

Comité Operativo Ampliado (COA)

Revisión D.S. N°22/2009 - MINSEGPRES NSCA Dióxido de azufre (SO₂)

Sesión N°3

13 de mayo, 2025

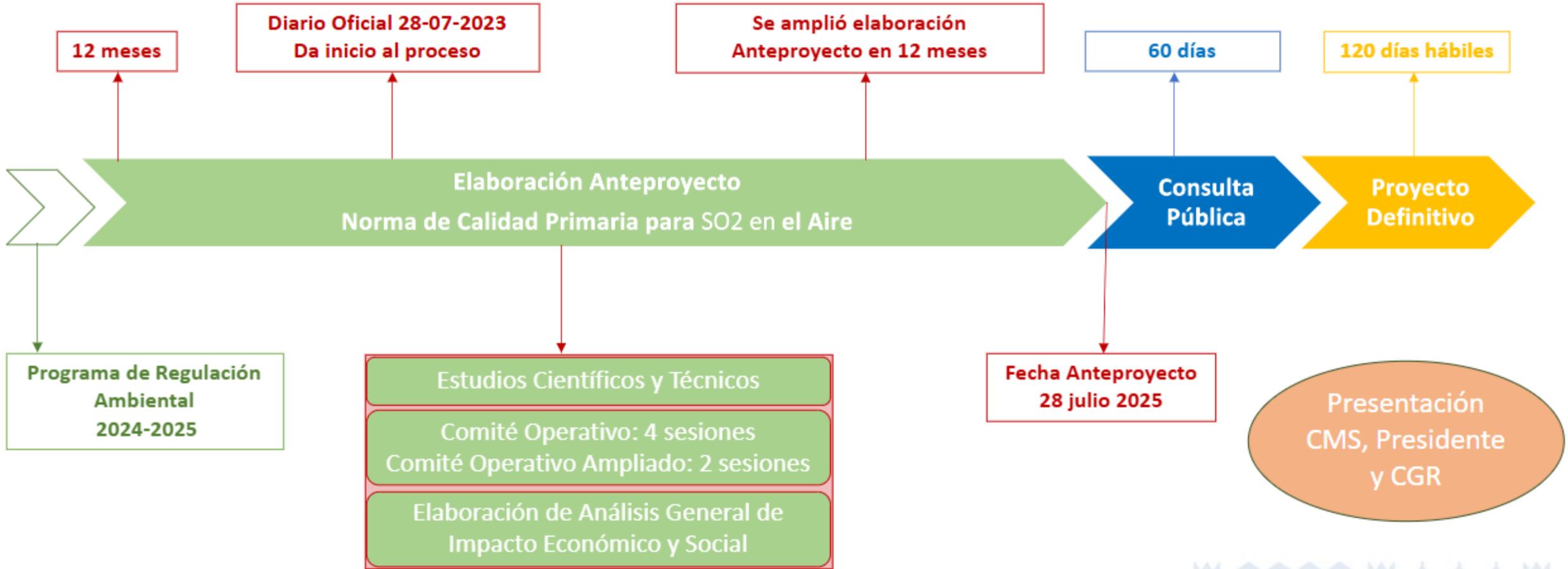


Tabla de sesión

- Antecedentes generales
- Efectos en la vegetación
- Normativa internacional
- Propuesta Escenarios Normativos NSCA SO₂
- Contexto normativo
- Cumplimiento Normativo



Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión (D.S. N°38/2012, MMA)



Antecedentes

Dióxido Azufre (SO₂)

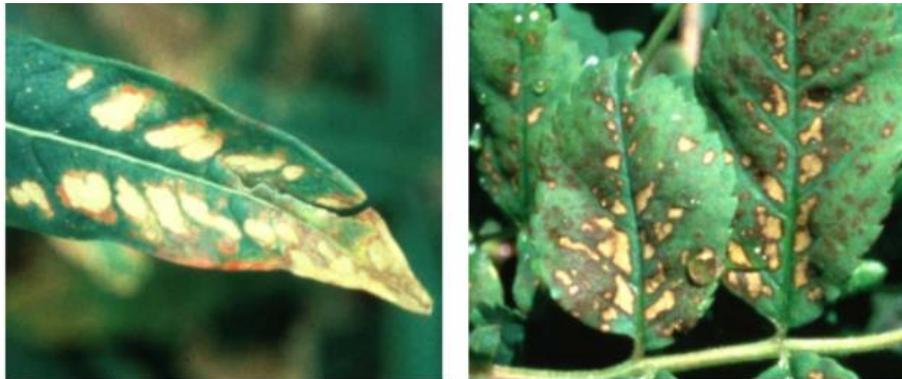
- Las emisiones de SO₂ en el aire provienen tanto de fuentes naturales como de actividades antrópicas.
- Entre las fuentes naturales destacan la actividad volcánica e incendios forestales.
- En el ámbito antrópico, provienen desde fuentes puntuales, a través de actividades asociadas a la combustión de combustibles fósiles, tal como ocurre, por ejemplo: en centrales termoeléctricas o fundiciones de cobre
- El impacto del dióxido de azufre (SO₂) en los recursos naturales revela que este contaminante puede generar efectos adversos significativos tanto **en ecosistemas acuáticos como terrestres.**
- El SO₂ afecta a los humedales, estos ecosistemas llamados “riñones del paisaje”, debido a que depura y filtra el agua (acuíferos). Son sistemas que cumplen diversos servicios ecosistémicos, tales como de provisión -de agua-, regulación y servicios culturales (Recreación, valores estéticos, otros). Por otro lado, generan hábitat para la biodiversidad, principalmente avifauna. Es por ello, la importancia de su protección y cuidado por los servicios ecosistémicos que prestan al ser humano.



Efectos en vegetación

Efectos agudos

- Daños foliares, ocurren a primeras horas de exposición. Hasta el momento, no se ha encontrado evidencia clara de tales daños a concentraciones promedio inferiores a 0,5 ppm (1.310 ug/m³) durante un periodo de 3 horas.
- Metabólico, reducción de la actividad metabólica
- Citotóxico, pérdida de la integridad de las membranas celulares



Efectos Crónicos

- Fitotóxico, Disminución del crecimiento, disminución de la fotosíntesis y el rendimiento de las plantas.
- La evidencia muestra aparición de efectos crónicos en la vegetación y lesiones visibles de las partes áreas de la planta por acción directa a exposiciones de 30 g/m³ como media anual.



