de la contaminación atmosférica, tanto a los emisores de contaminantes como a los profesionales encargados de fiscalizar su cumplimiento.

2.3 Contenidos del Manual de Aplicación y Equipo de Trabajo

El presente Manual de Aplicación de los D.S. N° 115/02 para CO; N° 112/03 para O₃; N° 113/03 para SO₂; N° 114/03 para NO₂, del MINSEGPRES contiene las aclaraciones respecto de las diferentes interpretaciones que pudieran surgir de dichas normas, desarrolladas párrafo a párrafo. **No coinciden las fechas, revisar**

Así, en cada norma se ha respetado el texto original, agregando en cada aspecto que amerita una explicación o que es susceptible de más de una interpretación, los comentarios que permitan al lector interpretar adecuadamente su aplicación. Cuando se ha estimado conveniente se han incluido ejemplos, los que se han desarrollado paso a paso, facilitando así la comprensión del texto. De esta manera, la lectura de cada norma que contiene este manual puede realizarse independientemente y en su propio mérito.

A fin de facilitar la lectura, los comentarios y ejemplos se presentan en letra cursiva y en color azul, y se incorporan cuadros que resaltan los conceptos más importantes de tener en cuenta en la aplicación de estas normas.

Se incluye en el artículo correspondiente las condiciones en que debe aplicarse la declaración de estados de excepción y una aclaración respecto de la fecha en que entran en vigencia los distintos aspectos de cada uno de estos decretos.

Adicionalmente, se ha incluido un capítulo especial que considera los requisitos mínimos que deben tenerse en cuenta para un adecuado monitoreo de contaminantes, en el que se considera: Objetivos del monitoreo de calidad del aire; Requerimientos de calidad de los datos; Garantía o aseguramiento de calidad y control de calidad; Frecuencias de medición; Infraestructura mínima en los sitios de medición; y los Criterios para seleccionar lugares de muestreo. De esta forma, se pretende orientar al usuario para la correcta medición de contaminantes.

Finalmente, en Anexo se describe el proceso de elaboración de las normas objeto del presente Manual, y una descripción del proceso de participación ciudadana y sus principales conclusiones.

Los Profesionales que participaron en la elaboración de este Manual de Aplicación, en orden alfabético, son:

Gabriel Del Fávero
Daniel Gordon
Marina Hermosilla
Ricardo Katz
Hugo Sandoval
Javier Vergara

3 ANTECEDENTES GENERALES A TENER EN CUENTA EN DEL MONITOREO DE CONTAMINANTES

A continuación se realiza una breve descripción de los aspectos que, a juzgar por las opiniones de las personas que participaron en los talleres de consulta de las normas realizados en los respectivos procesos de consulta pública, resultan relevantes de tener en cuenta en la aplicación de las normas de calidad del aire, específicamente en lo que se refiere al monitoreo de los contaminantes.

3.1 Objetivos del Monitoreo de Calidad del Aire

Los objetivos que se persiguen al realizar el monitoreo de contaminantes en el aire son múltiples, y ello determinará la forma en que éste se lleve a cabo. Estos objetivos se listan en Cuadro 1.

Cuadro 1. Objetivos del monitoreo de calidad del aire

- Determinar los niveles de concentración de contaminantes atmosféricos a los que está expuesta la población y el medio ambiente físico.
- Entregar información sobre el estado de la calidad del aire, sistema público.
- Cumplir con resoluciones sobre medición impuestas por la autoridad competente.
- Verificar el cumplimiento de estándares de calidad de aire nacionales e internacionales.
- Determinar la concentración de contaminantes del aire de entrada a un valle o ciudad.
- Detectar el transporte de contaminantes de largo alcance (caso de fuentes lejanas)
- Determinar las tendencias de acumulación de contaminantes en la atmósfera.
- Desarrollar políticas, programas de control y acciones para el mejoramiento de la calidad del aire.
- Desarrollar herramientas de control de la contaminación atmosférica (modelamiento, sistemas de información geográfica de distribución de la contaminación y exposición de personas, entre otras)
- Determinar la necesidad del control de la contaminación en los niveles actuales y futuros de calidad del aire.
- Verificar la efectividad de las medidas de control.
- Validar los resultados de los inventarios de emisiones y modelos de predicción de la calidad del aire.

Fuente: Elaboración de Reglamentos y Protocolos de Procedimientos para el Aseguramiento de la Calidad del Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos. Informe Final. CENMA. Octubre, 2003

3.2 Requerimientos de Calidad de la Información de monitoreos de calidad del aire

En Cuadro 2, se entregan los requerimientos de calidad que es aconsejable satisfagan los datos recolectados por los monitores.

Cuadro 2. Requerimientos de calidad de los datos

- Exactitud: Indica la cercanía que muestra el valor medido con el del valor real del gas patrón o de referencia.
- Precisión: Entrega la reproducibilidad del dato. Se entiende como la precisión de un método analítico expresada como la concordancia entre determinaciones independientes realizadas bajo condiciones diferentes
- Representatividad: Indica el grado en que la muestra de contaminación es típica con respecto a las condiciones, al período, y a la localidad de la cual proviene el dato.
- Comparabilidad: Se refiere a la extensión de las redes de monitoreo ??
- Completitud: Cantidad de datos válidos obtenidos como fracción de lo que se

Fuente: Elaboración de Reglamentos y Protocolos de Procedimientos para el Aseguramiento de la Calidad del Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos. Informe Final. CENMA. Octubre, 2003.

3.3 Garantía o aseguramiento de calidad y control de calidad

En monitoreos de calidad del aire se aplica con frecuencia los conceptos *Quality Assurance* y *Quality Control*, los que corresponden a Garantía o Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad, respectivamente. Los objetivos de estos conceptos se entregan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Objetivos de QA/QC del monitoreo de calidad del aire

- Medidas exactas, precisas y confiables.
- Datos representativos del ambiente o de las condiciones del lugar.
- Medidas consistentes en el tiempo
- Resultados comparables y trazables con respecto a los patrones meteorológicos
- Alta captura de datos, uniformemente distribuidos
- Óptimo uso de los recursos

Fuente: Elaboración de Reglamentos y Protocolos de Procedimientos para el Aseguramiento de la Calidad del Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos. Informe Final. CENMA. Octubre, 2003

3.4 Frecuencias de Medición

Las mediciones de gases con monitores continuos (automáticos, es decir que proporcionan datos en forma permanente e instantánea) entregan resoluciones de tiempo que pueden llegar a valores cada minuto, los que con posterioridad son promediados para entregar valores horarios, diarios, semanales, mensuales y anuales. Por lo general, un mínimo de 75% de observaciones totales es la que se necesita para efectuar el procesamiento de la información para cada una de las resoluciones de tiempo. A continuación, se presenta el Cuadro 4, el que indica el número necesario de observaciones requeridas por intervalo de tiempo, de acuerdo a la normativa de gases vigente.

Cuadro 4. Número de observaciones necesarias para validar monitoreos

<u>Intervalo de tiempo</u>	<u>Período de operación</u>
1 h promedio	30 minutos
8 h promedio	6 horas de medición
24 h (1 día)	18 horas de observaciones

Fuente: Normas calidad de aire para CO; O₃; SO₂ y NO₂. DS N° 115/02, 112/03; 113/03 y 114/03 del MINSEGPRES, respectivamente.

3.5 Infraestructura de los sitios de medición

En general, en los sitios seleccionados para efectuar la medición de contaminantes es recomendable que se cumplan con ciertos requerimientos, los que se describen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Infraestructura mínima en los sitios de medición

- Disponer de red de energía eléctrica que cubra el consumo de la estación monitora completa, cuando la estación entra en operación y que evite las caídas de la red de alimentación.
- Disponer de acceso a conexión telefónica.
- Contar con espacio libre suficiente para estacionar los vehículos que ingresan al lugar.
- Permitir la carga y descarga de cilindros de gas y equipamiento, sin impedimentos físicos.
- Fácil acceso al lugar durante las 24 horas del día.
- El sitio debe garantizar la ausencia de actos vandálicos en su entorno.

Fuente: Elaboración de Reglamentos y Protocolos de Procedimientos para el Aseguramiento de la Calidad del Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos. Informe Final. CENMA. Octubre, 2003.

3.6 Criterios para Seleccionar Lugares de Muestreo

La selección de los lugares de muestreo debe ser efectuada cuidadosamente según los objetivos del monitoreo. Esta determinación puede realizarse de acuerdo a las normas de la USEPA, *United States Environmental Protection Agency* para los contaminantes atmosféricos, y a las normas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para los parámetros meteorológicos, previo haber realizado una visita de inspección a la zona en que se efectuarán las mediciones.

En Cuadro 6, se entregan algunos aspectos a considerar para la elegir el lugar en que se instalarán las estaciones de monitoreo.

Cuadro 6. Aspectos a considerar para seleccionar lugar de instalación de estaciones monitoras

- El acceso al lugar debe estar expedito las 24 horas del día.
- El lugar elegido debe disponer de energía eléctrica y satisfacer la demanda energética de la estación.
- La toma de muestras de contaminantes debe ser colocada entre 3 a 15 m. sobre el nivel de la tierra, y a 1 o 2 metros sobre el techo de la caseta.
- El sitio de muestreo debe estar libre de riesgos de inundación, aluviones y acción vandálica.
- Las estaciones meteorológicas que midan velocidad y dirección del viento, deben estar libres de interferencia por obstáculos. Para ello, se efectúa la medición en una torre de 10 metros de altura, sobre la superficie en que está montado el mástil, y a una distancia de 10 veces la altura del obstáculo más próximo.

Fuente: Basado en Apuntes Curso de Especialización en Contaminación Ambiental.
Módulo Contaminación Atmosférica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
Universidad de Chile. 1998.

4 NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DE AIRE PARA MONÓXIDO DE CARBONO (CO) D.S. Nº115 DE 2002 DEL MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. (DO 10.09.2002)

TITULO I

Disposiciones Generales y Definiciones

Artículo 1.- La presente norma de calidad ambiental tiene por objetivo proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos generados por la exposición a niveles de concentración de monóxido de carbono en el aire.

COMENTARIO: *El concepto “población” debe entenderse como una referencia genérica a cada uno de los seres humanos que habitan en Chile.*

Esta norma, al igual que las demás normas primarias de calidad ambiental (NPCA), tiene como objetivo la protección de la salud de la población (art. 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente²), y por lo tanto debe ser igual en todo el territorio de la República de Chile, de acuerdo a lo indicado textualmente en el art. 32 de la Ley de Bases del Medio Ambiente y en el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión³. Lo anterior se sustenta de un modo más general, en los art. 19 Nº1 de la Constitución Política (CP), que consagra el derecho constitucional “individual” a “la vida, y a la integridad física y psíquica de la persona”; art.19 Nº2 de la CP que señala que todos somos iguales ante la ley; y el art. 19 Nº9, que indica que todos tenemos igual derecho a la protección de la salud⁴.

² La letra (n) del artículo 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente define como Norma Primaria de Calidad Ambiental “aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población;”

³ Al respecto el artículo 32 de la Ley 19.300 como el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión (D.S. Nº 93/1994 MINSEGPRES) señalan que: “...las normas primarias de calidad ambiental serán de aplicación general en todo el territorio de la República”.

⁴ El Artículo 19 de la Constitución Política de Chile señala: “La Constitución asegura a todas las personas:

1º.- El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona. La ley protege la vida del que está por nacer. La pena de muerte sólo podrá establecerse por delito contemplado en ley aprobada con quórum calificado. Se prohíbe la aplicación de todo apremio ilegítimo;

2º.- La igualdad ante la ley. En Chile no hay persona ni grupo privilegiados. En Chile no hay esclavos y el que pise su territorio queda libre. Hombres y mujeres son iguales ante la ley. Ni la ley ni autoridad alguna podrán establecer diferencias arbitrarias;

Artículo 2.- Para efectos de lo dispuesto en la presente norma, se entenderá por:

- a. *ppmv*: Unidad de medida de concentración en volumen, correspondiente a una parte por millón.
- b. *Concentración de monóxido de carbono*: Valor promedio temporal detectado en el aire expresado en partes por millón (ppmv) o en miligramos por metro cúbico normal ($\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$).

La condición normal corresponde a la presión de una atmósfera (1 atm.) y una temperatura de 25 grados Celsius (25°C).

COMENTARIO: *La condición normal muchas veces no se cumple en terreno cuando los equipos monitores registran de forma directa las concentraciones de contaminantes en el aire. Sin embargo, los informes de monitoreos de las empresas especializadas en Chile generalmente entregan los resultados de concentraciones corregidos a la condición normal, por lo que están aptos para ser contrastados con los límites establecidos en las normas primarias de calidad del aire (NPCA).*

- c. *Concentración de 1 hora*: Promedio aritmético de los valores de concentración de monóxido de carbono medidos en 1 hora.
- d. *Concentración de 8 horas*: Promedio aritmético de los valores de concentración de 1 hora de monóxido de carbono correspondientes a 8 horas sucesivas, promedio móvil.

Se entenderá como concentración de 8 horas, al promedio aritmético móvil de los valores de concentración de 1 hora para 8 horas sucesivas.

COMENTARIO: *La concentración de 8 horas debe ser calculada para cada hora del año calendario y el resultado debe ser registrado o asociado a la última hora del periodo de 8 horas. Es decir, debiera haber – en ausencia de datos faltantes- 24 valores de concentración de 8 horas para cada día del año calendario, con excepción de los primeros siete datos del 01 de enero de un año cualquiera.*

9°.- *El derecho a la protección de la salud. El Estado protege el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación del individuo. Le corresponderá, asimismo, la coordinación y control de las acciones relacionadas con la salud. Es deber preferente del Estado garantizar la ejecución de las acciones de salud, sea que se presten a través de instituciones públicas o privadas, en la forma y condiciones que determine la ley, la que podrá establecer cotizaciones obligatorias.*

- e. *Año calendario*: Período que se inicia el 1° de enero y culmina el 31 de diciembre del mismo año.
- f. *Estación monitora con representatividad poblacional para gas monóxido de carbono (EMRPG)*: Una estación de monitoreo que se encuentra localizada en un área habitada.

Se entiende como área habitada, a una porción del territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas.

COMENTARIO: *Por área habitada se entenderá un determinado lugar donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera. Una estación será considerada como EMRPG cuando esté emplazada en un área habitada.*

Por área habitada se entenderá un determinado lugar donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera.

Si perjuicio de lo anterior, en el terreno de cada actividad industrial, deben tomarse las provisiones necesarias para la protección de la salud de los trabajadores, por lo cual se aplican los niveles definidos por el DS N°594/1999 del MINSAL y no la NPCA.

Ejemplo de lo anterior ha sido la forma de implementar los Planes de Descontaminación de Caletones, Potrerillos y Chuquicamata, en los cuales una de las maneras de cumplir con la meta de calidad del aire ha sido evitar la exposición permanente y no controlada de los habitantes a las emisiones, para lo cual se ha cambiado de ubicación los campamentos originales de esas localidades a lugares más alejados. Así, las zonas de las fundiciones y los antiguos campamentos se han entendido sólo como lugares de trabajo de tipo industrial, debiéndose cumplir en ellos los niveles de contaminación definidos para la salud ocupacional del DS N°594/1999 del MINSAL.

El límite en lugares de trabajo (DS N°594 MINSAL) para concentraciones de monóxido de carbono de 8 horas es 46 mg/m³N (40 ppm).

Sin embargo, fuera del terreno industrial en una zona definida en un instrumento de ordenamiento territorial como “Zona Industrial Exclusiva” sí aplica la NPCA. Este es el caso de una calle pública en una Zona Industrial Exclusiva donde no es posible asegurar la adecuada protección de las personas que transitan por ella por parte de los responsables de la actividad industrial. En zonas que presenten estas características podrán emplazarse estaciones monitoras con categoría EMRPG.

Otro caso que debe clarificarse son aquellas zonas donde no haya áreas habitadas cercanas, pero en las cuales los instrumentos de planificación territorial permitan asentamientos, tales como la instalación de casas habitación u otros tipos de viviendas. Al respecto, teniendo en cuenta que el plan regulador es una norma que

establece una posibilidad cierta y real de que existan asentamientos humanos, debe aplicarse las NPCA. Esta interpretación se basa en una analogía con la aplicación de la norma de ruido molestos para fuentes fijas (D.S. N°146/1997)⁵.

- g. *Percentil*: Corresponde al valor "q" calculado a partir de valores de concentración aproximados al ppmv o mg/m³N más cercano. Todos los valores se anotarán en una lista establecida por orden creciente para cada estación de monitoreo.

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \dots \leq X_k \leq \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$$

El percentil será el valor del elemento de orden "k", para el que "k" se calculará por medio de la siguiente formula:

$k = q \times n$, donde "q" = 0,99 para el percentil 99, y "n" corresponde al número de datos de una serie. El valor "k" se aproximará al número entero más próximo.

COMENTARIO: *El caso típico de aplicación es aquel cuando $n = 365$ (todos los datos posibles de máximos diarios de concentración de 8 horas durante un año calendario), k será igual a 361,35 que aproximado al número entero más próximo es 361. Por tanto, el percentil 99 corresponde al quinto valor más alto del listado de máximos diarios de concentración de 8 horas durante un año calendario, o lo que es lo mismo, el valor correspondiente a la quinta posición desde la derecha de una lista establecida por orden creciente, tal como se señala en la letra "g" del art. 2 de la norma.*

Debe considerarse que el párrafo anterior da cuenta de un ejemplo específico de cálculo del percentil 99 en base a lo definido en la letra "g" del art. 2 de la norma. En general (n sea igual o menor a 365), deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a lo indicado por la letra "g" del art. 2 de la norma.

⁵ En efecto en su art. 4, 5 y 6 la Norma De Emisión De Ruidos Molestos Generados Por Fuentes Fijas establece que los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos deben cumplirse en las zonas donde esté ubicado el receptor (persona o personas afectadas por el ruido). Por zonas se definen tanto áreas rurales como cuatro zonas (I a IV) de tipo urbano, de acuerdo a lo indicado por los respectivos instrumentos de planificación territorial.

Para efectos de demostrar y verificar el cumplimiento de la norma, es fundamental tomar en cuenta los requisitos y/o número de datos mínimos para que los valores de concentración de monóxido de carbono puedan ser considerados válidos. Estos se han extraído del artículo 9 de la norma y se presentan en forma resumida en el siguiente cuadro. Para mayor precisión y detalle referirse al artículo señalado.

Validez de los valores de concentración de monóxido de carbono

Valores	Requisitos Validez y/o Número Datos Mínimos
Concentración 1 hora	30 minutos de medición
Concentración máxima diaria de 1 hora	18 de los 24 datos de concentración de 1 hora*
Percentil 99 de concentraciones máximas diarias de 1 hora	274 de los 365 datos de concentración máxima diaria de 8 horas
Concentración de 8 horas	6 de los 8 datos de concentración de 1 hora*
Concentración máxima diaria de 8 horas	18 de los 24 datos de concentración de 8 horas*
Percentil 99 de concentraciones máximas diarias de 8 horas	274 de los 365 datos de concentración máxima diaria de 8 horas

* En caso que el valor fuere igual o mayor al nivel de la norma, podrá considerarse válido aunque no cumpla con el número de datos mínimos.

TITULO II

Nivel de Norma de Calidad Primaria para Monóxido de Carbono en Aire

Artículo 3.- La norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 8 horas será de 9 ppmv (10 mg/m³N).

COMENTARIO: *La norma es única, lo que puede variar son las unidades utilizadas para medir concentraciones de contaminantes. Ambas unidades (ppmv y mg/m³N) son aceptadas, aunque la gran mayoría de los monitoreos que realizan las empresas especializadas en Chile se expresan en ppmv. Esta razón, que implica ventajas operativas, en conjunto con ventajas de tipo técnicas, ha llevado a que para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental en la presente norma se deberán utilizar los valores de concentración expresados en ppmv (ver art. 6 de la norma). Ello implica una modificación significativa respecto de la práctica actual que expresa los valores de concentración de gases en unidades de masa (mg/m³N ó µg/m³N).*

Para efectos de cambiar las unidades de monóxido de carbono, se utilizará las siguientes transformaciones:

Fórmula genérica de cambio de unidades

$$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} = (\text{ppmv} \times \text{PM}) / 0,02445$$

donde PM: Peso molecular ($\text{CO} = 28$)
y 0,02445 es el volumen de un mol de gas en metros cúbicos a 25°C .

$$1 \text{ ppmv} = 1000 \text{ ppbv}$$

$$1 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N} = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$$

- Cuando las concentraciones de monóxido de carbono estén expresadas en $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ (miligramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,8732 para transformar a ppmv las concentraciones de monóxido de carbono.
- Cuando las concentraciones de monóxido de carbono estén expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (microgramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,000873 para transformar a ppmv las concentraciones de monóxido de carbono.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

COMENTARIO: *El percentil 99 corresponde al quinto valor más alto de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año, asumiendo que hay 365 datos. Este valor se obtiene ordenando los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año en orden creciente y seleccionando el quinto máximo (en el Ejemplo 1 corresponde a 10,6 ppmv registrado el día 06/04/03). En caso que haya menos datos (<365) deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a la definición “g” de la norma.*

Ejemplo 1: Cálculo percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año (se muestra sólo la parte inferior de la serie de 365 datos).

Fecha	Máx Diario Conc. de 8 horas (ppmv)	Valor
29/01/04	9,6	
15/08/03	9,6	
22/10/03	9,6	
02/05/03	9,7	
11/10/03	9,8	
05/04/03	9,8	
08/04/03	10,2	
19/04/03	10,2	
09/11/03	10,3	
06/04/03	10,6	
04/04/03	10,6	Quinto máximo
03/04/03	11	Cuarto máximo
01/05/03	11,2	Tercer máximo
05/10/03	13	Segundo máximo
16/12/03	13,1	Primer máximo

Por otra parte, en el Ejemplo 2 se presenta un caso de cumplimiento de la norma como concentración de 8 horas, ya que el promedio de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentraciones de 8 horas es 8 ppmv (7,5 ppmv aproximado al entero más cercano), valor que es menor en 1 ppmv al nivel establecido por la norma (9 ppmv).

Ejemplo 2: Cumplimiento de la NPCA como concentración de 8 horas

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Máx. Diarios Conc. De 8 horas (ppmv)
Marzo 2004- Marzo 2005	330	10,6
Marzo 2005- Marzo 2006	300	6,5
Marzo 2006- Marzo 2007	346	5,5
Promedio		8 (7,5)

Si el período de medición en una estación monitorea EMPRG no comenzare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros períodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones.

COMENTARIO: Cuando el monitoreo se inicia en una fecha distinta al 1° de enero, se podrá verificar el cumplimiento de la norma al cabo de los tres periodos de 12 meses siguientes, pese a que no se contará con tres años calendarios sucesivos de mediciones. Lo anterior será válido hasta que se disponga de un registro sucesivo de tres años calendarios.

Caso práctico

Si el monitoreo se inició el 18 de agosto del 2004:

-Se podrá verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años sucesivos (no-calendario) a contar del 18 de agosto de 2007 y hasta el 31 de diciembre del mismo año.

-A contar del 01 de enero de 2008, se dispondrá de mediciones suficientes para verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años calendario sucesivos.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 8 horas, si en el primer o segundo período de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para los períodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres períodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: El inciso anterior tiene como finalidad no tener que esperar que se cumplan los tres años sucesivos que establece la norma para su verificación, para detectar situaciones de excedencia importantes. Tal es el caso mostrado en el Ejemplo 3, donde al cabo del segundo periodo anual y asignando el valor cero al periodo faltante, se supera la norma en 1 ppmv al registrarse un valor de 11 ppmv (10,8 ppmv aproximado al entero más cercano) como promedio de tres años sucesivos.

Ejemplo 3: Superación de la NPCA como concentración de 8 horas al cabo del segundo periodo de monitoreo

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Máx. Diarios Conc. 8 horas (ppmv)
Marzo 2004- Marzo 2005	334	15,3
Marzo 2005- Marzo 2006	365	17,0
Marzo 2006- Marzo 2007	0	0
Promedio		11 (10,8)

Artículo 4.- La norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 1 hora será de 26 ppmv (30 mg/m³N).

