

Minuta
**Proyecto Definitivo Revisión de la Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO₂)
sobre los niveles de emergencia o contingencia**

1.- Antecedentes sobre los niveles de emergencia o contingencia en el proyecto definitivo de la norma primaria de calidad de SO₂.

En las normas primarias de calidad ambiental, adicionalmente a los valores normas, se establecen los niveles para situaciones de emergencia o niveles de contingencia ^{1 2}.

En el caso del SO₂, estos niveles de emergencia o de contingencia tienen por objetivo reducir la exposición de la población, en especial de los grupos sensibles, frente a situaciones de episodios de emergencia o de contingencia de SO₂, momento en que se registran en el aire altas concentraciones de SO₂, durante un corto período de tiempo. La evidencia científica disponible indica que los grupos sensibles para SO₂ son: asmáticos, infantes, niños y ancianos.

De acuerdo a los modelos de gestión ambiental durante los episodios de emergencia o de contingencia se requieren lograr dos objetivos:

- i) reducir las concentraciones de SO₂ de modo de volver a niveles seguros
- ii) comunicar a la población sobre la situación ambiental de modo que se puedan tomar medidas de autocuidado.

En este aspecto a nivel internacional se ha desarrollado lo siguiente:

- Modelos de pronóstico, en el caso del SO₂ es complejo debido a que los episodios tienen a lo más una duración de un par de horas, por lo tanto usualmente están basados en modelos meteorológicos.
- Establecer valores criterio de episodios, los cuales se entienden como aquellos niveles que al alcanzarse gatillan una serie de acciones de descontaminación que permitan volver a niveles seguros³.
- Sistemas de comunicación de riesgo por exposición a la contaminación atmosférica, los cuales se basan en el uso de algún tipo de Índice de Calidad de Aire, procurando enviar un mensaje claro y simple a la comunidad sobre el nivel de riesgo existente en un determinado momento y con indicaciones precisas sobre acciones a realizar por la población.

¹ Ley N°19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, artículo 32, señala que las normas primarias “definirán los niveles que originan situaciones de emergencia...”

² Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, Decreto Supremo N°38 de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, artículo 28, indica que “toda norma primaria, deberá señalar, cuando corresponda, los valores críticos que determinen las situaciones de emergencia ambiental...”

³ Universidad de Chile (2016), “Análisis de antecedentes y evaluación de impactos para revisar las normas NO₂, O₃ y CO, elaborado por el Instituto de Salud Poblacional de la Facultad de Medicina para la Subsecretaría del Medio Ambiente.

Disponible en SINIA: <http://sinia.mma.gob.cl/> , http://metadatos.mma.gob.cl/servicios/metadatos/recursos/downloadRecurso/324117/INFORME_FINAL_EVIMPT00516.pdf

En la actual norma primaria de calidad del aire para dióxido de azufre, Decreto Supremo N°113/2003 de MINSEGPRES, se establecen los siguientes valores de niveles de emergencia o contingencia.

Tabla N°1. Niveles de emergencia o contingencia ambiental de la actual norma primaria de SO₂

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

En el anteproyecto del proceso de revisión de la norma primaria de calidad del aire para SO₂ se propuso actualizar los valores de los niveles de emergencia o contingencia debido a la tolerancia de los actuales niveles⁴. Considerando el principio de gradualidad, el anteproyecto estableció los siguientes valores de niveles de emergencia o contingencia.

Tabla N°2. Niveles de emergencia o contingencia del anteproyecto de revisión de la norma primaria de SO₂

Nivel	Concentración horaria ppbv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Desde publicación D.O. hasta 31/12/2017	Desde 01/01/2018 hasta 31/12/2019	Desde 01/01/2020
Nivel 1	382 - 477 (1.000 - 1.249)	306 - 381 (800 - 999)	76 - 133 (200 - 349)
Nivel 2	478 - 572 (1.250 - 1.499)	382 - 477 (1.000 - 1.249)	134 - 190 (350 - 499)
Nivel 3	573 o superior (1.500 o superior)	478 o superior (1.250 o superior)	191 o superior (500 o superior)

Nota: Los valores en el anteproyecto se encuentran en ppbv, página 10, anteproyecto de revisión de la norma primaria de calidad de aire para SO₂. Disponible en: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/5b0_Res_ Ex_ N485-2015_Anteproyecto_NPC_A_S02.pdf

Del proceso de consulta pública de la norma primaria de SO₂, desarrollado entre el 30 de junio y el 23 de septiembre del 2015, surgieron observaciones y argumentos que permiten fundamentar modificaciones al anteproyecto de revisión de la norma primaria de calidad del aire para SO₂ respecto a los valores de niveles de emergencia o contingencia⁵.

⁴ Acta de la Reunión Comité Operativo Norma Primaria de Calidad del Aire de dióxido de azufre, página 2.