Fuente Fotografías: <https://studylib.es/doc/5408007/8.-efectos-en-la-vegetaci%C3%B3n.-8.1.-revisi%C3%B>



Normativa Internacional

Tipo de Norma	País	Media 1 hora	Media 3h	Media 24 h	Media Anual
Secundaria	Chile Norte*	1000		365	80
	Chile Sur*	700		260	60
	Alemania				20
	Argentina		1300		
	China **	150		50	20
	España				20
	Estados Unidos				20
	UE				20

*En Chile se normaliza a condiciones normales (presión 1 atm, temp 25°C)

** Se aplican en Parque Nacionales

Tabla 1: Resumen valores límites o de referencia para SO₂ [ug/m³]



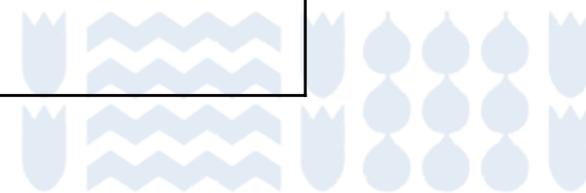
Propuesta Escenarios NSCA SO₂

Propuesta	Fuente	Media 24 h	Media Anual	Máximo 1 h
1	Base Norma 1aria	150 µg/m ³ N (57 ppbv)	60 µg/m ³ N (19 ppbv)	350 µg/m ³ N(134 ppbv)
2	UE	150 µg/m ³ (57 ppbv)	20 µg/m ³ (51 ppbv)	350 µg/m ³ (134 ppbv)
Base	NSCA	260 µg/m ³ N – <u>Sur</u> 365 µg/m ³ N- <u>Norte</u>	60 µg/m ³ N (23 ppbv) <u>/Sur</u> 80 µg/m ³ N(31 ppbv) <u>/Norte</u>	700 µg/m ³ N (ppbv) /Sur 1000 µg/m ³ N(ppbv)/Norte



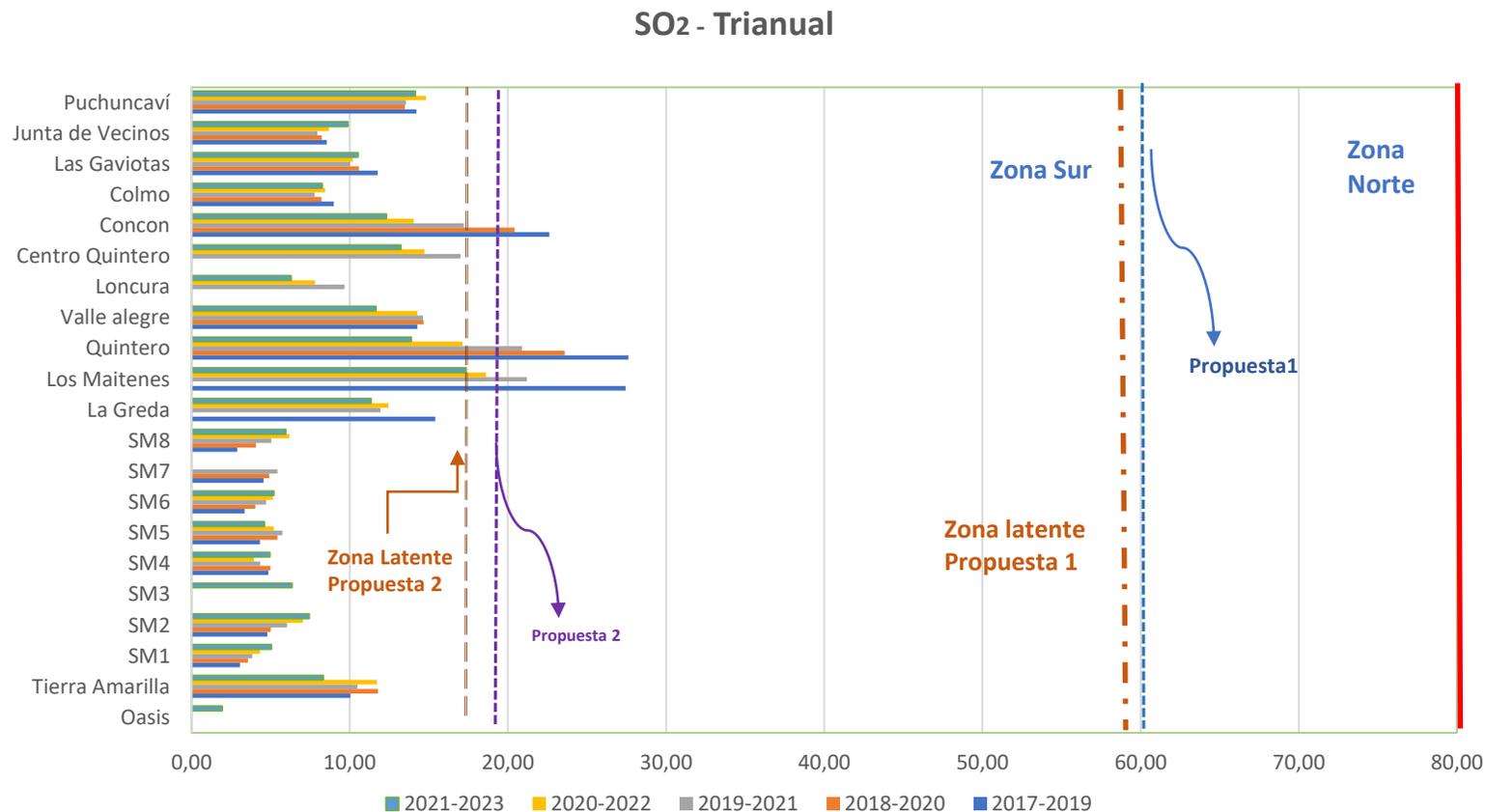
Contexto Normativo v/s borrador AP

Variable	Vigente	Borrador de Anteproyecto
Documento	D.S. N°22, del 2009, de MINSEGPRES	
Norma	<p>Anual: Zona Norte 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Zona Sur 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</p> <p>24 horas: Zona Norte 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Zona Sur 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</p> <p>1 hora: Zona Norte 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Zona Sur 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</p>	<p>Se define límite único a nivel Nacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Anual : xx $\mu\text{g}/\text{m}^3$ •24 horas : xxx $\mu\text{g}/\text{m}^3$ •1 hora : xxx $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Fiscalización	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)
Objeto de Protección	RRNN Renovables - ámbito silvoagropecuario- y vida silvestre	RRNN , incluyendo el sector silvoagropecuario y la biodiversidad
Ámbito de aplicación	Zona norte y sur	Sólo un valor a nivel nacional



Cumplimiento normativo

Figura 1: Evaluación de cumplimiento normativo de SO₂, Trienio periodo 2017-2023 [μg/ m³N]



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SNIFA

- Total 22 estaciones con EMRRN
- Res.N°1690 Exenta/ SMA
- Todas dentro del límite Norte
- Regiones Antofagasta, Atacama y Valparaíso



