

Minuta
**Proyecto Definitivo Revisión de la Norma Primaria de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO₂)
Sobre los criterios de Excedencia del Proyecto Definitivo**

Objetivo: presentar los fundamentos que permiten recomendar los criterios de excedencia en el proyecto definitivo de la norma de SO₂.

Los criterios de excedencia permiten sobrepasar excepcionalmente el valor definido en la norma, es decir, en la práctica son procedimientos estadísticos o estadígrafos que permiten considerar los eventos excepcionales al momento de declarar una zona como saturada por incumplimiento de una norma de calidad del aire. Entre los estadígrafos más utilizados se encuentran los percentiles, promedios anuales, promedios móviles, no ser excedida en un número de veces al año, o una combinación de ellos.

Los criterios de excedencia del anteproyecto fueron producto del trabajo desarrollado por el Comité Operativo durante el proceso de revisión de la norma primaria de calidad del aire para SO₂, este Comité está constituido por representantes del Ministerio de Salud, Ministerio de Minería y COCHILCO, Ministerio de Economía, Ministerio de Energía y Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones; donde cada uno de estos representantes aportó con los enfoques de políticas públicas de su respectivo sector.

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 respuestas a las observaciones que permiten fundamentar los criterios de excedencia del proyecto definitivo de revisión de la norma primaria de calidad del aire para SO₂.

1. Antecedentes nacionales de criterios de excedencia de normas de SO₂

(1a) Las actuales normas de calidad para SO₂, tanto primaria¹ como secundaria², establecen como criterio de excedencia para la norma anual el promedio aritmético de 3 años sucesivos de las concentraciones de SO₂.

(1b) Asimismo, la norma primaria de calidad para SO₂ establece como criterio de excedencia para la norma de 24 horas una combinación de dos estadígrafos: i) promedio de 3 años sucesivos y ii) el percentil 99 de las concentraciones diarias de SO₂ para un año. Definido de la siguiente forma, como el promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario.

(1c) En cambio, la norma secundaria de calidad para SO₂, establece como criterio de excedencia para la norma de 24 horas otra combinación de dos estadígrafos: i) promedio de 3 años sucesivos y ii) el percentil 99,7 de las concentraciones diarias de SO₂ para un año. Definido de la siguiente forma, como el promedio aritmético de 3 años calendarios sucesivos del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año.

(1d) La norma primaria de calidad de SO₂ vigente no incorpora la norma de 1 hora. Sin embargo, la norma secundaria de calidad de SO₂ establece una norma de 1 hora con un criterio de excedencia como el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año.

¹ Decreto Supremo N°113, 2003, Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Disponible en: <http://www.levchile.cl/N?i=208200&f=2003-03-06&p=>

² Decreto Supremo N°22, 2010, Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Disponible en: <http://www.levchile.cl/Navegar?idNorma=1012498>

(1e) La norma secundaria de calidad de SO₂, para la norma anual, de 24 horas y de 1 hora, señala que también se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad cuando las concentraciones de SO₂, tanto anual, de 24 horas y de 1 hora, en un año calendario, el valor de la concentración fuere mayor o igual al doble de la norma correspondiente³.

(1f) En el estudio desarrollado por KAS Ambiental⁴ para CONAMA, se recomienda lo siguiente como criterio de excedencia para la norma de SO₂:

- i. En la norma anual, si es que no se deroga la norma, considerar un año para verificar cumplimiento de norma.
- ii. En la norma de 24 horas y 1 hora, declarar zonas saturadas aquellas que no cumplan la norma en 1 año, y no esperar 3 años de superación. Además, se aconseja disminuir la excedencia permitida desde 4 días a 1 día.

(1g) El anteproyecto de revisión de la norma primaria de SO₂, tanto para la norma anual y la norma de 24 horas mantiene los criterios de excedencia de la norma primaria de calidad para SO₂ vigente, es decir, (1a) y (1b) respectivamente⁵.

(1h) Además, el anteproyecto de revisión de la norma primaria de SO₂ incorpora la norma de 1 hora con el siguiente criterio de excedencia:

- i. El promedio aritmético de 3 años calendarios sucesivos, de los valores del percentil 99 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año.
- ii. Si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 99 de las concentraciones de 1 hora registradas, fuere mayor o igual al doble de la norma correspondiente. Este es el criterio de excedencia de la norma secundaria de SO₂ vigente, ver detalle en (1e).