Disponible en: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0645-Acta_CO_08-04-2015.pdf

⁵ Análisis de las observaciones al Anteproyecto de Revisión de la Norma Primaria de Calidad del Aire para SO₂, página 67.

Disponible en: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2016/proyectos/Documento_Respuesta_observaciones_norma_SO2_cr_FINAL.pdf

2.- Propuesta de Proyecto Definitivo respecto a los niveles de contingencia

A partir de las observaciones de la consulta pública y para facilitar la actualización de los niveles de contingencia, en el proyecto definitivo se considera eliminar la multiplicidad de plazos establecidos en el anteproyecto y dejar un escenario con los valores de los niveles de contingencia.

Por lo tanto, la propuesta de los valores de niveles de contingencia en relación con la calificación de calidad del aire es la siguiente:

Tabla N°3. Propuesta de valores de niveles de emergencia o contingencia

Calificación de calidad del aire	Nivel de contingencia	Valores para definir los niveles de contingencia ppbv ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bueno	---	---
Regular	---	---
Malo	Nivel 1	306 - 381 (800 - 999)
Crítico	Nivel 2	382 - 477 (1.000 - 1.249)
Peligroso	Nivel 3	478 o superior (1.250 o superior)

Analizando los valores de los niveles de contingencia propuestos se puede mencionar lo siguiente:

- Respecto al nivel de $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corresponde al 31% del nivel de daño significativo, NDS, definido en Estados Unidos, el cual es de 1 ppm, equivalente a $2620 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ver detalle en Anexo I. Adicionalmente, alrededor del valor de $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se define el nivel MUY INSALUBLE, en los índices de calidad del aire para SO_2 en Estados Unidos, AQI. Ver detalle en Anexo I, punto 1.1.1.
- Respecto al nivel de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corresponde aproximadamente al 40% del nivel de daño significativo, NDS, definido en Estados Unidos, el cual es de 1 ppm, equivalente a $2620 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Adicionalmente, en el Reino Unido utiliza el índice Daily Air Quality Index, DAQI, donde se define el nivel MUY ALTO alrededor del valor de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe destacar que DAQI se basa en concentraciones de SO_2 de 15 minutos⁶
- Respecto al nivel de $1250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corresponde aproximadamente al 50% del nivel de daño significativo, NDS, definido en Estados Unidos, el cual es de 1 ppm, equivalente a $2620 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cabe destacar que la normativa de Estados Unidos define regiones de prioridad y el nivel criterio para episodios de SO_2 en las zonas de prioridad II corresponde al valor de $1300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ver detalle en Anexo I, tabla N°5. Adicionalmente, el episodio de emergencia por SO_2 , ocurrido el 23 de marzo de 2011 en la Escuela de La Greda, cercana a la Fundación Ventanas, registró una concentración horaria de SO_2 cercana a $1400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por lo tanto, el nivel para no detectar efectos agudos importantes en los grupos vulnerables, como por ejemplo niños, ancianos y asmáticos, debe ser menor a $1400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cabe mencionar que la propuesta de los valores de niveles de emergencia o contingencia de la tabla N°3 es igual al segundo escalón del anteproyecto de la tabla N°2.

El plazo propuesto para la entrada en vigencia de los valores de niveles de emergencia o de contingencia corresponde al 1° de enero del año siguiente de haber transcurrido tres años después de la publicación del decreto en el Diario Oficial.

⁶ Índice Daily Air Quality Index, Department for Environment Food & Rural Affairs.
Disponible en: <https://uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/daqi?view=more-info&pollutant=so2#pollutant>

ANEXO I

1. Antecedentes internacionales del índice de calidad del aire y niveles de emergencia para SO₂

1.1. Estados Unidos

1.1.1. Índice de Calidad del Aire de Estados Unidos para SO₂

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, USEPA, del inglés: United States Environmental Protection Agency, para comunicar el riesgo a la población ha desarrollado un índice de calidad del aire, en inglés: Air Quality Index, AQI, asociado con una condición del aire y con un color, para cada contaminante criterio. Este índice se basa en un algoritmo y está categorizado en 6 niveles. En el caso del SO₂, hasta el nivel insalubre se calcula a partir de concentraciones horarias, en los niveles siguientes se calcula a partir de concentraciones diarias, en la tabla N°2 se muestran los valores índice de calidad del aire.⁷

Tabla N°4. Niveles del índice de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂) en Estados Unidos⁸