Cumplimiento normativo

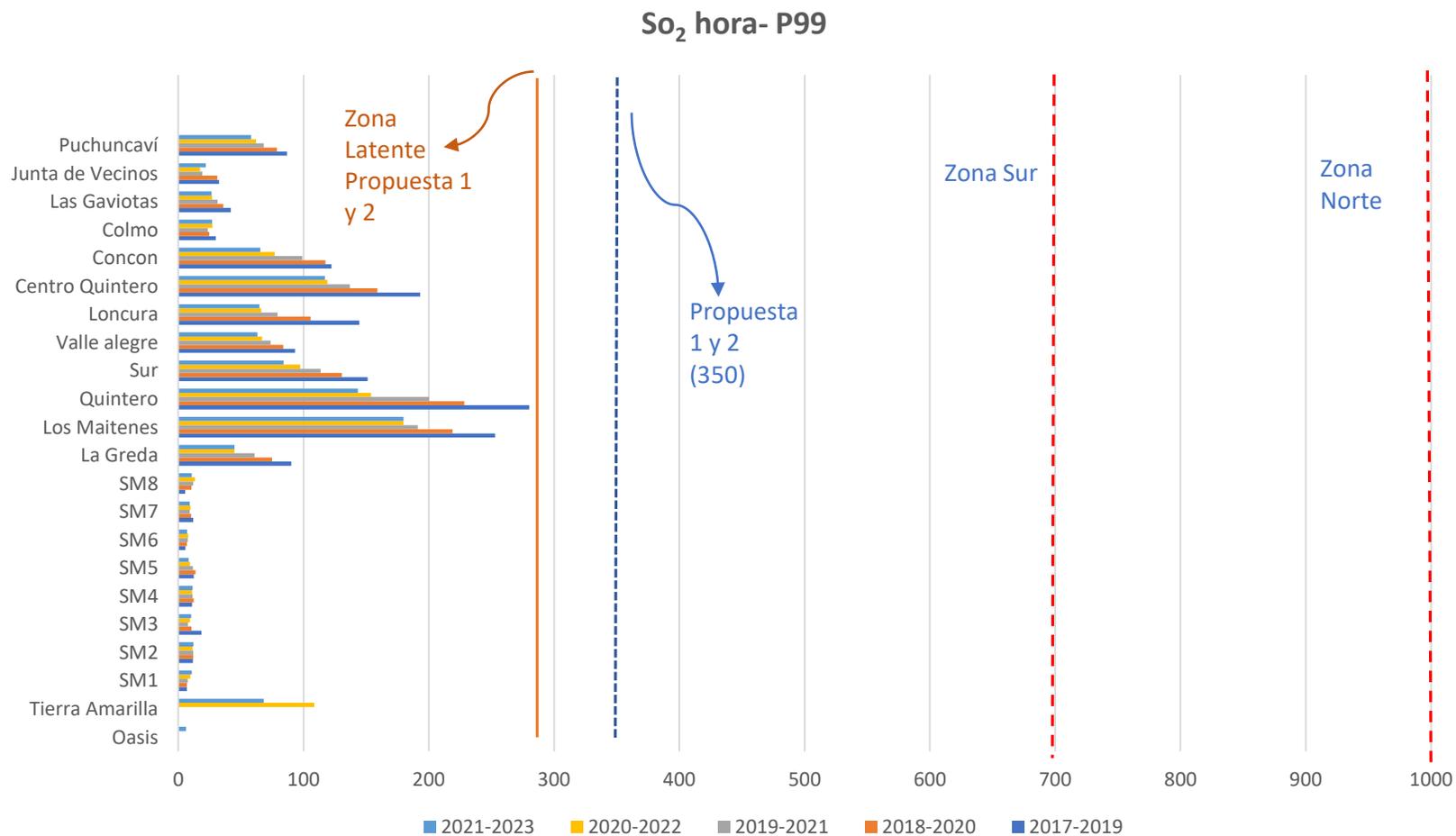


Figura 2: Evaluación de cumplimiento normativo de SO₂ para las propuestas normativas de 1 hora.

Cumplimiento normativo

SO₂ 24 horas - P99

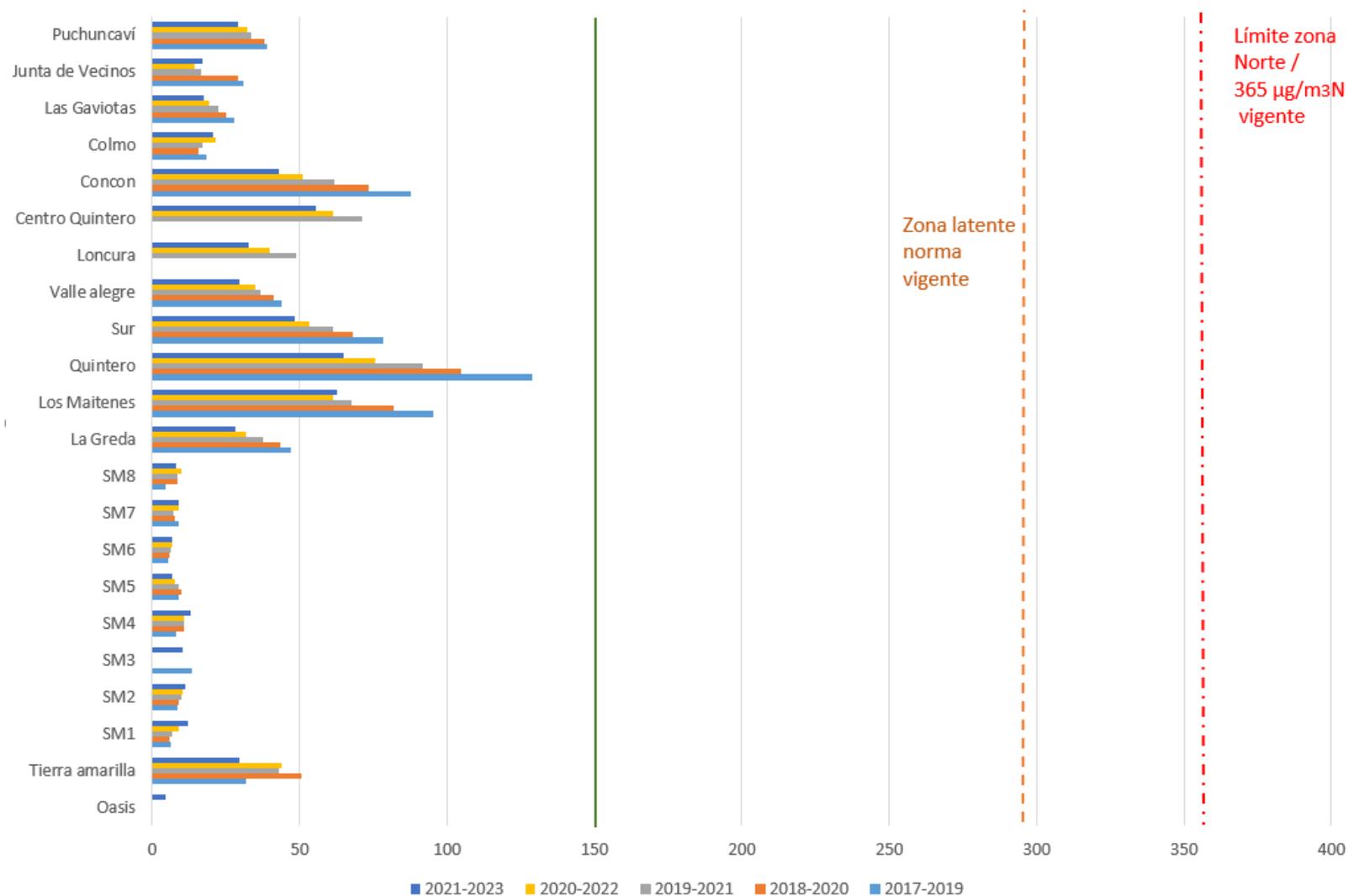


Figura 3:

Evaluación de cumplimiento normativo de SO₂ para las propuestas normativas de 1 hora.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SNIFA

Expediente electrónico

https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=942155



Normas de Calidad > Norma Secundaria de Calidad del Aire para SO2 > Expediente

Según el reglamento de las normas y planes es necesario cumplir con mantener un expediente en el cual se incluya toda la información generada en el proceso de elaboración o revisión de normas..