³ Artículos 4°, 5° y 6°. Decreto Supremo N°22, 2010, Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Disponible: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1012498>

⁴ Antecedentes para la revisión de las normas primarias de calidad de aire para dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂), KAS Ambiental, 2009, página 232 y 229. http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/Informe_final_NPCA_-_KAMBIENTAL_rev_05.pdf

⁵ Anteproyecto revisión de la norma primaria de calidad del aire para SO₂, página 9.

Disponible: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/5b0_Res_Ex_N485-2015_Anteproyecto_NPCA_SO2.pdf

2. Antecedentes internacionales de criterios de excedencia de normas de SO₂

(2a) En la minuta⁶ de valores norma de la revisión de la norma primaria de calidad del aire para SO₂, se presentan los valores norma y los criterios de excedencia de varios países.

(2b) Sudáfrica, país que pertenece a la asociación económica de las cinco naciones emergentes más importantes del mundo (BRICS), tiene dentro de sus principales polos económicos la minería y las fundiciones de cobre⁷. En la norma de SO₂ de Sudáfrica no se permiten excedencias para la norma anual; en la norma de 24 horas, de 1 hora y de 10 minutos se utiliza como criterio de excedencia el percentil 99. En la tabla N°1, se muestran los valores norma de SO₂ y sus respectivas excedencias establecidas en Sudáfrica.

Tabla N°1. Valores norma de dióxido de azufre (SO₂) y sus excedencias en Sudáfrica⁸.

Período	Concentración (µg/m ³)	Excedencias
10 minutos	500	526 períodos de 10 minutos por año
1 hora	350	88 horas por año
24 horas	125	4 días por año
1 año	50	0

(2c) La norma ambiental para SO₂ en Nueva Zelanda^{9, 10}, del año 2002, establece los siguientes valores:

- 350 µg/m³ para 1 hora, el criterio de excedencia es no superar el valor más de 9 veces al año.
- 120 µg/m³ para 24 horas.

3. Resumen de los antecedentes de criterios de excedencia de normas de SO₂

(3a) Los antecedentes de criterios de excedencia de las normas de SO₂ y su comparación se resumen en la Tabla N°2 para la norma anual, en la Tabla N°3 para la norma de 24 horas y en la Tabla N°4 para la norma de 1 hora.

Tabla N°2. Comparación de criterios de excedencia de algunos países para la norma anual de SO₂.

Organismo/País	Norma Anual (µg/m ³)	Criterio Excedencia
Estados Unidos (primaria)	Derogó norma	Derogó norma
Comunidad Europea (primaria)	No existe	No aplica
Sudáfrica	50	No permite superación
Australia	52	No permite superación
China	60	No permite superación
México	66	No permite superación
Chile - Anteproyecto norma de SO ₂	60	Promedio aritmético de 3 años sucesivos
Chile norma secundaria de SO ₂ vigente	80 Zona Norte 60 Zona Sur	Promedio aritmético de 3 años sucesivos
Chile norma primaria de SO ₂ vigente	80	Promedio aritmético de 3 años sucesivos

⁶ Minuta Valores norma: revisión de la norma primaria de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂).

Disponible en: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0279-Minuta_Escenarios_Regulatorios_Norma_Primaria_SO2.pdf

⁷ Información de fundiciones de cobre en el Sur de África. Disponible en: <http://www.mintek.co.za/Pyromet/Files/2015Jones-CopperPresentation.pdf>, <http://www.pyrometallurgy.co.za/Mintek/Files/2015Jones-Copper.pdf>

⁸ Normas de calidad de Sudáfrica, 2011. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/za/ibr/za.sans.1929.2011.html>

⁹ Normas de calidad de SO₂ de Nueva Zelanda. Disponible en: <http://www.mfe.govt.nz/air/specific-air-pollutants/sulphur-dioxide>

¹⁰ Health effects of CO, NO₂, SO₂, ozone, benzene and benzo(a)pyrene in New Zealand Air Quality Technical Report No. 43, página 9, Noviembre 2003, Ministry for the Environment, New Zealand. Disponible en: <http://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/air-quality-tech-report-43.pdf>

Tabla N°3. Comparación de criterios de excedencia de algunos países para la norma de 24 horas de SO₂.