Valor del índice de calidad del aire (AQI)	Condición de calidad del aire	Color	Rango de concentraciones de SO ₂ ppb (µg/m ³)
0 – 50	Bueno	Verde	0 - 35 (0 - 92) ^(1h)
51 – 100	Moderado	Amarillo	36 - 75 (93 - 197) ^(1h)
101 – 150	Insalubre para grupos sensibles	Naranja	76 - 185 (198 - 484) ^(1h)
151 – 200	Insalubre	Rojo	186 - 304 (485 - 795) ^(1h)
201 – 300	Muy insalubre	Morado	305 - 604 (796 - 1580) ^(24h)
301 – 500	Peligroso	Marrón	605 - 1004 (1581 – 2626) ^(24h)

(1h): el algoritmo se calcula a partir de concentraciones horarias

(24h): el algoritmo se calcula a partir de concentraciones diarias

1.1.2. Niveles de emergencia de Estados Unidos para SO₂

La normativa de Estados Unidos se divide entre acciones a nivel federal, que aplican a todo el país, y gestión local a nivel de estados. En el marco de la regulación federal se definen los valores de niveles de daño significativo, NDS⁹, en inglés: significant harm levels, SHL, de los cuales se derivan los niveles criterio de episodios, y se da el marco para los planes de contingencias.

Cabe destacar que el nivel de daño significativo, NDS, fue definido en el año 1986¹⁰, con el valor de 1 ppm, equivalente a 2.620 µg/m³, para una exposición de 24 horas, mucho antes que existiera la discusión en Estados Unidos de la actual normativa horaria de SO₂¹¹, la cual comenzó en el año 1996 con la demanda de la Asociación Americana del Pulmón, pasando por el fallo de la Corte Suprema de Estados

⁷ Environmental Protection Agency, 40 CFR Part 58, "Air Quality Index Reporting".

⁸ <http://www.airnow.gov/>

⁹ Definidos por efectos en salud que son de una severidad mayor y que pueden afectar a toda la población. Los niveles de daño significativo (significant harm levels, SHL) son concentraciones, por un período de tiempo, que representan un peligro inminente y sustancial a la salud de la población.

¹⁰ U.S. Environmental Protection Agency. 40 CFR Part 51, Subpart H - Prevention of Air Pollution Emergency Episodes. 1986.

Disponible en: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/part-51/subpart-H>

¹¹ Tabla histórica de las normas de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, USEPA.

Disponible en: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0317-Table_Historical_SO2_NAAQS-USEPA.pdf

Unidos en favor de la Asociación Americana del Pulmón sobre la USEPA en el año 1999¹² y que termino en el año 2010, con la incorporación de la norma de 1 hora de SO₂ de 75 ppb¹³, 197 µg/m³.

Del mismo modo, para definir el nivel de daño significativo no fue considerada la exposición de corto plazo como la exposición de 1 hora o de 10 minutos, elementos considerados en la Guía de Calidad de la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹⁴, del año 2005.

Adicionalmente, la normativa de Estados Unidos a nivel federal define regiones de prioridad, las que deben contar con un plan de contingencia que, como mínimo, debe proveer las medidas necesarias para evitar alcanzar los niveles de daño significativo, NDS. Los niveles criterio de episodios para SO₂ son los siguientes¹⁵:

Tabla N°5. Valores de niveles criterio de episodios para SO₂ en Estados Unidos

Región de prioridad	SO ₂	NDS
I	100 µg/m ³ (40 ppb) media aritmética anual	2.620 µg/m ³ (1 ppm) media de 24 horas
	455 µg/m ³ (170 ppb) máximo de 24 horas	
II	60-100 µg/m ³ (20-40 ppb) media aritmética anual	
	260-455 µg/m ³ (100-170 ppb) máximo de 24 horas	
	1300 µg/m ³ (500 ppb) media de tres horas	

Por otro lado, es necesario resaltar que USEPA, advierte que los niveles o índices de calidad apropiados no dependen de los valores de normas primarias, pudiéndose establecer niveles que garanticen a las personas sensibles la recepción de información para evitar la exposición a altas concentraciones del contaminante, aunque estos niveles estén por debajo del valor de la norma primaria de calidad¹⁶. En términos simples, lo anterior significa que es adecuado definir niveles o índices de calidad bajo el valor de la norma de tal manera de asegurar a la población sensible recibir la información respecto de la calidad del aire y de las medidas de autocuidado para disminuir la exposición a la contaminación atmosférica.

1.2. Unión Europea (UE)

1.2.1. Índice de Calidad del Aire de la Unión Europea para SO₂

La Unión Europea (UE), utiliza desde el año 2006 el índice de calidad CAQI, del inglés: Common Air Quality Index, para comunicar el riesgo a la población sobre la calidad del aire¹⁷. En el caso del SO₂, este índice se basa en concentraciones horarias de dióxido de azufre y tiene 5 niveles (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto).

¹² Antecedentes de la demanda de la Asociación Americana del Pulmón a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, USEPA, para revisar la norma primaria de calidad del aire para SO₂. Disponible en: http://planesnormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0361-Caso_Judicial_US_de_SO2.pdf

¹³ Registro Federal de la norma de calidad primaria para dióxido de azufre (SO₂) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, USEPA.