Ficha **Expediente**

Nombre Norma Secundaria de Calidad del Aire para SO2

Estado En elaboración

Documentos Publicados

Nº	Nº Folio	Documento	Materia	Remitido por	Fecha de Publicación
1	1-2	Resolución Inicio Anteproyecto	Res. Ex. N° 706	Ministerio del Medio Ambiente	20-07-2023
2	3	Publicación DO Res 706	Publicación DO	Ministerio del Medio Ambiente	28-07-2023
3	4	Memo solicita contraparte	Memo N° 440/2023	Ministerio del Medio Ambiente	03-08-2023
4	5	Respuesta de DJ a Memo N° 440/2023	Memo N° 498/2023	Ministerio del Medio Ambiente	08-08-2023





COMITÉ OPERATIVO AMPLIADO (COA) SESIÓN N°3

Revisión Norma Primaria de Calidad del Aire para SO₂ -Dióxido de Azufre- DS 104/2018 MMA

13 mayo de 2025

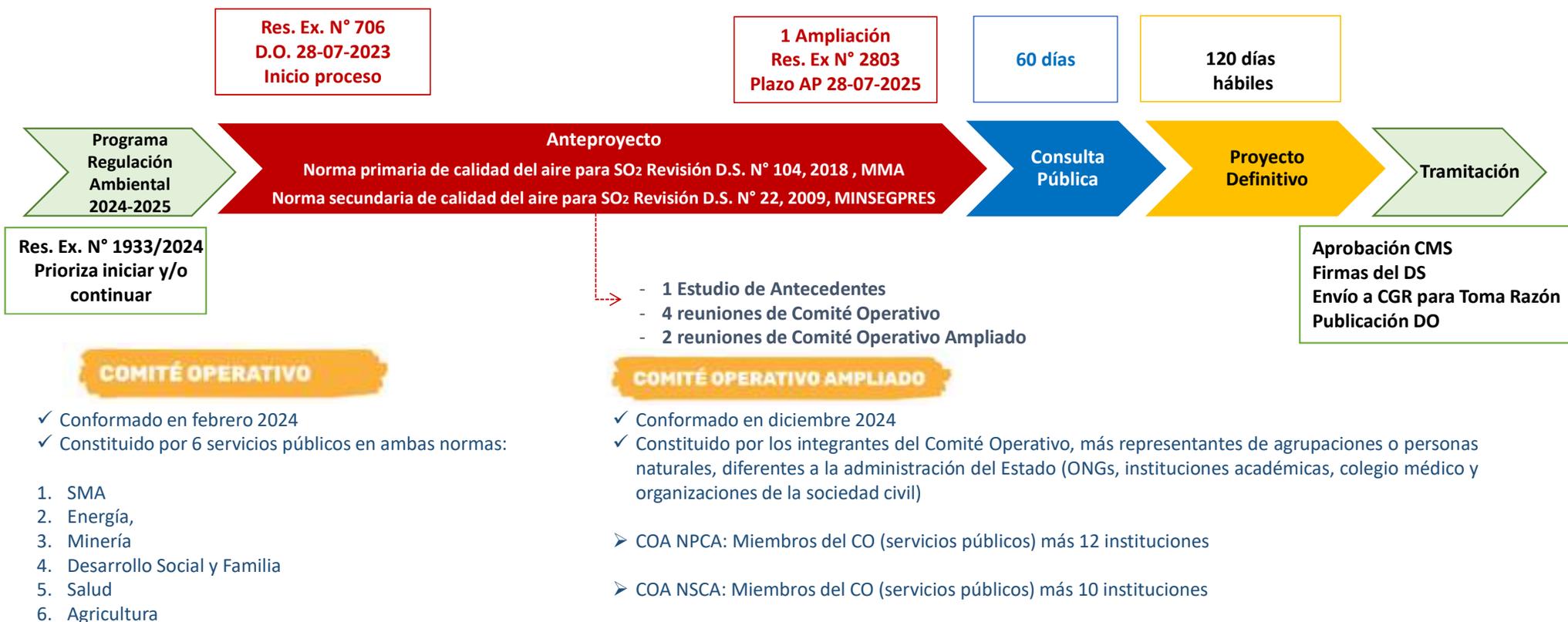




TABLA SESIÓN N° 3

- 1) RESUMEN - EN QUÉ VAMOS -
 - 2) ESCENARIOS NORMATIVOS
 - 3) PRÓXIMOS PASOS
- 

HITOS RELEVANTES DEL PROCESO Y PRÓXIMOS PASOS

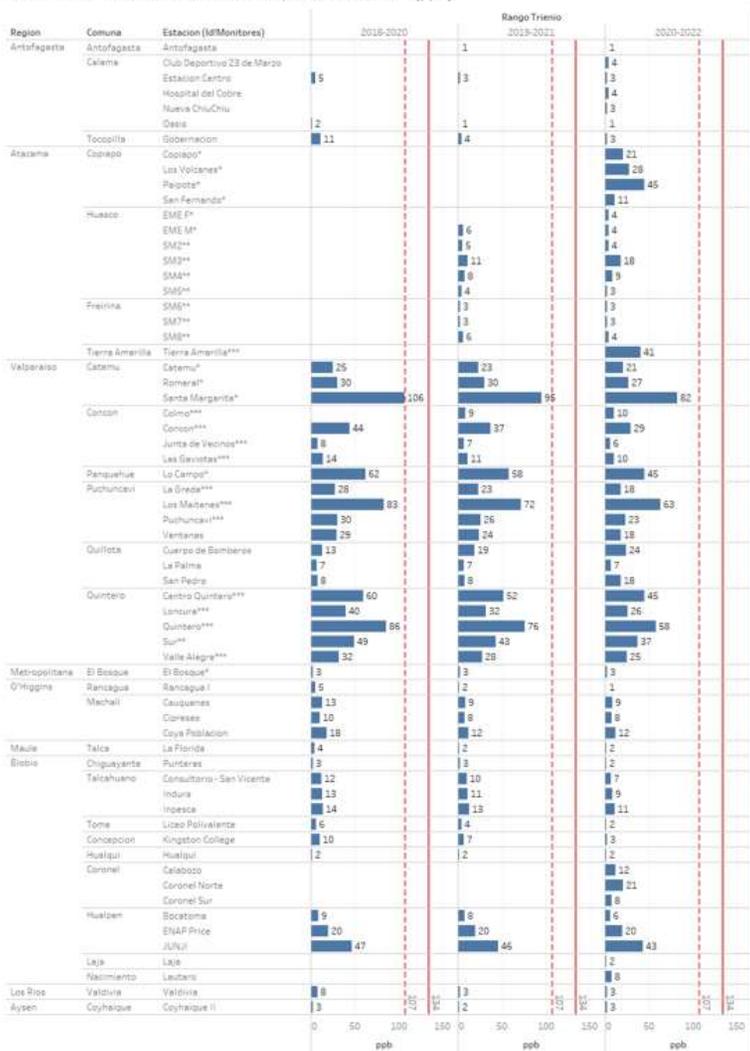


Cumplimiento Normativo

Norma Primaria Horaria

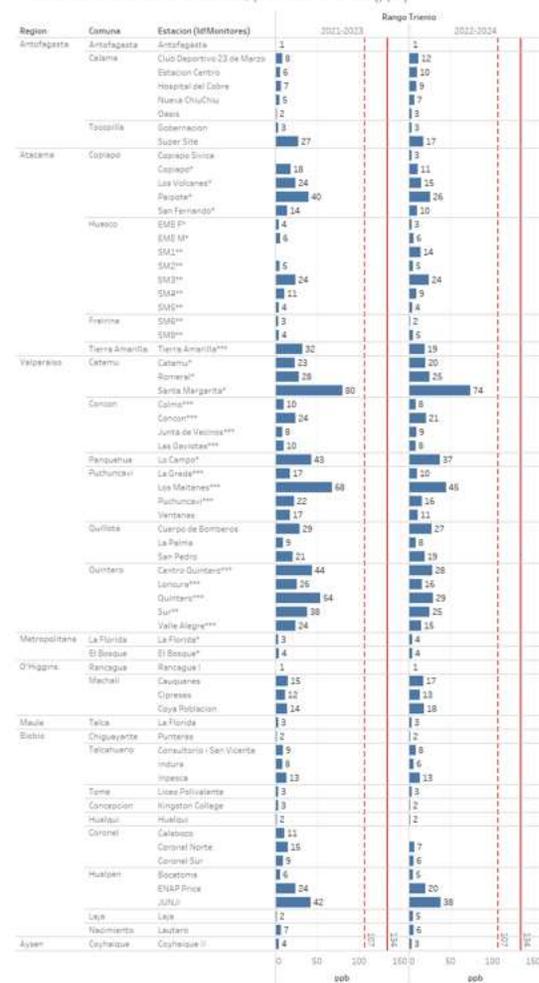
134 ppbv
350 µg/Nm³

P.98.5 Concentraciones horarias SO₂, promedio trianual (ppb)



- * Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional.
- ** Corresponde a una estación monitora con representatividad de recursos naturales.
- *** Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional y también con representatividad de recursos naturales.

P.99 Concentraciones horarias SO₂, promedio trianual (ppb)



- * Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional.
- ** Corresponde a una estación monitora con representatividad de recursos naturales.
- *** Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional y también con representatividad de recursos naturales.

Figura 5-4 Análisis de cumplimiento de la norma horaria de SO₂.

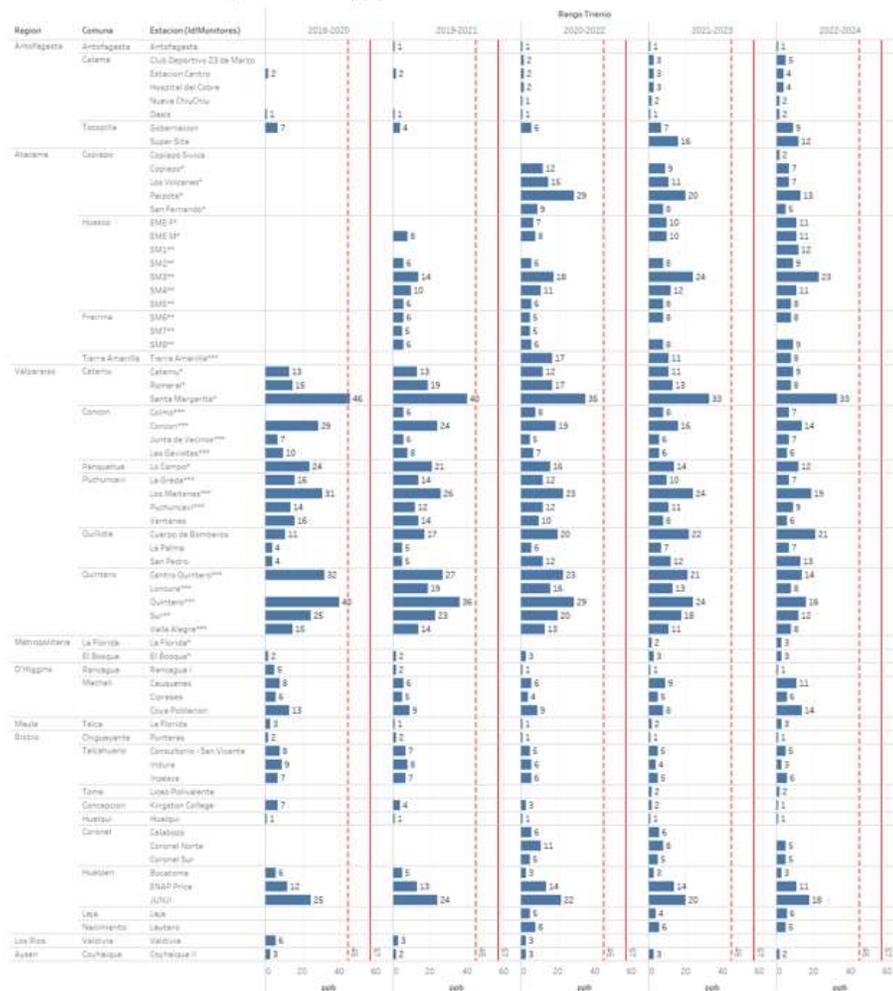
Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del SINCA.

Cumplimiento Normativo

Norma Primaria Diaria

57 ppbv
150 µg/Nm³

P.99 concentraciones diarias SO₂, promedio trianual (ppb)



- * Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional.
- ** Corresponde a una estación monitora con representatividad de recursos naturales.
- *** Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional y también con representatividad de recursos naturales.