Organismo/País	Norma 24 horas (µg/m ³)	Criterio Excedencia	Excedencia
Estados Unidos (primaria)	Derogó norma	Derogó norma	No aplica
Sudáfrica	125	No superar más de 4 veces al año	4 días por año
Comunidad Europea (primaria)	125	No superar más de 3 veces al año	3 días por año
China	150	No permite superación	0
Chile Anteproyecto norma de SO ₂	150	Promedio aritmético de 3 años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año	4 días en un año 12 días en tres años
Australia	210	No superar más de 1 vez al año	1 día por año
Chile norma primaria de SO ₂ vigente	250	Promedio aritmético de 3 años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año	4 días en un año 12 días en tres años
México	288	No superar más de 1 vez al año	1 día por año
Chile norma secundaria de SO ₂ vigente	365 Zona Norte 260 Zona Sur	Promedio aritmético de 3 años del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas en un año	1 día en un año 3 días en tres años

Tabla N°4. Comparación de criterios de excedencia de algunos países para la norma de 1 hora de SO₂.

Organismo/País	Norma 1 hora (µg/m ³)	Criterio Excedencia	Excedencia
Estados Unidos (primaria)	197	Promedio de 3 años del percentil 99 de las concentraciones máximas de 1 hora registradas diariamente	12 horas en 3 años
Sudáfrica	350	No superar más de 88 veces al año	88 horas por año
Comunidad Europea (primaria)	350	No superar más de 24 veces al año	24 horas por año
Nueva Zelanda	350	No superar más de 9 veces al año	9 horas por año
China	500	No permite superación	0
Chile Anteproyecto norma de SO ₂	500	Promedio aritmético de 3 años del percentil 99 de las concentraciones de 1 hora registradas en un año	88 horas por año 264 horas en 3 años
México	524	No superar más de 2 veces al año	2 horas por año
Australia	524	No superar más de 1 vez al año	1 hora por año
Nueva Zelanda	570	No permite superación	0
Chile norma secundaria de SO ₂ vigente	1000 Zona norte 700 Zona Sur	Promedio aritmético de 3 años del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas en un año	24 horas por año 72 horas en 3 años
Chile norma primaria de SO ₂ vigente	No existe	No aplica	No aplica

4. Observaciones a los criterios de excedencia del anteproyecto de norma de SO₂

(4a) Respecto a los criterios de excedencia de la norma anual y de 24 horas.

En el Comité Operativo de revisión de la norma primaria de calidad para SO₂ realizado el 8 de abril del 2015, se señaló lo siguiente: “Respecto a la revisión de los criterios de excedencia de las normas anual y de 24 horas, los representantes de COCHILCO, Ministerio de Minería, Ministerio de Salud, Ministerio de Transporte, Ministerio de Economía, Ministerio de Energía y Medio Ambiente, manifiestan estar de acuerdo con la propuesta”¹¹.

(4b) Respecto a los criterios de excedencia de la norma de 1 hora.

- El representante del Ministerio de Salud planteó lo siguiente:
 - i. ¿Por qué a una norma horaria se le aplicaría un criterio de un efecto crónico?, ¿por qué esperar tres años para confirmar que no se cumple una norma horaria?
 - ii. El sentido de usar el promedio de tres años en la norma anual y de 24 horas es mejorar la certeza estadística al tener una cantidad considerable de datos. En cambio, en el caso de la norma de 1 hora se cuenta con potencialmente 8760 datos en un año calendario, 365 días por 24 horas, para calcular el estadígrafo utilizado en el criterio de excedencia.
 - iii. Usar el promedio de tres años es un criterio que usa el Estado, con el fin de tomar una decisión con un buen nivel de confianza respecto a gatillar un proceso de declaración de saturación de una zona y posteriormente elaborar un plan. El nivel de confianza se vincula principalmente con la gestión asociada al control y aseguramiento de calidad de las mediciones; y a proceder, posteriormente, a elaborar un plan.
- El representante de COCHILCO opina que el criterio de excedencia debe recoger las condiciones geográficas y meteorologías que influyen localmente en la variabilidad de las concentraciones de SO₂ medidas en las estaciones de monitoreo, que se explica principalmente al comportamiento de los vientos.