Disponible en: http://planesnormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0318-USA_Standard_SO2_75FR-35520.pdf

¹⁴ Guías de Calidad del Aire, OMS, 2005, página 19. Disponible en: http://planesnormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0286-Guías_de_la_calidad_del_aire-OMS-2005.pdf

¹⁵ U.S. Environmental Protection Agency. 40 CFR Part 51, Subpart H - Prevention of Air Pollution Emergency Episodes. 1986.

¹⁶ EPA, 1999. Part III, 40 CFR Part 58, Air Quality Index Reporting, Final Rule, página 42532, 1° columna, nota al pie.

Disponible en: <https://archive.epa.gov/ttn/ozone/web/pdf/airqual.pdf>

"Under section 319, the levels that are appropriate for this purpose do not necessarily depend on the NAAQS levels that may be appropriate under section 109. Depending on how the Agency chose to set an ambient standard, for example, it might conclude that the standard does not need to preclude certain effects falling below the level of public health concern, and at the same time set the AQI in such a way as to assure that sensitive individuals who might experience those effects receive notification and advice on actions they might take to avoid them".

¹⁷ Calidad del Aire en Europa. Disponible en: <http://www.airqualitynow.eu>

Tabla N°6. Niveles del índice Common Air Quality Index para dióxido de azufre (SO₂) en Unión Europea (UE)

Nivel	CAQI	Rango de concentraciones (µg/m ³)
Muy Bajo (Very Low)	0 - 25	0 - 50
Bajo (Low)	25 - 50	51 - 100
Medio (Medium)	50 - 75	101 - 350
Alto (High)	75 - 100	351 - 500
Muy Alto (Very high)	> 100	> 500

1.2.2. Niveles de emergencia de la Unión Europea para SO₂

La normativa de la Unión Europea, en el artículo 13 de la Directiva 2008/50/CE¹⁸, establece la definición de valores límite y umbrales de alerta para la protección de la salud humana. Así, los umbrales de información y de alerta se definen de la siguiente forma:

- *Umbrales de Información* como el nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud de los sectores especialmente vulnerables de la población y que requiere el suministro de información inmediata y apropiada.
- *Umbrales de Alerta* como el nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana que afecta al conjunto de la población y que requiere la adopción de medidas inmediatas por parte de los Estados miembros.

Para el caso del SO₂, la Directiva, no define un nivel para el umbral de información. Pero en el anexo XII de la Directiva 2008/50/CE, se define como umbral de alerta el valor de 500 µg/m³, que deberá medirse durante 3 horas consecutivas en lugares representativos de la calidad del aire en un área de al menos 100 km² o en una zona o aglomeración entera, si esta última superficie es menor. En la tabla N°7 se muestran los umbrales para el dióxido de azufre.

Tabla N°7. Niveles de umbrales para el dióxido de azufre en la Unión Europea.

Umbral	Tiempo promedio	Valor
Alerta	3 horas	500 µg/m ³

El artículo 24 de la Directiva señala que cuando, en una zona o una aglomeración determinada, exista el riesgo de que el nivel de contaminantes supere uno o más de los umbrales de alerta, los Estados miembros elaborarán planes de acción que indicarán las medidas que deben adoptarse a corto plazo para reducir el riesgo de superación o la duración de la misma.

Algunos países, en sus planes de acción de corto plazo, introducen umbrales más bajos que el umbral de alerta establecido en la Directiva. Estos planes señalan medidas para reducir la concentración o la exposición de las personas. En la tabla N°8 se dan algunos ejemplos de estos umbrales.

¹⁸ Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo 2008.
Disponible en: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0371-Directiva_2008-50-CE.pdf

Tabla N°8. Ejemplos de umbrales definidos por algunos países europeos.¹⁹

Región	Umbral	Nivel	Acciones
Tours	Vigilancia	200 µg/m ³ durante 1 hora en 3 sitios	Informar a las partes responsables
	Información	300 µg/m ³ durante 1 hora en 2 sitios	Informar al público Identificar las fuentes fijas
	Alerta	500 µg/m ³ durante 1 hora en 1 sitio que no sea carretera	Restricciones a las fuentes fijas
República Checa	Información	200 µg/m ³ durante 3 horas	Información. Restricciones en las fuentes fijas
	Alerta	400 µg/m ³ durante 3 horas	Alerta al público
Hungría (Debrecen)	Información	400 µg/m ³ durante 3 horas	Información
	Alerta	500 µg/m ³ durante 3 horas	Restricciones a las fuentes fijas

¹⁹ Best practices for Short term action plans, European Commission, 2012, página 36, tabla N°10.
Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/SC5_Task%201_report.pdf