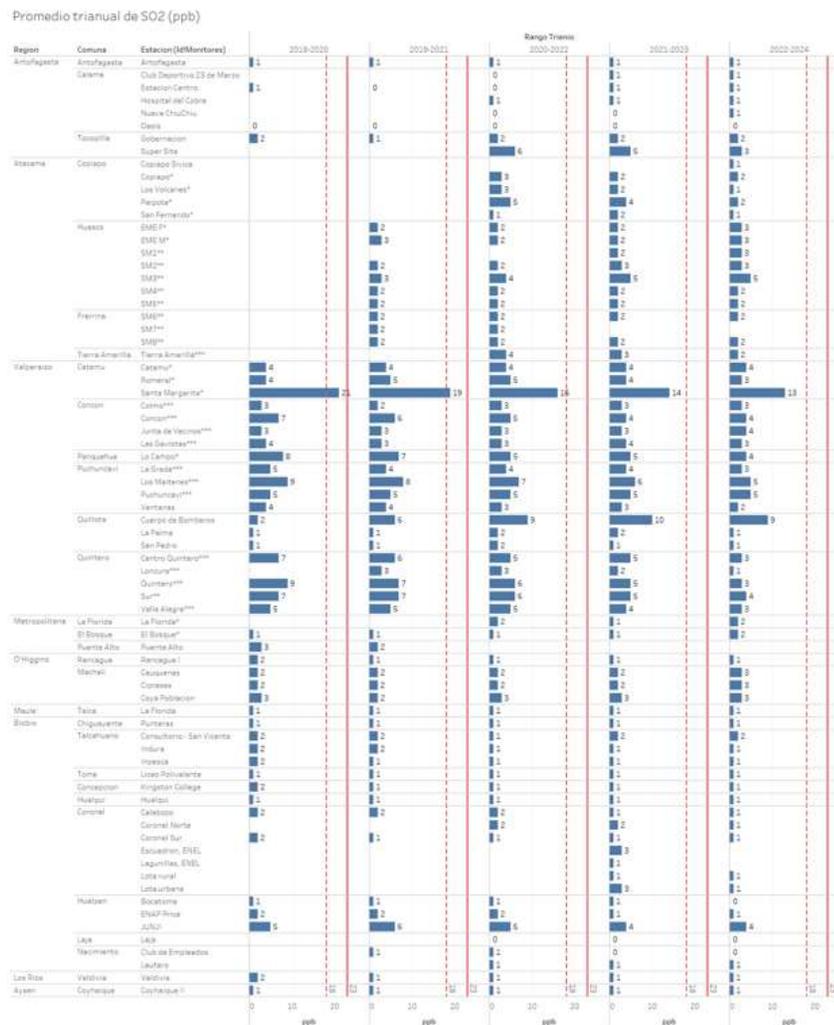
Figura 5-5 Análisis de cumplimiento de la norma diaria de SO₂.

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del SINCA.

Cumplimiento Normativo

Norma Primaria Anual

23 ppbv
60 µg/Nm³



- * Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional.
- ** Corresponde a una estación monitora con representatividad de recursos naturales.
- *** Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional y también con representatividad de recursos naturales.

Figura 5-6 Análisis de cumplimiento de la norma anual de SO₂.

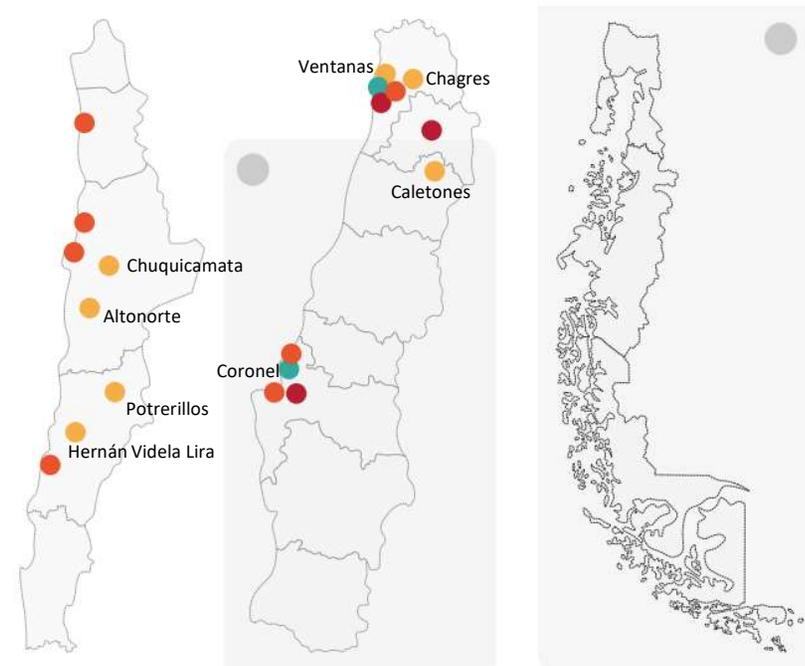
Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del SINCA.



Principales fuentes emisoras y sus contaminantes

Tabla 5-2 Zonas de interés por contaminante.

Contaminante	Región	Zona de interés	Comuna
SO ₂ primario y secundario	Antofagasta	Tocopilla	Tocopilla
	Atacama	Copiapó	Copiapó ⁽¹⁾
		Copiapó	Tierra Amarilla ⁽²⁾
	Valparaíso	Puchuncaví	Puchuncaví ⁽²⁾
		Catemu	Catemu ⁽¹⁾
		Puchuncaví	Quintero ⁽²⁾
	O'Higgins	Machalí	Machalí
	Biobío	Coronel	Coronel



Simbología



Fundiciones de cobre

MP_{2.5}, MP₁₀, SO₂



Centrales Termoeléctricas a Carbón

MP_{2.5}, MP₁₀, SO₂, NO_x



Refinerías de petróleo

MP_{2.5}, SO₂, COV BENCENO



Uso de leña

MP_{2.5}, MP₁₀, CO, COV BENCENO



Transporte

MP_{2.5}, MP₁₀, CO, NO_x, O₃, COV BENCENO



Normativa Nacional e Internacional SO₂

Resumen valores límite o de referencia para el Dióxido de Azufre [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Tipo norma	País/Organización	Media 10 min	Media 30min	Media 1h	Media 24h	Media anual
Primaria	Chile ⁽¹⁾			350	150	60
	Alemania			350	125	50
	Argentina				365	80
	Brasil				50	30
	Canadá			183		13
	China			500	150	60
	Colombia			100	50	
	España			350	125	
	US EPA Estados Unidos			197		
	Italia			350	125	
	Japón			262	105	
	México			197	105	
	OMS 2021	500			125 NI1 50 NI2 40 VG	
	Perú				250	
	Reino Unido			350	125	
	Suecia			200	100	
	Suiza		100		100	30
	Unión Europea			350	125	
	Unión Europea (al 2030)			350	50	20

(1): En Chile se normaliza a condiciones estándar (presión 1 atm, temperatura 25 °C).

