



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR
MP2,5, MP10, PLOMO, SO₂, NO₂, O₃ Y CO**

EVALUACIÓN DE INFORMACIÓN

REDES DE CALIDAD DEL AIRE PUCHUNCAVÍ, QUINTERO Y CONCÓN

REGIÓN DE VALPARAÍSO

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFERICAS

DFZ-2025-2276-V-NC

ABRIL 2025

	Nombre	Firma
Aprobador	Juan Pablo Rodríguez F.	
Revisor	Karin Salazar N.	
Elaborador	Isabel Leiva Campos	



TABLA DE CONTENIDOS

Tema	Página
1. RESUMEN EJECUTIVO	2
2. INTRODUCCIÓN	7
3. OBJETIVOS	9
4. ALCANCE	9
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	10
5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN	11
5.2. Descripción de instrumentos de medición de la Red de Quintero, Puchuncaví y Concón	14
5.3. Auditoría de datos	15
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA	24
6.1. Evaluación de la norma para MP2,5	24
6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas MP2,5	24
6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5	25
6.2. Evaluación de la norma para MP10	27
6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10	27
6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10	28
6.3. Evaluación de la norma primaria SO ₂	30
6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO ₂	30
6.3.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO ₂	34
6.3.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO ₂	36
6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO ₂	38
6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO ₂	38
6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO ₂	41
6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO ₂	43
6.5. Evaluación de la norma primaria de Plomo (Pb).....	45
6.5.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb).....	45
6.6. Evaluación de la norma primaria de Dióxido de Nitrógeno	47
6.6.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora para NO ₂	47
6.6.2. Evaluación de la norma primaria de 24 horas para NO ₂	48
6.6.3. Evaluación de la norma primaria anual para NO ₂	50
6.7. Evaluación de la norma primaria de ozono (O ₃).	51
6.7.1. Evaluación de la norma 8 horas O ₃	51
6.8. Evaluación de la norma CO	53
6.8.1. Evaluación de la norma 1 hora CO	53
6.8.2. Evaluación de la norma 8 horas CO	54
7. CONCLUSIONES.....	56
8. ANEXOS.....	61



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para: MP10, contenida en el D.S. N° 12/2022 del Ministerio del Medio Ambiente; MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente; norma primaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente; norma primaria de Plomo, contenida en el D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; y norma secundaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, norma primaria de NO₂ contenida en D.S. N° 40/2024 del Ministerio de Medio Ambiente, norma primaria de O₃ contenida en D.S. N° 112/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y norma primaria de calidad del aire para CO contenida en D.S. N° 115/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Lo anterior de acuerdo con lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente: “Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

El presente informe incluye las estaciones de Centro Quintero y Loncura, a solicitud del Ministerio del Medio Ambiente, Oficio Ord. N°213696, que si bien se encuentran en la zona evaluada, no formaron parte de las estaciones que originaron la zona saturada y posterior elaboración de plan de descontaminación D.S. N° 105/2019 del MMA. Por otra parte, se incorporó la estación Compañía de Bomberos de Concón para el contaminante MP2,5 y la evaluación de los contaminantes de CO, NO₂ y O₃, cabe destacar que tampoco estaban incluidos en las estaciones y parámetros que originaron el plan.

La actividad de fiscalización de las normas de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP2,5, MP10, SO₂ y Pb; donde se consideró para los años 2022 y 2023, el análisis de las normas efectuado en los informes DFZ-2023-67-V-NC y DFZ-2024-324-V-NC, respectivamente. Para el año 2024 se realizó una auditoría y validación de los datos proporcionados por los titulares; Aes Gener - CODELCO División Ventanas, ENAP Refinerías, ENEL Generación Chile S.A. y GNL Quintero; de las estaciones declaradas como estaciones de monitoreo con representatividad poblacional para MP2,5 y MP10 (EMRPMP2,5 y EMRPMP10), representatividad poblacional para gases (EMRPG) y representatividad para recursos naturales (EMRRN). Las 13 estaciones declaradas como EMRPMP, EMRPG y EMRRN, corresponden a: Quintero, La Greda, Puchuncaví, Maitenes, Valle Alegre, Sur, Concón, Colmo, Junta de Vecinos, Las Gaviotas, Centro Quintero, Loncura y Compañía de Bomberos de Concón.

El análisis de datos de MP2,5, MP10, SO₂, CO, NO₂, O₃ y Pb se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero y 31 de diciembre de 2024, periodo en el cual se utilizaron instrumentos de medición con aprobación EPA.



Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primaria y secundaria de calidad del aire, que indican que los datos deben ser reportados de acuerdo con lo establecido la “Instrucción requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología”, R.E. N°1.449/2023 de la SMA. Para el cálculo del promedio diario en equipos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10 y MP2,5, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del SO₂, NO₂, O₃ y CO se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, de acuerdo con los criterios establecidos en cada norma en particular. Para el contaminante primario Plomo se utilizó como criterio lo descrito en la norma, que establece que se debe contar con al menos un 70% de los filtros programados para el mes.

Norma de calidad del aire para MP2,5

La evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para MP2,5, establece que la norma de 24 horas será superada al registrar una concentración mayor a 50 µg/m³; la evaluación de la norma 24 horas concluyó que para el año 2022 la norma no fue superada, pero se observó superación del 80% del límite de la norma en la estación Quintero, con una concentración de 42 µg/m³ (84%) y en la estación Compañía de Bomberos de Concón con 40 µg/m³ (80%). En el caso del año 2023 tampoco fue superada la norma de 24 horas, y solo en la estación Concón se observa una concentración de 40 µg/m³, equivalente al 80% del límite de la norma. Y, por último, en el año 2024 las concentraciones no superaron el límite de la norma ni el 80% del límite de la norma de 24 horas, y el valor más alto obtenido fue en la estación La Greda con una concentración de 38 µg/m³ (76%).

Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2022, 2023 y 2024, indican que la norma no fue superada y las concentraciones expresadas como promedio tres años se mantuvieron por debajo del 80% del límite de la norma anual en todas las estaciones evaluadas, y las concentraciones como promedio tres años más altas se observaron en la estación Quintero, La Greda, Puchuncaví y Concón, todas con concentraciones de 14 µg/m³, equivalente al 70% del límite de la norma.

Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de 130 µg/m³N, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2022, 2023 y 2024, se determinó que el valor de la norma diaria de MP10, no fue superado en ninguna de las estaciones y los valores del percentil 98 se encuentran por debajo del 80% del límite de la norma,



cabe señalar que la concentración más alta para el año 2024, se observó en la estación La Greda con un valor de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 58% del límite de la norma 24 horas.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se determinó que la norma no fue superada, sin embargo, se observa que en las estaciones de La Greda y Centro Quintero, se presentó una concentración de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 82% de la norma anual y en estación Quintero se observó una concentración de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 80% de la norma anual, el resto de las estaciones presentan concentraciones por debajo del 80% del límite de la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para SO_2

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO_2 , que establece como límite 134 ppbv ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 99 de tres años calendario sucesivos, determinó que la norma no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2022 al 2024), y la concentración más alta del promedio de tres años del percentil 99, se presentó en la estación Los Maitenes con una concentración de 45,36 ppbv, equivalente al 34% del límite de la norma.

Complementariamente, se calculó el número de excedencias a la norma de 1 hora de SO_2 por estación durante el año 2024, el cual determinó que no hubo excedencias a la norma en ninguna de las estaciones en estudio.

La evaluación de la norma primaria de SO_2 , concluyó que la norma 24 horas de 57 ppbv ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2022 al 2024), y las concentraciones obtenidas se encontraban muy por debajo del 80% del valor límite de la norma de 24 horas. Cabe señalar que, la concentración más alta como promedio tres años se observó en la estación Los Maitenes con 18,35 ppbv, equivalente al 32% del límite de la norma.

Respecto de la norma anual que establece como límite 23 ppbv ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), se determinó que las concentraciones obtenidas correspondientes al promedio tres años se encontraron por debajo del 80% de la primaria norma, por lo tanto, en ninguna de las estaciones se superó el límite establecido en la norma primaria anual y los valores se encontraron por debajo del 23% respecto del valor límite.

Norma secundaria de calidad del aire para SO_2

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO_2 , para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024, determinó lo siguiente:

Respecto a la norma secundaria horaria, se realizó una evaluación de esta en las dos condiciones descritas en la norma mencionada. En el caso de la evaluación mediante el cálculo del promedio



tres años del percentil 99,73, que establece un límite de 382 ppbv ($1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), se determinó que todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite normativo. En la segunda condición, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas durante un año calendario, el que establece un límite de 764 ppbv ($2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), de lo cual se concluyó que todas las estaciones de la red se encontraron por debajo del 80% del límite horario definido para este caso. Por consiguiente, la norma secundaria horaria no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Para la norma secundaria de 24 horas, cuyo límite es de 140 ppbv ($365 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), el cálculo del promedio tres años del percentil 99,7 determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual manera, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado las concentraciones en todas las estaciones estuvieron por debajo del límite de 280 ppbv. Por consiguiente, la norma secundaria 24 horas no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Respecto de la norma secundaria anual que establece un límite de 31 ppbv ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), al calcular el promedio aritmético de las concentraciones anuales de los 3 años, se determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones analizadas y los valores obtenidos se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual manera, se evaluó la norma como concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del límite de 62 ppbv. Por consiguiente, la norma secundaria anual no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Norma primaria de calidad del aire para Pb

La revisión de la norma primaria de calidad del aire para plomo se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2023 y el 31 de diciembre de 2024, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10 y la determinación de las concentraciones de plomo en filtros de MP10. Del análisis efectuado se pudo determinar lo siguiente:

El número de los análisis químicos de plomo en filtros de MP10 es igual o superior al 70% mensual que exige la norma, por tanto, la información proporcionada por los propietarios de las estaciones cumplió con el número de concentraciones válidas para la evaluación de plomo en filtros de MP10.

Del resultado de la evaluación de la norma anual de plomo, que fija como límite $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se verificó que las concentraciones obtenidas en las estaciones de la Red en estudio, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron muy por debajo del 80% de la norma.



Norma primaria de calidad del aire para NO₂

La evaluación de la norma de 1 hora para el periodo entre el año 2022 y 2024, determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio, y las concentraciones promedio de tres años del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, se determinó que la concentración más alta fue de 83,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Concón, correspondiente al 42% respecto del límite de la norma de 1 hora.

Para la evaluación de la norma de 24 horas se determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio (2022-2023-2024), y las concentraciones promedio de tres años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, se determinó que la concentración más alta fue de 47,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Concón, correspondiente a 48% del límite de la norma de 24 horas.

Por último, la evaluación de la norma anual determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio (2022-2023-2024), y las concentraciones promedio de tres años tampoco superaron el 80% respecto de la norma. Señalar que, la concentración más alta obtenida fue de 17,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Concón, correspondiente a 44% respecto del límite la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para O₃

La evaluación de la norma como concentración de 8 horas cuyo límite es de 61 ppbv, para el periodo entre el año 2022 y el año 2024 no fue superada, y tampoco se observó superación al 80% del límite de la norma. Cabe señalar que, la concentración como promedio de 3 años más alta obtenida fue de 36,11 ppbv en estación Concón, equivalente al 59% del límite de la norma.

Norma primaria de calidad del aire para CO

De acuerdo al análisis efectuado, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio y tampoco fue superado el 80% de la norma. Por otra parte, indicar que la concentración más alta se presentó en la estación Junta de Vecinos con un valor de 1,99 ppmv, correspondiente al 7,6% del límite de la norma de 1 hora.

Respecto de la evaluación de la norma de 8 horas de CO no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio y tampoco se superó el 80% de la norma de 8 horas de CO. Cabe señalar que, la concentración más alta se observó en Junta de Vecinos con un valor de 1,55 ppmv, correspondiente al 17,3% del límite de la norma de 8 horas.



2. INTRODUCCIÓN

Considerando lo establecido en el artículo 16, del Título II de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, corresponderá a esta Superintendencia fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad.

El D.S. N° 185/1992 del Ministerio de Minería estableció que se instalará una red de monitoreo permanente de calidad del aire en la zona circundante al Complejo Industrial de Ventanas. El proyecto de red de monitoreo fue aprobado por Resolución Conjunta N° 2005 y N° 115 del 29 de abril de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Valparaíso, respectivamente; las que fueron modificadas posteriormente por la Res. N° 3474 y N° 206, del 23 de julio de 1992, del Servicio de Salud de Viña del Mar-Quillota y Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Valparaíso, respectivamente.

Debido a que las concentraciones monitoreadas por dicha red alcanzaron niveles por sobre la norma establecida por el D.S. N° 185/1992, el año 1994 se declaró la zona delimitada por las áreas jurisdiccionales de las comunas de Puchuncaví y Quintero, como saturada en material particulado respirable (MP10) y dióxido de azufre (SO₂), mediante el D.S. N° 346/1994 del Ministerio de Agricultura.

Cabe señalar, que el 30 de marzo de 2019 se publicó en el diario oficial el D.S. N° 105 que aprueba el Plan de prevención y descontaminación atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, entrando en vigencia el mismo día de su publicación. Además, en dicho documento se indica que se utilizaron para la elaboración del plan 10 estaciones de la zona de Quintero, Puchuncaví y Concón, y estas corresponden a; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Valle Alegre y Sur, de la red de CODELCO Ventana y Aes Gener; Concón, Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas, de la Red ENAP. De acuerdo con lo mencionado, para la evaluación de las normas de calidad en el presente informe se utilizaron las estaciones descritas anteriormente. Y adicionalmente se incorporan las estaciones; Centro Quintero, de GNL Quintero, Loncura, de ENEL Generación Chile S.A y Compañía de Bomberos de Concón, del MMA.

Por otra parte, se debe indicar que el 4 de junio de 2022 se publicó la norma de material particulado respirable MP10, la norma establece un nuevo límite a nivel diario, por lo que para el análisis de esta se utilizarán las mediciones a partir del 1° de enero de 2022. En el caso de la norma anual se mantiene el límite de 50 µg/m³N, por lo que la evaluación de la norma se mantiene y no sufre modificaciones.