(4c) El resumen de las observaciones más relevantes de la etapa de Participación Ciudadana al anteproyecto de norma de SO₂ con respecto a los criterios de excedencia se muestra en la tabla N°5.

Tabla N°5. Observaciones más relevantes a los criterios de excedencia definida en el anteproyecto.¹²

Titular	Resumen observación
Pablo Ruiz Rudolph Doctorado Salud Pública	Solicita modificar el criterio de excedencia para la norma de 1 hora, dejándolo igual al utilizado en Estados Unidos (USEPA), es decir, promedio en 3 años del percentil 99 de las concentraciones máximas de 1 hora registradas diariamente (“99th percentile of 1-hour daily maximum concentrations, averaged over 3 years”).
OCEANA	<ol style="list-style-type: none">i. Solicita considerar en el análisis del criterio de excedencia las recomendaciones del estudio KAS Ambiental¹, en especial lo referido a no utilizar el promedio de 3 años.ii. Solicita modificar los criterios de excedencia contenidos en el anteproyecto, ya que estos impiden que la normativa nacional equipare los estándares internacionales y que efectivamente proteja la salud de las personas.
Colegio Médico de Chile	La forma de determinar si se infringe la concentración de SO ₂ en 1 hora, 24 horas y anual, con el promedio aritmético del percentil 99, en 3 años, no tiene sentido práctico, por ser un plazo excesivo.

¹¹ Acta del Comité Operativo del 8 de abril de 2015.

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

¹² Análisis de las observaciones al anteproyecto de revisión de la norma primaria de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂).

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

Andrés León	Solicita revisar el anteproyecto y dejar como criterio de excedencia el percentil 99,73.
Agrupación de Seguridad Ciudadana de Puchuncaví, Nielz Andrés Cortés	Solicita reemplazar el criterio de excedencia del percentil 99 del anteproyecto por el percentil 99,73 considerando el mismo criterio de excedencia de la norma secundaria de calidad para SO ₂ .
Municipalidad de Puchuncaví	Solicita reemplazar los criterios de excedencia propuestos en el anteproyecto. La aplicación del percentil 99,73. Reducir a 1 año el período para verificar cumplimiento de las normas de 24 horas y de 1 hora.

5. Proyecto Definitivo de la norma primaria de SO₂ con respecto a los criterios de excedencia

(5a) En general, tal como se aprecia en las tablas N°3 y 4; los criterios de excedencia están ligados a los valores de las normas de SO₂, de hecho se observa internacionalmente la siguiente relación, mientras más bajo es el valor norma se permiten más excedencias y viceversa.

Norma Anual

(5b) En el caso de los criterios de excedencia para la norma anual de SO₂ podemos indicar que en la mayoría de los países que tienen norma anual de SO₂, no se permiten excedencias, tal como se muestra en la tabla N°2.

Sin embargo, es necesario aclarar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) no establece una recomendación en el período anual para el contaminante SO₂¹³ y Estados Unidos derogó la norma anual de SO₂ en el año 2010¹⁴, priorizando una norma de 1 hora de SO₂ más estricta.

Por lo tanto, que Chile cuente con una norma anual de SO₂ es debido a que se considera el enfoque precautorio¹⁵, en cuanto al objetivo de proteger la salud de la población de los efectos crónicos del SO₂.

(5c) Chile ha utilizado en su senda de normas primarias y secundarias de calidad del aire, el promedio de 3 años como criterio de excedencia para la norma anual y de 24 horas debido a los siguientes motivos:

- i. La necesidad del Estado de tomar decisiones con un buen nivel de confianza antes de implementar el proceso de declaración de zona saturada y posterior elaboración del plan. Al considerar 3 años se disminuye el riesgo de realizar una gestión ineficaz debido a que en un año existiera un comportamiento extraordinario en la zona que produzca el no cumplimiento de la norma.
- ii. Debido a las condiciones geográficas y meteorológicas de algunas zonas de Chile, la información registrada de calidad del aire de solo 1 año no garantiza representar el comportamiento de la calidad del aire con el nivel de confianza requerido para gatillar medidas de gestión de calidad del aire. La geografía compleja y heterogénea de Chile no se presenta en la mayoría de los países.