COMENTARIO: La norma es única, lo que puede variar son las unidades utilizadas para medir concentraciones de contaminantes. Ambas unidades (ppmv y mg/m³N) son ampliamente aceptadas, aunque la gran mayoría de los monitoreos que realizan las empresas especializadas en Chile se expresan en ppmv. Esta razón, que implica ventajas operativas, en conjunto con ventajas de tipo técnicas han llevado a que para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental en la presente norma se deberán utilizar los valores de concentración expresados en ppmv (ver art. 6 de la norma). Ello implica una modificación significativa respecto de la práctica actual que expresa los valores de concentración de gases en unidades de masa (mg/m³N ó µg/m³N).

Para efectos de cambiar las unidades de monóxido de carbono, se utilizará las siguientes transformaciones:

Fórmula genérica de cambio de unidades

$$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} = (\text{ppmv} \times \text{PM}) / 0,02445$$

donde PM: Peso molecular (CO = 28) y 0,02445 es el volumen de un mol de gas en metros cúbicos a 25°C.

$$1 \text{ ppmv} = 1000 \text{ ppbv}$$

$$1 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N} = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$$

- Cuando las concentraciones de monóxido de carbono estén expresadas en mg/m³N (miligramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,8732 para transformar a ppmv las concentraciones de monóxido de carbono.
- Cuando las concentraciones de monóxido de carbono estén expresadas en µg/m³N (microgramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,000873 para transformar a ppmv las concentraciones de monóxido de carbono.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

COMENTARIO: El percentil 99 corresponde al quinto valor más alto de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año, asumiendo que hay 365 datos. Este valor se obtiene ordenando los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año en orden creciente y seleccionando el quinto máximo (en el Ejemplo 4 corresponde a 22,3 ppmv registrado el día 06/04/03). En

caso que haya menos datos (<365) deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a la definición “g” de la norma.

Ejemplo 4: Cálculo percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año (se muestra sólo la parte inferior de la serie de 365 datos)

<i>Fecha</i>	<i>Máx Diario Conc. de 1 hora (ppmv)</i>	<i>Valor</i>
22/10/03	16,5	
15/08/03	17	
29/01/04	17,4	
02/05/03	18,1	
05/04/03	18,5	
11/10/03	18,7	
19/04/03	18,9	
08/04/03	19,6	
04/04/03	22,2	
09/11/03	22,2	
06/04/03	22,3	Quinto máximo
03/04/03	24,4	Cuarto máximo
01/05/03	24,7	Tercer máximo
05/10/03	25,6	Segundo máximo
16/12/03	33,1	Primer máximo

Por otra parte, en el Ejemplo 5 se presenta un caso de superación de la norma como concentración de 1 hora, ya que el promedio de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentraciones de 1 hora es 26 ppmv (25,9 ppmv aproximado al entero más cercano), valor igual el límite establecido por la norma.

Ejemplo 5: Superación de la NPCA como concentración de 1 hora

<i>Periodo</i>	<i>Número Datos válidos</i>	<i>Percentil 99 Máx. Diarios Conc. 1 hora (ppmv)</i>
Marzo 2003- Marzo 2004	324	29,8
Marzo 2004- Marzo 2005	328	23,5
Marzo 2005- Marzo 2006	365	24,3
Promedio		26 (25,9)

Si el período de medición en una estación monitora EMPRG no comenzare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros períodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones.

COMENTARIO: Cuando el monitoreo se inicia en una fecha distinta al 1º de enero, se podrá verificar el cumplimiento de la norma al cabo de los tres periodos de 12 meses siguientes, pese a que no se contará con tres años calendarios sucesivos de mediciones. Lo anterior será válido hasta que se disponga de un registro sucesivo de tres años calendarios.

Caso práctico

Si el monitoreo se inició el 18 de agosto del 2004:

-Se podrá verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años sucesivos (no-calendarios) a contar del 18 de agosto de 2007 y hasta el 31 de diciembre del mismo año.

-A contar del 01 de enero de 2008, se dispondrá de mediciones suficientes para verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 1 hora, si en el primer o segundo período de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para los períodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres períodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: El inciso anterior tiene como finalidad no tener que esperar que se cumplan los tres años sucesivos (que establece la norma como concentración de 1 hora para su verificación) para detectar situaciones de excedencia importantes. En el Ejemplo 6, al cabo del primer periodo anual y asignando el valor cero a los dos períodos faltantes, se cumple la norma como concentración de 1 hora al registrarse un valor de 13 ppmv (13,2 aproximado al entero más cercano) como promedio de tres años sucesivos.

Ejemplo 6: Cumplimiento de la norma como concentración de 1 hora al cabo del primer periodo de monitoreo

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Máx. Diarios Conc. de 1 hora (ppmv)
Marzo 2004- Marzo 2005	358	39,8
Marzo 2005- Marzo 2006	0	0
Marzo 2006- Marzo 2007	0	0
Promedio		13 (13,2)

Artículo 5.- Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para monóxido de carbono en concentración de ocho horas:

Nivel 1: 15 - 29 ppmv.	(17 - 33 mg/m ³ N)
Nivel 2: 30 - 34 ppmv	(34 - 39 mg/m ³ N)
Nivel 3: 35 ppmv o superior	(40 mg/m ³ N o superior)

COMENTARIO: *Los niveles arriba mencionados (Nivel 1, 2 y 3) se pueden asociar a las situaciones de alerta, pre-emergencia y emergencia respectivamente, por contaminación de monóxido de carbono en el contexto de un Plan de descontaminación. Estos niveles se utilizan en el contexto de un plan específico de prevención o descontaminación, y tienen asociados un conjunto de acciones o medidas de protección de la salud de las personas.*

Los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para monóxido de carbono podrán ser obtenidos mediante la aplicación de una metodología de pronóstico de calidad de aire aprobada por el Servicio de Salud respectivo en el marco del plan de prevención o de descontaminación que corresponda, o por medio de la constatación de las concentraciones del contaminante a partir de alguna de las estaciones monitoras EMRPG.

COMENTARIO: *Se podrá declarar una situación de emergencia ambiental por medio de una metodología de pronóstico de calidad del aire (modelo predictivo) o por medio de los registros de una estación monitora EMRPG. El primero de los casos ocurrirá cuando la información entregada por una metodología de pronóstico de un plan de prevención o descontaminación sea tal, que prediga una superación de los niveles. Sin perjuicio de lo anterior, será el propio plan de prevención y descontaminación el que tendrá que especificar con precisión los hechos particulares que deben ocurrir para materializar una declaración de situación de emergencia.*

La otra manera de declarar una situación de emergencia por contaminación de monóxido de carbono, es cuando se constate que las concentraciones de 8 horas en una estación monitora EMRPG sobrepasen los niveles indicados para situaciones de emergencia (Nivel 1, 2 ó 3) en un solo periodo de ocho horas sucesivas durante el año de monitoreo.

Para los efectos de lo señalado anteriormente, se entenderá por metodología de pronóstico de calidad de aire a aquella que:

- Entregue un procedimiento mediante el cual es posible predecir la ocurrencia de alguno de los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para monóxido de carbono.
- Entregue el grado de confiabilidad de acuerdo a lo dispuesto en el respectivo plan de prevención o de descontaminación.

COMENTARIO: *El Plan de Descontaminación respectivo deberá determinar el “grado de confiabilidad” correspondiente.*

c. Considere, además, los siguientes elementos:

- La zona geográfica de aplicación, y
- La evaluación y validación de la metodología de pronóstico.

d. Considere, según corresponda y la situación especial en la cual va a ser aplicada, entre otras, las siguientes variables:

- Emisiones de monóxido de carbono,
- Condiciones meteorológicas,
- Condiciones topográficas,
- Procesos de acumulación y remoción de contaminantes.

Para la aprobación de la metodología de pronóstico deberá considerarse como antecedente un informe técnico realizado por expertos nacionales o internacionales sobre la metodología de pronóstico.

La metodología de pronóstico aprobada por el Servicio de Salud mediante resolución fundada, deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial.

Se podrá omitir o dejar sin efecto una declaración de situación de emergencia ambiental si se detectare un cambio en las condiciones meteorológicas en forma posterior a la hora de comunicación del pronóstico o a la constatación de la superación de los niveles de calidad de aire, y siempre que dicho cambio asegure una mejoría tal en las condiciones de calidad de aire que invalide los resultados entregados por el pronóstico o que asegure la reducción de los niveles de concentración de calidad de aire por debajo de aquéllos que originan situaciones de emergencia ambiental.

Artículo 6.- Para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental se utilizarán los valores de concentración expresados en ppmv.

COMENTARIO: *Como se ha señalado previamente en este Manual de Aplicación, los valores de concentración deberán estar expresados en ppmv para efectos acreditar el cumplimiento de la normativa ante la autoridad. Por ello, se recomienda que esta convención sea adoptada como práctica común a contar de la publicación del presente Manual de Aplicación.*

TITULO III

Metodología de Medición de la Norma

Artículo 7.- La medición de la concentración de monóxido de carbono en el aire se realizará mediante uno cualesquiera de los siguientes métodos de medición:

- a. Fotometría infrarroja no dispersiva y,
- b. Un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

El monitoreo de calidad de aire deberá realizarse con instrumentos que cumplan con los métodos de medición señalados en el inciso anterior y que hayan sido reconocidos, aprobados o certificados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

COMENTARIO: *Otros métodos aplicables para medir monóxido de carbono son los que emplean Infrarrojo de Filtro Gaseoso de Correlación, siempre y cuando los monitores sean aceptados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) como método equivalente o de referencia. Cabe destacar que la USEPA declara a uno o más modelos de equipo monitor de cada fábrica como método de referencia o equivalente, y no es la técnica o principio de detección al que se le otorga este reconocimiento. Incluso, en algunas ocasiones el equipo es declarado método tal o cual, para un rango parcial de la escala del monitor.*

La medición mediante la técnica infrarroja consiste en que el monitor mide la absorción de la radiación IR emitida por la fuente del monitor, la que pasa por la celda de muestra de longitud fija, y el CO absorbe la radiación en forma proporcional a su concentración, dejando pasar una radiación inferior a la emitida por la fuente emisora del monitor.

Algunas necesidades básicas de instalación, operación, mantención y calibración de los monitores se presentan en el recuadro a continuación⁶.

⁶ Basado en Apuntes Curso de Especialización en Contaminación Ambiental. Módulo Contaminación Atmosférica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. 1998.

Instalación

La estación monitorea de contaminantes atmosféricos se compone de una caseta metálica en donde están montados los equipos detectores.

La caseta debe disponer de aire acondicionado para evitar variaciones de temperatura que alteran la respuesta de los sensores infrarrojo del equipo de medición, produciendo cambios en las concentraciones que entrega éste.

Además, la caseta debe estar montada en un lugar que disponga de energía eléctrica, conforme a los requerimientos de consumo de la estación.

Se debe tener especial cuidado con evitar las variaciones de voltaje en la línea de alimentación eléctrica, ya que ello afecta la respuesta y sensibilidad del equipo de medición, produciendo resultados no confiables. Cuando esto sucede, se debe disponer de un estabilizador de voltaje.

Operación

El monitor de CO debe funcionar en forma continua 24 horas diarias y proporcionar datos horarios de concentración de CO. Estos deben tener como base promedios de fracciones de tiempo variable superiores al minuto.

La información generada por el monitor debe ser almacenada en papel o archivo magnético, para ser procesada e interpretada mensualmente.

Una de las formas más frecuentes de almacenamiento de datos es el uso de datalogger, del cual se extraen los datos cada 15 días.

Si el sistema requiere de información de medición instantánea de CO, el sensor deberá estar conectado en línea con un computador central, y la información deberá ser enviada vía telefónica a éste, el que procesará y entregará la información según la demanda que ésta tenga.

Mantenimiento

Cada monitor debe contar con un filtro de material particulado, el que evita que se produzca acumulación de partículas dentro del equipo y genere perturbaciones en la sensibilidad y respuesta del monitor. El filtro debe ser cambiado a lo menos una vez por mes, y en zonas de alta concentración de material particulado (donde se supere la norma de MP10), cada 15 días o incluso semanalmente. Bajo estas condiciones, el monitor funcionará según las recomendaciones del fabricante.

Adicionalmente, será necesario efectuar una mantenimiento preventiva del monitor, con el fin de evitar pérdidas de información que dificulten la verificación del cumplimiento de la norma de CO.

Calibración

El monitor de CO debe ser calibrado con gas certificado (idealmente Protocolo EPA) en un punto del orden del 80% de la escala de lectura del equipo, a lo menos una vez por semana, al igual que el cero del monitor, el que debe ser determinado con gas cero, (aire cero ultrapuro, de preferencia importado) y no mediante ajuste con el cero electrónico.

Adicionalmente, cada 3 meses se debe efectuar una calibración multipunto del equipo de medición, esta calibración consiste en hacer chequeo de la respuesta del sensor en tres puntos de la escala completa del sensor, los que corresponden a alrededor del 20, 40 y 60% de la escala de respuesta del equipo de medición. Para mediciones de corta duración -del orden de un mes- la calibración de un punto de la escala y del cero del equipo debe ser efectuada semanalmente. De esta forma se evita la pérdida de información por fallas en la respuesta de los sensores. Los gases aire cero y de calibración deben ser certificados (idealmente Protocolo EPA).

Artículo 8.- Para efectos de cumplir con lo establecido en el artículo 12, podrán utilizarse técnicas de medición alternativas a las señaladas en el artículo precedente, las que deberán ser aprobadas por el Servicio de Salud respectivo. Para el monitoreo mediante estas técnicas se deberá considerar lo establecido en la letra (f) del artículo 2 del presente decreto.

TITULO IV

Validación de la Información de Monitoreo de Calidad del Aire

Artículo 9.- Se considerará válida la concentración de 8 horas, si, a lo menos el 75% de los datos de concentración de 1 hora para un período de 8 horas se encontraren disponibles.

En el evento de que se dispusiere de menos del 75% de los datos de concentración de 1 hora, la concentración de 8 horas será considerada, sólo para efectos de verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad de aire como concentración de 8 horas, si, al reemplazar por cero los datos que faltaren para completar el 75% requerido, la concentración de 8 horas fuere mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: *Para que la concentración 8 horas pueda ser considerada válida debe existir al menos 6 de los posibles 8 datos de concentración de 1 hora. Sin embargo, si existiesen menos datos (5 o menos) y la concentración de 8 horas superara el nivel de la norma al reemplazar los datos faltantes por cero hasta llegar a los 6 datos mínimos, ésta podrá ser usada para verificar el cumplimiento de la norma. En caso contrario, el dato será inválido y debe ser eliminado del registro.*

En el Ejemplo 7 las concentraciones de 8 horas que van desde la hora 1 hasta la hora 9 presentan valores por sobre la norma, pero tienen menos de los 6 datos mínimos, lo que las invalida. Sin embargo, al reemplazar los datos faltantes por cero hasta llegar a los 6 datos mínimos, las concentraciones de 8 horas de la hora 13, 14 y 16 continúan excediendo la norma; por tanto deben ser consideradas válidas para verificar el cumplimiento de la norma.

Ejemplo 7: Validez de las concentraciones de 8 horas con datos de concentración de 1 hora faltantes (se muestran sólo los datos de un día).

<i>Hora</i>	<i>Conc. de 1 hora (ppmv)</i>	<i>Número datos 8 horas</i>	<i>Conc. De 8 horas con reemplazo de datos faltantes (ppmv)*</i>	<i>Tipo de Registro</i>
0	7	8	9,5	Válido
1	-	7	9,4	Válido
2	-	6	9,3	Válido
3	-	5	7,8	Inválido (***)
4	10,1	5	7,9	Inválido (***)
5	10,1	5	7,9	Inválido (***)
6	10,2	5	7,9	Inválido (***)
7	11,4	5	8,1	Inválido (***)
8	-	4	7,0	Inválido (***)
9	-	4	7,0	Inválido (***)
10	-	4	7,0	Inválido (***)
11	12,4	5	9,0	Inválido (***)
12	11,9	5	9,3	Inválido (***)
13	12,5	5	9,7	Válido
14	12,3	5	10,1	Válido
15	-	4	8,2	Inválido (***)
16	14,0	5	10,5	Válido
17	14,0	6	12,9	Válido
18	14,4	7	13,1	Válido
19	13,9	7	13,3	Válido
20	13,4	7	13,5	Válido
21	13,2	7	13,6	Válido
22	10,3	7	13,3	Válido
23	8,6	8	12,7	Válido

*: Concentración de 8 horas calculada reemplazando datos faltantes. Es decir, el promedio aritmético móvil de los valores de concentración de 1 hora para 8 horas sucesivas asociado a la última hora del periodo de 8 horas sucesivas. Para los casos en que los datos de concentración de 1 hora disponibles fueron 6 ó 7 horas (hora 1, 2, 17, 18, 19, 20, 21 y 22), se calculó como el promedio de dichos datos. Para los casos en que los datos de concentración de 1 hora disponibles fueron menores a 6 horas (hora 3 hasta hora 16), se calculó como la suma de los datos disponibles dividida por 6, o lo que es lo mismo, como el promedio aritmético de los datos disponibles reemplazando por cero los datos faltantes hasta llegar a 6 datos y utilizando 6 como divisor.

-: Datos no registrados por la estación monitorea.

(**): Se usará para notar registros inválidos.

Si se dispusiere de datos de concentración de 1 hora para 6 ó 7 horas, la concentración de 8 horas se calculará como el promedio aritmético de los datos de concentración de 1 hora disponibles, utilizando como divisor 6 ó 7 según corresponda.

Se considerará válido el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año, si a lo menos el 75% de los datos de máximos diarios de concentración de 8 horas para el período de un año, se encontraren disponibles y dan cuenta de la variación de los datos a lo largo de un año (ciclo estacional).

COMENTARIO: *Para que el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año pueda considerarse como válido, deben cumplirse dos condiciones. La primera es que debe existir al menos 274 del total posible de 365 datos. La segunda es que los datos sean representativos del ciclo estacional, para lo cual es recomendable que no existan “vacíos” de datos sucesivos que impliquen falta de información por periodos extensos. No obstante lo anterior, si no cumplieren una o ambas condiciones y el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas supera el nivel de la norma, éste podrá ser usado para verificar el cumplimiento de la norma.*

Se considerará válida la concentración máxima diaria de 8 horas, si, a lo menos el 75% de los datos de concentración de 8 horas para un período de 24 horas se encontraren disponibles.

En el evento que se dispusiere de menos del 75% de los datos de concentración de 8 horas, la concentración máxima diaria de 8 horas será considerada, sólo para efectos de verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad de aire como concentración de 8 horas, si, la concentración máxima diaria de 8 horas fuere mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: *Para que la concentración máxima diaria de 8 horas pueda ser considerada válida, debe existir al menos 18 de los posibles 24 datos de concentración de 8 horas en un día dado. Sin embargo, si existiese menos datos (17 o menos) y la concentración máxima diaria de 8 horas superara el nivel de la norma, esta podrá ser usada para verificar el cumplimiento de la norma, tal como ocurre con el valor 13,8 ppmv (registrado para la hora 21) en el Ejemplo 8, donde se registran sólo 11 datos de concentración de 8 horas en un día dado. En caso contrario, el dato de concentración máxima diaria de 8 horas será inválido.*

Ejemplo 8: Validez de la concentración máxima diaria de 8 horas con datos faltantes (se muestran sólo los datos de un día).

Hora	Conc. de 1 hora (ppmv)	Número datos 8 horas	Conc. de 8 horas (ppmv)
0	12,0	6	13,5
1	-	5	11,0
2	-	4	***
3	-	3	***
4	12,6	3	***
5	13,0	3	***
6	12,8	4	***
7	11,9	5	10,4
8	-	4	***
9	-	4	***
10	-	4	***
11	12,4	5	10,5
12	13,6	5	10,6
13	-	4	***
14	13,8	4	***
15	-	3	***
16	-	3	***
17	14,0	4	***
18	14,4	5	11,4
19	13,9	5	11,6
20	13,4	5	11,6
21	13,2	6	13,8
22	10,3	6	13,2
23	8,6	7	12,5

Nota: Sólo los datos de concentración de 8 horas asociados a las horas 0, 21, 22 y 23 poseen los datos mínimos para que la concentración de 8 horas sea válida. Sin embargo y utilizando el procedimiento indicado en el Ejemplo 7, para las horas 1, 7, 11, 12, 18, 19 y 20, se supera el nivel de la norma por lo tanto, dichos valores deben ser considerados como válidos. Con ello, se tiene un total de 11 datos de concentración de 8 horas para el período completo de 24 horas, lo cual no cumple con el requisito de la norma (18 o más). Sin embargo, dado que el valor máximo supera el nivel de la norma, éste debe ser considerado como dato válido para acreditar el cumplimiento de la norma.

-: Datos no registrados por la estación.

*(**): Registros inválidos.*

Se considerará válida la concentración de una hora, si, a lo menos, se dispusiere de 30 minutos sucesivos de medición.

Se considerará válido el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año, si, a lo menos, el 75% de los datos de máximos diarios de concentración de 1 hora para el período de un año, se encontraren disponibles y dan cuenta de la variación de los datos a lo largo de un año (ciclo estacional).

COMENTARIO: *Para que el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora pueda considerarse como válido, deben cumplirse dos condiciones. La primera es que deben existir al menos 274 del total posible de 365 datos de máximos diarios de concentración de 1 hora registrados en un año. La segunda es que los datos sean representativos del ciclo estacional, para lo cual es recomendable que no existan “vacíos” de datos sucesivos que impliquen falta de información por periodos extensos.*

Se considerará válida la concentración máxima diaria de 1 hora, si, a lo menos el 75% de los datos de concentración de 1 hora para un período de 24 horas se encontraren disponibles.

En el evento que se dispusiere de menos del 75% de los datos de concentración de 1 hora, la concentración máxima diaria de 1 hora será considerada, sólo para efectos de verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad de aire como concentración de 1 hora, si, la concentración máxima diaria de 1 hora fuere mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: *Para que un valor máximo diario de concentración de 1 hora pueda considerarse como válido, debe existir al menos 18 del total posible de 24 datos de concentraciones de 1 hora registrados en un día. Sin embargo, si existiese menos datos (17 o menos) y el máximo diario de concentración de 1 hora superara el nivel de la norma, éste podrá ser usado para verificar el cumplimiento de la norma como concentración de 1 hora. En caso contrario, el dato será inválido. Tal situación ocurre en el Ejemplo 9, donde pese a registrarse sólo 15 datos de concentración de 1 hora durante un día, el valor máximo diario de concentración de 1 hora (14,4 ppmv) supera el nivel de la norma y por tanto, debe usarse para la verificación de la norma.*

Ejemplo 9: Validez de la concentración máxima diaria de 1 hora con datos faltantes.

<i>Hora</i>	<i>Concentración de 1 hora (ppmv)</i>
0	12,0
1	-
2	-
3	-
4	12,6
5	13,0
6	12,8
7	11,9
8	-
9	-
10	-
11	12,4
12	13,6
13	-
14	13,8
15	-
16	-
17	14,0
18	14,4
19	13,9
20	13,4
21	13,2
22	10,3
23	8,6

∴ Datos no registrados por la estación monitora.

TITULO V

Fiscalización de la Norma

Artículo 10.- Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

TITULO VI

Implementación de la Norma

Artículo 11.- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de seis meses, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, determinar mediante resolución fundada aquellas estaciones monitoras que se considerarán como EMRPG.

COMENTARIO: *La fecha indicada para que los Servicios de Salud respectivos hayan determinado las estaciones monitoras EMRPG fue el 10 de marzo del 2003.*

La definición de una estación como EMRPG no es una facultad discrecional sino que se encuentra enmarcada dentro de un contenido normativo dado. En virtud de ello, los Servicios de Salud respectivos deben apegarse a criterios establecidos en la definición contenida en el artículo 2 letra h) de la norma respectiva tomando en consideración las buenas prácticas de ubicación del presente Manual de Aplicación de la norma para definir una estación como EMRPG.