Por lo expuesto anteriormente, se realizó un análisis de la validez de las mediciones de MP2,5, MP10, Pb y SO₂, informadas por la Red de monitoreo de calidad del aire de Aes Gener-CODELCO Ventanas y la Red de ENAP Refinerías en el año 2024. Cabe señalar que en los informes DFZ-2023-



67-V-NC y DFZ-2024-324-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente, contienen la auditoría y validación de los datos generados durante los años 2022 y 2023. Respecto del año 2024 los datos fueron proporcionados por los titulares Aes Gener, CODELCO División Ventanas, y ENAP Refinerías, en forma mensual, por su parte, los titulares GNL Quintero y ENEL Generación Chile S.A., remiten la información trimestralmente. Las estaciones informadas en ambas redes cuentan con declaración de representatividad poblacional (EMRP en adelante) por MP2,5, MP10, representatividad poblacional de gases (EMRPG en adelante) por SO₂ primario y representatividad de recursos naturales (EMRRN en adelante) para SO₂ secundario. El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias y secundaria de calidad del aire de cada contaminante y el cumplimiento de las exigencias del R.E. N°1.449/2023 de la SMA. Además, el presente informe incluye las estaciones de Centro Quintero y Loncura, a solicitud del Ministerio del Medio Ambiente, Oficio Ord. N°213696, por otra parte, se incorporó la estación Compañía de Bomberos de Concón para el contaminante MP2,5 y la evaluación de los contaminantes de CO, NO₂ y O₃ para las estaciones que cuentan con EMRPG.

Estos antecedentes permitirán al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, de acuerdo con lo establecido en la Resolución Exenta N°503 de 2 de junio de 2021, del Subsecretario del Medio Ambiente, complementa circular N°0001, de 2005, de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, que instruye sobre procedimiento para la declaración, modificación y derogación de zonas saturadas o latentes de carácter atmosférico, y deja sin efecto la resolución exenta N°302, de 2011, y N°1121, de 2020, ambas del Ministerio del Medio Ambiente.



3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP2,5, MP10, Pb, SO₂, NO₂, O₃, CO y norma secundaria para SO₂; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP2,5, MP10, gases (específicamente SO₂), y además, cuenten con representatividad para recursos naturales.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5, MP10, NO₂, O₃, CO, Pb y SO₂, realizadas por la Red de monitoreo de calidad del aire de Ventanas, ENAP Refinerías, ENEL, GNL Quintero y el MMA en el año 2024, en base a una auditoría de los datos. Para los años 2022 y 2023 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2023-67-V-NC y DFZ-2024-324-V-NC, respectivamente.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5, MP10, SO₂ y Pb de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP2,5, MP10, NO₂, O₃, CO, SO₂ y Pb, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP2,5, MP10, NO₂, O₃, CO, y SO₂ son: Quintero, La Greda, Puchuncaví, Maitenes, Valle Alegre, Sur, Concón, Colmo, Junta de Vecinos, Las Gaviotas, Centro Quintero, Loncura y Compañía de Bomberos de Concón.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primaria y secundaria de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024. A continuación, en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel horario, diario y anual, por contaminante y cuerpo normativo, según corresponda:



Tabla 1 Normas de calidad del aire vigentes a nivel horario, diario y anual

Norma	Descripción	Contaminante	Límite concentración horaria	Límite concentración 24 horas	Límite concentración anual
Primaria	D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	No aplica	50 µg/m³	20 µg/m³ (promedio tres años)
	D.S. N° 104/2018, del Ministerio de Medio Ambiente.	SO ₂	134 ppbv (350 µg/m³N)	57 ppbv (150 µg/m³N)	23 ppbv (60 µg/m³N)
	D.S. N° 12/2022, del Ministerio de Medio Ambiente.	MP10	No aplica	130 µg/m³N	50 µg/m³N (promedio tres años)
	D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	Plomo	No aplica	No aplica	0,5 µg/m³N
	D.S. N° 40/2024, del Ministerio de Medio Ambiente.	NO ₂	200 µg/m³N	100 µg/m³N	40 µg/m³N
	D.S. N° 112/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	O ₃	61 ppbv	No aplica	No aplica
	D.S. N° 113/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	CO	26 ppmv (1 Hora) 9 ppmv (8 Horas)	No aplica	No aplica
Secundaria	D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	SO ₂	382 ppbv (promedio del percentil 99,73 de 3 años) o 764 ppbv (percentil 99,73 durante un año)	140 ppbv (promedio del percentil 99,7 de 3 años) o 280 ppbv (percentil 99,7 durante un año)	31 ppbv (promedio tres años) o 62 ppbv (promedio anual)

5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para los años 2022 y 2023, corresponden a los datos auditados y validados en el marco de los informes DFZ-2023-67-V-NC y DFZ-2024-324-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2022 y 2023, respectivamente.

Para los datos del año 2024 se utilizó la información remitida por los titulares de la Red de Ventanas Aes Gener y CODELCO División Ventanas, antecedentes solicitados mediante la Resolución Exenta N° 734 de 2014, la información remitida por el titular ENAP para la Red de ENAP Refinerías, solicitada mediante la Resolución Exenta N° 733 del 2014, información remitida por el titular ENEL Generación Chile S.A solicitada mediante la Resolución Exenta N°2335/2021, y finalmente la información remitida por el titular GNL Quintero solicitada mediante la Resolución Exenta



N°2336/2021. La información de calidad del aire recepcionada incluyó los datos crudos (minuto), datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO₂, NO₂, O₃ y CO; diario para material particulado (MP10 y MP2,5) y los resultados de análisis químico para plomo de los filtros de material particulado MP10. Adicionalmente, los titulares remitieron las calibraciones realizadas a los equipos durante el periodo de evaluación. Cabe señalar que la información enviada se reportó de acuerdo con el formato establecido por la SMA, el cual incluye los códigos de invalidación establecidos en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del MINSAL.

Los datos evaluados de MP2,5, MP10, SO₂, NO₂, O₃ y CO y Pb, corresponden a las mediciones realizadas en las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado, gases y recursos naturales, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN

En la Tabla 2, se describen las estaciones de las Redes de Ventanas, ENAP Refinerías, Enel Generación Chile S.A. y GNL Quintero, y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado (MP10 y MP2,5), representatividad poblacional para gases y representatividad para recursos naturales.

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN¹

Estación	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG	Resolución que otorga EMRRN
Quintero	Res. Exenta N° 2943 del 26 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1527 del 28 de junio de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1527 del 28 de junio de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 2040 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso
La Greda	Res. Exenta N° 2944 del 26 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 1924 del 29 de agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Res. Exenta N° 305 del 28 de enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Res. Exenta N° 2040 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Puchuncaví	Res. Exenta N° 2940 del 26 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 1924 del 29 de agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Res. Exenta N° 305 del 28 de enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Res. Exenta N° 2040 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Los Maitenes	Res. Exenta N° 2942 del 26 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 1924 del 29 de agosto de 2000, del Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Res. Exenta N° 305 del 28 de enero de 2004, del Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Res. Exenta N° 2040 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Valle Alegre	Res. Exenta N° 2941 del 26 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional	Res. Exenta N° 1924 del 29 de agosto de 2000, del	Res. Exenta N° 305 del 28 de enero de 2004, del	Res. Exenta N° 2040 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y

¹ Resoluciones de EMRPM10, EMRPM2,5, EMRPG y EMRRN, disponibles en el anexo del Informe DFZ-2014-431-V-NC-EI del año 2014.



Estación	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG	Resolución que otorga EMRRN
	Ministerial de Salud de Valparaíso.	Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota.	Ganadero de la región de Valparaíso.
Sur	No Tiene	No Tiene	No Tiene	Res. Exenta N° 2040 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Concón	Res. Exenta N° 4421 del 27 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2330 del 14 de septiembre de 2005, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2033 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Colmo	No Tiene	Res. Exenta N° 2176 del 29 de julio de 2005, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2033 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Junta de Vecinos	No Tiene	Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2033 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Las Gaviotas	No Tiene	No Tiene	Res. Exenta N° 2179 del 29 de julio de 2005, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2033 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Centro Quintero	No Tiene	Res. Exenta N° 2877 del 19 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2877 del 19 de diciembre de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2030 del 30 de diciembre de 2010, modificada por Res. Exenta N° 2169 del 31 de diciembre de 2012, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Loncura	No Tiene	Res. Exenta N° 3229 del 31 de agosto de 2009, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 3229 del 31 de agosto de 2009, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de Valparaíso.	Res. Exenta N° 2028 del 30 de diciembre de 2010, del Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Valparaíso.
Compañía de Bomberos de Concón	Res. Exenta N° 743 del 28 de mayo de 2019, Superintendencia del Medio Ambiente	No Tiene	No Tiene	No Tiene

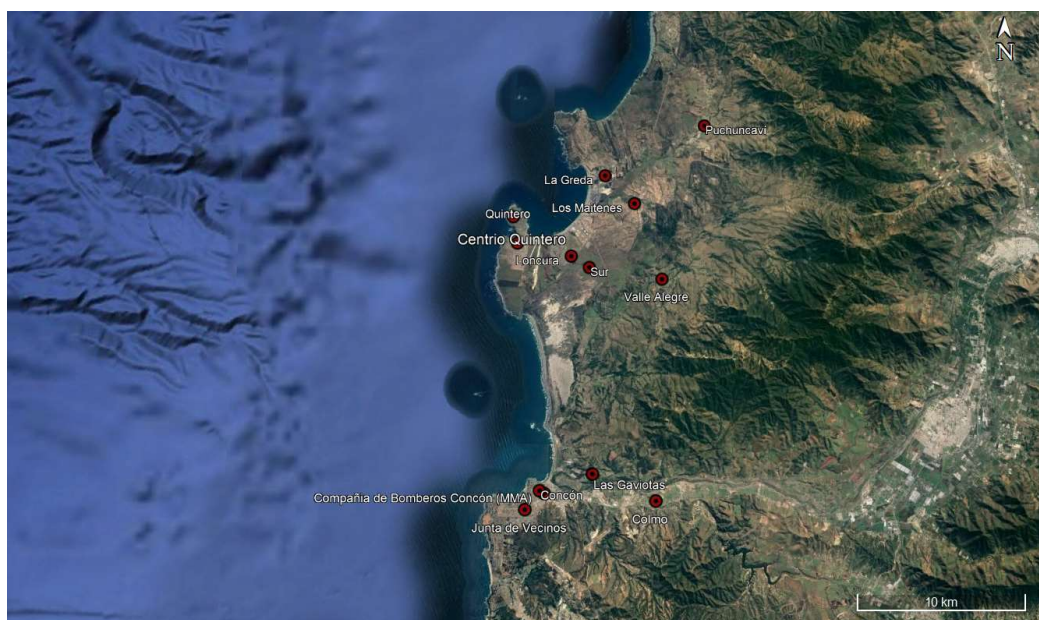
Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de Ventanas, la Red de ENAP Refinerías, Enel Generación Chile S.A., GNL Quintero y el MMA, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.



Tabla 3 Ubicación de las estaciones en las zonas de Quintero, Puchuncaví y Concón

Red	Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)	
		Datum WGS84, Huso 19 S*	
AES Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	262.528 E	6.371.087 N
	La Greda	268.185 E	6.373.910 N
	Puchuncaví	274.379 E	6.377.371 N
	Los Maitenes	270.073 E	6.372.171 N
	Valle Alegre	271.889 E	6.367.413 N
	Sur	267.372 E	6.368.004 N
ENAP Refinerías	Concón	264.784 E	6.354.247 N
	Colmo	271.796 E	6.353.859 N
	Junta de Vecinos	263.944 E	6.353.098 N
	Las Gaviotas	267.940 E	6.355.336 N
GNL Quintero	Quintero Centro	262.847 E	6.369.410 N
ENEL	Loncura	266.226 E	6.368.689 N
MMA	Compañía de Bomberos de Concón	265.075 E	6.354.090 N

*Referencia de las resoluciones EMRP.



Ref. Google Earth

Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire de las zonas de Quintero, Puchuncaví y Concón.

Superintendencia del Medio Ambiente
Teatinos 280 pisos 7, 8 y 9, Santiago / contacto.sma@sma.gob.cl / www.sma.gob.cl
DFZ-2025-2276-V-NC



5.2.Descripción de instrumentos de medición de la Red de Quintero, Puchuncaví y Concón

De acuerdo con los antecedentes entregados por los titulares Aes Gener - CODELCO División Ventanas, ENAP Refinerías, Enel Generación Chile S.A. y GNL Quintero para el año 2024, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5, MP10, SO₂, NO₂, O₃ y CO en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire. A continuación, en la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP2,5, MP10, Plomo, SO₂, NO₂, O₃ y CO, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2024.

Tabla 4 Listado de estaciones, instrumento y método de medición

Red	Estación	Parámetros	Método de Medición	Marca/Modelo	Métodos de Referencia o Equivalente EPA
AESGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	MP2,5	Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen	BGIPQ200/200A	RFPS-0498-116
		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
	La Greda	MP2,5	Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen	BGI / PQ200	RFPS-1298-125
		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
	Puchuncaví	MP2,5	Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen	BGI / PQ200	RFPS-1298-125
		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
	Maitenes	MP2,5	Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen	BGI / PQ200	RFPS-1298-125
		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
	Valle Alegre	MP2,5	Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen	BGI / PQ200	RFPS-1298-125
		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
	Sur	MP2,5	Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen	BGI / PQ200	RFPS-1298-125
		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
ENAP Refinerías	Concón	MP2,5	Método Gravimétrico de Muestreador de Bajo Volumen	BGI / PQ200	RFPS-1298-125
		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Thermo Scientific G10557PM10-1	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Thermo / 43i	EQSA -0486-060
		NO ₂	Quimioluminiscencia	Thermo / 42i	RFNA-1289-074
		CO	Absorción Infrarroja	Teledyne/300	RFCA-1093-093
		O ₃	Fotometría ultravioleta	Thermo / 49i	EQOA-0880-047
	Colmo	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063



Red	Estación	Parámetros	Método de Medición	Marca/Modelo	Métodos de Referencia o Equivalente EPA
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne/100E	EQSA -0495-100
		NO ₂	Quimioluminiscencia	Thermo / 42i	RFNA-1289-074
		CO	Absorción Infrarroja	Teledyne/300	RFCA-1093-093
		O ₃	Fotometría ultravioleta	Thermo / 49i	EQOA-0880-047
	Junta de Vecinos	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne /T100	EQSA -0495-100
		CO	Absorción Infrarroja	Thermo / 48i	RFCA-0981-054
	Las Gaviotas	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Environnement/AF21M	EQSA -0292-084
GNL Quintero	Centro Quintero	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne Advanced Pollution/T100	EQSA-0495-100
		NO ₂	Quimioluminiscencia	Thermo / 42i	RFNA-1289-074
		CO	Absorción Infrarroja	Teledyne/300	RFCA-1093-093
		O ₃	Absorción ultravioleta	Teledyne/400	EQOA-0992-087
ENEL Generación Chile S.A.	Loncura	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne Advanced Pollution/T100	EQSA-0495-100
		NO ₂	Quimioluminiscencia	Teledyne Advanced Pollution /T200	RFNA-1194-099
		CO	Absorción Infrarroja	Teledyne Advanced Pollution /T300	RFCA-1093-093
		O ₃	Absorción ultravioleta	Teledyne Advanced Pollution /T400	EQOA-0992-087
MMA	Compañía de Bomberos de Concón	MP2,5	Método de Atenuación Beta	MetOne/BAM 1020	EQPM-308-170

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP2,5, MP10, NO₂, O₃, CO, Plomo y SO₂ para el año 2024, validados previamente por los titulares, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire respectivas para cada contaminante. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo para cada una de las estaciones.