Fuente: Elaboración propia





Propuesta Escenarios Normativos

Contaminante	Escenario	Fuente	Media 1h	Media 24h	Media anual
SO ₂ µg/Nm ³	Base	NPCA	350	150	60
	Propuesta 1	Avance OMS NI1 Alemania	250	125	50
	Propuesta 2	US EPA VG OMS UE 2030	197	40	20



Propuesta Niveles de Emergencia

Contaminante	Escenario	Norma	Alerta	Preemergencia	Emergencia
SO ₂ µg/Nm ³	Base	350	500	650	950
	Propuesta 1	250	360	470	690
	Propuesta 2	197	280	370	550

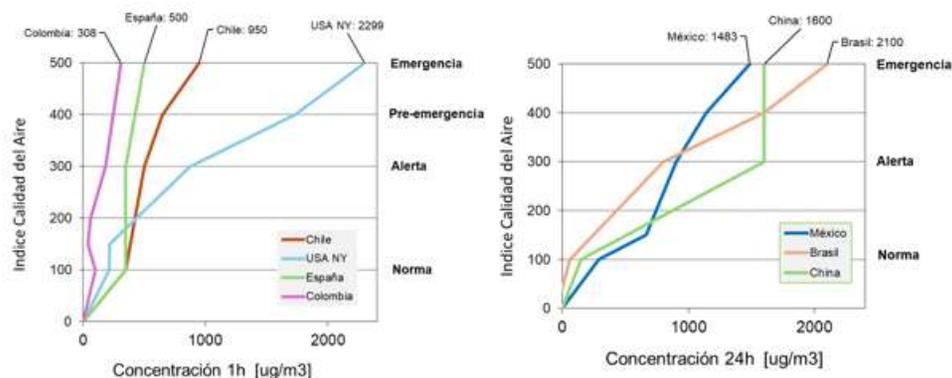


Figura 6-3 Comparación Índice de Calidad del Aire para SO₂.

Fuente: Elaboración propia

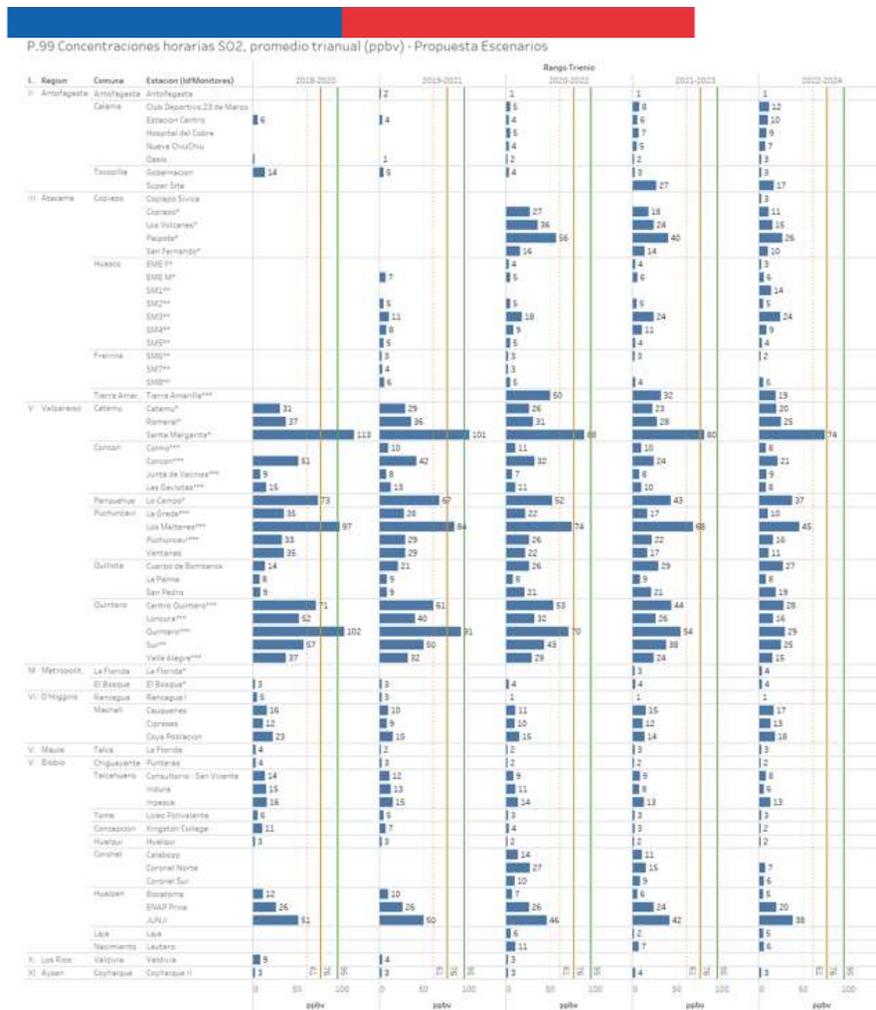


Diagnóstico del Cumplimiento de los Nuevos Escenarios Normativos

Norma Primaria Horaria

P1 95 ppbv
250 µg/Nm³

P2 75 ppbv
197 µg/Nm³



- * Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional.
- ** Corresponde a una estación monitora con representatividad de recursos naturales.
- *** Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional y también con representatividad de recursos naturales.

Figura 8-2 Análisis de cumplimiento de propuestas de norma horaria para SO₂.

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del SINCA.