Sin perjuicio de las acciones que tomen los Servicios de Salud respectivos, cualquier persona natural o jurídica podrá instalar una estación monitora para efectos de recabar información de calidad del aire en un área dada. Sin embargo, para que dicha información pueda ser utilizada para demostrar o verificar el cumplimiento de las NPCA, la estación monitora deberá necesariamente cumplir con los requisitos de estación EMRPG definidos tanto en la norma como en este Manual y además, deberá estar acreditada por el Servicio de Salud respectivo como tal. ESTE COMENTARIO REQUIERE UN ANALISIS POR LO OCURRIDO EN CASOS EN QUE NO SE CUMPLEN TODAS ESTAS CONDICIONES, EN PARTICULAR, LA DECLARACIÓN FORMAL DE EMRPG.

En el caso de estaciones monitoras existentes con antelación a la entrada en vigencia de la norma y sus procedimientos, éstas podrán ser acreditadas como estación EMRPG por el Servicio de Salud respectivo. Al momento de ser acreditada, los datos comenzarán a ser válidos para demostrar y verificar la norma en periodos posteriores. Si esto no ocurriese, la estación y sus mediciones no tendrán validez para acreditar el cumplimiento de la norma. Sin perjuicio de lo anterior, cuando las mediciones de una estación monitora indiquen la superación del nivel de la norma, dicha estación servirá para acreditar la superación de la norma independientemente si ella se encuentra o no acreditada como estación EMRPG. ESTE COMENTARIO ES CONTRADICTORIO.

Es decir, las estaciones EMRPG con cuyos datos se pretenda acreditar el cumplimiento de los valores de la norma cuando estos entren en vigencia (01 de octubre de 2005) deben instalarse desde ya bajo las indicaciones expuestas en este Manual (ver artículo 15 para más detalles respecto de las fechas de entrada en vigencia de esta norma).

Artículo 12.- Los Servicios de Salud respectivos deberán, dentro del plazo de tres años contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, realizar un

diagnóstico de la calidad de aire para monóxido de carbono según sus competencias territoriales.

Dicho diagnóstico deberá considerar la información de calidad de aire disponible así como la que se genere a partir de organismos públicos y privados.

Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de dos años, contados desde que se disponga del diagnóstico, elaborar e implementar un programa priorizado de monitoreo para el seguimiento de la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono.

Dicho programa deberá ser revisado periódicamente en función de los nuevos antecedentes de calidad de aire de que se disponga, los cuales deberán incorporar la información tanto pública como privada.

COMENTARIO: *El 10 de septiembre de 2005 los Servicios de Salud deberán presentar un diagnóstico de la calidad del aire para monóxido de carbono en sus competencias territoriales. Dos años después y con fecha límite del 10 de septiembre de 2007, los Servicios de Salud deberán haber elaborado e implementado los programas priorizados de monitoreo para el seguimiento de la NPCA para monóxido de carbono, en base a los resultados de la etapa de diagnóstico.*

Artículo 13.- El monitoreo de la calidad de aire según los métodos de medición señalados en los artículos séptimo y octavo del presente decreto, deberá realizarse de acuerdo a las disposiciones establecidas por el Servicio de Salud respectivo, el que deberá considerar, cuando se encuentre disponible, lo que señale el manual de aplicación técnico de la norma.

El manual de aplicación técnico de la norma deberá ser elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Artículo 14.- Los Servicios de Salud respectivos deberán tener a disposición de la ciudadanía, los datos de los niveles de concentración de calidad de aire para monóxido de carbono correspondientes a la presente norma, los que serán públicos.

COMENTARIO: *Como una estrategia efectiva para informar a la ciudadanía, se sugiere que la información sea publicada en forma periódica en los sitios electrónicos de los respectivos Servicio de Salud, de igual modo que lo hace el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA). En caso que los servicios no tuvieran esta posibilidad, la información deberá estar disponible para fácil consulta en los Departamentos de Programas del Ambiente respectivos.*

TITULO VII

Entrada en Vigencia

Artículo 15.- El presente decreto entrará en vigencia el día 1º del mes siguiente al de su publicación en el Diario Oficial.

COMENTARIO: *Antes del 01 de octubre de 2005, los límites de calidad del aire para monóxido de carbono están dados por el DS 1.215/1978 del MINSAL.*

Por otra parte, las mediciones de concentraciones de monóxido de carbono que se realicen para acreditar cumplimiento de los valores máximos permitidos en el DS 1.215/1978 del MINSAL hasta el 01 de octubre de 2005, deben realizarse bajo los criterios y procedimientos establecidos en la presente norma.

La norma se encuentra vigente a partir del 01 de octubre de 2002 fecha desde la que se debe iniciar el registro de información y datos que permitirán verificar el cumplimiento de la norma a contar del 01 de octubre de 2005 (tres años después). Sin embargo, los límites y niveles máximos de concentración de monóxido de carbono no están vigentes hasta que transcurran los tres años necesarios para su verificación.

La norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono como concentración de 8 horas y de 1 hora, así como los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental, entrarán en vigencia transcurridos tres años contados desde que entre a regir el presente decreto. Con igual fecha, entrarán en vigencia los incisos cuartos de los artículos tercero y cuarto del presente decreto.

COMENTARIO: *La fecha de entrada en vigencia de los valores máximos para monóxido de carbono como concentración de 1 hora y de 8 horas, los niveles de concentración de 8 horas que originan situaciones de emergencia ambiental y las situaciones en las cuales puede declararse como excedida la norma, será el 01 de octubre de 2005. Antes de ello, debe considerarse que los valores vigentes son los señalados en la Resolución N°1215/1978 MINSAL. En relación al monóxido de carbono, dicha resolución establece un límite de 10.000 µg/m³N (10 mg/m³N) como concentración media aritmética máxima de ocho horas consecutivas, no debiendo sobrepasarse este valor más de una vez por año; y un límite de 40.000 µg/m³N (40 mg/m³N) como concentración media aritmética de una hora, no debiendo sobrepasarse este valor más de una vez por año.*

En este Manual de Aplicación no se detallan los requisitos de evaluación o verificación de la norma que estará vigente hasta el 01 de octubre del 2005. Para ello, refiérase al texto de la Resolución N°1215/1978 MINSAL.

Teniendo en cuenta que el proceso de elaboración de la presente norma estuvo enmarcado dentro del proceso de revisión de la Resolución N°1215/1978 MINSAL⁷, es una interpretación jurídicamente válida considerar que, a contar del 01 de octubre del 2005, se entenderá derogada completamente la Resolución N°1215/1978 MINSAL en lo que respecta a la normativa de monóxido de carbono.

A continuación se presenta un cuadro con la normativa de monóxido de carbono y sus respectivos periodos de vigencia.

<i>Norma</i>	<i>Límite</i>	<i>Estado</i>	<i>Cuerpo Legal</i>
<i>Concentración 1 hora</i>	<i>40 mg/m³N</i>	<i>Vigente</i>	<i>Res. N°1215/1978 MINSAL</i>
	<i>26 ppmv (30 mg/m³N)*</i>	<i>Vigente a partir del 01/10/2005</i>	<i>D.S. N°115/2002 MINSEGPRES</i>
<i>Concentración 8 horas</i>	<i>10 mg/m³N</i>	<i>Vigente</i>	<i>Res. N°1215/1978 MINSAL</i>
	<i>9 ppmv (10 mg/m³N)*</i>	<i>Vigente a partir del 01/10/2005</i>	<i>D.S. N°115/2002 MINSEGPRES</i>

** Este límite debe cumplirse considerando los nuevos criterios técnicos y numéricos establecidos en el texto del D.S. N°115/2002 MINSEGPRES.*

⁷ El segundo considerando del texto de la norma señala. "Que sobre la base de los antecedentes disponibles y que constan en el expediente público, se revisó la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO), contenida en la resolución 1215 de 1978, del Delegado del Gobierno en el Servicio Nacional de Salud, en conformidad al procedimiento y los contenidos establecidos en el decreto supremo N°93 de 1995, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia."

5 NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DE AIRE PARA OZONO (O₃). D.S. N°112 DE 6 DE AGOSTO DE 2002, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. (DO 6.03.2003).

TITULO I

Disposiciones Generales y Definiciones

Artículo 1.- La presente norma de calidad ambiental tiene por objetivo proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos generados por la exposición a niveles de concentración de ozono en el aire.

COMENTARIO: *El concepto “población” debe entenderse como una referencia genérica a cada uno de los seres humanos que habitan en Chile.*

Esta norma, al igual que las demás normas primarias de calidad ambiental (NPCA), tiene como objetivo la protección de la salud de la población (art. 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente⁸), y por lo tanto debe ser igual en todo el territorio de la República de Chile, de acuerdo a lo indicado textualmente en el art. 32 de la Ley de Bases del Medio Ambiente y en el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión⁹. Lo anterior se sustenta de un modo más general, en los art. 19 N°1 de la Constitución Política (CP), que consagra el derecho constitucional “individual” a “la vida, y a la integridad física y psíquica de la persona”; art.19 N°2 de la CP que señala que todos somos iguales ante la ley; y el art. 19 N°9, que indica que todos tenemos igual derecho a la protección de la salud¹⁰.

⁸ La letra (n) del artículo 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente define como Norma Primaria de Calidad Ambiental “aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población;”

⁹ Al respecto el artículo 32 de la Ley 19.300 como el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión (D.S. N° 93/1994 MINSEGPRES) señalan que: “...las normas primarias de calidad ambiental serán de aplicación general en todo el territorio de la República”.

¹⁰ El Artículo 19 de la Constitución Política de Chile señala: “La Constitución asegura a todas las personas:

1°.- El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona. La ley protege la vida del que está por nacer. La pena de muerte sólo podrá establecerse por delito contemplado en ley aprobada con quórum calificado. Se prohíbe la aplicación de todo apremio ilegítimo;

2°.- La igualdad ante la ley. En Chile no hay persona ni grupo privilegiados. En Chile no hay esclavos y el que pise su territorio queda libre. Hombres y mujeres son iguales ante la ley. Ni la ley ni autoridad alguna podrán establecer diferencias arbitrarias;

Artículo 2.- Para efectos de lo dispuesto en la presente norma, se entenderá por:

- a. *ppbv*: Unidad de medida de concentración en volumen, correspondiente a una parte por billón.
- b. *Concentración de Ozono*: Valor promedio temporal detectado en el aire expresado en partes por billón (ppbv) o en microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

La condición normal corresponde a la presión de una atmósfera (1 atm.) y una temperatura de 25 grados Celcius (25°C).

COMENTARIO: *La condición normal muchas veces no se cumple en terreno cuando los equipos monitores registran de forma directa las concentraciones de contaminantes en el aire. Sin embargo, los informes de monitoreos de las empresas especializadas en Chile generalmente entregan los resultados de concentraciones corregidos a la condición normal, por lo que están aptos para ser contrastados con los límites establecidos en las normas primarias de calidad del aire (NPCA). La unidad billón se refiere, según la nomenclatura anglo sajona, a mil millones.*

- c. *Concentración de 8-Horas*: Promedio aritmético de los valores de concentración de 1 hora de ozono correspondientes a 8 horas sucesivas, promedio móvil.

Se entenderá como concentración de 8 horas, al promedio aritmético móvil de los valores de concentración de 1 hora para 8 horas sucesivas.

COMENTARIO: *La concentración de 8 horas debe ser calculada para cada hora del año calendario y el resultado debe ser registrado o asociado a la última hora del periodo de 8 horas. Es decir, debiera haber - en ausencia de datos faltantes- 24 valores de concentración de 8 horas para cada día del año calendario, con excepción de los primeros siete datos del 01 de enero de un año cualquiera.*

- d. *Año calendario*: Periodo que se inicia el 1° de enero y culmina el 31 de diciembre del mismo año.
- e. *Estación de monitoreo con representatividad poblacional para gas ozono (EMRPG)*: Una estación de monitoreo que se encuentra localizada en un área habitada.

9°.- El derecho a la protección de la salud. El Estado protege el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación del individuo. Le corresponderá, asimismo, la coordinación y control de las acciones relacionadas con la salud. Es deber preferente del Estado garantizar la ejecución de las acciones de salud, sea que se presten a través de instituciones públicas o privadas, en la forma y condiciones que determine la ley, la que podrá establecer cotizaciones obligatorias.”

Se entiende como área habitada, una porción del territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas.

COMENTARIO: *Por área habitada se entenderá un determinado lugar donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera. Una estación será considerada como EMRPG cuando esté emplazada en un área habitada.*

Por área habitada se entenderá un lugar determinado donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera.

Sin perjuicio de lo anterior, en el terreno de cada actividad industrial, deben tomarse las provisiones necesarias para la protección de la salud de los trabajadores, por lo cual se aplican los niveles definidos por el DS N°594/1999 del MINSAL y no la NPCA.

Ejemplo de lo anterior ha sido la forma de implementar los Planes de Descontaminación de Caletones, Potrerillos y Chuquicamata, en los cuales una de las maneras de cumplir con la meta de calidad del aire ha sido evitar la exposición permanente y no controlada de los habitantes a las emisiones. Para ello, se ha cambiado de ubicación los campamentos originales de esas localidades a lugares más alejados. Así, las zonas de las fundiciones y los antiguos campamentos se han entendido sólo como lugares de trabajo de tipo industrial, debiéndose cumplir en ellos los niveles de contaminación definidos para la salud ocupacional del DS N°594/1999 del MINSAL.

El límite en lugares de trabajo (DS N°594 MINSAL) para concentraciones de ozono de 8 horas es $160 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (0,08 ppm).

Sin embargo, fuera del terreno industrial en una zona definida en un instrumento de ordenamiento territorial como "Zona Industrial Exclusiva" sí aplica la NPCA. Este es el caso de una calle pública en una Zona Industrial Exclusiva donde no es posible asegurar la adecuada protección de las personas que transitan por ella por parte de los responsables de la actividad industrial. En zonas que presenten estas características podrán emplazarse estaciones monitoras con categoría EMRPG.

Otro caso que debe clarificarse son aquellas zonas donde no haya áreas habitadas cercanas, pero en las cuales los instrumentos de planificación territorial permitan asentamientos, tales como la instalación de casas habitación u otros tipos de viviendas. Al respecto, teniendo en cuenta que el plan regulador es una norma que establece una posibilidad cierta y real de que existan asentamientos humanos, debe aplicarse las NPCA. Esta interpretación se basa en una analogía con la aplicación de la norma de ruido molestos para fuentes fijas (D.S. N°146/1997)¹¹.

¹¹ En efecto en su art. 4, 5 y 6 la Norma De Emisión De Ruidos Molestos Generados Por Fuentes Fijas establece que los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos deben cumplirse

- f. *Percentil*: Corresponde al valor "q" calculado a partir de valores de concentración aproximados al ppbv o $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ más cercano. Todos los valores se anotarán en una lista establecida por orden creciente para cada estación de monitoreo.

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \dots \leq X_k \leq X_{n-1} \leq X_n$$

El percentil será el valor del elemento de orden "k", para el que "k" se calculará por medio de la siguiente fórmula:

$k = q \times n$, donde "q" = 0,99 para el Percentil 99, y "n" corresponde al número de datos de una serie. El valor "k" se aproximará al número entero más próximo.

COMENTARIO: El caso típico de aplicación es aquel cuando $n = 365$ (todos los datos posibles de máximos diarios de concentración de 8 horas durante un año calendario), k será igual a 361,35 que aproximado al número entero más próximo es 361. Por tanto, el percentil 99 corresponde al quinto valor más alto del listado de máximos diarios de concentración de 8 horas durante un año calendario, o lo que es lo mismo, el valor correspondiente a la quinta posición desde la derecha de una lista establecida por orden creciente, tal como se señala en la letra "f" del art. 2 de la norma.

Debe considerarse que el párrafo anterior da cuenta de un ejemplo específico de cálculo del percentil 99 en base a lo definido en la letra "f" del art. 2 de la norma. En general (n sea igual o menor a 365), deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a lo indicado por la letra "f" del art. 2 de la norma.

Para efectos de demostrar y verificar el cumplimiento de la norma, es fundamental considerar los requisitos y/o número de datos mínimos para que los valores de concentración de ozono puedan ser considerados válidos. Estos se han extraído del artículo 8 de la norma y se presentan en forma resumida en el siguiente cuadro. Para mayor precisión y detalle referirse al artículo señalado.

Validez de los valores de concentración de ozono

Valores	Requisitos Validez y/o Número Datos Mínimos
Concentración de 8 horas	6 de los 8 datos de concentración de 1 hora*
Concentración máxima diaria de 8 horas	16 de los 24 datos de concentración de 8 horas*
Percentil 99 de concentraciones máximas diarias de 8 horas	274 de los 365 datos de concentración máxima diaria de 8 horas

* En caso que el valor fuere igual o mayor al nivel de la norma, podrá considerarse válido aunque no cumpla con el número de datos mínimos.

TITULO II

Nivel de Norma de Calidad Primaria para Ozono en Aire

Artículo 3.- La norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas será de 61 ppbv. ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

COMENTARIO: *La norma es única, lo que puede variar son las unidades utilizadas para medir concentraciones de contaminantes. Ambas unidades (ppbv y $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) son aceptadas, aunque la gran mayoría de los monitoreos que realizan las empresas especializadas en Chile se expresan en ppmv. Esta razón, que implica ventajas operativas, en conjunto con ventajas de tipo técnicas ha llevado a que para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental en la presente norma se deberán utilizar los valores de concentración expresados en ppmv (ver art. 6 de la norma). Ello implica una modificación significativa respecto de la práctica actual que expresa los valores de concentración de gases en unidades de masa ($\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ ó $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).*

Fórmula genérica de cambio de unidades

$$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} = (\text{ppmv} \times \text{PM}) / 0,02445$$

donde PM: Peso molecular ($\text{O}_3 = 48$) y 0,02445 es el volumen de un mol de gas en metros cúbicos a 25°C .

$$1 \text{ ppmv} = 1000 \text{ ppbv}$$

Para efectos de cambiar las unidades de ozono, cuando éstas estén expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (microgramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,5094 para transformar a ppbv las concentraciones de ozono.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

COMENTARIO: *El percentil 99 corresponde al quinto valor más alto de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año, asumiendo que hay 365 datos. Este valor se obtiene ordenando los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año en orden creciente y seleccionando el quinto máximo (en el Ejemplo 1 corresponde a 81 ppbv registrado el día 06/04/03). En caso que haya menos datos (<365) deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a la definición “f” de la norma.*

Ejemplo 1: Cálculo percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año (se muestra sólo la parte inferior de la serie de 365 datos).

Fecha	Máx Diario Conc. de 8 horas (ppbv)	Valor
29/01/04	74,1	
16/12/03	75,0	
09/11/03	75,9	
22/10/03	76,1	
11/10/03	76,3	
05/10/03	78,3	
15/08/03	78,5	
02/05/03	79,4	
01/05/03	79,5	
19/04/03	80,3	
08/04/03	81,0	Quinto máximo
06/04/03	84,0	Cuarto máximo
05/04/03	87,1	Tercer máximo
04/04/03	95,3	Segundo máximo
03/04/03	113,1	Primer máximo

Por otra parte, en el Ejemplo 2 se presenta un caso de superación de la norma como concentración de 8 horas, ya que el promedio de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentraciones de 8 horas es 82 ppbv (82,4 aproximado al entero más cercano), valor mayor en 21 ppbv al límite establecido por la norma (61 ppbv).

Ejemplo 2: Superación de la NPCA como concentración de 8 horas

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Máx. Diarios Conc. de 8 horas (ppbv)
Marzo 2007- Marzo 2008	298	81,0
Marzo 2008- Marzo 2009	365	80,5
Marzo 2009- Marzo 2010	365	85,6
Promedio		82 (82,4)

Si el periodo de medición en una estación monitora EMPRG no comenzare el 1º de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones.

COMENTARIO: Cuando el monitoreo se inicia en una fecha distinta al 1° de enero, se podrá verificar el cumplimiento de la norma al cabo de los tres periodos de 12 meses siguientes, pese a que no se contará con tres años calendarios sucesivos de mediciones. Lo anterior será válido hasta que se disponga de un registro sucesivo de tres años calendarios.

Caso práctico

Si el monitoreo se inició el 18 de agosto del 2004:

-Se podrá verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años sucesivos (no-calendarios) a contar del 18 de agosto de 2007 y hasta el 31 de diciembre del mismo año.

-A contar del 01 de enero de 2008, se dispondrá de mediciones suficientes para verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas, si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: El inciso anterior tiene como finalidad no tener que esperar que se cumplan los tres años sucesivos que establece la norma para su verificación, para detectar situaciones de excedencia importantes. Tal es el caso mostrado en el Ejemplo 3, donde al cabo del segundo periodo anual y asignando el valor cero al periodo faltante, se supera la norma en 3 ppbv al registrarse un valor de 64 ppbv (63,7 ppbv aproximado al entero más cercano) como promedio de tres años sucesivos.

Ejemplo 3: Superación de la norma al cabo del segundo periodo de monitoreo

Periodo	Datos válidos (%)	Percentil 99 Máx. Diarios Conc. 8 horas (ppbv)
Marzo 2003- Marzo 2004	359	90,2
Marzo 2004- Marzo 2005	359	100,9
Marzo 2005- Marzo 2006	0	0
Promedio		64 (63,7)

Artículo 4.- Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para ozono, en concentración de una hora.

Nivel 1: 204 - 407 ppbv	(400 - 799 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Nivel 2: 408 - 509 ppbv	(800 – 999 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Nivel 3: 510 ppbv o superior	(1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ o superior)

COMENTARIO: *Los niveles arriba mencionados (Nivel 1, 2 y 3) se pueden asociar a las situaciones de alerta, pre-emergencia y emergencia respectivamente, por contaminación de ozono, en el contexto de un Plan de Descontaminación. Estos niveles se utilizan en el contexto de un plan específico de prevención o descontaminación, y tienen asociados un conjunto de acciones o medidas de protección de la salud de las personas.*

Los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para ozono podrán ser obtenidos mediante la aplicación de una metodología de pronóstico de calidad de aire aprobada por el Servicio de Salud respectivo en el marco del plan de prevención o de descontaminación que corresponda, o por medio de la constatación de las concentraciones del contaminante a partir de alguna de las estaciones monitoras EMRPG.

COMENTARIO: *Se podrá declarar una situación de emergencia ambiental por medio de una metodología de pronóstico de calidad del aire (modelo predictivo) o por medio de los registros de una estación monitora EMRPG. El primero de los casos ocurrirá cuando la información entregada por una metodología de pronóstico de un plan de prevención o descontaminación sea tal, que prediga una superación de los niveles. Sin perjuicio de lo anterior, será el propio plan de prevención y descontaminación el que tendrá que especificar con precisión los hechos particulares que deben ocurrir para materializar una declaración de situación de emergencia.*

La otra manera de declarar una situación de emergencia por contaminación de ozono, es cuando se constate que las concentraciones de 1 hora en una estación monitora EMRPG sobrepasen los niveles indicados para situaciones de emergencia (Nivel 1, 2 ó 3) en un solo periodo de 1 hora durante el año de monitoreo.

Para los efectos de lo señalado anteriormente, se entenderá por metodología de pronóstico de calidad de aire a aquella que:

- Entregue un procedimiento mediante el cual es posible predecir la ocurrencia de alguno de los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para ozono.
- Entregue el grado de confiabilidad de acuerdo a lo dispuesto en el respectivo plan de prevención o de descontaminación

COMENTARIO: *El Plan de Descontaminación respectivo deberá determinar el “grado de confiabilidad” correspondiente.*

c. Considere, además, los siguientes elementos:

- La zona geográfica de aplicación, y
- La evaluación y validación de la metodología de pronóstico.

d. Considere, según corresponda y la situación especial en la cual va a ser aplicada, entre otras, las siguientes variables:

- Emisiones de precursores de este contaminante,
- Condiciones meteorológicas,
- Condiciones topográficas,
- Procesos de acumulación y remoción de contaminantes

Para la aprobación de la metodología de pronóstico deberá considerarse como antecedente un informe técnico realizado por expertos nacionales o internacionales sobre la metodología de pronóstico.