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para los contaminantes: NO₂, O₃, CO, SO₂ de cada estación y su correspondiente registro de calibración de cero y span o multipunto. Para el caso de los datos diarios de MP10 y MP2,5, medidos con equipos de tipo discreto, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos (Tabla 5):



Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para el año 2024

Estación	MP2,5 % Diario	MP10 % Diario	SO ₂ % Horario	NO ₂ % Horario	CO % Horario	O ₃ % Horario
Quintero	0,8	0,0	1,3	NA	NA	NA
La Greda	1,6	1,6	1,3	NA	NA	NA
Puchuncaví	1,6	0,8	1,5	NA	NA	NA
Los Maitenes	3,3	1,6	2,1	NA	NA	NA
Valle Alegre	1,6	4,1	0,9	NA	NA	NA
Sur	NA	NA	0,9	NA	NA	NA
Concón	0,8	2,5	1,2	1,9	2,0	1,1
Colmo	NA	2,5	1,5	2,0	1,4	1,5
Junta de Vecinos	NA	9,8	1,0	NA	1,7	NA
Las Gaviotas	NA	NA	1,3	NA	NA	NA
Centro Quintero	NA	1,6	1,1	2,1	1,1	1,0
Loncura	NA	1,6	2,3	3,7	2,2	3,3
Compañía de Bomberos de Concón	0,8	NA	NA	NA	NA	NA

La invalidación de datos para los contaminantes MP10 y MP2,5 se debió principalmente a cortes de energía eléctrica, exceso de tiempo de muestreo y fallas en los equipos. En las estaciones que miden NO₂, O₃, CO y SO₂ la invalidación de datos horarios se debió a mantenciones en terreno, valor fuera del intervalo y fallas de energía.

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios horarios respecto del NO₂, O₃, CO, SO₂ y de días disponibles para MP10 y MP2,5. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos horarios por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo con lo descrito en la R.E. N°1.449/2023 de la SMA. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de datos horarios, estos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en cada una de las normas primarias y secundarias de calidad del aire correspondiente a cada contaminante en evaluación. Para los datos obtenidos de equipos gravimétricos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del equipo de alto volumen o bajo volumen, MP10 y MP2,5, respectivamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición. Y para la validación de las concentraciones de Plomo se utilizó el criterio establecido en la norma, que considera contar con al menos un 70% de las mediciones programadas en filtros de MP10 para el mes.

En las tablas siguientes, se resumen los días válidos por año y estación para cada contaminante. Se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75%, correspondientes a los



contaminantes de MP10, MP2,5, NO₂, O₃, CO y SO₂, en las estaciones según corresponda, para los años 2022, 2023 y 2024.

El resumen de datos disponibles permite concluir que se dispone de la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios específicos de cada norma primaria y secundaria de calidad del aire correspondientes a los distintos contaminantes evaluados.

Tabla 6 Estación Quintero porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Quintero	2022	120	98	121	99	364	99,7
	2023	121	100	121	100	364	99,7
	2024	121	99,2	122	100	364	99,5

Tabla 7 Estación La Greda porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
La Greda	2022	120	98	122	100	361	98,9
	2023	121	100	120	99,2	364	99,7
	2024	120	98,4	120	98,4	363	99,2

Tabla 8 Estación Puchuncaví porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Puchuncaví	2022	121	99	121	99	365	100
	2023	120	99,2	119	98,3	365	100
	2024	120	98,4	121	99,2	363	99,2

Tabla 9 Estación Los Maitenes porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Los Maitenes	2022	119	97,5	117	96	361	98,9
	2023	121	100	121	100	365	100
	2024	118	96,7	120	98,4	360	98,4



Tabla 10 Estación Valle Alegre porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Valle Alegre	2022	116	95	115	94	355	97,3
	2023	121	100	121	100	365	100
	2024	120	98,4	117	95,9	365	99,7

Tabla 11 Estación Sur porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Sur	2022	No Aplica		No Aplica		363	99,5
	2023					365	100
	2024					365	99,7

Tabla 12 Estación Compañía de Bomberos de Concón porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Compañía de Bomberos de Concón	2022	359	98,4	No Aplica		No Aplica	
	2023	352	96,4				
	2024	363	99,2				

Tabla 13 Estación Las Gaviotas porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Las Gaviotas	2022	No Aplica		No Aplica		361	98,9
	2023					365	100
	2024					363	99,2

Tabla 14 Estación Concón porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Concón	2022	122	100	122	100	365	100
	2023	121	100	121	100	365	100
	2024	121	99,2	119	97,5	363	99,2



	Año	N° de Datos Disponibles (Días) CO	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) O ₃	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) NO ₂	Porcentaje de datos (%)
	2022	362	99,2	365	100	353	96,7
	2023	362	99,2	362	99,2	363	99,5
	2024	359	98,1	362	98,9	360	98,4

Tabla 15 Estación Colmo porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Colmo	2022	No Aplica		121	99	356	97,5
	2023			121	100	363	99,5
	2024			119	97,5	365	99,7
	Año	N° de Datos Disponibles (Días) CO	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) O ₃	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) NO ₂	Porcentaje de datos (%)
	2022	358	98,1	357	97,8	362	99,2
	2023	364	99,7	362	99,2	364	99,7
	2024	362	98,9	361	98,6	363	99,2

Tabla 16 Estación Junta de Vecinos porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Junta de Vecinos	2022	No Aplica		121	99	359	98,4
	2023			120	99,2	364	99,7
	2024			110	90,2	365	99,7
	Año	N° de Datos Disponibles (Días) CO	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) O ₃	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) NO ₂	Porcentaje de datos (%)
	2022	358	98,1	No Aplica		No Aplica	
	2023	364	99,7				
	2024	357	97,5				

Tabla 17 Estación Quintero Centro porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Quintero Centro	2022	No Aplica		121	99	365	100
	2023			111	91,7	365	100



	2024			120	98,6	364	99,5
	Año	N° de Datos Disponibles (Días) CO	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) O ₃	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) NO ₂	Porcentaje de datos (%)
	2022	365	100	365	100	364	99,7
	2023	361	98,9	364	99,7	365	100
	2024	365	99,7	364	99,5	361	98,6

Tabla 18 Estación Loncura porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Loncura	2022	No Aplica		121	99	362	99,2
	2023			116	95,9	361	99
	2024			120	98,4	359	98,1
	Año	N° de Datos Disponibles (Días) CO	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) O ₃	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) NO ₂	Porcentaje de datos (%)
	2022	362	99,2	360	98,4	360	98,6
	2023	360	98,6	356	97,5	357	97,8
	2024	360	98,4	351	96,2	355	97,0

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, a continuación, en la Tabla 19, Tabla 20 y Tabla 21, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones de las Redes de: Aes Gener – CODELCO, ENAP Refinerías, ENEL, GNL Quintero y el MMA, observándose una disponibilidad superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales para los contaminantes en estudio.

Tabla 19 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2022, 2023 y 2024

MESES (%)													
Aes Gener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	91
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2022	100	90	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	90,9	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91
	2023	100	100	91	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2022	100	90	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	100	80	100	90,9	100	100	100	100
Valle Alegre	2022	70	100	100	100	90	80	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	90,9	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100



MESES (%)													
Aes Gener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	90,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MMA													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Compañía de Bomberos de Concón	2022	100	82,1	100	96,7	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	86	100	100	100	100	100	100	90	97	87	97
	2024	100	100	100	100	90,3	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 20 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2022, 2023 y 2024

MESES (%)													
Aes Gener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2022	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2024	81,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2022	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	90	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2022	90	100	100	80	100	100	100	100	100	90	100	91
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
Valle Alegre	2022	70	100	100	100	100	80	100	90	100	100	100	91
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	77,8	100	90	100	90	100	90,9	100	100	100	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	90,9	100	90,9	100	100	100	100	100	100	100	100	90
Colmo	2022	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100
Junta de Vecinos	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91
	2023	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
GNL Quintero													
Centro Quintero	2022	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	70	40	100	100	100	90	100	100	100
	2024	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	90
ENEL Generación Chile S.A.													
Loncura	2022	100	100	100	100	100	100	91	100	100	100	100	100



MESES (%)													
Aes Gener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	2023	100	78	91	100	100	90	100	91	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100

Tabla 21 Porcentaje de datos válidos de SO₂ mensuales por estación para los años 2022, 2023 y 2024

MESES (%)													
AES Gener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2022	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	96,6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8
La Greda	2022	100	100	100	100	100	97	97	100	100	100	93	100
	2023	100	100	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	90,3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	96,8	96,6	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2022	100	100	100	100	100	100	94	100	100	94	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	96,8	89,7	100	100	100	96,7	96,8	100	100	100	100	100
Valle Alegre	2022	71	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100
Sur	2022	100	100	100	100	97	100	97	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	96,8	96,6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8
Colmo	2022	97	100	97	97	87	97	97	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	96,7	100	100	96,7	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100	100	100	100
Junta de Vecinos	2022	97	100	100	100	100	97	100	87	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Las Gaviotas	2022	100	100	100	100	100	97	97	100	100	100	93	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	89,7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
GNL Quintero													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Centro Quintero	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	96,8	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100	100	100
ENEL													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Loncura	2022	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	90,3	100	100	100	100	100	100	93,5	100	93,5



La Tabla 22 , muestra el porcentaje de filtros de MP10 analizados para el contaminante plomo. Del análisis estadístico se concluye que para la Red de Aes Gener - CODELCO se cumple con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros, para el año 2023 y 2024, con porcentajes superiores o igual al 70% mensual que exige la norma.

Tabla 22 Porcentaje de datos mensuales de Pb por estación para los años 2023 y 2024

		MESES (%)											
		Aes Gener y CODELCO División Ventanas											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2023	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2024	81,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2023	90	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	88,9	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
Valle Alegre	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2024	100	77,8	100	90	100	90	100	90,9	100	100	100	100



6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP2,5

6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas MP2,5

El periodo de evaluación de la norma para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 23, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, para los años 2022, 2023 y 2024, de las estaciones de monitoreo de la Red.

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, se considerará sobrepasada la norma para MP2,5 cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPM2,5.

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de los datos disponibles para los años 2022, 2023 y 2024, se determinó mediante el percentil 98 que durante el periodo evaluado no se superó la norma de 24 horas. Respecto del año 2022, se obtuvo que las concentraciones determinadas en las estaciones no superaron la norma de 24 horas, pero se observó superación del 80% del límite de la norma en la estación Quintero, con una concentración de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (84%) y en la estación Compañía de Bomberos de Concón con 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (80%). En el caso del año 2023 tampoco fue superada la norma de 24 horas, y solo en la estación Concón se observa una concentración de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 80% del límite de la norma. Y, por último, en el año 2024 las concentraciones no superaron el límite de la norma ni el 80% del límite de la norma de 24 horas, y el valor más alto obtenido fue en la estación La Greda con una concentración de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (76%).

Tabla 23 Evaluación de la norma de 24 horas para MP2,5 durante el período 2022 al 2024

Red	Estación	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2022 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2023 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2024 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AES Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	42	84	32	64	30	61
	La Greda	37	74	35	70	38	76
	Puchuncaví	36	72	33	66	32	64
	Los Maitenes	28	56	30	60	20	40
	Valle Alegre	28	56	27	54	25	50
ENAP Refinerías	Concón	39	78	40	80	32	64
MMA	Compañía de Bomberos de Concón	40	80	35	70	33	66

El Gráfico 1, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de los promedios de las concentraciones diarias para el contaminante MP2,5, por estación, para los años 2022, 2023 y 2024.



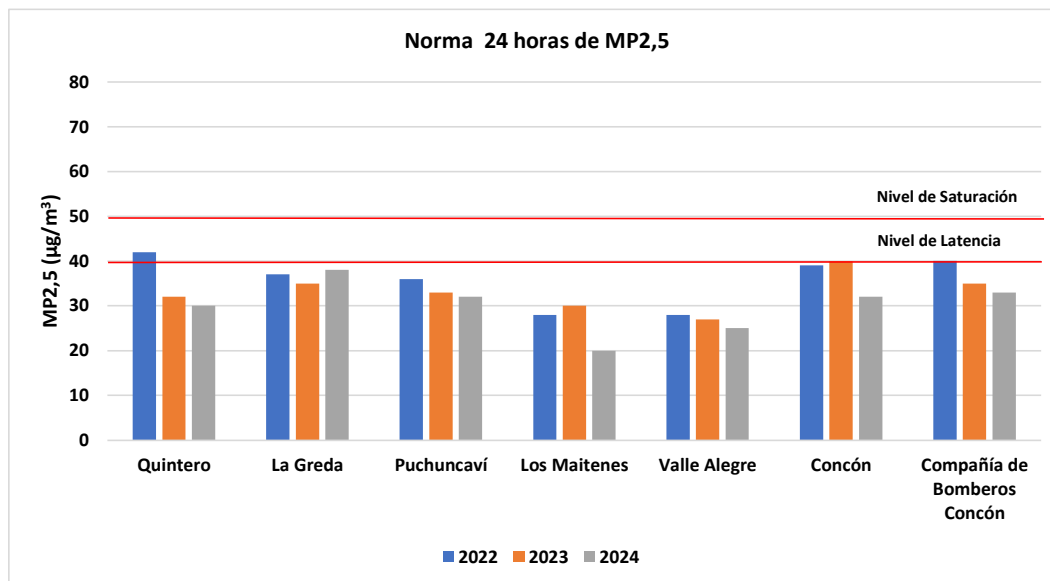


Gráfico 1 Norma 24 Horas para MP2,5

6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de la norma anual para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024.

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N°12/2011 del MMA, la norma para MP2,5 se considerará sobrepasada cuando el promedio tres años de las concentraciones anuales sea mayor a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

En la Tabla 24, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo de la media anual de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, para los años 2022, 2023 y 2024, en las estaciones de monitoreo de la Red.