Norma 24 horas

(5d) La norma primaria de 24 horas de SO₂ vigente utiliza el percentil 99, que permite 4 excedencias por año, y en la norma secundaria se utiliza el percentil 99,7 que permite solo 1 excedencia al año. El anteproyecto de revisión de la norma primaria de SO₂ mantuvo el mismo criterio de excedencia de la actual norma primaria, es decir, permite 4 excedencias por año.

¹³ Guías de Calidad del Aire, OMS, 2005, página 19. Disponible en: http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/0286-Guias_de_la_calidad_del_aire-OMS-2005.pdf

¹⁴ 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

¹⁵ Principio Precautorio: principio moral y político que indica que si una acción o política puede causar daños severos o irreversibles al público o al medio ambiente, y no existe consenso científico al respecto, entonces la responsabilidad recae en los que abogan por la acción o política.

Norma 1 hora

(5e) La norma secundaria de 1 hora para SO₂ utiliza el percentil 99,73 que permite 24 excedencias al año como promedio de 3 años. En cambio, la norma primaria de 1 hora de SO₂ contenida en el anteproyecto utiliza el percentil 99, es decir, permite 88 excedencias por año como promedio de 3 años.

Recomendaciones al Proyecto Definitivo con respecto a los criterios de excedencia

(5f) Considerando los antecedentes mencionados en (5c), para mantener un buen nivel de confianza en la información de la calidad de aire para determinar el cumplimiento de la norma anual de SO₂ se recomienda mantener el criterio de excedencia para la norma anual del anteproyecto, es decir, *“El promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece”*, con el fin de ser coherente con la condición de cumplimiento establecida en las normas primarias y secundarias de calidad del aire.

Además, en el caso que se registren concentraciones de SO₂ muy elevadas respecto a la tendencia de las mediciones de la zona, se recomienda la siguiente condición: *“Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble de la norma que se establece”*, siendo coherente con la norma secundaria de SO₂ vigente.

(5g) Considerando los antecedentes mencionados en (5c), para mantener un buen nivel de confianza en la información de la calidad de aire para determinar el cumplimiento de la norma de 24 horas de SO₂ se recomienda mantener el criterio de excedencia para la norma de 24 horas del anteproyecto, es decir, *“El promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece”*, con el fin de ser coherente con la condición de cumplimiento establecida en la norma primaria de calidad del aire vigente.

Además, en el caso que se registren concentraciones de SO₂ muy elevadas respecto a la tendencia de las mediciones de la zona, se recomienda la siguiente condición: *“Si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual al doble de la norma que se establece”*.

(5h) Respecto al criterio de excedencia de la norma de 1 hora, se recomienda cambiar lo establecido en el anteproyecto de revisión de la norma primaria de calidad para SO₂, es decir, reemplazar el percentil 99 por el percentil 99,73 y así permitir a lo más 24 excedencias del valor norma por año. La razón para cambiar el percentil se fundamenta en que una norma primaria de calidad tiene por objetivo proteger la salud de las personas y no debe ser más tolerante que la norma secundaria de calidad vigente, en la cual se utiliza como criterio de excedencia el percentil 99,73.

Adicionalmente, considerando el argumento de (4b) con respecto a no utilizar un criterio de efecto crónico para la norma de 1 hora de SO₂, se recomienda prescindir del criterio de excedencia del promedio de 3 años, establecido en el anteproyecto.

Por otro lado, ciudadanos y organizaciones de la comunidad manifestaron observaciones al anteproyecto, en las cuales se indicaba que se debían modificar los criterios de excedencia de la norma de SO₂, ver detalle en tabla N°5. Por lo cual, se recomienda ponderar e incorporar los argumentos de la comunidad en el proyecto definitivo para disminuir posibles conflictos.

Por lo tanto, el proyecto definitivo con respecto al criterio de excedencia para la norma de 1 hora se recomienda lo siguiente: *“si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece”*.