La metodología de pronóstico aprobada por el Servicio de Salud mediante resolución fundada, deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial.

Se podrá omitir o dejar sin efecto una declaración de situación de emergencia ambiental si se detectare un cambio en las condiciones meteorológicas en forma posterior a la hora de comunicación del pronóstico o a la constatación de la superación de los niveles de calidad de aire, y siempre que dicho cambio asegure una mejoría tal en las condiciones de calidad de aire que invalide los resultados entregados por el pronóstico o que asegure la reducción de los niveles de concentración de calidad de aire por debajo de aquellos que originan situaciones de emergencia ambiental.

Artículo 5.- Para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental se utilizarán los valores de concentración expresados en ppbv.

COMENTARIO: *Como se ha señalado previamente en este Manual de Aplicación, los valores de concentración deberán estar expresados en ppbv para efectos acreditar el cumplimiento de la normativa ante la autoridad. Es por ello que se recomienda que esta convención sea adoptada como práctica común a contar de la publicación del presente Manual de Aplicación.*

TITULO III

Metodología de Medición de la Norma

Artículo 6.- La medición de la concentración de ozono en el aire se realizará mediante uno cualesquiera de los siguientes métodos de medición:

- a. Quimioluminiscencia con etileno;
- b. Fotometría de absorción ultravioleta;
- c. Cromatografía líquida gas/sólido;
- d. Espectrometría de absorción óptica diferencial, con calibración in-situ y,
- e. Un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

COMENTARIO: *Los métodos de uso generalizado para medir O₃ son los que emplean la técnica de luminiscencia química o quimioluminiscencia y el de absorción de radiación ultravioleta (UV) de longitud de onda de 253,7 nanómetros, siempre y cuando los modelos de los monitores sean aceptados por la USEPA como método equivalente o de referencia. De estos métodos los autores recomiendan usar el de absorción de radiación UV de 253,7 nanómetros, nm, en lugar del de luminiscencia química. Ello porque este método presenta dificultades operacionales, como la de mantener la temperatura de la muestra a 10°C.*

La medición consiste en hacer pasar un haz de radiación UV de longitud de onda 253,7 nm, por una celda de longitud definida y la concentración de ozono es equivalente a la intensidad de radiación absorbida por el ozono.

El monitoreo de calidad de aire deberá realizarse con instrumentos que cumplan con los métodos de medición señalados en el inciso anterior y que hayan sido reconocidos, aprobados o certificados, por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

Artículo 7.- Para efectos de cumplir con lo establecido en el artículo 11, podrán utilizarse técnicas de medición alternativas a las señaladas en el artículo precedente, las que deberán ser aprobadas por el Servicio de Salud respectivo. Para el monitoreo mediante estas técnicas se deberá tener en consideración lo establecido en la letra (e) del artículo 2 del presente Decreto.

COMENTARIO: *Cabe destacar que la USEPA declara a uno o más modelos de equipo monitor de cada fábrica como método de referencia o equivalente, y no es la técnica o principio de detección al que se le otorga este reconocimiento, incluso en algunas ocasiones el equipo es declarado método tal o cual, para un rango parcial de la escala del monitor.*

Algunas necesidades básicas de instalación, operación, mantención y calibración de los monitores se detallan a continuación¹².

Instalación

La estación monitorea de contaminantes atmosféricos, se compone de una caseta metálica en donde están montados los equipos detectores.

La caseta debe disponer de aire acondicionado para evitar variaciones de temperatura que alteran la respuesta de los sensores del equipo de medición, produciendo cambios en las concentraciones que entrega éste.

Además, la caseta debe estar montada en un lugar que disponga de energía eléctrica, conforme a los requerimientos de consumo de la estación.

Se debe tener especial cuidado con evitar las variaciones de voltaje en la línea de alimentación eléctrica, ya que ello afecta la respuesta y sensibilidad del equipo de medición, produciendo resultados no confiables. Cuando esto sucede, se debe disponer de un estabilizador de voltaje.

Operación

El monitor de ozono debe funcionar en forma continua 24 horas diarias y proporcionar datos horarios de concentración. Estos deben tener como base promedios de fracciones de tiempo variable superiores al minuto.

La información generada por el monitor debe ser almacenada en papel o archivo magnético, para ser procesada e interpretada mensualmente.

Una de las formas más frecuentes de almacenamiento de datos es el uso de datalogger, del cual se extraen los datos semanalmente o cada 15 días.

Si el sistema requiere de información de medición instantánea de ozono, el sensor deberá estar conectado en línea con un computador central, y la información deberá ser enviada vía telefónica al computador central, el que procesará y entregará la información según la demanda que ésta tenga.

Mantención

Cada monitor debe contar con un filtro de material particulado, el que evita que se produzca acumulación de partículas dentro del equipo y genere perturbaciones en la sensibilidad y respuesta del monitor. El filtro debe ser cambiado a lo menos una vez por mes, y en zonas de alta concentración de material particulado, MP, (donde se supere la norma diaria de MP10), cada 15 días o semanalmente. Bajo estas condiciones, el monitor funcionará según las recomendaciones del fabricante.

Adicionalmente, será necesario efectuar una mantención preventiva del monitor, con el fin de evitar pérdidas de información que dificulten la verificación del cumplimiento de la norma de ozono.

Calibración

El monitor de ozono debe ser calibrado en el SESMA de la Región Metropolitana, al inicio y al término de las mediciones. Esta institución dispone del único patrón primario que es un fotómetro UV.

El SESMA debiera enviar, a lo menos cada 2 años, su patrón primario al National Bureau of Standards en Washington D.C. o a un laboratorio europeo de Alemania, Suecia u Holanda, para certificar su fotómetro. En estos lugares debe ser recertificado el patrón primario. El equipo es muy delicado y por esa causa no puede ser movido para calibraciones en terreno.

El cero del monitor debe ser chequeado con aire ultra puro (de preferencia importado), libre de NOx, O₃ y de cualquier sustancia que interfiera positiva o negativamente, con la radiación UV de 253,7 nm. El cero debe ser verificado con gas cero (idealmente aire cero importado) y no mediante ajuste con el cero electrónico.

Para mediciones de corta duración, del orden de un mes, la calibración del cero del equipo debe ser efectuada semanalmente, de esta forma se evita la pérdida de información por fallas en la respuesta de los sensores.

¹² Basado en Apuntes Curso de Especialización en Contaminación Ambiental. Módulo Contaminación Atmosférica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. 1998.

TITULO IV

Validación de la Información de Monitoreo de Calidad de Aire

Artículo 8.- Se considerará válida la concentración de 8 horas, si, a lo menos, el 75% de los datos de concentración de 1 hora para un periodo de 8 horas se encontraren disponibles.

En el evento de que se dispusiere de menos del 75% de los datos de concentración de 1 hora, la concentración de 8 horas será considerada, sólo para efectos de verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad de aire como concentración de 8 horas, si al reemplazar por cero los datos que faltaren para completar el 75% requerido, la concentración de 8 horas fuere mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: *Para que la concentración 8 horas pueda ser considerada válida, deben existir al menos 6 de los posibles 8 datos de concentración de 1 hora. Sin embargo, si existiesen menos datos (5 o menos) y la concentración de 8 horas superara el nivel de la norma al reemplazar los datos faltantes por cero hasta llegar a los 6 datos mínimos, ésta podrá ser usada para verificar el cumplimiento de la norma. En caso contrario, el dato será inválido y debe ser eliminado del registro.*

En el Ejemplo 4 las concentraciones de 8 horas que van desde la hora 9 hasta la hora 16 tienen menos de los 6 datos mínimos lo que las invalida. Sin embargo, al reemplazar los datos faltantes por cero hasta llegar a los 6 datos mínimos, todas las concentraciones de 8 horas, salvo la hora 9, 10 y 11, exceden la norma y por tanto, deben ser consideradas válidas para verificar el cumplimiento de la norma.

Ejemplo 4: Validez de las concentraciones de 8 horas con datos de concentración de 1 hora faltantes.

<i>Hora</i>	<i>Conc. de 1 hora (ppbv)</i>	<i>Número datos 8 horas</i>	<i>Conc. de 8 horas con reemplazo de datos faltantes (ppbv)*</i>	<i>Tipo de Registro</i>
0	37,0	8	73,9	Válido
1	34,0	8	68,0	Válido
2	33,0	8	62,1	Válido
3	33,0	8	56,4	Válido
4	50,0	8	52,8	Válido
5	80,0	8	52,9	Válido
6	110,0	8	56,9	Válido
7	-	7	53,9	Válido
8	-	6	56,7	Válido
9	-	5	51,0	Inválido (***)
10	-	4	45,5	Inválido (***)
11	120,0	4	60,0	Inválido (***)
12	128,0	4	73,0	Válido
13	118,0	4	79,3	Válido
14	104,0	4	78,3	Válido
15	-	4	78,3	Válido
16	81,0	5	91,8	Válido
17	81,0	6	105,3	Válido
18	80,0	7	101,7	Válido
19	79,0	7	95,9	Válido
20	79,0	7	88,9	Válido
21	79,0	7	83,3	Válido
22	78,0	7	79,6	Válido
23	78,0	8	79,4	Válido

*: Concentración de 8 horas calculada reemplazando datos faltantes. Es decir, el promedio aritmético móvil de los valores de concentración de 1 hora para 8 horas sucesivas asociado a la última hora del periodo de 8 horas sucesivas. Para los casos en que los datos de concentración de 1 hora disponibles fueron 6 ó 7 horas (hora 7, 8, 17, 18, 19, 20, 21 y 22), se calculó como el promedio de dichos datos. Para los casos en que los datos de concentración de 1 hora disponibles fueron menores a 6 horas (hora 9 hasta hora 16), se calculó como la suma de los datos disponibles dividida por 6, o lo que es lo mismo, como el promedio aritmético de los datos disponibles reemplazando por cero los datos faltantes hasta llegar a 6 datos y utilizando 6 como divisor.

-. Datos no registrados por la estación monitora.

(***) : Se usará para notar registros inválidos.

Si se dispusiere de datos de concentración de 1 hora para 6 o 7 horas, la concentración de 8 horas se calculará como el promedio aritmético de los datos de concentración de 1 hora disponibles, utilizando como divisor 6 o 7, según corresponda.

Se considerará válido el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año, si, a lo menos, el 75% de los datos de los máximos diarios de concentración de 8 horas para el periodo de un año, se encontraren disponibles y dan cuenta de la variación de los datos a lo largo de un año (ciclo estacional).

COMENTARIO: *Para que el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año pueda considerarse como válido deben cumplirse dos condiciones. La primera es que deben existir al menos 274 del total posible de 365 datos. La segunda es que al menos un 50% de los datos deben corresponder al periodo de altas concentraciones de ozono¹³). No obstante lo anterior, si no cumplieren una o ambas condiciones y el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas supera el nivel de la norma, éste podrá ser usado para verificar el cumplimiento de la norma.*

Se considerará válida la concentración máxima diaria de 8 horas, si, a lo menos, el 75% de los datos de concentración de 8 horas para un periodo de 24 horas se encontraren disponibles.

En el evento que se dispusiere de menos del 75% de los datos de concentración de 8 horas, la concentración máxima diaria de 8 horas será considerada, sólo para efectos de verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad de aire como concentración de 8 horas, si, la concentración máxima diaria de 8 horas fuere mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: *Para que la concentración máxima diaria de 8 horas pueda ser considerada válida, deben existir al menos 18 de los posibles 24 datos de concentración de 8 horas en un día dado. Sin embargo, si existiesen menos datos (17 o menos) y la concentración máxima diaria de 8 horas supera el nivel de la norma, ésta podrá ser usada para verificar el cumplimiento de la norma, tal como ocurre con el valor 69 ppbv (68,6 aproximado al entero más cercano) en el Ejemplo*

¹³ El período de altas concentraciones de ozono coincide generalmente con los meses más cálidos del año, registrándose una baja significativa en los niveles de ozono durante el periodo más frío del año. En este sentido, como regla general para la zona central de Chile, puede establecerse como el período de altas concentraciones de ozono, aquel que va desde el 01 de octubre hasta el 31 de marzo del año siguiente. Sin embargo y tal como está hecho en EE. UU. (40 CFR, Appendix D Part 58), el período de monitoreo debe considerar las características meteorológicas propias de cada lugar. Por ello, la autoridad estará facultada para cambiar el período señalado en áreas donde haya evidencia fundada de que los niveles de ozono alcanzan altas concentraciones en otros meses del año.

5 donde se registran sólo 16 datos de concentración de 8 horas en un día dado. En caso contrario, el dato de concentración máxima diaria de 8 horas será inválido.

Ejemplo 5: Validez de la concentración máxima diaria de 8 horas con datos faltantes (se muestran sólo los datos de un día).

Hora	Conc. de 1 hora (ppbv)	Número datos 8 horas	Conc. de 8 horas (ppbv)
0	46,7	8	38,6
1	51,7	8	38,4
2	59,2	8	40,0
3	70,8	8	43,8
4	74,0	8	48,8
5	76,0	8	54,8
6	80,0	8	61,5
7	-	7	65,5
8	-	6	68,6
9	-	5	***
10	-	4	***
11	82,4	4	***
12	75,9	4	***
13	68,9	4	***
14	63,3	4	***
15	-	4	***
16	59,4	5	***
17	56,8	6	67,8
18	52,9	7	65,7
19	46,6	7	60,5
20	40,3	7	55,5
21	33,8	7	50,4
22	28,4	7	45,5
23	26,1	8	43,0

Nota: Sólo los datos de concentración de 8 horas asociados a las horas 0 a 8 y 17 a 23 poseen los datos mínimos para que la concentración de 8 horas sea válida. Utilizando el procedimiento indicado en el Ejemplo 4, para las horas 9 a 16, se verifica que no se supera el nivel de la norma por lo tanto, dichos valores deben ser considerados como inválidos. Con ello, se tiene un total de 16 datos de concentración de 8 horas para el período completo de 24 horas, lo cual no cumple con el requisito de la norma (17 o más). Sin embargo, dado que el valor máximo supera el nivel de la norma, éste debe ser considerado como dato válido para acreditar el cumplimiento de la norma.

-: Datos no registrados por la estación.

(**): Registros inválidos.

TITULO V

Fiscalización de la Norma

Artículo 9.- Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

TITULO VI

Implementación de la Norma

Artículo 10.- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de seis meses, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, determinar mediante resolución fundada aquellas estaciones monitoras que se considerarán como EMRPG.

COMENTARIO: *La fecha indicada para que los Servicios de Salud respectivos hayan determinado las estaciones monitoras EMRPG fue el 06 de septiembre del 2003.*

La definición de una estación como EMRPG no es una facultad discrecional sino que se encuentra enmarcada dentro de un contenido normativo dado. En virtud de ello, los Servicios de Salud respectivos deben apegarse a criterios en la definición contenida en el artículo 2 letra h) de la norma respectiva tomando en consideración las buenas prácticas de ubicación del presente Manual de Aplicación de la norma para definir una estación como EMRPG.

Sin perjuicio de las acciones que tomen los Servicios de Salud respectivos, cualquier persona natural o jurídica podrá instalar una estación monitora para efectos de recabar información de calidad del aire en un área dada. Sin embargo, para que dicha información pueda ser utilizada para demostrar o verificar el cumplimiento de las NPCA, la estación monitora deberá necesariamente cumplir con los requisitos de estación EMRPG definidos tanto en la norma como en este Manual y además, deberá estar acreditada por el Servicio de Salud respectivo como tal.

En el caso de estaciones monitoras existentes con antelación a la entrada en vigencia de la norma y sus procedimientos, éstas podrán ser acreditadas como estación EMRPG por el Servicio de Salud respectivo. Al momento de ser acreditada, los datos comenzarán a ser válidos para demostrar y verificar la norma en periodos posteriores. Si esto no ocurriese, la estación y sus mediciones no tendrán validez. Sin perjuicio de lo anterior, cuando las mediciones de una estación monitora indiquen la superación del nivel de la norma, dicha estación servirá para acreditar la

*superación de la norma independientemente si ella se encuentra o no acreditada como estación EMRPG. **EL MISMO COMENTARIO QUE EN ARTICULO 12 DE CO.***

Es decir, las estaciones EMRPG con cuyos datos se pretenda acreditar el cumplimiento de los valores de la norma cuando estos entren en vigencia (01 de abril de 2006) deben instalarse desde ya bajo las indicaciones expuestas en este Manual (ver artículo 14 para más detalles respecto de las fechas de entrada en vigencia de esta norma).

Artículo 11.- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de tres años, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, realizar un diagnóstico de la calidad de aire para ozono según sus competencias territoriales.

Dicho diagnóstico deberá considerar la información de calidad de aire disponible así como la que se genere a partir de organismos públicos y privados.

Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de dos años, contados desde que se disponga del diagnóstico, elaborar e implementar un programa priorizado de monitoreo para el seguimiento de la norma primaria de calidad de aire para ozono.

Dicho programa deberá ser revisado periódicamente en función de los nuevos antecedentes de calidad de aire de que se disponga, los cuales deberán incorporar la información tanto pública como privada.

COMENTARIO: *El 06 de marzo de 2006 los Servicios de Salud deberán presentar un diagnóstico de la calidad del aire para ozono en sus competencias territoriales. Dos años después y con fecha límite del 06 de marzo de 2006, los Servicios de Salud deberán haber elaborado e implementado los programas priorizados de monitoreo para el seguimiento de la NPCA para ozono, en base a los resultados de la etapa de diagnóstico.*

Artículo 12.- El monitoreo de la calidad de aire según los métodos de medición señalados en los artículos sexto y séptimo del presente decreto, deberá realizarse de acuerdo a las disposiciones establecidas por el Servicio de Salud respectivo, el que deberá considerar, cuando se encuentre disponible, lo que señale el manual de aplicación técnico de la norma.

El manual de aplicación técnico de la norma deberá ser elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Artículo 13.- Los Servicios de Salud respectivos deberán tener a disposición de la ciudadanía, los datos de los niveles de concentración de calidad de aire para ozono correspondiente a la presente norma, los que serán públicos.

COMENTARIO: Como una estrategia efectiva para informar a la ciudadanía, se sugiere que la información sea publicada en forma periódica en los sitios electrónicos de los respectivos Servicio de Salud, de igual modo que lo hace el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA). En caso que los servicios no tuvieran esta posibilidad, la información deberá estar disponible para fácil consulta en los Departamentos de Programas del Ambiente respectivos.

TITULO VII

Entrada en Vigencia

Artículo 14.- El presente decreto entrará en vigencia el día 1° del mes siguiente al de su publicación en el Diario Oficial.

COMENTARIO: Antes del 01 de abril de 2006, los límites de calidad del aire para ozono están dados por el DS 1.215/1978 del MINSAL.

Por otra parte, las mediciones de concentraciones de ozono que se realicen para acreditar cumplimiento de los valores máximos permitidos en la Resolución 1.215/1978 del MINSAL hasta el 01 de abril de 2006, deben realizarse bajo los criterios y procedimientos establecidos en la presente norma.

La norma se encuentra vigente a partir del 01 de abril de 2003 fecha desde la que se debe iniciar el registro de información y datos que permitirán verificar el cumplimiento de la norma a contar del 01 de abril de 2006 (tres años después). Sin embargo, los límites y niveles máximos de concentración de ozono no están vigentes hasta que transcurran los tres años necesarios para su verificación.

La norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental, entrarán en vigencia transcurridos tres años contados desde que entre a regir el presente decreto. Con igual fecha, entrará en vigencia el inciso 4° del artículo 3° del presente decreto.

COMENTARIO: La fecha de entrada en vigencia de la norma primaria de calidad de aire para ozono como concentración de 8 horas y los niveles de concentración de una hora que originan situaciones de emergencia ambiental será el 01 de abril de 2006. Antes de ello, debe considerarse que los valores vigentes son los señalados en la Resolución N°1215/1978 MINSAL. En relación al ozono, dicha resolución establece un límite de 160 µg/m³N como concentración de una hora (media aritmética), no debiendo sobrepasarse este valor más de una vez por año.

En este Manual de Aplicación no se detallan los requisitos de evaluación o verificación de la norma que estará vigente hasta el 01 de abril del 2006. Para ello, refiérase al texto de la Resolución N°1215/1978 MINSAL.

Teniendo en cuenta que el proceso de elaboración de la presente norma estuvo enmarcado dentro del proceso de revisión de la Resolución N°1215/1978 MINSAL¹⁴, es una interpretación jurídicamente válida considerar que, a contar del 01 de abril del 2006, se entenderá derogada completamente la Resolución N°1215/1978 MINSAL en lo que respecta a la normativa de concentración de 1 hora para ozono.

A continuación se presenta un cuadro con la normativa de ozono y sus respectivos periodos de vigencia.

Normas de ozono y periodos de vigencia

<i>Norma</i>	<i>Límite</i>	<i>Estado</i>	<i>Cuerpo Legal</i>
<i>Concentración 1 hora</i>	<i>160 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$</i>	<i>Vigente</i>	<i>Res. N°1215/1978 MINSAL</i>
<i>Concentración 8 horas</i>	<i>61 ppbv (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)*</i>	<i>Vigente a partir del 01/04/2006</i>	<i>D.S. N°112/2002 MINSEGPRES</i>

** Este límite debe cumplirse considerando los nuevos criterios técnicos y numéricos establecidos en el texto del D.S. N°112/2002 MINSEGPRES.*

¹⁴ El segundo considerando del texto de la norma señala. "Que sobre la base de los antecedentes disponibles y que constan en el expediente público, se revisó la norma primaria de calidad de aire para ozono (O_3), contenida en la resolución 1215 de 1978, del Delegado del Gobierno en el Servicio Nacional de Salud, en conformidad al procedimiento y los contenidos establecidos en el decreto supremo N°93 de 1995, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia."

6 NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DE AIRE PARA DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂). D.S. Nº113 DE 6 DE AGOSTO DE 2002, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. (DO 6.03.2003).

TITULO I

Disposiciones Generales y Definiciones

Artículo 1.- La presente norma de calidad ambiental tiene por objetivo proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos y crónicos generados por la exposición a niveles de concentración de dióxido de azufre en el aire.

COMENTARIO: *El concepto “población” debe entenderse como una referencia genérica a cada uno de los seres humanos que habitan en Chile.*

Esta norma, al igual que las demás normas primarias de calidad ambiental (NPCA), tiene como objetivo la protección de la salud de la población (art. 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente¹⁵), y por lo tanto debe ser igual en todo el territorio de la República de Chile, de acuerdo a lo indicado textualmente en el art. 32 de la Ley de Bases del Medio Ambiente y en el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión¹⁶. Lo anterior se sustenta de un modo más general, en los art. 19 Nº1 de la Constitución Política (CP), que consagra el derecho constitucional “individual” a “la vida, y a la integridad física y psíquica de la persona”; art.19 Nº2 de la CP que señala que todos somos iguales ante la ley; y el art. 19 Nº9, que indica que todos tenemos igual derecho a la protección de la salud¹⁷.

¹⁵ La letra (n) del artículo 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente define como Norma Primaria de Calidad Ambiental “aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población;”

¹⁶ Al respecto el artículo 32 de la Ley 19.300 como el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión (D.S. Nº 93/1994 MINSEGPRES) señalan que: “...las normas primarias de calidad ambiental serán de aplicación general en todo el territorio de la República”.