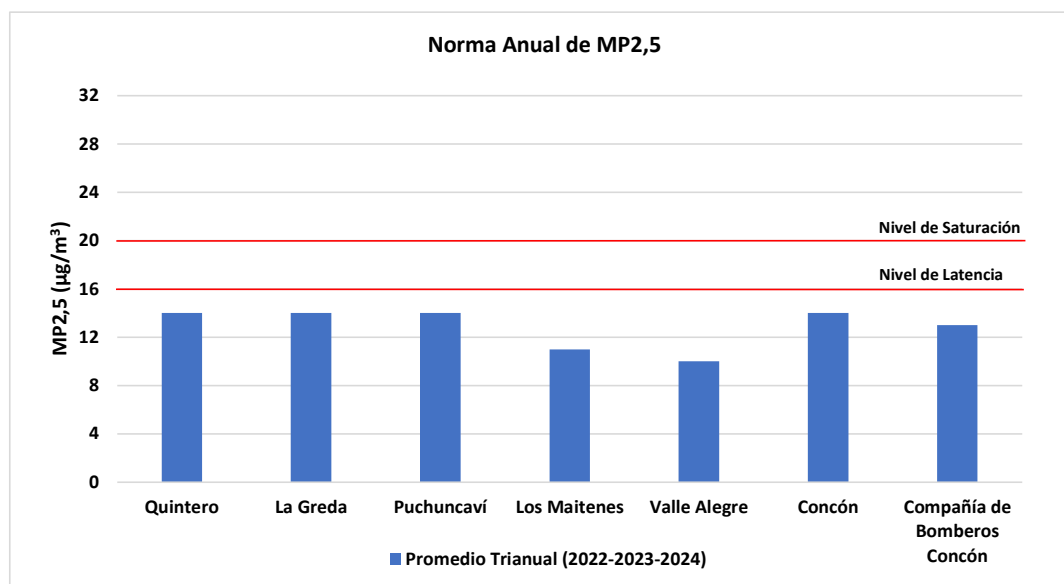
Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2022, 2023 y 2024, indican que la norma no fue superada y las concentraciones expresadas como promedio tres años se mantuvieron por debajo del 80% del límite de la norma anual en todas las estaciones evaluadas, y las concentraciones como promedio tres años más altas se observaron en la estación Quintero, La Greda, Puchuncaví y Concón, todas con concentraciones de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 70% del límite de la norma.



Tabla 24 Evaluación de la norma anual para MP2,5 durante el período 2022 al 2024

Red	Estación	Concentración Anual Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración Anual Año 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración Anual Año 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Tres años (2022-2023-2024) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual ($20\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Aes Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	15	14	13	14	70
	La Greda	14	14	15	14	70
	Puchuncaví	14	13	14	14	70
	Los Maitenes	11	11	10	11	55
	Valle Alegre	11	10	10	10	50
ENAP Refinerías	Concón	14	14	14	14	70
MMA	Compañía de Bomberos de Concón	14	13	11	13	65

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones medias anual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024.


Gráfico 2 Norma anual para MP2,5


6.2. Evaluación de la norma para MP10

6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 25, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2022, 2023 y 2024, de las estaciones de monitoreo de la Red.

Cabe señalar que, de acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2022, del Ministerio del Medio Ambiente, la norma de calidad del aire para material particulado respirable (MP10), se considerará sobrepasada en las siguientes condiciones:

- Cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- Asimismo, se considerará superada la norma, si antes que concluya un año calendario, el número de días con mediciones sobre el valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, sea mayor que siete.

Cabe resaltar que el nuevo límite establecido en la norma es aplicable a partir del año 2022, y para el periodo anterior se encontraba vigente la norma de MP10, D.S. 59/1998, del MINSEGPRES.

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para el año 2022, 2023 y 2024, se determinó que el valor de la norma diaria de MP10, no fue superado en ninguna de las estaciones y los valores del percentil 98 se encuentran por debajo del 80% del límite de la norma, cabe señalar que la concentración más alta se observó en estación La Greda con un valor de 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 58% del límite de la norma 24 horas.

Tabla 25 Evaluación de la norma de 24 horas para MP10 durante el período 2022 al 2024

Red	Estación	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas Año 2022 (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas Año 2023 (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas Año 2024 (130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
AES Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	69	53	81	62	67	52
	La Greda	68	52	69	53	75	58
	Puchuncaví	65	50	65	50	57	44
	Los Maitenes	46	35	56	43	47	36
	Valle Alegre	48	37	52	40	42	32
ENAP Refinerías	Concón	64	49	73	56	67	52
	Colmo	70	54	71	55	71	54,6
	Junta de Vecinos	60	46	62	48	57	44
GNL Quintero	Centro Quintero	91	70	71	54,6	72	55



Red	Estación	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas Año 2022 ($130\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas Año 2023 ($130\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas Año 2024 ($130\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
ENEL	Loncura	57	44	60	46	27	21

El Gráfico 2, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para el periodo entre el año 2022 y el año 2024.

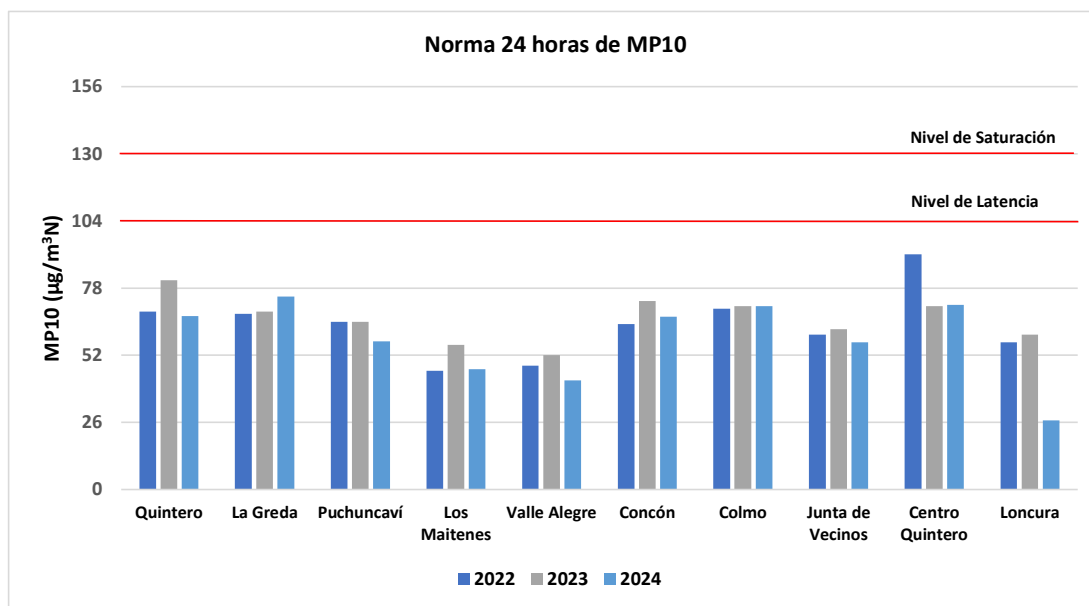


Gráfico 3 Norma 24 horas para MP10

6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 26, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2022, 2023 y 2024, para las estaciones de monitoreo de la Red.

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2022, del MMA, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

El promedio de tres años expresado en porcentaje muestra que en ninguna de las estaciones de la Red se superó la norma anual de MP10. Sin embargo, se observa que en las estaciones La Greda y Centro Quintero, se presentó una concentración de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 82% de la norma anual y en estación Quintero se observó una concentración de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 80%



de la norma anual, el resto de las estaciones presentan concentraciones por debajo del 80% del límite de la norma anual.

Tabla 26 Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2022 al 2024

Red	Estación	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Tres años (2022-2023-2024) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual ($50\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Aes Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	39	42	38	40	80
	La Greda	38	42	42	41	82
	Puchuncaví	37	39	35	37	74
	Los Maitenes	26	30	25	27	54
	Valle Alegre	27	30	25	27	54
ENAP Refinerías	Concón	36	40	38	38	76
	Colmo	40	39	36	38	76
	Junta de Vecinos	30	33	32	32	64
GNL Quintero	Centro Quintero	40	42	40	41	82
ENEL	Loncura	40	29	15	28	56

Complementariamente, en el Gráfico 4, se pueden observar las concentraciones correspondientes al promedio aritmético de tres años calendario consecutivo, para el período comprendido entre el día 1 ° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024.

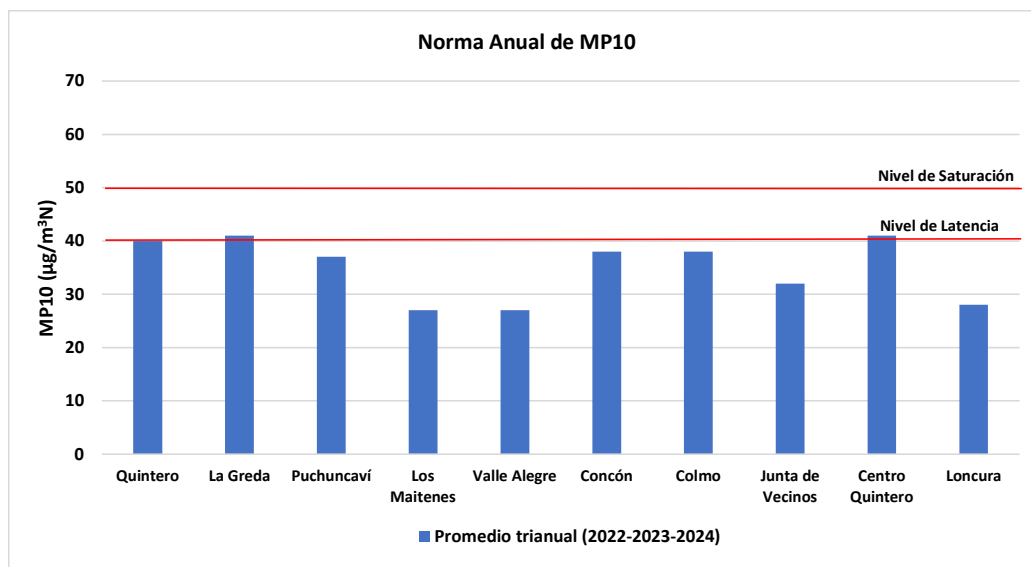


Gráfico 4 Norma anual para MP10



6.3. Evaluación de la norma primaria SO₂

6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO₂

El periodo de evaluación de la norma primaria de 1 hora para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 27, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para SO₂, en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, se supera de acuerdo con las siguientes condiciones:

- a. Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, fuere mayor o igual a 134 ppbv (350 µg/m³N). A partir del cuarto año calendario de publicada la norma en el diario oficial, se considerará un percentil 99 para evaluar esta condición.
- b. Se considerará superada la norma de 1 hora, si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece. A partir del cuarto año calendario año de publicada la norma en el Diario Oficial, se considera un percentil 99 para evaluar esta condición.

Cabe destacar que el Artículo 5° de la norma establece que a partir del cuarto año calendario de publicada la norma en el Diario Oficial (16 de mayo de 2019), se considera el percentil 99 para evaluar la condición a. y condición b. de la norma primaria horaria, por lo tanto se determinó el valor para el año 2022 considerando el percentil 99, de esta manera para determinar el promedio aritmético de estos tres años calendario sucesivos, se utilizó el mismo percentil y criterio de cálculo, esto permitió evaluar la norma horaria.

De acuerdo con lo calculado, Tabla 27, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y tampoco el 80% de límite de la norma. Señalar que, la concentración más alta obtenida como promedio de tres años del percentil 99, se presentó en la estación Los Maitenes con una concentración de 45,36 ppbv, equivalente al 34% respecto del límite de la norma de 1 hora.



Tabla 27 Evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂ para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 2022 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2022 (268 ppbv)	Percentil 99 2023 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2023 (268 ppbv)	Percentil 99 2024 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2024 (268 ppbv)	Promedio Tres años 2022- 2023-2024 (ppbv)	% de la Norma Horaria (134 ppbv)
Quintero	50,71	19	30,84	12	6,23	2,3	29,26	22
La Greda	19,32	7	8,97	3	4,39	1,6	10,89	8
Puchuncaví	24,20	9	16,54	6	9,13	3,4	16,62	12
Los Maitenes	66,76	25	60,14	22	9,19	3,4	45,36	34
Valle Alegre	26,21	10	14,26	5	5,32	2,0	15,26	11
Concón	18,75	7	25,07	9	19,92	7,4	21,25	16
Colmo	14,30	5	5,02	2	5,79	2,2	8,37	6,2
Junta de Vecinos	8,59	3	11,82	4	8,99	3,4	9,80	7
Las Gaviotas	10,90	4	7,59	3	6,20	2,3	8,23	6,1
Centro Quintero	47,76	18	29,53	11	6,80	2,5	28,03	21
Loncura	29,76	11	16,64	6	2,66	1	16,35	12

El Gráfico 5, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99 del periodo como promedio tres años (condición a). Mientras que, el Gráfico 6 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para cada uno de los años de periodo analizado (condición b).