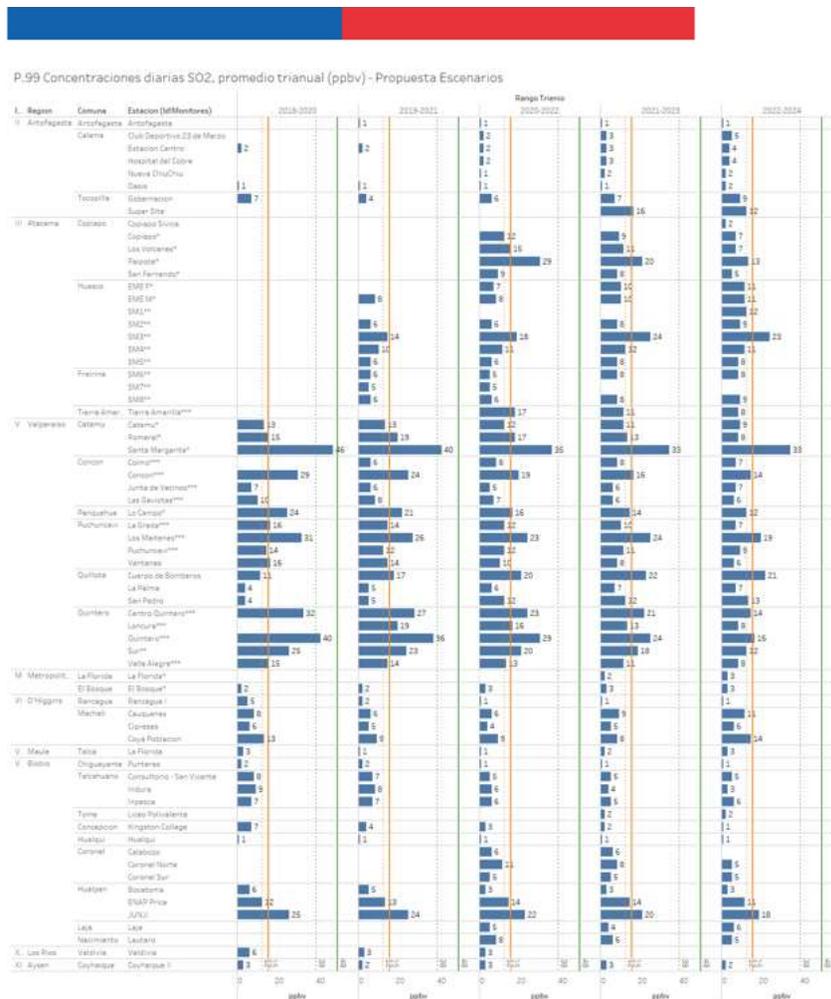


Diagnóstico del cumplimiento de los Nuevos Escenarios Normativos

Norma Primaria Diaria

P1 48 ppbv
125 µg/Nm³

P2 15 ppbv
40 µg/Nm³



- * Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional.
- ** Corresponde a una estación monitora con representatividad de recursos naturales.
- *** Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional y también con representatividad de recursos naturales.

Figura 8-3 Análisis de cumplimiento de propuestas de norma diaria para SO₂.

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del SINCA.

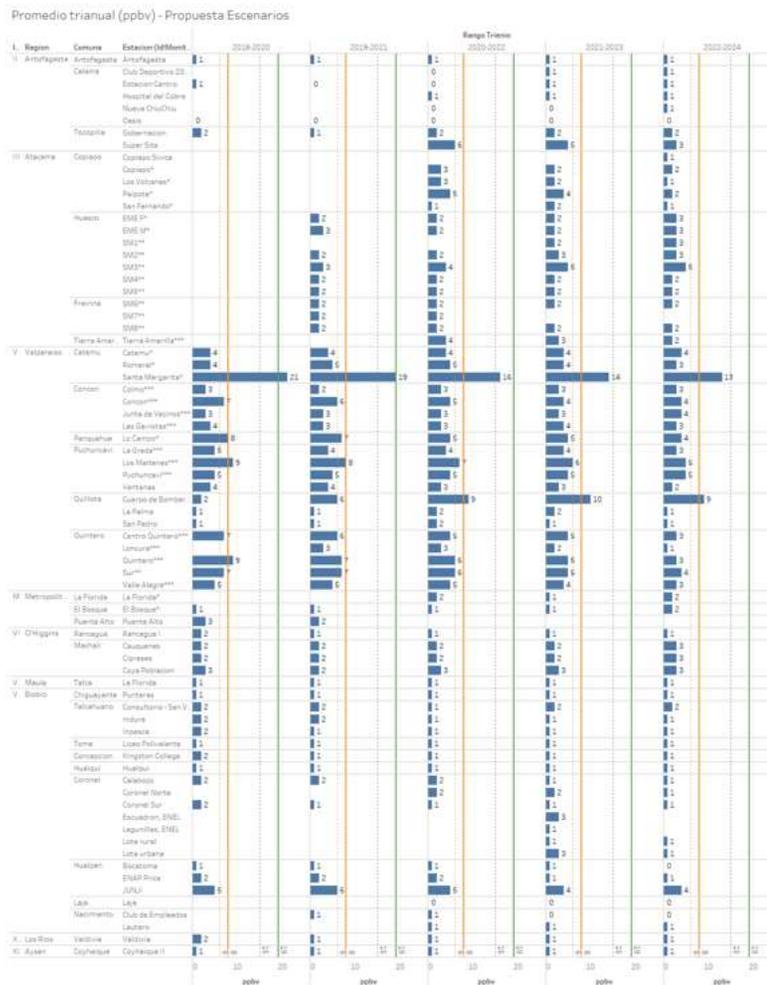


Diagnóstico del cumplimiento de los nuevos escenarios normativos

Norma Primaria Anual

P1 19 ppbv
50 µg/Nm³

P2 8 ppbv
20 µg/Nm³



- * Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional.
- ** Corresponde a una estación monitora con representatividad de recursos naturales.
- *** Corresponde a una estación monitora con representatividad poblacional y también con representatividad de recursos naturales.

Figura 8-4 Análisis de cumplimiento de propuestas de norma anual para SO₂.

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del SINCA.



Cantidad episodios de emergencia ambiental según propuestas

Tabla 8-18 Cantidad de episodios de emergencia ambiental para SO₂ en zonas de interés.

Escenario	Episodio	Región	Comuna	Monitor	Año				
					2019	2020	2021	2022	2023
Propuesta 1	Alerta	Valparaíso	Catemu	Catemu	0	0	0	0	0
				Romeral	0	0	0	0	0
				Santa Margarita	0	0	4	1	1
	Pre-emergencia	Valparaíso	Catemu	Catemu	0	0	0	0	0
				Romeral	0	0	0	0	0
				Santa Margarita	0	0	0	0	1
Propuesta 2	Alerta	Valparaíso	Catemu	Catemu	0	0	0	0	0
				Romeral	0	0	0	0	0
				Santa Margarita	30	12	24	7	8
	Pre-emergencia	Valparaíso	Catemu	Catemu	0	0	0	0	0
				Romeral	0	0	0	0	0
				Santa Margarita	0	0	2	0	1

Fuente: Elaboración propia a partir de información extraída del SINCA.



PROCESOS NORMATIVOS EN EXPEDIENTES DE LAS NORMAS

<https://planesynormas.mma.gob.cl>

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

EXPEDIENTES ELECTRÓNICOS Planes y Normas

Normas de Calidad Normas de Emisión Planes Búsqueda

Búsqueda por Región

Bienvenida

Aquí encontrará información relativa a los procesos de elaboración y revisión de normas de calidad ambiental y de emisión, así como Planes de Prevención y/o Descontaminación, según lo estipula el DS N° 39/12 y DS N° 38/12 del Ministerio de Medio Ambiente, respectivamente. Este portal, contribuirá al acceso de la información en forma expedita, reflejada en los expedientes públicos de cada proceso normativo.

** La presente plataforma web aún se encuentra en proceso de poblamiento de datos para los distintos procesos de planes y normas. Se espera completar la información de los procesos faltantes en el corto plazo.

Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias

E-PAC Normas y Planes en Consulta Pública

Documentos

- Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión
- Aprueba Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y Descontaminación

Aire Agua Ruido Luminica Electromagnéticas

NPCA SO₂

https://planesynormas.mma.gob.cl/normas/expediente/index.php?tipo=busqueda&id_expediente=942156

NORMAS
CALIDAD DEL AIRE Y DE EMISIÓN

<https://normasaire.mma.gob.cl/>

PRÓXIMOS PASOS

COA Reunión	Mes /año	Objetivo
4º	29 mayo (por confirmar)	<ol style="list-style-type: none">1. Presentación borrador AP2. Presentación AGIES institucional
5º	13 junio (por confirmar)	<ol style="list-style-type: none">1. Observaciones AP2. Observaciones AGIES