¹⁷ El Artículo 19 de la Constitución Política de Chile señala: “La Constitución asegura a todas las personas:

1º.- El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona. La ley protege la vida del que está por nacer. La pena de muerte sólo podrá establecerse por delito contemplado en ley aprobada con quórum calificado. Se prohíbe la aplicación de todo apremio ilegítimo;

2º.- La igualdad ante la ley. En Chile no hay persona ni grupo privilegiados. En Chile no hay esclavos y el que pise su territorio queda libre. Hombres y mujeres son iguales ante la ley. Ni la ley ni autoridad alguna podrán establecer diferencias arbitrarias;

Artículo 2.- Para efectos de lo dispuesto en la presente norma, se entenderá por:

- b. *ppbv*: Unidad de medida de concentración en volumen, correspondiente a una parte por billón.
- c. *Concentración de Dióxido de Azufre*: Valor promedio temporal detectado en el aire expresado en partes por billón (ppbv) o en microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

La condición normal corresponde a la presión de una atmósfera (1 atm.) y una temperatura de 25 grados Celcius (25°C).

COMENTARIO: *La condición normal muchas veces no se cumple en terreno cuando los equipos monitores registran de forma directa las concentraciones de contaminantes en el aire. Sin embargo, los informes de monitoreos de las empresas especializadas en Chile generalmente entregan los resultados de concentraciones corregidos a la condición normal, por lo que están aptos para ser contrastados con los límites establecidos en las normas primarias de calidad del aire (NPCA). La unidad billón se refiere, según la nomenclatura anglo sajona, a mil millones.*

- d. *Concentración de 1 hora*: Promedio aritmético de los valores de concentración de dióxido de azufre medidos en una 1 hora.
- e. *Concentración de 24 horas*: Promedio aritmético de los valores de concentración de 1 hora de dióxido de azufre correspondientes a un bloque de 24 horas sucesivas, contadas desde las cero horas de cada día.
- f. *Concentración trimestral*: Promedio aritmético de los valores de concentración de 24 horas de dióxido de azufre correspondientes a un periodo de tres meses sucesivos.

COMENTARIO: *En ausencia de datos faltantes, la concentración trimestral debiera ser el promedio aritmético de aproximadamente 90 datos, dependiendo del número de días de los meses incluidos en el trimestre considerado.*

9°.- *El derecho a la protección de la salud. El Estado protege el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación del individuo. Le corresponderá, asimismo, la coordinación y control de las acciones relacionadas con la salud. Es deber preferente del Estado garantizar la ejecución de las acciones de salud, sea que se presten a través de instituciones públicas o privadas, en la forma y condiciones que determine la ley, la que podrá establecer cotizaciones obligatorias.*

- g. *Concentración anual*: Promedio aritmético de los valores de concentración trimestral de dióxido de azufre correspondientes a un año.

COMENTARIO: *La concentración anual debiera ser el promedio aritmético de los 4 valores de concentración trimestral ocurridos durante un año.*

- h. *Año calendario*: Período que se inicia el 1º de enero y culmina el 31 de diciembre del mismo año.
- i. *Estación monitorea con representatividad poblacional para gas dióxido de azufre (EMRPG)*: Una estación de monitoreo que se encuentra localizada en un área habitada.

Se entiende como área habitada, una porción del territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas.

COMENTARIO: *Por área habitada se entenderá un determinado lugar donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera. Una estación será considerada como EMRPG cuando esté emplazada en un área habitada.*

Por área habitada se entenderá un lugar determinado donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera.

Si perjuicio de lo anterior, en el terreno de cada actividad industrial, deben tomarse las provisiones necesarias para la protección de la salud de los trabajadores, por lo cual se aplican los niveles definidos por el DS N°594/1999 del MINSAL y no la NPCA.

Ejemplo de lo anterior ha sido la forma de implementar los Planes de Descontaminación de Caletones, Potrerillos y Chuquicamata, en los cuales una de las maneras de cumplir con la meta de calidad del aire ha sido evitar la exposición permanente y no controlada de los habitantes a las emisiones, para lo cual se ha cambiado de ubicación los campamentos originales de esas localidades a lugares más alejados. Así, las zonas de las fundiciones y los antiguos campamentos se han entendido sólo como lugares de trabajo de tipo industrial, debiéndose cumplir en ellos los niveles de contaminación definidos para la salud ocupacional del DS N°594/1999 del MINSAL.

El límite en lugares de trabajo (DS N°594 MINSAL) para concentraciones de dióxido de azufre de 8 horas es $4.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (1,16 ppm).

Sin embargo, fuera del terreno industrial en una zona definida en un instrumento de ordenamiento territorial como “Zona Industrial Exclusiva” si aplica la NPCA. Este es el caso de una calle pública en una Zona Industrial Exclusiva donde no es posible asegurar la adecuada protección de las personas que transitan por ella por

parte de los responsables de la actividad industrial. En zonas que presenten estas características podrán emplazarse estaciones monitoras con categoría EMRPG.

Otro caso que debe clarificarse son aquellas zonas donde no haya áreas habitadas cercanas, pero en las cuales los instrumentos de planificación territorial permitan asentamientos, tales como la instalación de casas habitación u otros tipos de viviendas. Al respecto, teniendo en cuenta que el plan regulador es una norma que establece una posibilidad cierta y real de que existan asentamientos humanos, debe aplicarse las NPCA. Esta interpretación se basa en una analogía con la aplicación de la norma de ruido molestos para fuentes fijas (D.S. N°146/1997)¹⁸.

- j. *Percentil: Corresponde al valor "q" calculado a partir de valores de concentración aproximados al ppbv o $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ más cercano. Todos los valores se anotarán en una lista establecida por orden creciente para cada estación de monitoreo.*

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \dots \leq X_k \leq X_{n-1} \leq X_n$$

El percentil será el valor del elemento de orden "k", para el que "k" se calculará por medio de la siguiente fórmula:

$k = q \times n$, donde "q" = 0,99 para el Percentil 99, y "n" corresponde al número de datos de una serie. El valor "k" se aproximará al número entero más próximo.

COMENTARIO: *El caso típico de aplicación es aquel cuando $n = 365$ (todos los datos posibles de concentración de 24 horas durante un año calendario), k será igual a 361,35 que aproximado al número entero más próximo es 361. Por tanto, el percentil 99 corresponde al quinto valor más alto del listado de de concentración de 24 horas durante un año calendario, o lo que es lo mismo, el valor correspondiente a la quinta posición desde la derecha de una lista establecida por orden creciente, tal como se señala en la letra "j" del art. 2 de la norma.*

Debe considerarse que el párrafo anterior da cuenta de un ejemplo específico de cálculo del percentil 99 en base a lo definido en la letra "j" del art. 2 de la norma. En general (n sea igual o menor a 365), deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a lo indicado por la letra "j" del art. 2 de la norma.

¹⁸ En efecto en su art. 4, 5 y 6 la Norma De Emisión De Ruidos Molestos Generados Por Fuentes Fijas establece que los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos deben cumplirse en las zonas donde esté ubicado el receptor (persona o personas afectadas por el ruido). Por zonas se definen tanto áreas rurales como cuatro zonas (I a IV) de tipo urbano, de acuerdo a lo indicado por los respectivos instrumentos de planificación territorial.

Para efectos de demostrar y verificar el cumplimiento de la norma, es fundamental considerar los requisitos y/o número de datos mínimos para que los valores de concentración de dióxido de azufre puedan ser considerados válidos. Estos se han extraído del artículo 10 de la norma y se presentan en forma resumida en el siguiente cuadro. Para mayor precisión y detalle referirse al artículo señalado.

Validez de los valores de concentración de dióxido de azufre

Valores	Requisitos Validez y/o Número Datos Mínimos
Concentración 1 hora	30 minutos de medición
Concentración de 24 horas*	18 de los 24 datos de concentración de 1 hora
Percentil 99 de concentraciones de 24 horas	274 de los 365 datos de concentración máxima diaria de 8 horas
Concentración anual	Aproximadamente 68 de los 90 datos de concentración de 24 horas de cada uno de los cuatro trimestres del año**

* En caso de que el valor fuere mayor o igual al nivel de la norma podrá considerarse válido aunque no cumpla con el número de datos mínimos.

** El número de datos de concentración de 24 horas en un trimestre es variable, al depender del número exacto de días de cada mes. Este valor debiera estar cercano a 90.

TITULO II

Nivel de Norma de Calidad Primaria para Dióxido de Azufre en Aire

Artículo 3.- La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual será de 31 ppbv (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

COMENTARIO: La norma es única, lo que puede variar son las unidades utilizadas para medir concentraciones de contaminantes. Ambas unidades (ppbv y $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) son aceptadas, aunque la gran mayoría de los monitoreos que realizan las empresas especializadas en Chile se expresan en ppbv. Esta razón, que implica ventajas operativas, en conjunto con ventajas de tipo técnicas han llevado a que para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan

Fórmula genérica de cambio de unidades

$$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} = (\text{ppmv} \times \text{PM}) / 0,02445$$

donde PM: Peso molecular ($\text{SO}_2 = 64$) y 0,02445 es el volumen de un mol de gas en metros cúbicos a 25°C .

$$1 \text{ ppmv} = 1000 \text{ ppbv}$$

$$1 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N} = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$$

situaciones de emergencia ambiental en la presente norma se deberán utilizar los valores de concentración expresados en ppmv (ver art. 6 de la norma). Ello implica una modificación significativa respecto de la práctica actual que expresa los valores de concentración de gases en unidades de masa ($\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ ó $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Para efectos de cambiar las unidades de dióxido de azufre, cuando éstas estén expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (microgramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,382 para transformar a ppbv las concentraciones de dióxido de azufre.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

COMENTARIO: *Tal es el caso ilustrado en el Ejemplo 1, donde el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos es 32 ppbv (31,7 aproximado al entero más cercano), lo que constituye una excedencia de 1 ppbv sobre la norma.*

Ejemplo 1: Superación de la NPCA como concentración anual

Periodo	Número Datos válidos*	Concentración anual (ppbv)
Marzo 2004- Marzo 2005	4	32,8
Marzo 2005- Marzo 2006	4	29,5
Marzo 2006- Marzo 2007	4	32,7
Promedio		32 (31,7)

**: Número de datos de concentración trimestral considerados.*

Si el periodo de medición en una estación monitorea EMRPG no comenzare el 1° de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones.

COMENTARIO: *Cuando el monitoreo se inicia en una fecha distinta al 1° de enero, se podrá verificar el cumplimiento de la norma al cabo de los tres periodos de 12 meses siguientes, pese a que no se contará con tres años calendarios sucesivos*

Caso práctico

Si el monitoreo se inició el 18 de agosto del 2004:

-Se podrá verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años sucesivos (no-calendarios) a contar del 18 de agosto de 2007 y hasta el 31 de diciembre del mismo año.

-A contar del 01 de enero de 2008, se dispondrá de mediciones suficientes para verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos.

de mediciones. Lo anterior será válido hasta que se disponga de un registro sucesivo de tres años calendarios.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual, si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar la concentración anual para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: *El inciso anterior tiene como finalidad no tener que esperar que se cumplan los tres años sucesivos (que establece la norma como concentración anual para su verificación) para detectar situaciones de excedencia importantes. En el Ejemplo 2, al cabo del segundo periodo anual y asignando el valor cero al periodo faltante, se cumple la norma como concentración anual al registrarse un valor de 13 ppbv (12,6 aproximado al entero más cercano) como promedio de tres años sucesivos.*

Ejemplo 2: *Cumplimiento de la NPCA como concentración anual al cabo del segundo periodo de monitoreo*

<i>Periodo</i>	<i>Número Datos válidos*</i>	<i>Concentración anual ppbv)</i>
<i>Marzo 2004- Marzo 2005</i>	<i>4</i>	<i>19,9</i>
<i>Marzo 2005- Marzo 2006</i>	<i>4</i>	<i>18,0</i>
<i>Marzo 2006- Marzo 2007</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Promedio</i>		<i>(13) 12,6</i>

**: Número de datos de concentración trimestral considerados.*

Artículo 4.- La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas será de 96 ppbv (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

COMENTARIO: *La norma es única, lo que puede variar son las unidades utilizadas para medir concentraciones de contaminantes. Ambas unidades (ppbv y $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) son aceptadas, aunque la gran mayoría de los monitoreos que realizan las empresas especializadas en Chile se expresan en ppbv. Esta razón, que implica ventajas operativas, en conjunto con ventajas de tipo técnicas han llevado a que para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental en la presente norma se deberán utilizar los*

Fórmula genérica de cambio de unidades

$$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} = (\text{ppmv} \times \text{PM}) / 0,02445$$

donde PM: Peso molecular ($\text{SO}_2 = 64$) y 0,02445 es el volumen de un mol de gas en metros cúbicos a 25°C.

$$1 \text{ ppmv} = 1000 \text{ ppbv}$$

$$1 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N} = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$$

valores de concentración expresados en ppmv (ver art. 6 de la norma). Ello implica una modificación significativa respecto de la práctica actual que expresa los valores de concentración de gases en unidades de masa ($\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ ó $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Para efectos de cambiar las unidades de dióxido de azufre, cuando éstas estén expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (microgramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,382 para transformar a ppbv las concentraciones de dióxido de azufre.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

COMENTARIO: El percentil 99 corresponde al quinto valor más alto de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año asumiendo que hay 365 datos. Este valor se obtiene ordenando los valores de concentración de 24 horas registrados durante un año en orden creciente y seleccionando el quinto máximo (en el Ejemplo 3 corresponde a 46,4 ppbv registrado el día 06/04/03). En caso de que haya menos datos (<365) deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a la definición “j” del artículo 2 de la norma.

Ejemplo 3: Cálculo percentil 99 de la concentraciones de 24 horas registradas durante un año (se muestra sólo la parte inferior de la serie de 365 datos).

Fecha	Conc. de 24 horas (ppbv)	Valor
22/10/03	39,5	
15/08/03	39,6	
29/01/04	39,8	
02/05/03	41,1	
05/04/03	41,5	
11/10/03	41,8	
19/04/03	42,0	
08/04/03	42,6	
04/04/03	45,3	
09/11/03	45,3	
06/04/03	46,4	Quinto máximo
03/04/03	50,5	Cuarto máximo
01/05/03	55,1	Tercer máximo
05/10/03	79,5	Segundo máximo
16/12/03	90,7	Primer máximo

Por otra parte en el Ejemplo 4 se presenta un caso de superación de la norma como concentración de 24 horas, ya que el promedio de tres años sucesivos del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas es 101 ppbv (101, 1 aproximado al entero más cercano) valor superior en 5 ppbv el límite establecido por la norma (96 ppbv).

Ejemplo 4: Superación de la NPCA como concentración de 24 horas

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Conc. de 24 horas (ppbv)
Marzo 2004- Marzo 2005	345	100,3
Marzo 2005- Marzo 2006	364	100,9
Marzo 2006- Marzo 2007	365	102,0
Promedio		101 (101,1)

Si el periodo de medición en una estación monitora EMRPG no comenzare el 1° de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones.

COMENTARIO: Cuando el monitoreo se inicia en una fecha distinta al 1° de enero, se podrá verificar el cumplimiento de la norma al cabo de los tres periodos de 12 meses siguientes, pese a que no se contará con tres años calendarios sucesivos de mediciones. Lo anterior será válido hasta que se disponga de un registro sucesivo de tres años calendarios.

Caso práctico

Si el monitoreo se inició el 18 de agosto del 2004:

-Se podrá verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años sucesivos (no-calendarios) a contar del 18 de agosto de 2007 y hasta el 31 de diciembre del mismo año.

-A contar del 01 de enero de 2008, se dispondrá de mediciones suficientes para verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de las concentraciones de 24 horas para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: El inciso anterior tiene como finalidad no tener que esperar que se cumplan los tres años sucesivos (que establece la norma como concentración de 24 horas para su verificación) para detectar situaciones de excedencia importantes. Tal es el caso mostrado en el Ejemplo 5, donde al cabo del segundo periodo anual y asignando el valor cero al período faltante, se supera la norma al registrarse un valor de 103 ppbv (103,4 ppbv aproximado al entero más cercano) como promedio de tres años sucesivos.

Ejemplo 5: Superación de la norma como concentración de 24 horas al cabo del segundo periodo de monitoreo

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Conc. de 24 horas (ppbv)
Marzo 2004- Marzo 2005	362	123,3
Marzo 2005- Marzo 2006	365	187,1
Marzo 2006- Marzo 2007	0	0
Promedio		103 (103,4)

Debe notarse que en este caso, como los valores están cercanos (80%) o por sobre el nivel de la norma, los datos de concentración deben procesarse desde el principio en unidades de ppbv. Es decir, dado que se está en el límite, se debe hacer el cambio de unidades en los datos crudos del monitoreo para tener la exactitud necesaria en la verificación del cumplimiento de la norma.

Artículo 5.- Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para dióxido de azufre, en concentración de una hora:

Nivel 1: 750 - 999 ppbv	(1.962 - 2.615 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Nivel 2: 1.000 – 1.499 ppbv	(2.616 - 3.923 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Nivel 3: 1.500 ppbv o superior	(3.924 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ o superior)

COMENTARIO: Los niveles arriba mencionados (Nivel 1, 2 y 3) se pueden asociar a las situaciones de alerta, pre-emergencia y emergencia respectivamente, por contaminación de dióxido de azufre, en el contexto de un Plan de Descontaminación. Estos niveles se utilizan en el contexto de un plan específico de prevención o descontaminación, y tienen asociados un conjunto de acciones o medidas de protección de la salud de las personas.

Los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para dióxido de azufre podrán ser obtenidos mediante la aplicación de una metodología de pronóstico de calidad de aire aprobada por el Servicio de Salud respectivo en el marco del plan de prevención o de descontaminación que corresponda, o por medio de la constatación de las concentraciones del contaminante a partir de alguna de las estaciones monitoras EMRPG.

COMENTARIO: *Se podrá declarar una situación de emergencia ambiental por medio de una metodología de pronóstico de calidad del aire (modelo predictivo) o por medio de los registros de una estación monitora EMRPG. El primero de los casos ocurrirá cuando la información entregada por una metodología de pronóstico de un plan de prevención o descontaminación sea tal, que prediga una superación de los niveles. Sin perjuicio de lo anterior, será el propio plan de prevención y descontaminación el que tendrá que especificar con precisión los hechos particulares que deben ocurrir para materializar una declaración de situación de emergencia.*

La otra manera de declarar una situación de emergencia por contaminación de dióxido de azufre, es cuando se constate que las concentraciones de 1 hora en una estación monitora EMRPG sobrepasen los niveles indicados para situaciones de emergencia (Nivel 1, 2 ó 3) en un solo periodo de 1 hora durante el año de monitoreo¹⁹.

Para los efectos de lo señalado anteriormente, se entenderá por metodología de pronóstico de calidad de aire a aquella que:

- e. Entregue un procedimiento mediante el cual es posible predecir la ocurrencia de alguno de los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para dióxido de azufre.
- f. Entregue el grado de confiabilidad de acuerdo a lo dispuesto en el respectivo plan de prevención o de descontaminación.

COMENTARIO: *El Plan de Descontaminación respectivo deberá determinar el “grado de confiabilidad” correspondiente.*

- g. Considere, además, los siguientes elementos:
 - La zona geográfica de aplicación, y
 - La evaluación y validación de la metodología de pronóstico.
- h. Considere, según corresponda y la situación especial en la cual va a ser aplicada, entre otras, las siguientes variables:
 - Emisiones de dióxido de azufre,
 - Condiciones meteorológicas,
 - Condiciones topográficas,

¹⁹ *El requisito de una sola constatación de superación de los límites (Nivel 1, 2 ó 3) mediante monitoreo para declarar una situación de emergencia es consistente con lo que acontece con la metodología de pronóstico operativa en la Región Metropolitana. Ésta, al predecir una superación de los límites (Nivel 1, 2 ó 3) para PM10 como concentración de 24 horas, genera la declaración de un episodio crítico o situación de emergencia.*

- Procesos de acumulación y remoción de contaminantes

Para la aprobación de la metodología de pronóstico deberá considerarse como antecedente un informe técnico realizado por expertos nacionales o internacionales sobre la metodología de pronóstico.

La metodología de pronóstico aprobada por el Servicio de Salud mediante resolución fundada, deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial.

Se podrá omitir o dejar sin efecto una declaración de situación de emergencia ambiental si se detectare un cambio en las condiciones meteorológicas en forma posterior a la hora de comunicación del pronóstico o a la constatación de la superación de los niveles de calidad de aire, y siempre que dicho cambio asegure una mejoría tal en las condiciones de calidad de aire que invalide los resultados entregados por el pronóstico o que asegure la reducción de los niveles de concentración de calidad de aire por debajo de aquellos que originan situaciones de emergencia ambiental.

Artículo 6.- Para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los valores que originan situaciones de emergencia ambiental se utilizarán los valores de concentración expresados en ppbv.

COMENTARIO: *Como se ha señalado previamente en este Manual de Aplicación, los valores de concentración deberán estar expresados en ppbv para efectos acreditar el cumplimiento de la normativa ante la autoridad. Es por ello que se recomienda que esta convención sea adoptada como práctica común a contar de la publicación del presente Manual de Aplicación.*

Artículo 7.- Cuando el dióxido de azufre fuese precursor de otro contaminante normado, los planes de descontaminación o prevención que se establezcan para el control de este contaminante, podrán incluir medidas de reducción de emisiones del contaminante dióxido de azufre, independientemente del cumplimiento de las normas de calidad de aire que esta norma establece.

COMENTARIO: *Este es el caso de la última versión del PPDA-RM (DS N°58/2003 MINSEGPRES) que establece normas de emisión y programas de reducción para el dióxido de azufre en las fuentes industriales.*

TITULO III

Metodología de Medición de la Norma

Artículo 8.- La medición de la concentración de dióxido de azufre en el aire se realizará mediante uno cualesquiera de los siguientes métodos de medición:

- Fluorescencia ultravioleta;
- Espectrometría de absorción diferencial con calibración in – situ y,
- Un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

COMENTARIO: *Es determinante para la obtención de resultados confiables medir con equipos cuyos modelos sean aceptados por la USEPA como método equivalente o de referencia, o por las Directivas de la Unión Europea.*

La fluorescencia ultravioleta: Es el proceso por el cual una molécula excitada (que adquiere energía por absorción) emite parte de su energía, mediante una emisión radiactiva en el rango del espectro ultravioleta, de cuya longitud de onda está comprendida entre 150 y 400 nanómetros.



En que $h\nu$ representa la energía en exceso que libera la molécula excitada.

El monitoreo de calidad de aire deberá realizarse con instrumentos que cumplan con los métodos de medición señalados en el inciso anterior y que hayan sido reconocidos, aprobados o certificados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

COMENTARIO: *Cabe destacar que la USEPA declara uno o más modelos de equipo monitor de cada fábrica como método de referencia o equivalente, y no es la técnica o principio de detección al que se le otorga este reconocimiento. Incluso, en algunas ocasiones el equipo es declarado método tal o cual, para un rango parcial de la escala del monitor.*

Algunas necesidades básicas de instalación, operación, mantención y calibración de los monitores se presentan en el recuadro a continuación²⁰.

²⁰ Basado en Apuntes Curso de Especialización en Contaminación Ambiental. Módulo Contaminación Atmosférica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. 1998.



Instalación

La estación monitorea de contaminantes atmosféricos se compone de una caseta metálica en donde están montados los equipos detectores.

La caseta debe disponer de aire acondicionado para evitar variaciones de temperatura que alteran la respuesta de los sensores del equipo de medición, produciendo cambios en las concentraciones que entrega éste.

Además, la caseta debe estar montada en un lugar que disponga de energía eléctrica, conforme a los requerimientos de consumo de la estación.

Se debe tener especial cuidado con evitar las variaciones de voltaje en la línea de alimentación eléctrica, ya que ello afecta la respuesta y sensibilidad del equipo de medición, produciendo resultados no confiables. Cuando esto sucede, se debe disponer de un estabilizador de voltaje.

Operación

El monitor de dióxido de azufre (SO_2) debe funcionar en forma continua 24 horas diarias y proporcionar datos horarios de concentración. Estos deben tener como base promedios de fracciones de tiempo variable superiores al minuto.

La información generada por el monitor debe ser almacenada en papel o archivo magnético, para ser procesada e interpretada mensualmente.

Una de las formas más frecuentes de almacenamiento de datos es el uso de datalogger, del cual se extraen los datos cada 15 días.