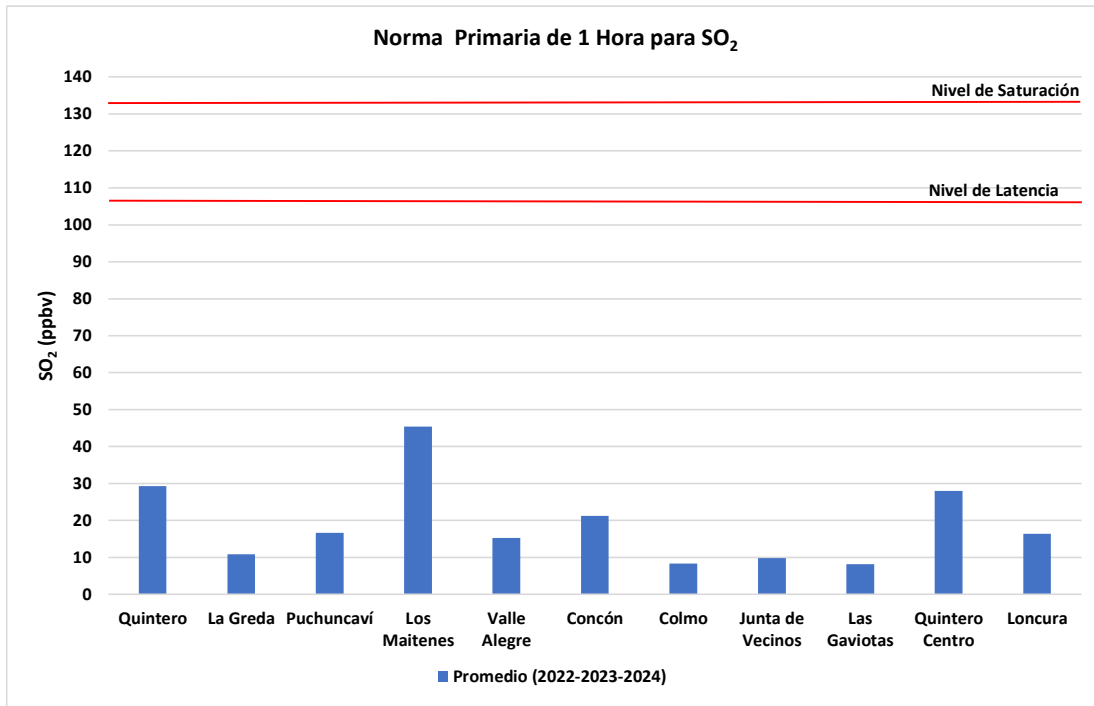


Gráfico 5 Norma primaria de 1 hora para SO₂, promedio tres años periodo 2022 al 2024 (condición a)

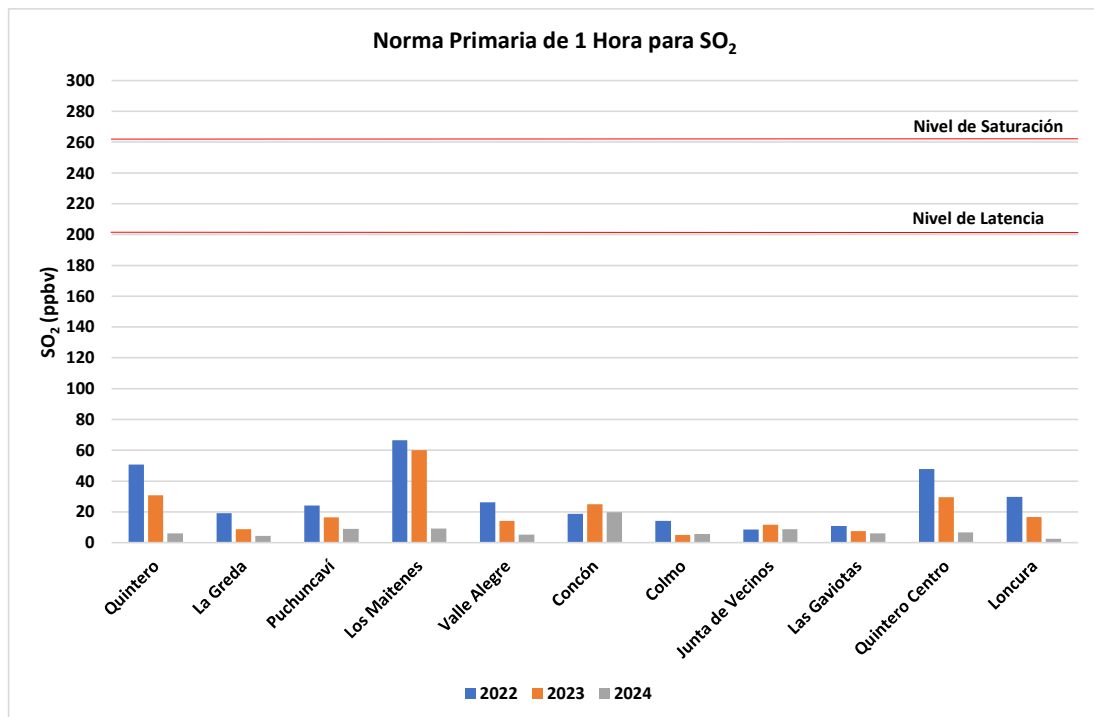


Gráfico 6 Norma primaria de 1 hora para SO₂, por año para el periodo 2022 al 2024 (condición b)



En la Tabla 28, se resume el número de días de excedencias a la norma de 1 hora de SO₂ por estación para los años 2023 y 2024, el análisis de los datos determinó que para el año 2023 el mayor número de excedencias horarias a la norma se presentaron en: Los Maitenes con 5 días, Quintero con 3 días y Centro Quintero con 2 días. Por otra parte, en el año 2024 no se observa superación a la norma horaria de SO₂ en ninguna de las estaciones evaluadas.

Tabla 28 N° de Excedencias a la norma de 1 Hora de SO₂, por estación en los años 2023 y 2024

Estación	N° de Excedencia Horarias 2023	N° de Excedencia Horarias 2024
La Greda	0	0
Los Maitenes	5	0
Puchuncaví	0	0
Quintero	3	0
Valle Alegre	0	0
Colmo	0	0
Concón	0	0
Junta Vecinos	1	0
Las Gaviotas	0	0
Centro Quintero	2	0
Loncura	0	0

El Gráfico 7, muestra el número de excedencias por estación, disgregada a nivel mensual, para los años 2023 y 2024, donde se observa que para el año 2023 los días en los cuales hubo más excedencia a la norma de 1 hora ocurrió entre enero y junio, siendo las estaciones de Quintero y Los Maitenes, las que presentaron el mayor número de excedencias a la norma de 1 hora, y para el año 2024 no se observan excedencias a la norma en ninguna estación evaluada.

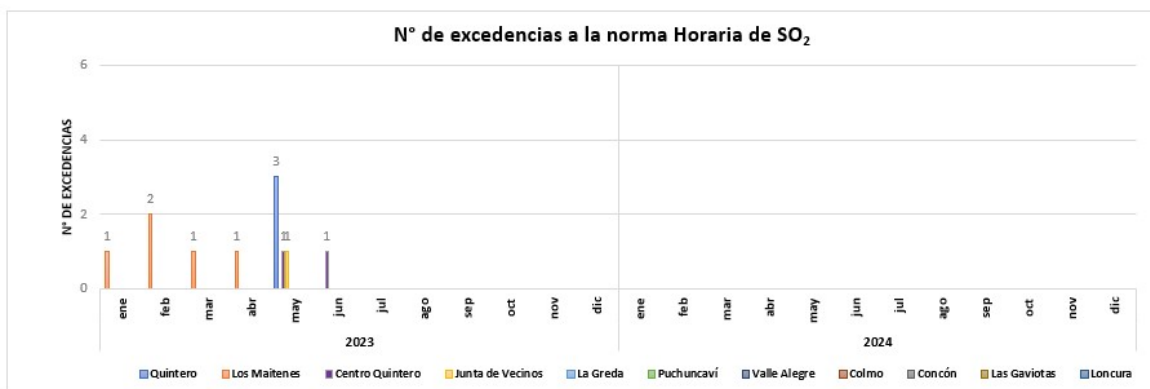


Gráfico 7 Número de Excedencias a la Norma 1 Hora de SO₂ para los años 2023 y 2024



6.3.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de la norma primaria de 24 horas para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 29, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO₂, en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, se supera de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, de los valores del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual a 57 ppbv (150 µg/m³N).
- Se considerará superada la norma 24 horas también, si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

De acuerdo con lo calculado, Tabla 29, se determinó que la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y las concentraciones obtenidas se encontraban muy por debajo del 80% del valor límite de la norma de 24 horas. Cabe señalar que, la concentración más alta como promedio tres años se observó en la estación Los Maitenes con 18,35 ppbv (32%).

Tabla 29 Evaluación de la norma primaria de 24 horas para SO₂ durante el período 2022 al 2024

Red	Estación	Percentil 99 2022 (ppbv)	Percentil 99 2023 (ppbv)	Percentil 99 2024 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Tres años (2022-2023-2024) (ppbv)	% de la Norma 24 horas 57 ppbv
Aes Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	25,48	18,00	6,03	16,50	29
	La Greda	11,47	8,19	4,11	7,92	13,9
	Puchuncaví	12,04	9,12	6,56	9,24	16
	Los Maitenes	23,12	24,52	7,40	18,35	32
	Valle Alegre	12,68	6,72	4,18	7,86	13,8
ENAP Refinerías	Concón	13,62	16,09	13,20	14,30	25,1
	Colmo	11,10	4,24	5,57	6,97	12
	Junta de Vecinos	5,99	8,96	8,00	7,65	13
	Las Gaviotas	7,64	5,90	5,72	6,42	11
GNL Quintero	Centro Quintero	20,98	16,52	5,55	14,35	25,2
ENEL	Loncura	13,25	8,11	1,5	7,62	13,4



El Gráfico 8, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99 del periodo como promedio tres años (condición a). Mientras que, el Gráfico 9 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas para cada uno de los años del periodo analizado (condición b).

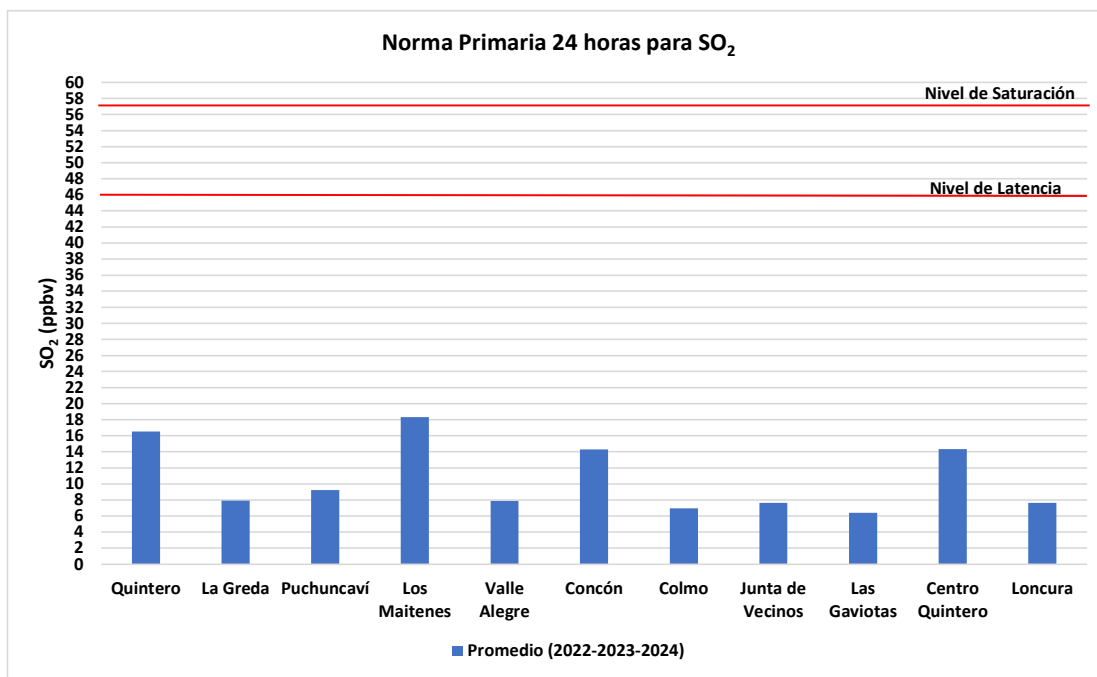


Gráfico 8 Norma primaria 24 horas para SO₂, promedio tres años, periodo 2022 al 2024 (condición a)



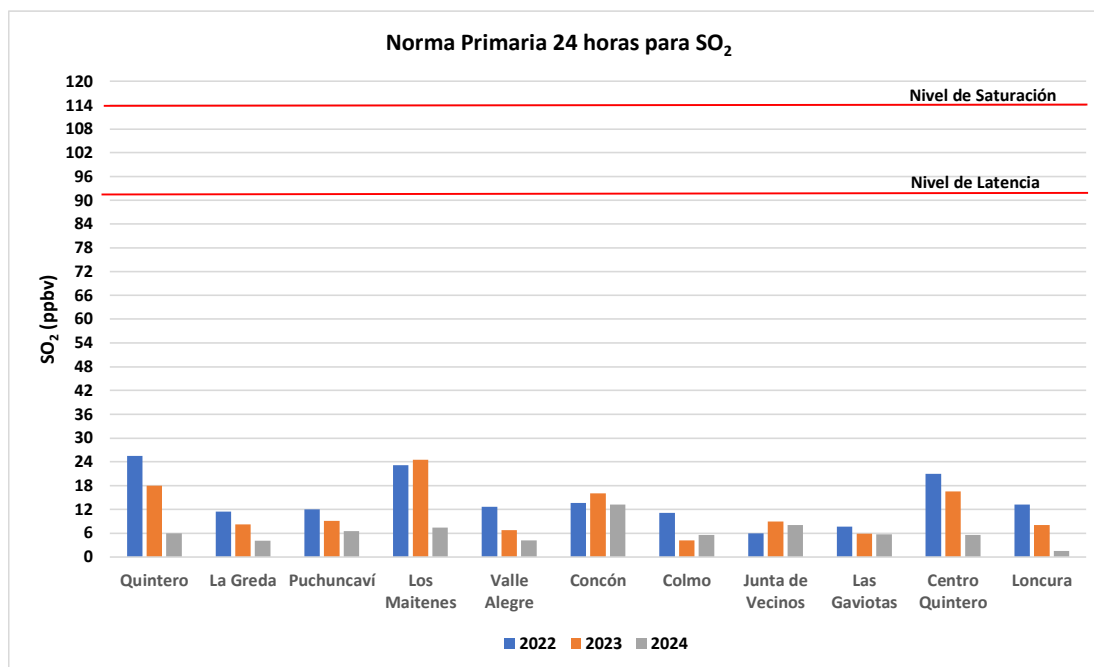


Gráfico 9 Norma primaria 24 horas para SO₂, por año para el periodo 2022 al 2024 (condición b)

6.3.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO₂

El periodo de evaluación de la norma primaria anual para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 30, se presenta un resumen con los promedios anuales de SO₂ en todas las estaciones de la red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, se supera de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual a 23 ppbv (60 µg/m³N).
- Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

De acuerdo con los resultados de la evaluación de la norma primaria anual, presentados en la Tabla 30, se determinó que las concentraciones obtenidas correspondientes al promedio tres años no superaron la norma anual ni el 80% del límite de la norma primaria, por lo tanto, en ninguna de ellas se superó el límite establecido en la norma primaria anual y los valores se encontraron por debajo del 23% respecto del valor límite.



Tabla 30 Evaluación de la norma primaria anual para SO₂ durante el período 2022 al 2024

Red	Estación	Concentración Anual 2022 (ppbv)	Concentración Anual 2023 (ppbv)	Concentración Anual 2024 (ppbv)	Promedio Tres años (2022-2023-2024) (ppbv)	% de la Norma Anual 23 (ppbv)
Aes Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	5,36	3,62	2,05	3,68	16
	La Greda	5,10	2,89	2,92	3,64	15,8
	Puchuncaví	6,20	4,23	4,99	5,14	22,3
	Los Maitenes	5,86	5,83	3,74	5,14	22,4
	Valle Alegre	4,68	2,15	2,91	3,25	14,1
ENAP Refinerías	Concón	4,00	4,82	5,24	4,69	20
	Colmo	3,80	2,68	3,61	3,36	14,6
	Junta de Vecinos	3,98	4,52	4,51	4,34	19
	Las Gaviotas	4,47	3,88	3,52	3,96	17,2
GNL Quintero	Centro Quintero	5,07	4,10	2,65	3,94	17,1
ENEL	Loncura	2,51	1,46	0,8	1,59	7

El Gráfico 10, muestra el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios (condición a), y el Gráfico 11 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años de periodo analizado (condición b).

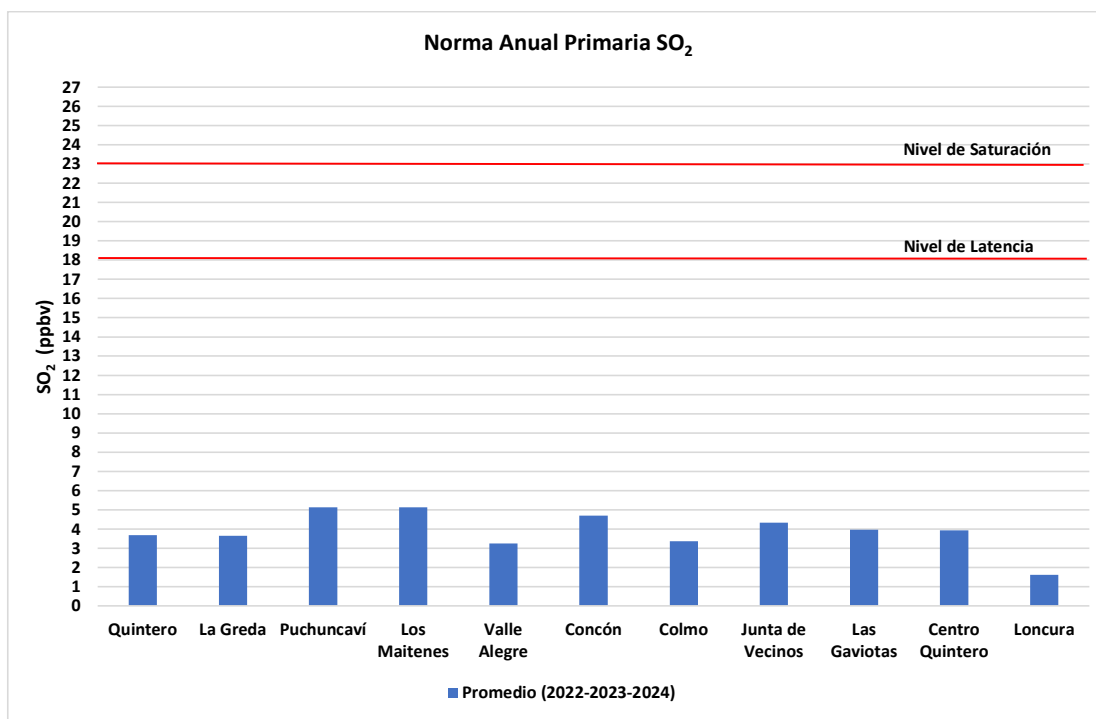


Gráfico 10 Norma primaria anual para SO₂, promedio tres años periodo 2022 al 2024 (condición a)



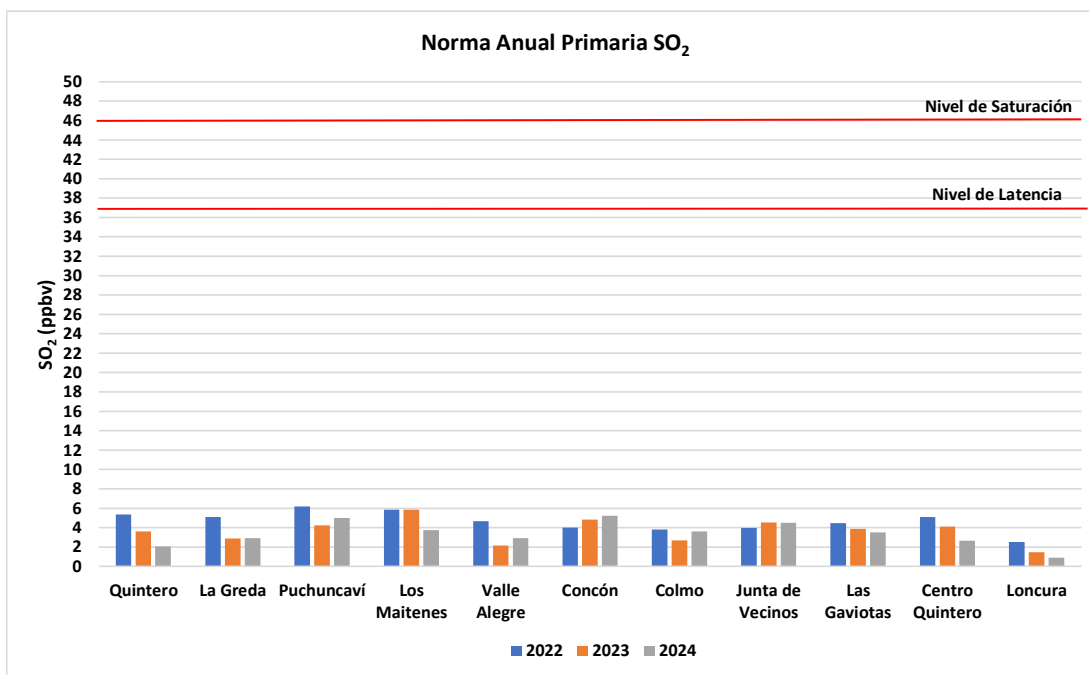


Gráfico 11 Norma primaria anual para SO₂, promedio anual por año para periodo 2022 al 2024 (condición b)

6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO₂

6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO₂

El periodo de evaluación de la norma secundaria horaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 31, se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO₂ en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 382 ppbv (1.000 µg/m³N). Además, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 1 hora, si en un año calendario el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 764 ppbv (2.000 µg/m³N).

En la Tabla 31, se muestran los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio tres años y el porcentaje respecto de la norma secundaria horaria, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite horario anual de 382 ppbv. Del



mismo modo, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite horario anual (764 ppbv). Por lo tanto, se concluye que la norma horaria no fue superada en ninguna de las estaciones evaluadas.

Tabla 31 Evaluación de la norma secundaria horaria para SO₂ durante el periodo 2022 al 2024

Estación	Percentil 99,73 2022 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2022 (764 ppbv)	Percentil 99,73 2023 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2023 (764 ppbv)	Percentil 99,73 2024 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2024 (764 ppbv)	Promedio Tres años (ppbv) 2022 al 2024	% de la Norma Horaria (382 ppbv)
Quintero	103,37	13,5	56,89	7	7,75	1,0	56,00	15
La Greda	34,75	4,5	16,18	2	6,24	0,8	19,06	5
Puchuncaví	32,74	4,3	23,31	3	12,51	1,64	22,85	6
Los Maitenes	105,05	14	102,41	13	15,66	2,0	74,37	19
Valle Alegre	38,58	5	24,77	3	8,83	1,2	24,06	6
Sur	59,27	8	49,33	6	11,63	1,5	40,08	10
Concón	30,57	4	44,93	6	27,68	3,6	34,39	9
Colmo	15,09	2	7,19	1	10,31	1,3	10,86	2,8
Junta de Vecinos	15,04	2	16,23	2	11,86	1,55	14,38	4
Las Gaviotas	14,59	2	10,38	1	7,03	0,9	10,67	2,8
Centro Quintero	78,76	10	49,73	7	12,24	1,60	46,91	12
Loncura	49,86	7	29,07	4	4,6	0,6	27,84	7

El Gráfico 12, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio tres años. Mientras que el Gráfico 13 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para cada uno de los años del periodo analizado.



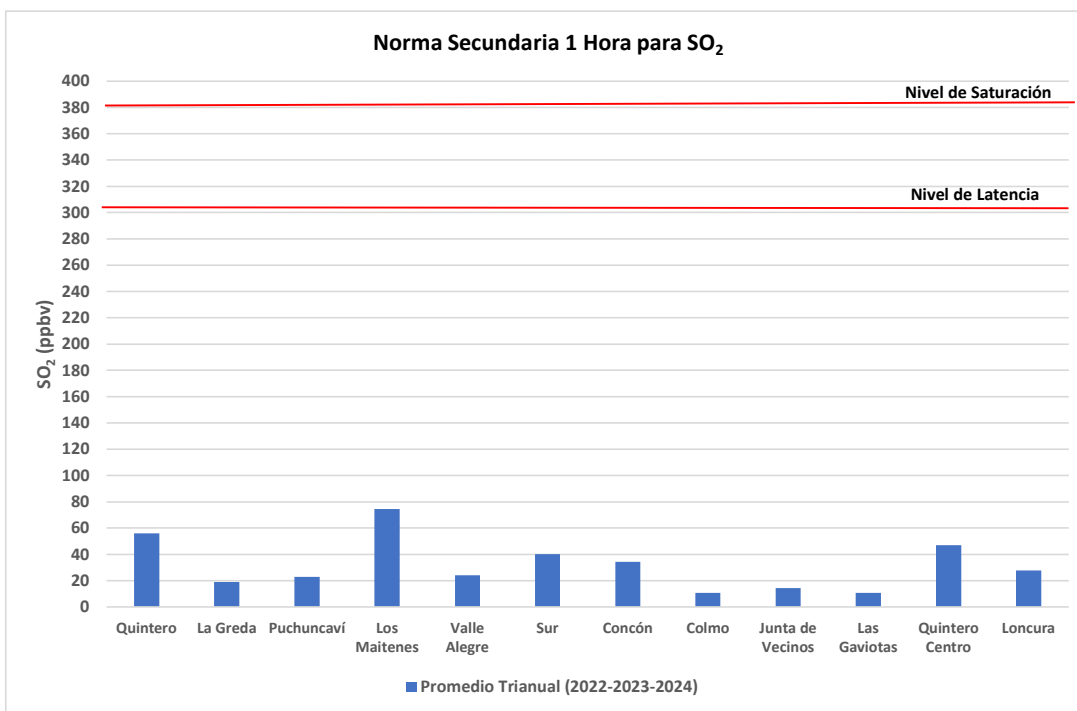


Gráfico 12 Norma secundaria horaria para SO₂, promedio tres años periodo 2022 al 2024

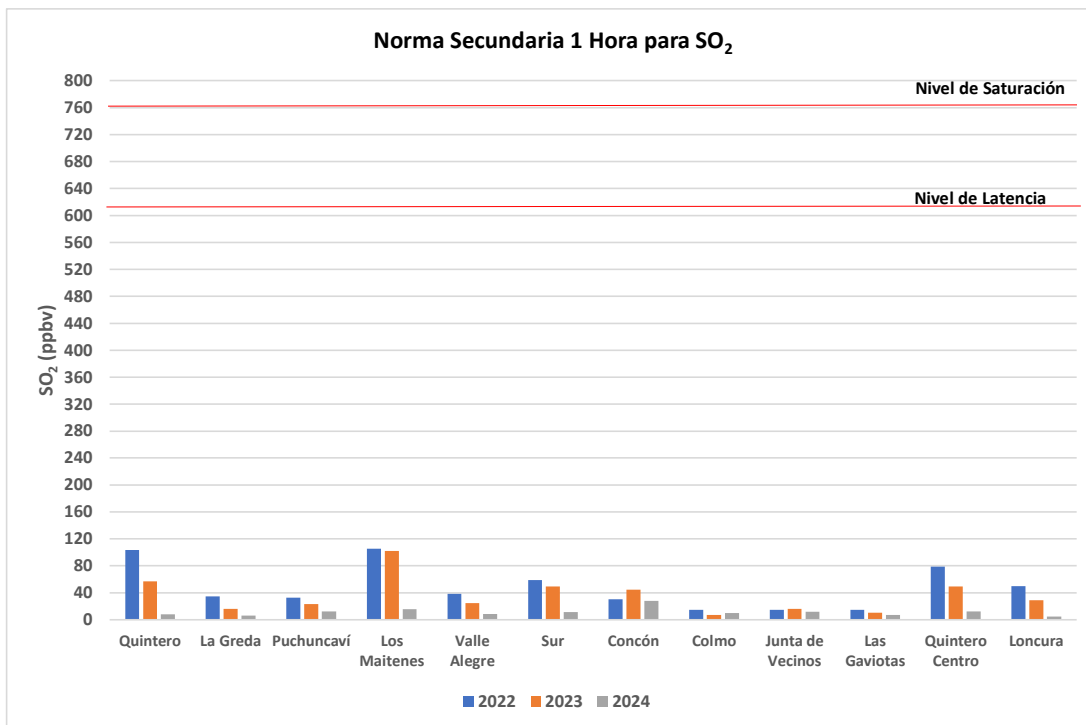


Gráfico 13 Norma secundaria horaria para SO₂, por, año para el periodo 2022 al 2024



6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de la norma secundaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 32, se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,7 de la norma secundaria de 24 horas para SO₂ en todas las estaciones de pertenecientes a las redes de Ventanas, ENAP Refinerías, Enel y GNL Quintero.

Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 140 ppbv (365 µg/m³N). Además, se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para dióxido de azufre como concentración de 24 horas, si en un año calendario el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 280 ppbv (730 µg/m³N).

En la Tabla 32, se presentan los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo 2022 al 2024, como promedio tres años y el porcentaje respecto a la norma 24 horas, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite normativo. Del mismo modo, se evaluó el percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite que exige la norma.

Tabla 32 Evaluación de la norma secundaria de 24 horas para SO₂ durante el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99,7 2022 (ppbv)	% de la Norma 24 horas (280 ppbv)	Percentil 99,7 2023 (ppbv)	% de la Norma 24 horas (280 ppbv)	Percentil 99,7 2024 (ppbv)	% de la Norma 24 horas (280 ppbv)	Promedio Percentil 99,7 24 horas (2022-2023-2024) (ppbv)	% de la Norma 24 horas (140 ppbv)
Quintero	37,64	13	21,09	8	6,36	6,7	21,70	15,5
La Greda	13,26	4,7	8,59	3	5,20	5,6	9,02	6,4
Puchuncaví	14,24	5	9,31	3	7,44	7,8	10,33	7,4
Los Maitenes	26,91	10	34,44	12	8,42	8,8	23,26	16,6
Valle Alegre	15,15	5,4	8,46	3	5,11	5,5	9,57	6,8
Sur	20,75	7	17,03	6	5,65	6,0	14,48	10,3
Concón	16,15	5,8	24,45	9	14,15	14,5	18,25	13,0
Colmo	14,61	5	4,81	2	7,07	7,4	8,83	6,3
Junta de Vecinos	7,47	2,7	9,27	3	8,18	8,5	8,31	5,9
Las Gaviotas	8,85	3	7,11	3	6,17	6,5	7,38	5,3



Centro Quintero	25,52	9	17,49	6	12,13	12,5	18,38	13,1
Loncura	16,54	6	12,02	4	1,95	0,7	10,17	7,2

El Gráfico 14, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio tres años. Mientras que el Gráfico 15 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas para cada uno de los años de periodo analizado.