Si el sistema requiere de información de medición instantánea de SO_2 el sensor deberá estar conectado en línea con un computador central, y la información deberá ser enviada vía telefónica a éste, el que procesará y entregará la información según la demanda que ésta tenga.

Mantenición

Cada monitor debe contar con un filtro de material particulado, el que evita que se produzca acumulación de partículas dentro del equipo y genere perturbaciones en la sensibilidad y respuesta del monitor. El filtro debe ser cambiado a lo menos una vez por mes, y en zonas de alta concentración de material particulado (donde se supere la norma de MP_{10}), cada 15 días o incluso semanalmente. Bajo estas condiciones, el monitor funcionará según las recomendaciones del fabricante.

Adicionalmente, será necesario efectuar una mantención preventiva del monitor, con el fin de evitar pérdidas de información que dificulten la verificación del cumplimiento de la norma de SO_2 .

Calibración

El monitor de SO_2 debe ser calibrado con gas certificado (idealmente Protocolo EPA) en un punto del orden del 80% de la escala de lectura del equipo a lo menos una vez por semana, al igual que el cero del monitor, el que debe ser determinado con gas cero, (aire cero ultrapuro, de preferencia importado) y no mediante ajuste con el cero electrónico.

Adicionalmente, cada 3 meses se debe efectuar una calibración multipunto del equipo de medición. Esta calibración consiste en hacer chequeo de la respuesta del sensor en tres puntos de la escala completa del sensor, los que corresponden a alrededor del 20, 40 y 60% de la escala de respuesta del equipo de medición.

Para mediciones de corta duración -del orden de un mes- la calibración de un punto de la escala y del cero del equipo debe ser efectuada semanalmente. De esta forma se evita la pérdida de información por fallas en la respuesta de los sensores.

Los gases aire cero y de calibración deben ser certificados (idealmente Protocolo EPA).

Artículo 9.- Para efectos de cumplir con lo establecido en el artículo 13, podrán utilizarse técnicas de medición alternativas a las señaladas en el artículo precedente, las que deberán ser aprobadas por el Servicio de Salud respectivo. Para el monitoreo mediante estas técnicas se deberá considerar lo establecido en la letra (h) del artículo 2 del presente decreto.

TITULO IV

Validación de la Información de Monitoreo de Calidad de Aire

Artículo 10.- Se considerará válida la concentración anual, si para cada uno de los trimestres de un año, se dispusiere de a lo menos un 75% de los datos de concentración de 24 horas para ese periodo.

COMENTARIO: *Para que la concentración anual pueda considerarse como válida, deben existir al menos un 75% de los datos trimestrales disponibles. Esto es, 68 datos diarios si se asume que el trimestre consta de 90 días. No obstante, el número de datos exactos deberá ser verificado cada vez, ya que dependerá del número de días que tengan los meses particulares considerados en el trimestre. Se aproximará al entero más cercano.*

Se considerará válido el percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año, si, a lo menos, el 75% de los datos de concentración de 24 horas para el periodo de un año, se encontraren disponibles y dan cuenta de la variación de los datos a lo largo de un año (ciclo estacional).

COMENTARIO: *Para que el percentil 99 de las concentraciones de 24 horas pueda considerarse como válido deben cumplirse dos condiciones. La primera es que deben existir al menos 274 del total posible de 365 datos de concentraciones de 24 horas registrados en un año. La segunda es que los datos sean representativos del ciclo estacional, para lo cual es recomendable que no existan “vacíos” de datos sucesivos que impliquen falta de información por periodos extensos.*

Se considerará válida la concentración de 24 horas, si, a lo menos, el 75% de los datos de concentración de 1 hora para un periodo de 24 horas, se encontraren disponibles y dan cuenta de la variación de los datos a lo largo de un día (ciclo diario).

En el evento de que se dispusiere de menos del 75% de los datos de concentración de 1 hora, la concentración de 24 horas será considerada, sólo para efectos de verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad de aire como concentración de 24 horas, si, al reemplazar por cero los datos que faltaren para completar el 75% requerido, la concentración de 24 horas fuere mayor o igual al valor de la norma.

COMENTARIO: *Para que un valor de concentración de 24 horas pueda considerarse como válido deben cumplirse dos condiciones. La primera es que deben existir al menos 18 del total posible de 24 datos de concentraciones de 1 hora registrados en un día. La segunda es que los datos sean representativos del ciclo diario, para lo cual es recomendable que no existan “vacíos” de datos sucesivos que impliquen falta de información durante varias horas seguidas del día. No obstante lo anterior, si no cumplieren una o ambas condiciones y la concentración de 24 horas supera el nivel de la norma al reemplazar los datos faltantes por cero hasta llegar a los 18 datos mínimos, ésta podrá ser usada para verificar el cumplimiento de la norma. En caso contrario, el dato concentración de 24 horas será inválido y debe ser eliminado del registro.*

En el Ejemplo 6 se muestra un caso de reemplazo de datos faltantes que conduce a una concentración de 24 horas menor a la norma, por lo cual el valor para ese día debe ser eliminado del registro. En la segunda columna se presentan los datos originales, cuyo promedio supera la norma pero el número de datos (16) es insuficiente para validarlo. Es por ello que se reemplazaron los datos faltantes de las horas 5 y 6 lográndose el mínimo de los datos requeridos (18 ó 75%). Sin embargo, el valor resultante de concentración de 24 horas es 89,4 ppbv, el cual está bajo el límite de la norma (96 ppbv). Debe notarse que el resultado es indiferente de las dos horas cualesquiera elegidas para ser reemplazadas por cero.

Ejemplo 6: Invalidez de las concentraciones de 24 horas con reemplazo de datos de concentración de 1 hora faltantes.

<i>Hora</i>	<i>Conc. de 1 hora (ppbv)</i>	<i>Conc. de 1 hora con reemplazo de datos faltantes (ppbv)</i>
0	2	2
1	0	0
2	22	22
3	63	63
4	120	120
5	-	0
6	-	0
7	155	155
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	155	155
12	158	158
13	148	148
14	134	134
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	110	110
19	109	109
20	109	109
21	109	109
22	108	108
23	108	108
Conc. 24 horas	100,6	89,4

Si se dispusiere de datos de concentración de 1 hora para 18, 19, 20, 21, 22 o 23 horas, la concentración de 24 horas se calculará como el promedio aritmético de los datos de concentración de 1 hora disponible, utilizando como divisor 18, 19, 20, 21, 22 o 23, según corresponda.

Se considerará válida la concentración de 1 hora, si, a lo menos, se dispusiere de 30 minutos sucesivos de medición.

TITULO V

Fiscalización de la Norma

Artículo 11.- Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

TITULO VI

Implementación de la Norma

Artículo 12.- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de seis meses, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, determinar mediante resolución fundada aquellas estaciones monitoras que se considerarán como EMRPG.

COMENTARIO: *La fecha indicada para que los Servicios de Salud respectivos hayan determinado las estaciones monitoras EMRPG fue el 06 de septiembre del 2003.*

La definición de una estación como EMRPG no es una facultad discrecional sino que se encuentra enmarcada dentro de un contenido normativo dado. En virtud de ello, los Servicios de Salud respectivos deben apegarse a criterios establecidos en la definición contenida en el artículo 2 letra h) de la norma respectiva tomando en consideración las buenas prácticas de ubicación del presente Manual de Aplicación de la norma para definir una estación como EMRPG.

Sin perjuicio de las acciones que tomen los Servicios de Salud respectivos, cualquier persona natural o jurídica podrá instalar una estación monitora para efectos de recabar información de calidad del aire en un área dada. Sin embargo, para que dicha información pueda ser utilizada para demostrar o verificar el cumplimiento de las NPCA, la estación monitora deberá necesariamente cumplir con los requisitos de estación EMRPG definidos tanto en la norma como en este Manual y además, deberá estar acreditada por el Servicio de Salud respectivo como tal.

*En el caso de estaciones monitoras existentes con antelación a la entrada en vigencia de la norma y sus procedimientos, éstas podrán ser acreditadas como estación EMRPG por el Servicio de Salud respectivo. Al momento de ser acreditada, los datos comenzarán a ser válidos para demostrar y verificar la norma en periodos posteriores. Si esto no ocurriese, la estación y sus mediciones no tendrán validez. Sin perjuicio de lo anterior, cuando las mediciones de una estación monitora indiquen la superación del nivel de la norma, dicha estación servirá para acreditar la superación de la norma independientemente si ella se encuentra o no acreditada como estación EMRPG. **EL COMENTARIO ES CONTRADICTORIO.***

Es decir, las estaciones EMRPG con cuyos datos se pretenda acreditar el cumplimiento de los valores de la norma cuando estos entren en vigencia (01 de abril de 2006) deben instalarse desde ya bajo las indicaciones expuestas en este Manual (ver artículo 17 para más detalles respecto de las fechas de entrada en vigencia de esta norma).

Artículo 13.- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de tres años, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, realizar un diagnóstico de la calidad de aire para dióxido de azufre según sus competencias territoriales.

Dicho diagnóstico deberá considerar la información de calidad de aire disponible así como la que se genere a partir de organismos públicos y privados.

Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de dos años, contados desde que se disponga del diagnóstico, elaborar e implementar un programa priorizado de monitoreo para el seguimiento de la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre.

Dicho programa deberá ser revisado periódicamente en función de los nuevos antecedentes de calidad de aire de que se disponga, los cuales deberán incorporar la información tanto pública como privada.

COMENTARIO: *El 06 de marzo de 2006 los Servicios de Salud deberán presentar un diagnóstico de la calidad del aire para dióxido de azufre en sus competencias territoriales. Dos años después y con fecha límite del 06 de marzo de 2006, los Servicios de Salud deberán haber elaborado e implementado los programas priorizados de monitoreo para el seguimiento de la NPCA para dióxido de azufre, en base a los resultados de la etapa de diagnóstico.*

Artículo 14.- El monitoreo de la calidad de aire según los métodos de medición señalados en los artículos octavo y noveno del presente decreto, deberá realizarse de acuerdo a las disposiciones establecidas por el Servicio de Salud respectivo, el que deberá considerar, cuando se encuentre disponible, lo que señale el manual de aplicación técnico de la norma.

El manual de aplicación técnico de la norma deberá ser elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Artículo 15.- Los Servicios de Salud respectivos deberán tener a disposición de la ciudadanía, los datos de los niveles de concentración de calidad de aire para dióxido de azufre correspondientes a la presente norma, los que serán públicos.

COMENTARIO: *Como una estrategia efectiva para informar a la ciudadanía, se sugiere que la información sea publicada en forma periódica en los sitios electrónicos de los respectivos Servicio de Salud, de igual modo que lo hace el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA). En caso que los servicios no tuvieran esta posibilidad, la información deberá estar disponible para fácil consulta en los Departamentos de Programas del Ambiente respectivos.*

TITULO VII

Generación de Antecedentes para la Regulación de Efectos Agudos

Artículo 16.- Los Servicios de Salud respectivos, en especial en aquellas localidades en las que existe población expuesta a altos niveles de concentración de dióxido de azufre en periodos cortos de exposición, deberán recopilar la siguiente información:

- Niveles de concentración de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 5 minutos y una hora, a partir del monitoreo de la calidad de aire de dióxido de azufre.
- Incidencia y prevalencia de asma en la población.

COMENTARIO: *Las localidades que deben ser priorizadas son aquellas que se encuentran declaradas zonas saturadas por dióxido de azufre. Es decir, Chuquicamata (II Región), Potrerillos y Hernán Videla Lira (III Región), Ventanas (V Región) y Caletones (VI Región). No obstante lo anterior, la autoridad podrá establecer otras localidades que también presentan población expuesta a altos niveles de concentración de dióxido de azufre en periodos cortos de exposición, indicándose plazos para la recopilación de información y la manera en que se presentarán los resultados*

TITULO VIII

Entrada en Vigencia

Artículo 17.- El presente decreto entrará en vigencia el día 1° del mes siguiente al de su publicación en el Diario Oficial.

COMENTARIO: *Antes del 01 de abril de 2006, los límites de calidad del aire para dióxido de azufre están dados por el DS 1.215/1978 del MINSAL.*

Por otra parte, las mediciones de concentraciones de dióxido de azufre que se realicen para acreditar cumplimiento de los valores máximos permitidos en el DS 1.215/1978 del MINSAL hasta el 01 de abril de 2006, deben realizarse bajo los criterios y procedimientos establecidos en la presente norma.

La norma se encuentra vigente a partir del 01 de abril de 2003 fecha desde la que se debe iniciar el registro de información y datos que permitirán verificar el cumplimiento de la norma a contar del 01 de abril de 2006 (tres años después). Sin embargo, los límites y niveles máximos de concentración de dióxido de azufre no están vigentes hasta que transcurran los tres años necesarios para su verificación.

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración anual y de 24 horas, así como los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental, entrarán en vigencia transcurridos tres años contados desde que entre a regir el presente decreto. Con igual fecha, entrarán en vigencia los incisos cuartos de los artículos tercero y cuarto del presente decreto.

COMENTARIO: *La fecha de entrada en vigencia de la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 8 horas y los niveles de concentración de una hora que originan situaciones de emergencia ambiental será el 01 de abril de 2006. Antes de ello, debe considerarse que los valores vigentes son los señalados en la Resolución N°1215/1978 MINSAL. En relación al dióxido de azufre, dicha resolución establece un límite de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como concentración media aritmética anual, o 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como concentración media aritmética durante veinticuatro horas consecutivas, no pudiéndose sobrepasar este último valor más de una vez por año.*

En este Manual de Aplicación no se detallan los requisitos de evaluación o verificación de la norma que estará vigente hasta el 01 de abril del 2006. Para ello, refiérase al texto de la Resolución N°1215/1978 MINSAL.

Teniendo en cuenta que el proceso de elaboración de la presente norma estuvo enmarcado dentro del proceso de revisión de la Resolución N°1215/1978 MINSAL²¹, es una interpretación jurídicamente válida considerar que, a contar del 01 de abril

²¹ El segundo considerando del texto de la norma señala. "Que sobre la base de los antecedentes disponibles y que constan en el expediente público, se revisó la norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre (CO), contenida en la resolución 1215 de 1978, del Delegado del Gobierno en el Servicio Nacional de Salud, en conformidad al procedimiento y los contenidos establecidos en el decreto supremo N°93 de 1995, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia."

del 2006, se entenderá derogada completamente la Resolución N°1215/1978 MINSAL en lo que respecta a la normativa de concentración de dióxido de azufre.

A continuación se presenta un cuadro con la normativa de dióxido de azufre y sus respectivos periodos de vigencia.

Normas de dióxido de azufre y periodos de vigencia

Norma	Límite	Estado	Cuerpo Legal
Concentración anual	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Vigente	Res. N°1215/1978 MINSAL
	31 ppbv (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)*	Vigente a partir del 01/04/2006	D.S. N°113/2002 MINSEGPRES
Concentración 24 horas	365 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Vigente	Res. N°1215/1978 MINSAL
	96 ppbv (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)*	Vigente a partir del 01/04/2006	D.S. N°113/2002 MINSEGPRES

* Este límite debe cumplirse considerando los nuevos criterios técnicos y numéricos establecidos en el texto del D.S. N°113/2002 MINSEGPRES.

7 NORMA PRIMARIA DE CALIDAD DE AIRE PARA DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂). D.S. Nº114 DE 6 DE AGOSTO DE 2002, DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. (DO 6.03.2003).

TITULO I

Disposiciones Generales y Definiciones

Artículo 1.- La presente norma de calidad ambiental tiene por objetivo proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos y crónicos generados por la exposición a niveles de concentración de dióxido de nitrógeno en el aire.

COMENTARIO: *El concepto “población” debe entenderse como una referencia genérica a cada uno de los seres humanos que habitan en Chile.*

Esta norma, al igual que las demás normas primarias de calidad ambiental (NPCA), tiene como objetivo la protección de la salud de la población (art. 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente²²), y por lo tanto debe ser igual en todo el territorio de la República de Chile, de acuerdo a lo indicado textualmente en el art. 32 de la Ley de Bases del Medio Ambiente y en el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión²³. Lo anterior se sustenta de un modo más general, en los art. 19 Nº1 de la Constitución Política (CP), que consagra el derecho constitucional “individual” a “la vida, y a la integridad física y psíquica de la persona”; art.19 Nº2 de la CP que señala que todos somos iguales ante la ley; y el art. 19 Nº9, que indica que todos tenemos igual derecho a la protección de la salud²⁴.

²² La letra (n) del artículo 2 de la Ley de Bases del Medio Ambiente define como Norma Primaria de Calidad Ambiental “aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población;”

²³ Al respecto el artículo 32 de la Ley 19.300 como el artículo 2 del Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión (D.S. Nº 93/1994 MINSEGPRES) señalan que: “...las normas primarias de calidad ambiental serán de aplicación general en todo el territorio de la República”.

²⁴ El Artículo 19 de la Constitución Política de Chile señala: “La Constitución asegura a todas las personas:

1º.- El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona. La ley protege la vida del que está por nacer. La pena de muerte sólo podrá establecerse por delito contemplado en ley aprobada con quórum calificado. Se prohíbe la aplicación de todo apremio ilegítimo;

2º.- La igualdad ante la ley. En Chile no hay persona ni grupo privilegiados. En Chile no hay esclavos y el que pise su territorio queda libre. Hombres y mujeres son iguales ante la ley. Ni la ley ni autoridad alguna podrán establecer diferencias arbitrarias;

Artículo 2.- Para efectos de lo dispuesto en la presente norma, se entenderá por:

- a. *ppbv*: Unidad de medida de concentración en volumen, correspondiente a una parte por billón.
- b. *Concentración de Dióxido de Nitrógeno*: Valor promedio temporal detectado en el aire expresado en partes por billón (ppbv) o microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

La condición normal corresponde a la presión de una atmósfera (1 atm.) y una temperatura de 25 grados Celcius (25°C).

COMENTARIO: *La condición normal muchas veces no se cumple en terreno cuando los equipos monitores registran de forma directa las concentraciones de contaminantes en el aire. Sin embargo, los informes de monitoreos de las empresas especializadas en Chile generalmente entregan los resultados de concentraciones corregidos a la condición normal, por lo que están aptos para ser contrastados con los límites establecidos en las normas primarias de calidad del aire (NPCA). La unidad billón se refiere, según la nomenclatura anglo sajona, a mil millones.*

- c. *Concentración de 1 hora*: Promedio aritmético de los valores de concentración de dióxido de nitrógeno medidos en 1 hora.
- d. *Concentración de 24 horas*: Promedio aritmético de los valores de concentración de 1 hora de dióxido de nitrógeno correspondientes a un bloque de 24 horas sucesivas, contadas desde las cero horas de cada día.
- e. *Concentración trimestral*: Promedio aritmético de los valores de concentración de 24 horas de dióxido de nitrógeno correspondientes a un periodo de tres meses consecutivos.

COMENTARIO: *En ausencia de datos faltantes, la concentración trimestral debiera ser el promedio aritmético de aproximadamente 90 datos, dependiendo del número de días de los meses incluidos en el trimestre considerado.*

9°.- El derecho a la protección de la salud. El Estado protege el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación del individuo. Le corresponderá, asimismo, la coordinación y control de las acciones relacionadas con la salud. Es deber preferente del Estado garantizar la ejecución de las acciones de salud, sea que se presten a través de instituciones públicas o privadas, en la forma y condiciones que determine la ley, la que podrá establecer cotizaciones obligatorias.”

- f. *Concentración anual*: Promedio aritmético de los valores de concentración trimestral de dióxido de nitrógeno correspondientes a un año calendario.

COMENTARIO: *La concentración anual debiera ser el promedio aritmético de los cuatro valores de concentración trimestral ocurridos durante un año calendario.*

- g. *Año calendario*: Período que se inicia el 1º de enero y culmina el 31 de diciembre del mismo año.
- h. *Estación de monitoreo con representatividad poblacional para gas dióxido de nitrógeno (EMRPG)*: Una estación de monitoreo que se encuentra localizada en un área habitada.

Se entiende como área habitada, una porción del territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas.

COMENTARIO: *Por área habitada se entenderá un lugar determinado donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera. Una estación será considerada como EMRPG cuando esté emplazada en un área habitada*

Por área habitada se entenderá un lugar determinado donde siempre haya personas (1 o más) que habitan en forma continua y duradera.

Sin perjuicio de lo anterior, en el terreno de cada actividad industrial, deben tomarse las provisiones necesarias para la protección de la salud de los trabajadores, por lo cual se aplican los niveles definidos por el DS N°594/1999 del MINSAL y no la NPCA.

Ejemplo de lo anterior ha sido la forma de implementar los Planes de Descontaminación de Caletones, Potrerillos y Chuquicamata, en los cuales una de las maneras de cumplir con la meta de calidad del aire ha sido evitar la exposición permanente y no controlada de los habitantes a las emisiones, para lo cual se ha cambiado de ubicación los campamentos originales de esas localidades a lugares más alejados. Así, las zonas de las fundiciones y los antiguos campamentos se han entendido sólo como lugares de trabajo de tipo industrial, debiéndose cumplir en ellos los niveles de contaminación definidos para la salud ocupacional del DS N°594/1999 del MINSAL.

El límite en lugares de trabajo (DS N°594 MINSAL) para concentraciones de dióxido de nitrógeno de 8 horas es 46 mg/m³N (40 ppm).

Sin embargo, fuera del terreno industrial en una zona definida en un instrumento de ordenamiento territorial como "Zona Industrial Exclusiva" si aplica la NPCA. Este es el caso de una calle pública en una Zona Industrial Exclusiva donde no es posible asegurar la adecuada protección de las personas que transitan por ella por

parte de los responsables de la actividad industrial. En zonas que presenten estas características podrán emplazarse estaciones monitoras con categoría EMRPG.

Otro caso que debe clarificarse son aquellas zonas donde no haya áreas habitadas cercanas, pero en las cuales los instrumentos de planificación territorial permitan asentamientos, tales como la instalación de casas habitación u otros tipos de viviendas. Al respecto, teniendo en cuenta que el plan regulador es una norma que establece una posibilidad cierta y real de que existan asentamientos humanos, debe aplicarse las NPCA. Esta interpretación se basa en una analogía con la aplicación de la norma de ruido molestos para fuentes fijas (D.S. N°146/1997)²⁵.

- i. *Percentil:* Corresponde al valor "q" calculado a partir de valores de concentración aproximados al ppbv o $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ más cercano. Todos los valores se anotarán en una lista establecida por orden creciente para cada estación de monitoreo.

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \dots \leq X_k \leq X_{n-1} \leq X_n$$

El percentil será el valor del elemento de orden "k", para el que "k" se calculará por medio de la siguiente fórmula:

$k = q \times n$, donde "q" = 0,99 para el Percentil 99, y "n" corresponde a un número de datos de una serie. El valor "k" se aproximará al número entero más próximo

COMENTARIO: *El caso típico de aplicación es aquel cuando $n = 365$ (todos los datos posibles de máximos diarios de concentración de 1 hora durante un año calendario), k será igual a 361,35 que aproximado al número entero más próximo es 361. Por tanto, el percentil 99 corresponde al quinto valor más alto del listado de de concentración de 24 horas durante un año calendario, o lo que es lo mismo, el valor correspondiente a la quinta posición desde la derecha de una lista establecida por orden creciente, tal como se señala en la letra "f" del art. 2 de la norma.*

Debe considerarse que el párrafo anterior da cuenta de un ejemplo específico de cálculo del percentil 99 en base a lo definido en la letra "f" del art. 2 de la norma. En general (n sea igual o menor a 365), deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a lo indicado por la letra "f" del art. 2 de la norma.

²⁵ En efecto en su art. 4, 5 y 6 la Norma De Emisión De Ruidos Molestos Generados Por Fuentes Fijas establece que los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos deben cumplirse en las zonas donde esté ubicado el receptor (persona o personas afectadas por el ruido). Por zonas se definen tanto áreas rurales como cuatro zonas (I a IV) de tipo urbano, de acuerdo a lo indicado por los respectivos instrumentos de planificación territorial.