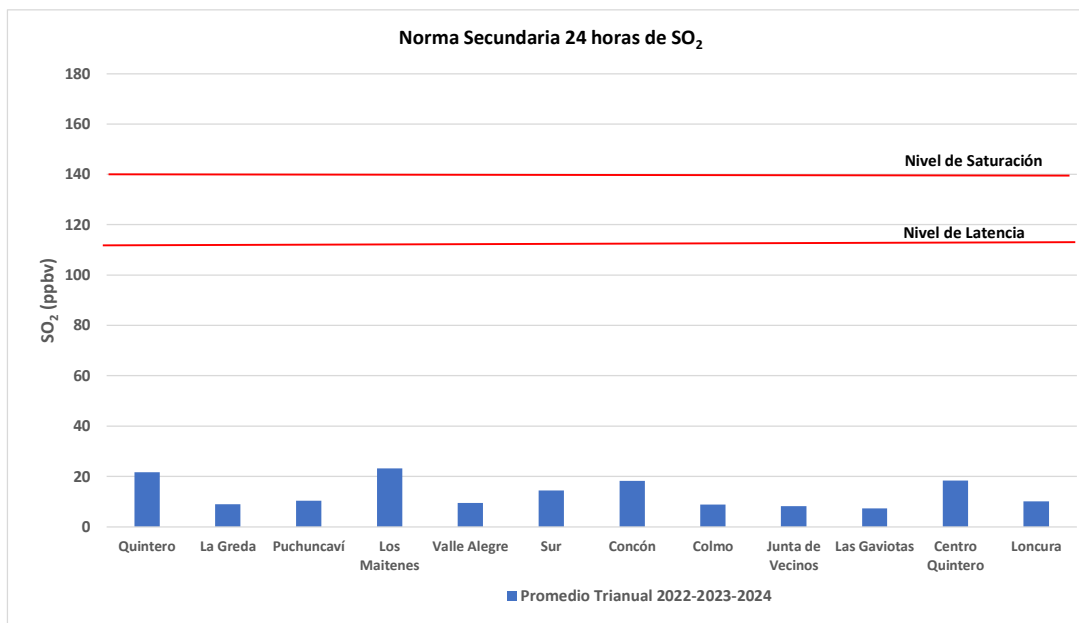


Gráfico 14 Norma secundaria diaria promedio tres años para SO₂, periodo 2022 al 2024

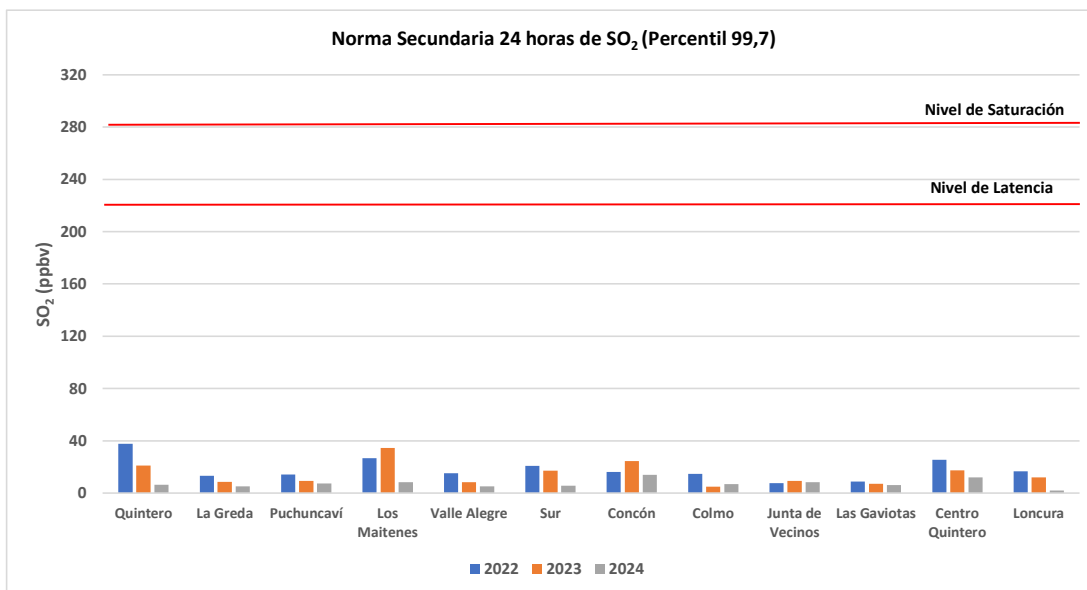


Gráfico 15 Norma secundaria diaria para SO₂, por año para el periodo 2022 al 2024



6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO₂

Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO₂ como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 31 ppbv (80 µg/m³N). Se considera también sobrepasada la norma secundaria de calidad del aire como concentración anual, si en un año calendario, el valor de concentración en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 62 ppbv (160 µg/m³N).

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, se muestran los valores obtenidos del análisis de las concentraciones anuales del periodo como promedio tres años y el porcentaje respecto de la norma anual, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite (31 ppbv). Del mismo modo, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite (62 ppbv). Por lo tanto, se concluye que la norma anual no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio.

Tabla 33 Evaluación de la norma secundaria anual para SO₂ durante el período 2022 al 2024

Estación	Conc. Anual 2022 (ppbv)	% de la Norma Anual 2022 (62ppbv)	Conc. Anual 2023 (ppbv)	% de la Norma Anual 2023 (62ppbv)	Conc. Anual 2024 (ppbv)	% de la Norma Anual 2024 (62ppbv)	Promedio Tres años (2022-2023-2024) (ppbv)	% de la Norma Anual (31 ppbv)
Quintero	5,36	8,6	3,62	6	2,05	3	3,68	12
La Greda	5,10	8	2,89	5	2,92	5	3,64	11,7
Puchuncaví	6,20	10	4,23	7	4,99	8	5,14	17
Los Maitenes	5,86	9,5	5,83	9	3,74	6	5,14	17
Valle Alegre	4,68	7,5	2,15	3	2,91	5	3,25	10
Sur	5,76	9	4,31	7	3,34	5	4,47	14
Concón	4,00	6,4	4,82	8	5,24	8	4,69	15
Colmo	3,80	6	2,68	4	3,61	6	3,36	11
Junta de Vecinos	3,98	6,4	4,52	7	4,51	7	4,34	14
Las Gaviotas	4,47	7	3,88	6	3,52	6	3,96	12,8
Centro Quintero	5,07	8	4,10	7	2,65	4	3,94	12,7
Loncura	2,51	4	1,46	2	0,8	1	1,59	5,1

El Gráfico 16, muestra las concentraciones anuales del periodo como promedio tres años. Mientras que, el Gráfico 17, presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años analizados.



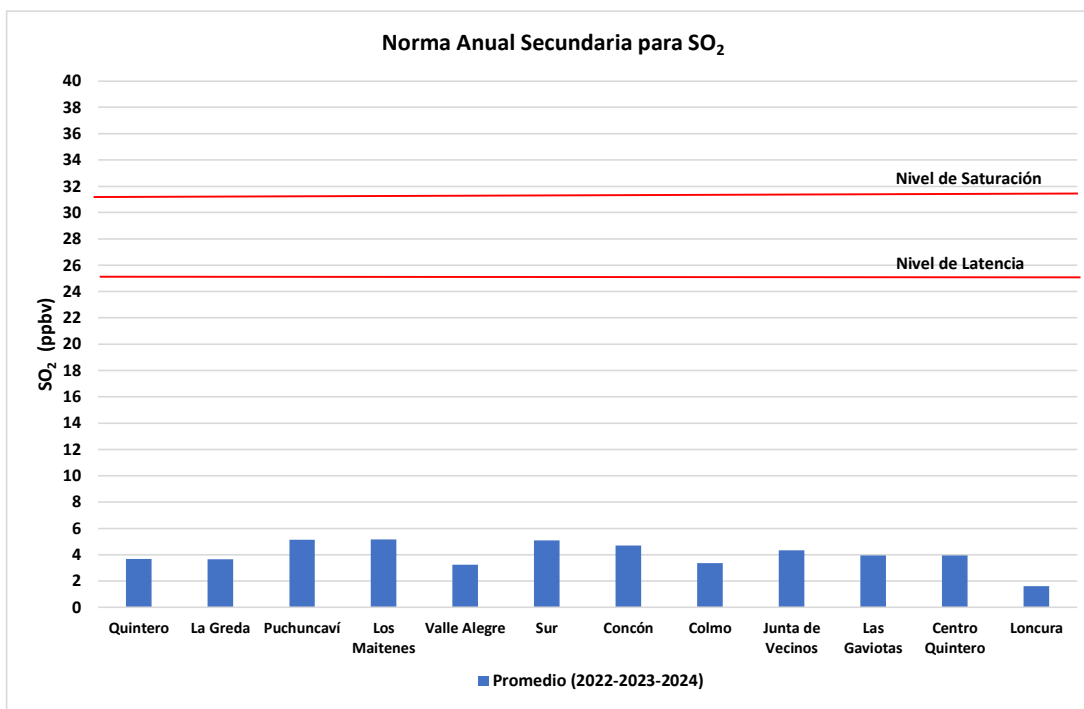


Gráfico 16 Norma secundaria promedio tres años para SO₂, periodo 2022 al 2024

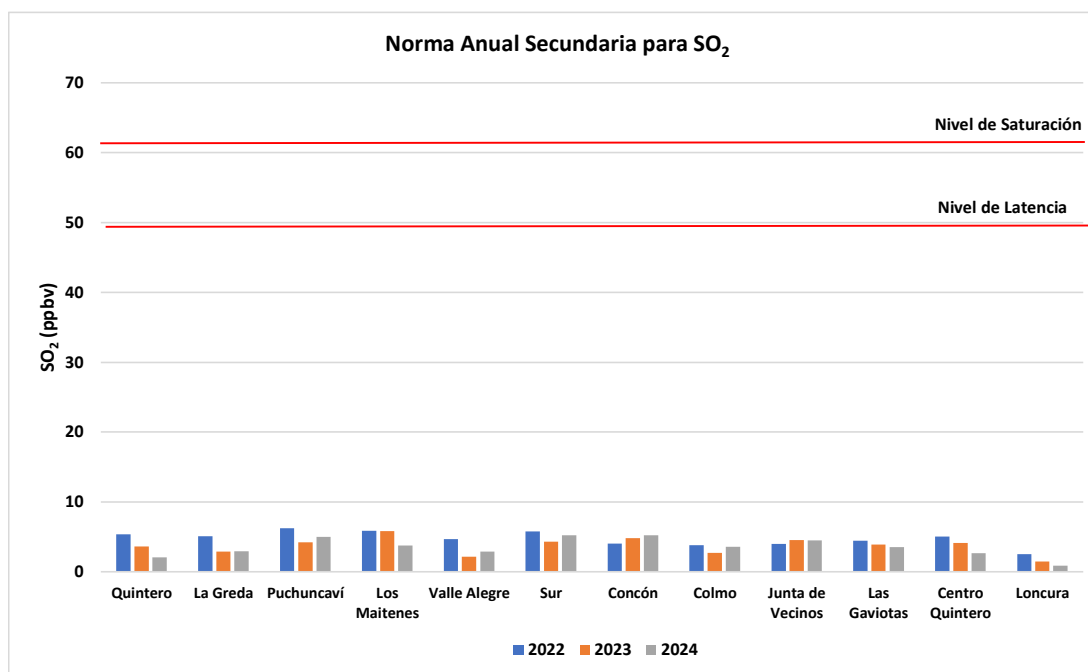


Gráfico 17 Norma secundaria anual para SO₂, por año para el periodo 2022 al 2024



6.5. Evaluación de la norma primaria de Plomo (Pb)

6.5.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb)

La norma primaria de calidad del aire para el contaminante plomo, D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República, establece que el límite para plomo será de 0,5 microgramos por metro cúbico normal ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como concentración anual.

Cabe señalar que se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos supera el nivel de la norma en cualquier estación con representatividad poblacional.

Para la evaluación de la norma de plomo se utilizaron los resultados de los análisis químicos efectuados a los filtros de material particulado MP10. El periodo de evaluación de la norma anual de plomo (Pb), corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2023 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 34, se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo sólo en las estaciones de monitoreo de la Red de Aes Gener – CODELCO. Cabe destacar que las estaciones de la Red de ENAP Refinerías no poseen información suficiente para efectuar una evaluación normativa, debido a las exigencias de su evaluación ambiental, y por lo tanto no se consideran para la evaluación de esta norma.

El promedio bianual expresado en porcentaje, Tabla 34, muestra que la norma anual de Plomo no fue superada en las estaciones de monitoreo de la Red en estudio, y los porcentajes obtenidos respecto de la norma anual se encontraron por debajo del 80% de la norma anual.

Tabla 34 Evaluación de la norma primaria anual para Pb durante el período 2023 al 2024

Red	Estación	Concentración Anual 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Concentración Anual 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio bianual (2023-2024) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 0,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Aes Gener y CODELCO División Ventanas	Quintero	0,008	0,002	0,005	1,0
	La Greda	0,003	0,002	0,003	0,5
	Puchuncaví	0,002	0,001	0,002	0,3
	Los Maitenes	0,01	0,001	0,006	1,1
	Valle Alegre	0,003	0,001	0,002	0,4

El Gráfico 18, presenta el promedio bianual de las concentraciones anuales de Plomo para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2023 y el día 31 de diciembre de 2024.