Para efectos de demostrar y verificar el cumplimiento de la norma, es fundamental considerar los requisitos y/o número de datos mínimos para que los valores de concentración de dióxido de nitrógeno puedan ser considerados válidos. Estos se han extraído del artículo 10 de la norma y se presentan en forma resumida en el siguiente cuadro. Para mayor precisión y detalle referirse al artículo señalado.

Validez de los valores de concentración de dióxido de nitrógeno

Valores	Requisitos Validez y/o Número Datos Mínimos
Concentración 1 hora	30 minutos de medición
Concentración máxima diaria de 1 hora	18 de los 24 datos de concentración de 1 hora*
Percentil 99 de concentraciones máximas diarias de 1 hora	274 de los 365 datos de concentración máxima diaria de 8 horas
Concentración de 24 horas	18 de los 24 datos de concentración de 1 hora
Concentración anual	Aproximadamente 68 de los 90 datos de concentración de 24 horas de cada uno de los cuatro trimestres del año**

* En caso de que el valor fuere mayor o igual al nivel de la norma podrá considerarse válido aunque no cumpla con el número de datos mínimos.

** El número de datos de concentración de 24 horas en un trimestre es variable, al depender del número exacto de días de cada mes. Este valor debiera estar cercano a 90.

TITULO II

Nivel de Norma de Calidad Primaria para Dióxido de Nitrógeno en Aire

Artículo 3.- La norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual será de 53 ppbv ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

COMENTARIO: *La norma es única, lo que puede variar son las unidades utilizadas para medir concentraciones de contaminantes. Ambas unidades (ppbv y $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) son aceptadas, aunque la gran mayoría de los monitoreos que realizan las empresas especializadas en Chile se expresan en ppbv. Esta razón, que implica ventajas operativas, en conjunto con ventajas de tipo técnicas han llevado a que para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental en la presente norma se deberán utilizar los valores de concentración expresados en ppbv (ver art. 6 de la norma). Ello implica*

una modificación significativa respecto de la práctica actual que expresa los valores de concentración de gases en unidades de masa (mg/m³N ó µg/m³N).

Fórmula genérica de cambio de unidades

$$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} = (\text{ppmv} \times \text{PM}) / 0,02445$$

donde PM: Peso molecular (NO₂ = 46) y 0,02445 es el volumen de un mol de gas en metros cúbicos a 25°C.

$$1 \text{ ppmv} = 1000 \text{ ppbv}$$

$$1 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N} = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$$

Para efectos de cambiar las unidades de dióxido de nitrógeno, cuando éstas estén expresadas en µg/m³N (microgramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,5316 para transformar a ppbv las concentraciones de dióxido de nitrógeno.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

COMENTARIO: *Tal es el caso ilustrado en el Ejemplo 1, donde el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos es 56 ppbv (55,7 aproximado al entero más cercano), lo que constituye una excedencia de 3 ppbv sobre la norma.*

Ejemplo 1: Superación de la NPCA como concentración anual

Periodo	Número Datos válidos*	Concentración anual (ppbv)
Marzo 2004- Marzo 2005	4	52,0
Marzo 2005- Marzo 2006	4	49,4
Marzo 2006- Marzo 2007	4	65,8
Promedio		56 (55,7)

**: Número de datos de concentración trimestral considerados.*

Si el periodo de medición en una estación monitora EMRPG no comenzare el 1° de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios sucesivos de mediciones.

COMENTARIO: Cuando el monitoreo se inicia en una fecha distinta al 1° de enero, se podrá verificar el cumplimiento de la norma al cabo de los tres periodos de 12 meses siguientes, pese a que no se contará con tres años calendarios sucesivos de mediciones. Lo anterior será válido hasta que se disponga de un registro sucesivo de tres años calendarios.

Caso práctico

Si el monitoreo se inició el 18 de agosto del 2004:

-Se podrá verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años sucesivos (no-calendarios) a contar del 18 de agosto de 2007 y hasta el 31 de diciembre del mismo año.

-A contar del 01 de enero de 2008, se dispondrá de mediciones suficientes para verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual, si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar la concentración anual para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: El inciso anterior tiene como finalidad no tener que esperar que se cumplan los tres años sucesivos (que establece la norma como concentración anual para su verificación) para detectar situaciones de excedencia importantes. Tal es el caso mostrado en el Ejemplo 2, donde al cabo del segundo periodo anual y asignando el valor cero al periodo faltante, se supera la norma como concentración anual en 4 ppbv al registrarse un valor de 57 ppbv (56,6 aproximado al entero más cercano) como promedio de tres años sucesivos.

Ejemplo 2: Superación de la NPCA como concentración anual al cabo del segundo periodo de monitoreo

Periodo	Número Datos válidos*	Concentración anual (ppbv)
Marzo 2004- Marzo 2005	4	79,9
Marzo 2005- Marzo 2006	4	89,9
Marzo 2006- Marzo 2007	0	0
Promedio		57 (56,6)

*: Número de datos de concentración trimestral considerados.

Artículo 4.-La norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora será de 213 ppbv (400 µg/m³N).

COMENTARIO: La norma es única, lo que puede variar son las unidades utilizadas para medir concentraciones de contaminantes. Ambas unidades (ppbv y $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) son aceptadas, aunque la gran mayoría de los monitoreos que realizan las empresas especializadas en Chile se expresan en ppbv. Esta razón, que implica ventajas operativas, en conjunto con ventajas de tipo técnicas han llevado a que para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental en la

Fórmula genérica de cambio de unidades

$$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N} = (\text{ppmv} \times \text{PM}) / 0,02445$$

donde PM: Peso molecular ($\text{NO}_2 = 46$) y 0,02445 es el volumen de un mol de gas en metros cúbicos a 25°C .

$$1 \text{ ppmv} = 1000 \text{ ppbv}$$

$$1 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N} = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$$

presente norma se deberán utilizar los valores de concentración expresados en ppbv (ver art. 6 de la norma). Ello implica una modificación significativa respecto de la práctica actual que expresa los valores de concentración de gases en unidades de masa ($\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ ó $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Para efectos de cambiar las unidades de dióxido de nitrógeno, cuando éstas estén expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (microgramos por metro cúbico normal) se deberá multiplicar por el factor 0,5316 para transformar a ppbv las concentraciones de dióxido de nitrógeno.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual al nivel indicado en el inciso precedente.

COMENTARIO: El percentil 99 corresponde al quinto valor más alto de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año asumiendo que hay 365 datos. Este valor se obtiene ordenando los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año en orden creciente y seleccionando el quinto máximo (en el Ejemplo 3 corresponde a 155,4 ppbv registrado el día 06/04/03). En caso de que hayan menos datos (<365) deberá calcularse el percentil 99 de acuerdo a la definición “f” de la norma.

Ejemplo 3: Cálculo percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año (se muestra sólo la parte superior de la serie de 365 datos).

Fecha	Máx Diario Conc. de 1 hora (ppbv)	Valor
22/10/03	146,5	
15/08/03	147,0	
29/01/04	147,4	
02/05/03	148,1	
05/04/03	148,5	
19/04/03	148,9	
11/10/03	148,9	
08/04/03	150,3	
09/11/03	152,8	
04/04/03	153,0	
06/04/03	155,4	Quinto máximo
03/04/03	160,8	Cuarto máximo
01/05/03	184,0	Tercer máximo
05/10/03	195,3	Segundo máximo
16/12/03	313,1	Primer máximo

Por otra parte, en el Ejemplo 4 se presenta un caso de cumplimiento de la norma como concentración de 1 hora, ya que el promedio de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentraciones de 1 hora es 183 ppbv (182,7 aproximado al entero más cercano), valor bajo el límite establecido por la norma.

Ejemplo 4: Cumplimiento de la NPCA como concentración de 1 hora

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Máx. Diarios Conc. de 1 hora (ppbv)
Marzo 2004- Marzo 2005	345	155,4
Marzo 2005- Marzo 2006	365	185,7
Marzo 2006- Marzo 2007	362	207,1
Promedio		183 (182,7)

Si el periodo de medición en una estación monitora EMRPG no comenzare el 1 de enero, se considerarán los tres primeros periodos de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones hasta disponer de tres años calendarios consecutivos de mediciones.

COMENTARIO: Cuando el monitoreo se inicia en una fecha distinta al 1° de enero, se podrá verificar el cumplimiento de la norma al cabo de los tres periodos de 12 meses siguientes, pese a que no se contará con tres años calendarios sucesivos de mediciones. Lo anterior será válido hasta que se disponga de un registro sucesivo de tres años calendarios.

Caso práctico

Si el monitoreo se inició el 18 de agosto del 2004:

-Se podrá verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años sucesivos (no-calendarios) a contar del 18 de agosto de 2004 y hasta el 31 de diciembre del mismo año.

-A contar del 01 de enero de 2005, se dispondrá de mediciones suficientes para verificar la norma sobre un promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos.

Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora, si en el primer o segundo periodo de 12 meses a partir del mes de inicio de las mediciones y, al reemplazar el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora para los periodos faltantes por cero, el promedio aritmético de los tres periodos resultare mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: El inciso anterior tiene como finalidad no tener que esperar que se cumplan los tres años sucesivos (que establece la norma como concentración de 1 hora para su verificación) para detectar situaciones de excedencia importantes. Tal es el caso mostrado en el Ejemplo 5, donde al cabo del segundo periodo anual y asignando el valor cero al período faltante, se iguala la norma al registrarse un valor de 213 ppbv (213,3 aproximado al entero más cercano) como promedio de tres años sucesivos.

Ejemplo 5: Superación de la norma como concentración de 1 hora al cabo del segundo periodo de monitoreo

Periodo	Número Datos válidos	Percentil 99 Máx. Diarios Conc. 1 hora (ppbv)
Marzo 2004- Marzo 2005	334	343,4
Marzo 2005- Marzo 2006	365	296,7
Marzo 2006- Marzo 2007	0	0
Promedio		213 (213,4)

Artículo 5.- Los siguientes niveles originarán situaciones de emergencia ambiental para dióxido de nitrógeno en concentración de una hora:

Nivel 1: 601-1201 ppbv (1130 - 2259 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)

Nivel 2: 1202 - 1595 ppbv (2260 - 2999 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Nivel 3: 1596 ppbv o superior (3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ o superior)

COMENTARIO: *Los niveles arriba mencionados (Nivel 1, 2 y 3) se pueden asociar a las situaciones de alerta, pre-emergencia y emergencia respectivamente, por contaminación de dióxido de nitrógeno, en el contexto de un Plan de Descontaminación. Estos niveles se utilizan en el contexto de un plan específico de prevención o descontaminación, y tienen asociados un conjunto de acciones o medidas de protección de la salud de las personas.*

Los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para dióxido de nitrógeno podrán ser obtenidos mediante la aplicación de una metodología de pronóstico de calidad de aire aprobada por el Servicio de Salud respectivo en el marco del plan de prevención o de descontaminación que corresponda, o por medio de la constatación de las concentraciones del contaminante a partir de alguna de las estaciones monitoras EMRPG.

COMENTARIO: *Se podrá declarar una situación de emergencia ambiental por medio de una metodología de pronóstico de calidad del aire (modelo predictivo) o por medio de los registros de una estación monitora EMRPG. El primero de los casos ocurrirá cuando la información entregada por una metodología de pronóstico de un plan de prevención o descontaminación sea tal, que prediga una superación de los niveles. Sin perjuicio de lo anterior, será el propio plan de prevención y descontaminación el que tendrá que especificar con precisión los hechos particulares que deben ocurrir para materializar una declaración de situación de emergencia.*

La otra manera de declarar una situación de emergencia por contaminación de dióxido de nitrógeno, es cuando se constate que las concentraciones de 1 hora en una estación monitora EMRPG sobrepasen los niveles indicados para situaciones de emergencia (Nivel 1, 2 ó 3) en un solo periodo de 1 hora durante el año de monitoreo.

Para los efectos de lo señalado anteriormente, se entenderá por metodología de pronóstico de calidad de aire a aquella que:

Entregue un procedimiento mediante el cual es posible predecir la ocurrencia de alguno de los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental para dióxido de nitrógeno.

- i. Entregue el grado de confiabilidad de acuerdo a lo dispuesto en el respectivo plan de prevención o de descontaminación.

COMENTARIO: *El Plan de Descontaminación respectivo deberá determinar el “grado de confiabilidad” correspondiente.*

j. Considere, además, los siguientes elementos:

- La zona geográfica de aplicación, y
- La evaluación y validación de la metodología de pronóstico.

k. Considere, según corresponda y la situación especial en la cual va a ser aplicada, entre otras, las siguientes variables:

- Emisiones de dióxido de nitrógeno,
- Condiciones meteorológicas,
- Condiciones topográficas,
- Procesos de acumulación y remoción de contaminantes

Para la aprobación de la metodología de pronóstico deberá considerarse como antecedente un informe técnico realizado por expertos nacionales o internacionales sobre la metodología de pronóstico.

La metodología de pronóstico aprobada por el Servicio de Salud mediante resolución fundada, deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial.

Se podrá omitir o dejar sin efecto una declaración de situación de emergencia ambiental si se detectare un cambio en las condiciones meteorológicas en forma posterior a la hora de comunicación del pronóstico o a la constatación de la superación de los niveles de calidad de aire, y siempre que dicho cambio asegure una mejoría tal en las condiciones de calidad de aire que invalide los resultados entregados por el pronóstico o que asegure la reducción de los niveles de concentración de calidad de aire por debajo de aquellos que originan situaciones de emergencia ambiental.

Artículo 6.- Para efectos de evaluar el cumplimiento de la norma y los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental se utilizarán los valores de concentración expresados en ppbv.

COMENTARIO: Como se ha señalado previamente en este Manual de Aplicación, los valores de concentración deberán estar expresados en ppbv para efectos acreditar el cumplimiento de la normativa ante la autoridad. Por ello, se recomienda que esta convención sea adoptada como práctica común a contar de la publicación del presente Manual de Aplicación.

Artículo 7.- Cuando el dióxido de nitrógeno fuese precursor de otro contaminante normado, los planes de descontaminación o prevención que se establezcan para el control de este contaminante, podrán incluir medidas de reducción de emisiones del contaminante dióxido de nitrógeno, independientemente del cumplimiento de las normas de calidad de aire que esta norma establece.

TITULO III

Metodología de Medición de la Norma

Artículo 8.- La medición de la concentración de dióxido de nitrógeno en el aire se realizará mediante uno cualesquiera de los siguientes métodos de medición:

- Quimioluminiscencia;
- Los que se basen en el método modificado de Griess-Saltzman;
- Espectrometría de absorción óptica diferencial, con calibración in-situ y,
- Un método de medición de referencia o equivalente designado o aprobado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

COMENTARIO: Es determinante para la obtención de resultados confiables medir con equipos cuyos modelos sean aceptados por la USEPA como método equivalente o de referencia, o por las Directivas de la Unión Europea.

La quimioluminiscencia: Es el proceso por el cual dos sustancias que reaccionan producen una tercera sustancia que posee energía en exceso (molécula excitada). La sustancia excitada emite esta energía, la que es medida instrumentalmente. Esto es lo que se denomina quimioluminiscencia.

Ejemplo: $NO + O_3 \rightarrow NO_2^*$

$NO_2^* \rightarrow NO_2 + h\nu$

En que $h\nu$ representa la energía en exceso que libera como radiación la molécula excitada.

El monitoreo de calidad de aire deberá realizarse con instrumentos que cumplan con los métodos de medición señalados en el inciso anterior y que hayan sido reconocidos,

aprobados o certificados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos o por las Directivas de la Comunidad Europea.

COMENTARIO: *Cabe destacar que la USEPA declara a uno o más modelos de equipo monitor de cada fábrica como método de referencia o equivalente, y no es la técnica o principio de detección al que se le otorga este reconocimiento. Incluso, en algunas ocasiones el equipo es declarado método tal o cual, para un rango parcial de la escala del monitor.*

Algunas necesidades básicas de instalación, operación, mantención y calibración de los monitores se presentan en el recuadro a continuación²⁶.

²⁶ *Basado en Apuntes Curso de Especialización en Contaminación Ambiental. Módulo Contaminación Atmosférica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. 1998.*

Instalación

La estación monitorea de contaminantes atmosféricos se compone de una caseta metálica en donde están montados los equipos detectores.

La caseta debe disponer de aire acondicionado para evitar variaciones de temperatura que alteran la respuesta de los sensores del equipo de medición, produciendo cambios en las concentraciones que entrega éste.

Además, la caseta debe estar montada en un lugar que disponga de energía eléctrica, conforme a los requerimientos de consumo de la estación.

Se debe tener especial cuidado con evitar las variaciones de voltaje en la línea de alimentación eléctrica, ya que ello afecta la respuesta y sensibilidad del equipo de medición, produciendo resultados no confiables. Cuando esto sucede, se debe disponer de un estabilizador de voltaje.

Operación

El monitor de dióxido de nitrógeno (NO_x) debe funcionar en forma continua 24 horas diarias y proporcionar datos horarios de concentración. Estos deben tener como base promedios de fracciones de tiempo variable superiores al minuto.

La información generada por el monitor debe ser almacenada en papel o archivo magnético, para ser procesada e interpretada mensualmente.

Una de las formas más frecuentes de almacenamiento de datos es el uso de datalogger, del cual se extraen los datos cada 15 días.

Si el sistema requiere de información de medición instantánea de NO_x , el sensor deberá estar conectado en línea con un computador central, y la información deberá ser enviada vía telefónica a éste, el que procesará y entregará la información según la demanda que ésta tenga.

Mantenimiento

Cada monitor debe contar con un filtro de material particulado, el que evita que se produzca acumulación de partículas dentro del equipo y genere perturbaciones en la sensibilidad y respuesta del monitor. El filtro debe ser cambiado a lo menos una vez por mes, y en zonas de alta concentración de material particulado (donde se supere la norma de MP_{10}), cada 15 días o incluso semanalmente. Bajo estas condiciones, el monitor funcionará según las recomendaciones del fabricante.

Adicionalmente, será necesario efectuar una mantención preventiva del monitor, con el fin de evitar pérdidas de información que dificulten la verificación del cumplimiento de la norma de NO_x .

Calibración

El monitor de NO_x debe ser calibrado con gas certificado (idealmente Protocolo EPA) en un punto del orden del 80% de la escala de lectura del equipo a lo menos una vez por semana, al igual que el cero del monitor, el que debe ser determinado con gas cero, (aire cero ultrapuro, de preferencia importado) y no mediante ajuste con el cero electrónico.

Adicionalmente, cada 3 meses se debe efectuar una calibración multipunto del equipo de medición, esta calibración consiste en hacer chequeo de la respuesta del sensor en tres puntos de la escala completa del sensor, los que corresponden a alrededor del 20, 40 y 60% de la escala de respuesta del equipo de medición.

Para mediciones de corta duración -del orden de un mes- la calibración de un punto de la escala y del cero del equipo debe ser efectuada semanalmente. De esta forma se evita la pérdida de información por fallas en la respuesta de los sensores.

Los gases aire cero y de calibración deben ser certificados (idealmente Protocolo EPA).

Artículo 9.- Para efectos de cumplir con lo establecido el artículo 13 podrán utilizarse técnicas de medición alternativas a las señaladas en el artículo precedente, las que deberán ser aprobadas por el Servicio de Salud respectivo. Para el monitoreo mediante estas técnicas se deberá tener en consideración lo establecido en la letra (h) del artículo 2 del presente decreto.

TITULO IV

Validación de la Información de Monitoreo de Calidad de Aire

Artículo 10.- Se considerará válida la concentración anual, si para cada uno de los trimestres de un año, se dispusiere de a lo menos un 75% de los datos de concentración de 24 horas para ese periodo.

COMENTARIO: *Para que la concentración anual pueda considerarse como válida, deben existir al menos un 75% de los datos trimestrales disponibles. Esto es, 68 datos diarios si se asume que el trimestre consta de 90 días. No obstante, el número de datos exactos deberá ser verificado cada vez, ya que dependerá del número de días que tengan los meses particulares considerados en el trimestre. Se aproximará al entero más cercano.*

Se considerará válida la concentración de 24 horas, si, a lo menos, el 75% de los datos de concentración de 1 hora para un periodo de 24 horas, se encontraren disponibles y dan cuenta de la variación de los datos a lo largo de un día (ciclo diario).

COMENTARIO: *Para que un valor de concentración de 24 horas pueda considerarse como válido deben cumplirse dos condiciones. La primera es que deben existir al menos 18 del total posible de 24 datos de concentraciones de 1 hora registrados en un día. La segunda es que los datos sean representativos del ciclo diario, para lo cual es recomendable que no existan “vacíos” de datos sucesivos que impliquen falta de información durante varias horas seguidas del día.*

Si se dispusiere de datos de concentración de 1 hora para 18, 19, 20, 21, 22 o 23 horas, la concentración de 24 horas se calculará como el promedio aritmético de los datos de concentración de 1 hora disponibles, utilizando como divisor 18, 19, 20, 21, 22 o 23, según corresponda.

Se considerará válida la concentración de una hora, si, a lo menos, se dispusiere de 30 minutos seguidos de medición.

Se considerará válido el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año, si, a lo menos, el 75% de los datos de máximos diarios de concentración de 1 hora para el periodo de un año, se encontraren disponibles y dan cuenta de la variación de los datos a lo largo de un año (ciclo estacional).

COMENTARIO: *Para que el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora pueda considerarse como válido deben cumplirse dos condiciones. La primera es que deben existir al menos 274 del total posible de 365 datos de máximos diarios de concentración de 1 hora registrados en un año. La segunda es que los datos sean representativos del ciclo estacional, para lo cual es recomendable que no existan “vacíos” de datos sucesivos que impliquen falta de información por periodos extensos.*

Se considerará válida la concentración máxima diaria de 1 hora, si, a lo menos el 75% de los datos de concentración de 1 hora para un periodo de 24 horas se encontraren disponibles.

En el evento que se dispusiere de menos del 75% de los datos de concentración de 1 hora, la concentración máxima diaria de 1 hora será considerada, sólo para efectos de verificar el cumplimiento de la norma primaria de calidad de aire como concentración de 1 hora, si, la concentración máxima diaria de 1 hora fuere mayor o igual al nivel de la norma.

COMENTARIO: *Para que un valor máximo diario de concentración de 1 hora pueda considerarse como válido, deben existir al menos 18 del total posible de 24 datos de concentraciones de 1 hora registrados en un día. Sin embargo, si existiesen menos datos (17 o menos) y el máximo diario de concentración de 1 hora superara el nivel de la norma, éste podrá ser usado para verificar el cumplimiento de la norma como concentración de 1 hora. En caso contrario, el dato será inválido. Tal situación ocurre en el Ejemplo 6 donde, pese a registrarse sólo 10 datos de concentración de 1 hora durante un día, el valor máximo diario de concentración de 1 hora (250,3 ppbv) supera el nivel de la norma y por tanto, debe usarse para la verificación de la norma.*

Ejemplo 6: Validez de la concentración máxima diaria de 1 hora con datos faltantes.

<i>Hora</i>	<i>Conc. de 1 hora ppbv)</i>
0	-
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	-
9	-
10	-
11	220,4
12	250,1
13	-
14	250,3
15	-
16	-
17	210,6
18	199,0
19	125,0
20	110,8
21	98,6
22	91,1
23	78,8

∴ Datos no registrados por la estación monitora.

TITULO V

Fiscalización de la Norma

Artículo 11.- Corresponderá a los Servicios de Salud del país y, en la Región Metropolitana al Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

TITULO VI.

Implementación de la Norma

Artículo 12.-Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de seis meses, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial determinar mediante resolución fundada aquellas estaciones monitoras que se considerarán como EMRPG.

COMENTARIO: *La fecha indicada para que los Servicios de Salud respectivos hayan determinado las estaciones monitoras EMRPG fue el 06 de septiembre del 2003.*

La definición de una estación como EMRPG no es una facultad discrecional sino que se encuentra enmarcada dentro de un contenido normativo dado. En virtud de ello, los Servicios de Salud respectivos deben apegarse a criterios establecidos en la definición contenida en el artículo 2 letra h) de la norma respectiva tomando en consideración las buenas prácticas de ubicación del presente Manual de Aplicación de la norma para definir una estación como EMRPG.

Sin perjuicio de las acciones que tomen los Servicios de Salud respectivos, cualquier persona natural o jurídica podrá instalar una estación monitora para efectos de recabar información de calidad del aire en un área dada. Sin embargo, para que dicha información pueda ser utilizada para demostrar o verificar el cumplimiento de las NPCA, la estación monitora deberá necesariamente cumplir con los requisitos de estación EMRPG definidos tanto en la norma como en este Manual y además, deberá estar acreditada por el Servicio de Salud respectivo como tal.

En el caso de estaciones monitoras existentes con antelación a la entrada en vigencia de la norma y sus procedimientos, éstas podrán ser acreditadas como estación EMRPG por el Servicio de Salud respectivo. Al momento de ser acreditada, los datos comenzarán a ser válidos para demostrar y verificar la norma en periodos posteriores. Si esto no ocurriese, la estación y sus mediciones no tendrán validez. Sin perjuicio de lo anterior, cuando las mediciones de una estación monitora indiquen la superación del nivel de la norma, dicha estación servirá para acreditar la superación de la norma independientemente si ella se encuentra o no acreditada como estación EMRPG. MISMO COMENTARIO QUE EN CASOS ANTERIORES.

Es decir, las estaciones EMRPG con cuyos datos se pretenda acreditar el cumplimiento de los valores de la norma cuando estos entren en vigencia (01 de abril de 2006) deben instalarse desde ya bajo las indicaciones expuestas en este Manual (ver artículo 16 para más detalles respecto de las fechas de entrada en vigencia de esta norma).

Artículo 13.- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de tres años, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, realizar un diagnóstico de la calidad de aire para dióxido de nitrógeno según sus competencias territoriales.

Dicho diagnóstico deberá considerar la información de calidad de aire disponible así como la que se genere a partir de organismos públicos y privados.

Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de dos años, contados desde que se disponga del diagnóstico, elaborar e implementar un programa priorizado de monitoreo para el seguimiento de la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno.

Dicho programa deberá ser revisado periódicamente en función de los nuevos antecedentes de calidad de aire de que se disponga, los cuales deberán incorporar la información tanto pública como privada.

COMENTARIO: *El 06 de marzo de 2006 los Servicios de Salud deberán presentar un diagnóstico de la calidad del aire para dióxido de nitrógeno en sus competencias territoriales. Dos años después y con fecha límite del 06 de marzo de 2006, los Servicios de Salud deberán haber elaborado e implementado los programas priorizados de monitoreo para el seguimiento de la NPCA para dióxido de nitrógeno, en base a los resultados de la etapa de diagnóstico.*

Artículo 14.- El monitoreo de la calidad de aire según los métodos de medición señalados en los artículos octavo y noveno del presente decreto, deberá realizarse de acuerdo a las disposiciones establecidas por el Servicio de Salud respectivo, el que deberá considerar, cuando se encuentre disponible, lo que señale el manual de aplicación técnico de la norma.

El manual de aplicación técnico de la norma deberá ser elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Artículo 15.- Los Servicios de Salud respectivos deberán tener a disposición de la ciudadanía, los datos de los niveles de concentración de calidad de aire para dióxido de nitrógeno correspondientes a la presente norma, los que serán públicos.

COMENTARIO: *Como una estrategia efectiva para informar a la ciudadanía, se sugiere que la información sea publicada en forma periódica en los sitios electrónicos de los respectivos Servicio de Salud, de igual modo que lo hace el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA). En caso que los servicios no tuvieran esta posibilidad, la información deberá estar disponible para fácil consulta en los Departamentos de Programas del Ambiente respectivos.*

TITULO VII

Entrada en Vigencia

Artículo 16.- El presente decreto entrará en vigencia el día 1° del mes siguiente al de su publicación en el Diario Oficial.

COMENTARIO: *Antes del 01 de abril de 2006, los límites de calidad del aire para dióxido de nitrógeno están dados por el DS 1.215/1978 del MINSAL.*

Por otra parte, las mediciones de concentraciones de dióxido de nitrógeno que se realicen para acreditar cumplimiento de los valores máximos permitidos en el DS 1.215/1978 del MINSAL hasta el 01 de abril de 2006, deben realizarse bajo los criterios y procedimientos establecidos en la presente norma.

La norma se encuentra vigente a partir del 01 de abril de 2003 fecha desde la que se debe iniciar el registro de información y datos que permitirán verificar el cumplimiento de la norma a contar del 01 de abril de 2006 (tres años después). Sin embargo, los límites y niveles máximos de concentración de dióxido de nitrógeno no están vigentes hasta que transcurran los tres años necesarios para su verificación.

La norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración anual y de 1 hora, así como los niveles que originan situaciones de emergencia ambiental, entrarán en vigencia transcurridos tres años contados desde que entre a regir el presente decreto. Con igual fecha, entrarán en vigencia los incisos cuartos de los artículos tercero y cuarto del presente decreto.

COMENTARIO: *La fecha de entrada en vigencia de la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 8 horas y los niveles de concentración de una hora que originan situaciones de emergencia ambiental será el 01 de abril de 2006. Antes de ello, debe considerarse que los valores vigentes son los señalados en la Resolución N°1215/1978 MINSAL. En relación al dióxido de nitrógeno, dicha resolución establece un límite de 100 µg/m³N como concentración media aritmética anual.*

En este Manual de Aplicación no se detallan los requisitos de evaluación o verificación de la norma que estará vigente hasta el 01 de abril del 2006. Para ello, refiérase al texto de la Resolución N°1215/1978 MINSAL.

Teniendo en cuenta que el proceso de elaboración de la presente norma estuvo enmarcado dentro del proceso de revisión de la Resolución N°1215/1978 MINSAL²⁷, es una interpretación jurídicamente válida considerar que, a contar del 01 de abril del 2006, se entenderá derogada completamente la Resolución N°1215/1978 MINSAL en lo que respecta a la normativa de concentración de dióxido de nitrógeno.

A continuación se presenta un cuadro con la normativa de dióxido de nitrógeno y sus respectivos periodos de vigencia.

Normas de dióxido de nitrógeno y periodos de vigencia

<i>Norma</i>	<i>Límite</i>	<i>Estado</i>	<i>Cuerpo Legal</i>
<i>Concentración anual</i>	<i>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$</i>	<i>Vigente</i>	<i>Res. N°1215/1978 MINSAL</i>
	<i>53 ppbv (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)*</i>	<i>Vigente a partir del 01/04/2006</i>	<i>D.S. N°114/2002 MINSEGPRES</i>
<i>Concentración de 1 hora</i>	<i>213 ppbv (400 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)*</i>	<i>Vigente a partir del 01/04/2006</i>	<i>D.S. N°114/2002 MINSEGPRES</i>

** Este límite debe cumplirse considerando los nuevos criterios técnicos y numéricos establecidos en el texto del D.S. N°114/2002 MINSEGPRES.*

²⁷ *El segundo considerando del texto de la norma señala. "Que sobre la base de los antecedentes disponibles y que constan en el expediente público, se revisó la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO₂), contenida en la resolución 1215 de 1978, del Delegado del Gobierno en el Servicio Nacional de Salud, en conformidad al procedimiento y los contenidos establecidos en el decreto supremo N°93 de 1995, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia."*

ANEXO

PROCESO DE REVISIÓN

A continuación se realiza un breve relato, no exhaustivo, del proceso de revisión de la Resolución 1.215 del Servicio Nacional de Salud, que dio origen a los D.S. N° 115/02 para CO; N° 112/02 para O₃; N° 113/02 para SO₂; N° 114/02 para NO₂, del MINSEGPRES²⁸.

7.1 Antecedentes y material revisado

Sobre la base a los antecedentes disponibles y que constan en el expediente, se revisó la norma primaria de calidad de aire para anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre (SO₂); monóxido de carbono (CO); ozono (O₃) y dióxido de nitrógeno (NO₂) contenidas en la Resolución 1215 de 1978, del Ministerio de Salud, en conformidad al procedimiento y los contenidos establecidos en el Decreto Supremo N° 93 de 1995, de Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

Para ello, se procedió a revisar la literatura existente y a realizar un análisis general del impacto económico y social de cada norma señalada, todo lo cual se encuentra en el Expediente Público. Estos documentos son los siguientes:

1. Resolución N°1.215/78: Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosféricas. Ministerio de Salud, 1978.
2. Análisis de la Consistencia de los Antecedentes para la Revisión de las Normas de Calidad de Aire Contenidas en la Resolución N°1.215/78 del Ministerio de Salud. Claiss, 1999
3. Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud Humana. Evidencias de Estudios Recientes. Dra. Jeanette Vega M., 2000.
4. Recomendaciones de la organización Mundial de la Salud OMS, para las concentraciones ambientales de los contaminantes atmosféricos Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), y Ozono (O₃). Sobre la base de lo publicado por la OMS en 1999.
5. Análisis de antecedentes de la Revisión de la Resolución N°1215, específicamente en lo relativo a la norma de calidad primaria de anhídrido sulfuroso. Ministerio de Minería y Comisión Chilena del Cobre, 2000.

²⁸ Referirse a la nota 1, en la introducción, para las fechas de los decretos.

6. Sugerencias y Consultas de Acuerdo a Encuesta Vecinal. Unidad Vecinal N°2 "Vientos del Sur", COVIEFI (Antofagasta), 2000.
7. Análisis general del impacto económico y social de los anteproyectos de normas de calidad primaria de aire para PTS, O₃, SO₂, CO y NO₂. Unidad de Economía Ambiental, CONAMA, 2000.
8. Observaciones Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Ozono (O₃). COREMA Región de Valparaíso, CONAMA, 2000.
9. Observaciones al Proyecto de "Normas primarias de Calidad de aire para SO₂, NO₂, O₃, PTS". Hernán Varas, Jefe Departamento de Higiene y Control Ambiental, I. Municipalidad de Providencia, 2000.
10. Propuesta Regional "Revisión de Normas Primarias de Calidad del Aire para SO₂, CO, PTS, O₃ y NO₂". Comité regional para la revisión de las Normas Primarias de Calidad del Aire (Segunda Región de Antofagasta), 2000.
11. Comentarios y observaciones al documento "Proceso de Consulta Pública de las Normas Primarias de Calidad del Aire para Anhídrido Sulfuroso (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Partículas totales en Suspensión (PTS), Ozono (O₃) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂). Ricardo Troncoso, SERNAGEOMIN, 2000.
12. Comentarios al Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Ozono (O₃). Consejo Consultivo COREMA Atacama, 2000.
13. Observaciones al Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire. Coordinadora Ecologista, 2000.
14. Observaciones al Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Anhídrido Sulfuroso (SO₂). Consejo Consultivo COREMA Atacama, 2000.
15. Revisión de Normas de la calidad primaria para SO₂, CO, NO₂, O₃ y PTS. Consejo Consultivo Nacional CONAMA, 2000.
16. Opinión sobre Proceso de Revisión de Revisión de Normas de la calidad primaria para SO₂, CO, NO₂, O₃ y PTS y opinión sobre Propuesta del 6° Programa Priorizado de Normas. Consejo Consultivo Nacional CONAMA, 2000.
17. Observaciones al Proyecto Definitivo de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Azufre (SO₂). COREMA Región de Atacama, 2001.

7.2 Cronograma

El siguiente es el cronograma de los principales hitos de la revisión de la norma primaria de calidad de aire para anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre (SO₂); monóxido de carbono (CO); ozono (O₃) y dióxido de nitrógeno (NO₂) contenidas en la Resolución 1215 de 1978, del Ministerio de Salud.

El 22 de Junio de 1978 se dictó la Resolución N° 1.215 "Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica", del Ministerio de Salud.

Se recopilan estudios científicos, informes y antecedentes, con el fin de analizar las materias que requieren actualizarse y perfeccionarse para obtener una normas eficaz, consistente y eficiente.

El 25 de Mayo de 2000 se emite el "Informe de avance de la elaboración del anteproyecto de revisión de normas primarias de calidad del aire para SO₂, CO, O₃, NO₂ y PTS", de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

El 20 de Julio de 2000 comienza la etapa de consulta y revisión por parte de los organismos competentes públicos, privados y comunidad en general.

El 8 de Septiembre de 2000 se aprueba el Anteproyecto de Revisión de la Norma Primaria de Calidad del Aire para Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Anhídrido Sulfuroso (SO₂), de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Las observaciones fueron analizadas con los resultados del análisis general de impacto económico y social del anteproyecto de norma. A partir de esto, se elaboró el Proyecto Definitivo de la norma.

El 06 de Agosto de 2002 se firma el D.S. N° 113 Norma Primaria de Calidad del Aire para Monóxido de Carbono (CO) del Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

El 6 de Agosto de 2002 se firma el D.S. N° 113 Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO₂), para Ozono (O₃) y para Dióxido de Nitrógeno (NO₂), del Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

El 10 de Septiembre de 2002 fue publicado en el Diario Oficial el D. S. N° 115 Norma Primaria de Calidad del Aire para Monóxido de Carbono (CO) del Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

El 06 de Marzo de 2003, fue publicado en el Diario Oficial el D. S. N° 112 Norma Primaria de Calidad del Aire para Ozono (O₃), para Dióxido de Azufre (SO₂) y para Dióxido de Nitrógeno (NO₂) del Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

7.3 Expediente Público

El expediente público corresponde a la recopilación de antecedentes, informes y estudios que han servido como base para la elaboración de los D.S. N° 115/02 para CO; N° 112/02 para O₃; N° 113/02 para SO₂; N° 114/02 para NO₂, del MINSEGPRES. Incluye documentos de información general y preliminar al proceso de revisión, incorpora documentos emanados directamente del proceso, tales como resoluciones, cartas, etc., y presenta las Actas de las Reuniones y los documentos del grupo de trabajo. Todas éstas partes están debidamente foliadas.

Los documentos, informes y estudios contenidos y revisados en el Expediente Público son los siguientes:

18. Resolución N°1.215/78: Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosféricas. Ministerios de Salud, 1978.
19. Análisis de la Consistencia de los Antecedentes para la Revisión de las Normas de Calidad de Aire Contenidas en la Resolución N°1.215/78 del Ministerio de Salud. Claiss, 1999
20. Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud Humana. Evidencias de Estudios Recientes. Dra. Jeanette Vega M., 2000.
21. Recomendaciones de la organización Mundial de la Salud OMS, para las concentraciones ambientales de los contaminantes atmosféricos Dióxido de Azufre (SO₂), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), y Ozono (O₃). Sobre la base de lo publicado por la OMS en 1999.
22. Informe de Avance de la Elaboración del Anteproyecto de Revisión de Normas Primarias de Calidad de Aire para SO₂, CO, O₃, NO₂ y PTS. CONAMA, 2000.
23. Valores Críticos que determinan las situaciones de emergencia ambiental. CONAMA
24. Valores Críticos que determinan las situaciones de emergencia ambiental por SO₂. CONAMA
25. Valores Críticos que determinan las situaciones de emergencia ambiental por CO. CONAMA
26. Análisis de antecedentes de la Revisión de la Resolución N°1215, específicamente en lo relativo a la norma de calidad primaria de anhídrido sulfuroso. Ministerio de Minería y Comisión Chilena del Cobre, 2000.

27. Comentarios sobre la Revisión de la Resolución N°1215. Loreto Madrid, jefa Área de Descontaminación Atmosférica, CONAMA, 2000.
28. Proceso de Revisión Normas Primarias de Calidad de Aire para CO, PTS, NO₂, O₃ y SO₂. CONAMA, 2000.
29. Documento técnico para Discusión Interna. Propuesta de Normativa de Calidad Primaria: Monóxido de Carbono. CONAMA, 2000.
30. Documento técnico para Discusión Interna. Propuesta de Normativa de Calidad Primaria: Ozono. CONAMA, 2000.
31. Documento técnico para Discusión Interna. Propuesta de Normativa de Calidad Primaria: Dióxido de Nitrógeno. CONAMA, 2000.
32. Documento técnico para Discusión Interna. Propuesta de Normativa de Calidad Primaria: Anhídrido Sulfuroso, SO₂. CONAMA, 2000.
33. Comentarios a los Antecedentes Técnicos Para la Propuesta de Normativa de Calidad Primaria, Norma 1215.
34. Aprobación del Anteproyectos de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Anhídrido Sulfuroso (SO₂). CONAMA, 2000.
35. Sugerencias y Consultas de Acuerdo a Encuesta Vecinal. Unidad Vecinal N°2 “Vientos del Sur”, Coviefi (Antofagasta), 2000.
36. Carta aclaratoria sobre Normas de Calidad. Marie Claude Plumer, Departamento Jurídico, CONAMA, 2000.
37. Análisis general del impacto económico y social de los anteproyectos de normas de calidad primaria de aire para PTS, O₃, SO₂, CO y NO₂. Unidad de Economía Ambiental, CONAMA, 2000.
38. Observaciones Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Ozono (O₃). COREMA Región de Valparaíso, CONAMA, 2000.
39. Observaciones al Proyecto de “Normas primarias de Calidad de aire para SO₂, NO₂, O₃, PTS”. Hernán Varas, Jefe Departamento de Higiene y Control Ambiental, I. Municipalidad de Providencia, 2000.
40. Propuesta Regional “Revisión de Normas Primarias de Calidad del Aire para SO₂, CO, PTS, O₃ y NO₂”. Comité regional para la revisión de las Normas Primarias de Calidad del Aire (Segunda Región de Antofagasta), 2000.

41. Comentarios y observaciones al documento "Proceso de Consulta Pública de las Normas Primarias de Calidad del Aire para Anhídrido Sulfuroso (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Partículas totales en Suspensión (PTS), Ozono (O₃) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂). Ricardo Troncoso, SERNAGEOMIN, 2000.
42. Comentarios al Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Ozono (O₃). Consejo Consultivo COREMA Atacama, 2000.
43. Observaciones al Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire. Coordinadora Ecologista, 2000.
44. Observaciones al Anteproyecto de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Anhídrido Sulfuroso (SO₂). Consejo Consultivo COREMA Atacama, 2000.
45. Revisión de Normas de la calidad primaria para SO₂, CO, NO₂, O₃ y PTS. Consejo Consultivo Nacional CONAMA, 2000.
46. Opinión sobre Proceso de Revisión de Revisión de Normas de la calidad primaria para SO₂, CO, NO₂, O₃ y PTS y opinión sobre Propuesta del 6° Programa Priorizado de Normas. Consejo Consultivo Nacional CONAMA, 2000.
47. Análisis de las Observaciones Formuladas al Anteproyecto de Revisión de Normas Primarias de Calidad del Aire para Anhídrido Sulfuroso (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃) y Partículas Totales en Suspensión (PTS). Planes de Descontaminación y Normas CONAMA, 2001.
48. Observaciones al Proyecto Definitivo de Revisión de Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Azufre (SO₂). COREMA Región de Atacama, 2001.

7.4 Aspectos planteados en los talleres regionales del proceso de consulta pública, y que tienen relación con los objetivos que persigue la elaboración de un Manual de Aplicación

A continuación en Cuadro 1, se entrega un resumen con los temas surgidos en los Talleres Regionales sobre normas de calidad del aire, que tienen directa relación con los objetivos que persigue la elaboración del Manual de Aplicación.

Cuadro. Resumen de inquietudes planteadas en Talleres Regionales sobre normas de calidad del aire

Taller	Tema de la Observación	Análisis de la Observación
Taller V Región (Viña del Mar)	Aclarar los criterios que se consideran para la localización de las redes de monitoreo y la definición del número de estaciones de medición de la calidad del aire	Dada la importancia de estos temas en cuanto a la representatividad que deben tener las redes de monitoreo, como también lo relacionado por ejemplo a la validación de información, operación, mantención y calibración de equipos, en los proyectos definitivos de normas se incorporó en lo relativo a la implementación de la norma, la elaboración de un manual, el cual deberá dar cuenta de estos temas.
	Aclarar las metodologías que se estipulan para las mediciones en las estaciones de monitoreo y enfatizar si se considera la rigurosidad necesaria para normas de 1 hora, 8 horas, 24 horas y anuales	Se incorpora en los proyectos definitivos de normas la realización por parte de CONAMA de un manual de aplicación de la normativa el cual dará cuenta de lo observado
	Se debe incluir en las normas criterios para la determinación del número de estaciones de monitoreo que se deberán implementar en las regiones, siendo necesario que al menos el 50% de las redes de monitoreo de todo el país estén fuera de la Región Metropolitana	Este tema se abordará a través del manual de aplicación de las normas. Esto fue incorporado en los proyectos definitivos de normas mediante un programa de implementación de las normas
	Incorporar factores meteorológicos y topográficos para la priorización de la localización de redes de monitoreo de calidad del aire	Esto se incorporará en los proyectos definitivos de normas mediante la elaboración de un manual de aplicación de las normas al interior de un programa de implementación de las mismas
	Se deben incorporar especificaciones respecto de las obstrucciones espaciales para las mediciones de los contaminantes	Mirar respuesta anterior
Taller III Región (Copiapó)	Se debe especificar cómo se validarán las mediciones y cómo se calibrarán los instrumentos de medición (ver Títulos sobre Metodología de Medición de las Normas y Validación de la Información de Monitoreo de Calidad del Aire)	Este tema será incorporado en los proyectos definitivos de normas a través de un programa de implementación de las normas, mediante la elaboración de un manual de aplicación de la normativa
	Para la medición de contaminantes se deben considerar variables dinámicas tales como presión, velocidad del viento y temperatura entre otras	Este tema debe ser evaluado a fin de ser incorporado en el manual de aplicación de la norma según corresponda (ver punto anterior)

Cont.

Taller Región Metropolitan a (Santiago)	Se debe tener en cuenta que la calidad de los datos de mediciones de la concentración de contaminantes depende además de la operación y mantención de los equipos	Esto será incorporado de una forma más precisa en los proyectos definitivos de norma. Se incorporará un programa para la implementación de las normas el cual considerará la elaboración de un manual de aplicación de la norma y que contendrá lo relativo a la operación, mantención y calibración de los monitores
	Se recomienda la elaboración de guías metodológicas de referencia para la operación y mantención de los equipos de medición de concentraciones de contaminantes normados	Este tema será abordado en los proyectos definitivos de normas a través de un programa de aplicación de la norma que contempla la elaboración de un manual de aplicación
	Se sugiere agregar a las definiciones el siguiente concepto: "Área de representatividad": se entenderá por área de representatividad de una estación de monitoreo, al área en donde las concentraciones del contaminante, en cualquier punto, está representada por el valor promedio de concentración medido en la estación de muestreo	Este punto deberá ser abordado en el manual de aplicación de la norma, al que se hará mención en los proyectos definitivos. Se establece que el manual deberá ser elaborado por CONAMA en un plazo de un año a partir de la publicación del Decreto en el Diario Oficial
	¿Cuál es el criterio estadístico para consignar el 75% de los valores medidos? ¿Qué hay respecto a la calibración de los equipos y el control de la calidad de los datos? ¿Qué se entiende por disponible? El controlador de la estación puede eliminar los datos promedios horarios que hacen que su promedio móvil de 8 horas alcance los límites de la norma, pudiendo dejar sólo el 75% de los datos disponibles. En otras palabras la definición no detallada de lo que significa un dato válido puede permitir la manipulación de los mismos.	El criterio del 75% como requisito para la disponibilidad mínima de información se adoptó de lo establecido en la EPA y que actualmente se utiliza a nivel nacional. El tema relacionado a la calibración y el control de calidad de los datos es materia del Fiscalizador de la norma. Sin embargo, es importante señalar que este tema deberá ser abordado en el manual de aplicación de la norma, al que se hará mención el programa de implementación de la norma a incorporar en los proyectos definitivos de norma
Consejo Consultivo Nacional, CONAMA	Que el manual que se elaborará para la implementación de estas normas, defina una estrategia efectiva para informar a la ciudadanía	El manual de aplicación de las normas debe incorporar lo señalado