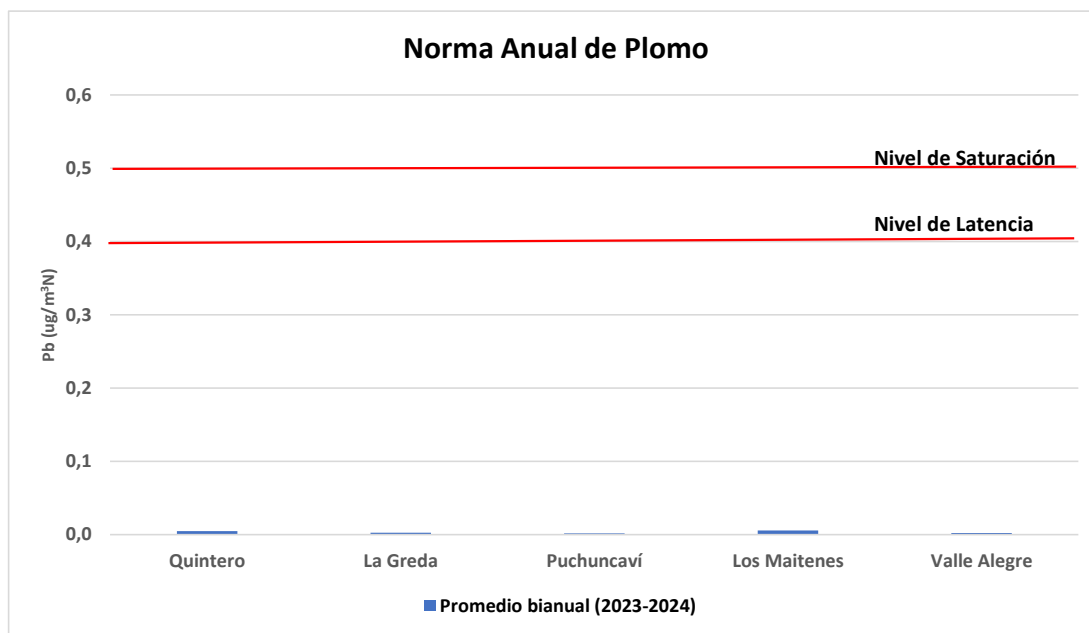


Gráfico 18 Norma anual para Plomo (Pb)



6.6. Evaluación de la norma primaria de Dióxido de Nitrógeno

6.6.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora para NO₂

El periodo de evaluación de la norma primaria horaria para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En Tabla 35, se presenta un resumen con los valores obtenidos de la evaluación de NO₂ en las estaciones en estudio.

La norma primaria de calidad de aire, D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora será de 200 µg/m³N.

Cabe señalar que, la norma de 1 hora se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 1 hora, cuando ocurra al menos, una de las siguientes condiciones:

- El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados cada año, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.
- 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.

De acuerdo con lo calculado, Tabla 35, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y tampoco se superó el 80% del límite de norma. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del promedio de tres años del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, determinó que la concentración más alta fue de 83,2 µg/m³N en estación Concón, correspondiente al 42% respecto del límite de la norma de 1 hora.

Tabla 35 Evaluación de la norma primaria 1 hora para NO₂ durante el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 2022 (µg/m ³ N)	Percentil 99 2023 (µg/m ³ N)	Percentil 99 2024 (µg/m ³ N)	Promedio Tres años (µg/m ³ N) 2022 al 2024	% de la Norma Horaria (200 µg/m ³ N)
Colmo	55,1	58,0	42,4	51,8	26
Concón	123,9	59,7	66,0	83,2	42
Centro Quintero	57,4	62,5	71,1	63,7	32
Loncura	46,9	43,5	57,0	49,1	25



El Gráfico 19, muestra el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados cada año, en el gráfico muestra los valores obtenidos en las estaciones.

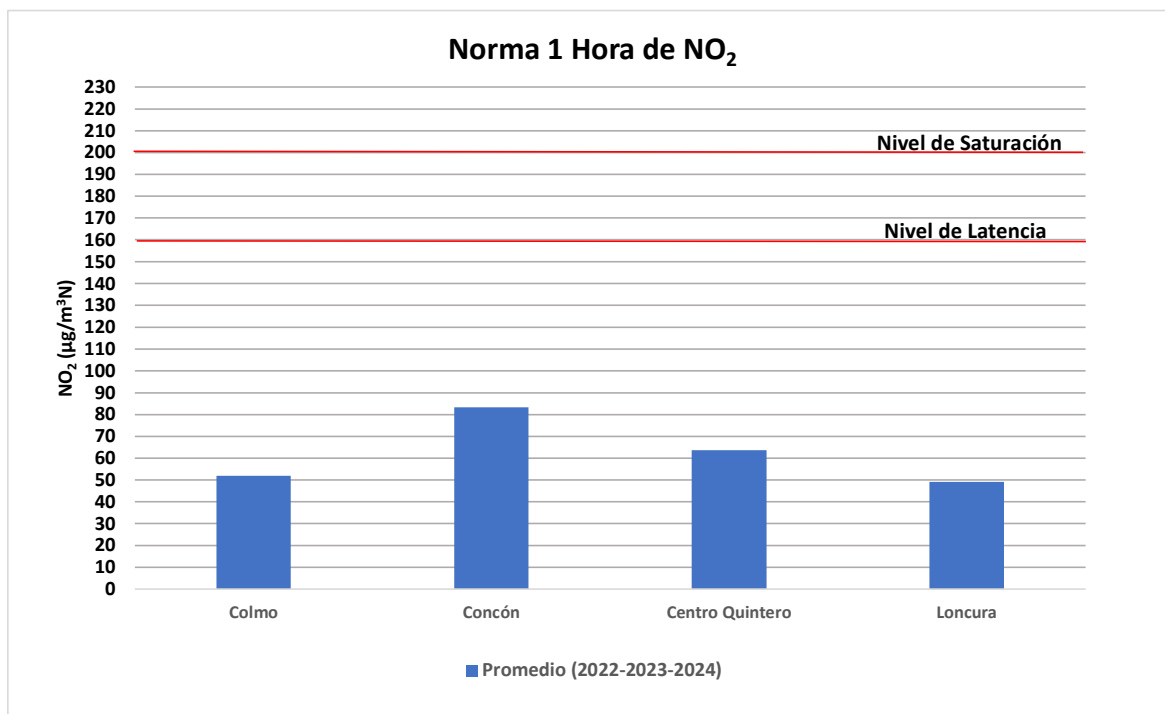


Gráfico 19 Norma primaria horaria para NO₂ durante el período 2022 al 2024

6.6.2. Evaluación de la norma primaria de 24 horas para NO₂

El periodo de evaluación de la norma primaria 24 horas para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En Tabla 36, se presenta un resumen con los valores obtenidos de la evaluación de NO₂ en las estaciones en estudio.

La norma primaria de calidad de aire, D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, para dióxido de nitrógeno como concentración de 24 horas será de 100 µg/m³N.

Cabe señalar que, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración de 24 horas, cuando ocurra al menos, una de las siguientes condiciones:

- El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99 de la concentración de 24 horas registrados durante un año, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.
- 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 concentración 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.

De acuerdo con lo calculado, Tabla 36, se determinó que la norma de 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y tampoco se superó el 80% del límite de la norma. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del promedio de tres años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, determinó que la concentración más alta fue de 47,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Concón, correspondiente a 48% del límite de la norma de 24 horas.

Tabla 36 Evaluación de la norma primaria de 24 horas para NO_2 durante el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 99 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Tres años ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) 2022 al 2024	% de la Norma 24 Horas (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Colmo	29,0	34,5	25,4	29,6	30
Concón	66,9	38,1	38,7	47,9	48
Centro Quintero	34,0	34,7	38,6	35,8	36
Loncura	21,3	22,1	26,5	23,3	23

El Gráfico 20, muestra el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, donde se pueden observar de manera gráfica los valores obtenidos en las estaciones.

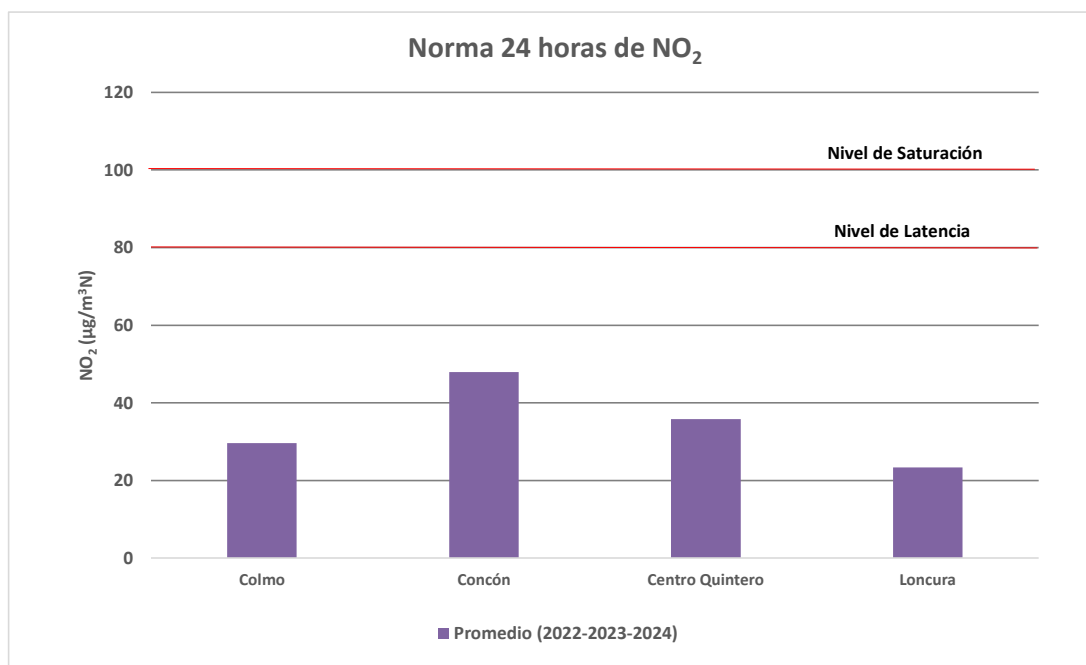


Gráfico 20 Norma primaria 24 horas para NO_2 para el período 2022 al 2024

Superintendencia del Medio Ambiente
Teatinos 280 pisos 7, 8 y 9, Santiago / contacto.sma@sma.gob.cl / www.sma.gob.cl
DFZ-2025-2276-V-NC



6.6.3. Evaluación de la norma primaria anual para NO₂

El periodo de evaluación de la norma primaria anual para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En Tabla 37, se presenta un resumen con los valores obtenidos de la evaluación de NO₂ en las estaciones en estudio.

La norma primaria de calidad de aire, D.S. N° 40/2024 del Ministerio del Medio Ambiente, para dióxido de nitrógeno como concentración de 24 horas será de 40 µg/m³N.

Cabe señalar que, la norma anual se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno como concentración promedio de tres años, cuando ocurra al menos, una de las siguientes condiciones:

- El promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual al valor de la norma que se establece.
- Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

De acuerdo con lo calculado, Tabla 37, se determinó que la norma anual no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio, y las concentraciones promedio de tres años no superaron el 80% respecto del límite de la norma la norma. Cabe señalar que, la concentración más alta obtenida fue de 17,5 µg/m³N en estación Concón, correspondiente al 44% respecto del límite la norma anual.

Tabla 37 Evaluación de la norma primaria anual para NO₂ durante el período 2022 al 2024

Estación	Promedio Anual 2022 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2023 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2024 (µg/m ³ N)	Promedio Tres años (µg/m ³ N) 2022 al 2024	% de la Norma Horaria (40 µg/m ³ N)
Colmo	15,4	14,3	12,7	14,1	35
Concón	19,3	16,4	16,9	17,5	44
Centro Quintero	17,2	17,5	17,0	17,2	43
Loncura	7,8	8,7	9,2	8,6	21

El Gráfico 21, muestra el promedio aritmético de tres años sucesivos de las concentraciones anuales para el año 2022, 2023 y 2024, el gráfico muestra los valores obtenidos en las estaciones.



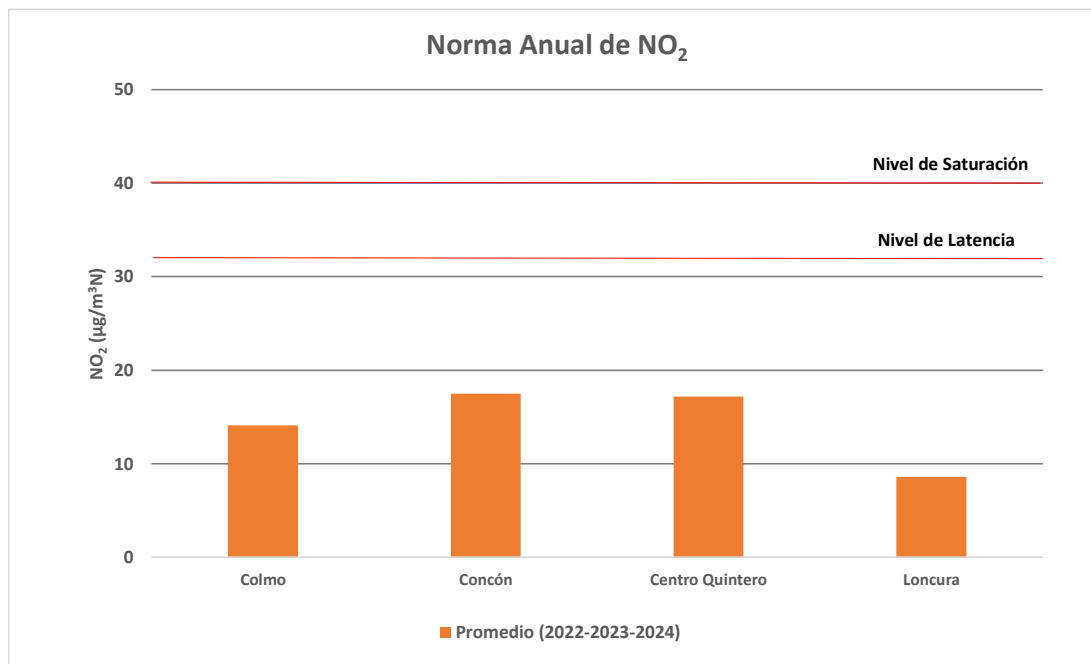


Gráfico 21 Norma primaria anual para NO₂ durante el período 2022 al 2024

6.7. Evaluación de la norma primaria de ozono (O₃)

6.7.1. Evaluación de la norma 8 horas O₃

El período de evaluación de la norma 8 horas para O₃, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 112/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para O₃ como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de las concentraciones de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 61 ppbv (120 µg/m³N).

Cabe señalar que, para el periodo evaluado, en la mayoría de las estaciones presentaron un porcentaje de datos validos superior al 75% requerido en la norma. Los resultados del cálculo del percentil 99, presentados en la Tabla 38 muestran que la norma como concentración de 8 horas no fue superada y tampoco el 80% del límite de la norma. Cabe destacar que, la concentración más alta obtenida fue de 36,11_ppbv en estación Concón, equivalente al 59% de límite de la norma.



Tabla 38 Evaluación de la norma 8 horas para O₃ para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 Año 2022 (ppbv)	Percentil 99 Año 2023 (ppbv)	Percentil 99 Año 2024 (ppbv)	Promedio Trianual (2022-2023-2024) (ppbv)	% de la Norma 8 horas (61 ppbv)
Colmo	31,68	32,14	24,72	29,51	48
Concón	46,25	33,34	28,73	36,11	59
Centro Quintero	31,98	32,69	36,32	33,66	55
Loncura	30,30	24,44	23,02	25,92	42

El Gráfico 22, muestra el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de las concentraciones de 8 horas, donde se pueden observar de manera gráfica los valores obtenidos en las estaciones.

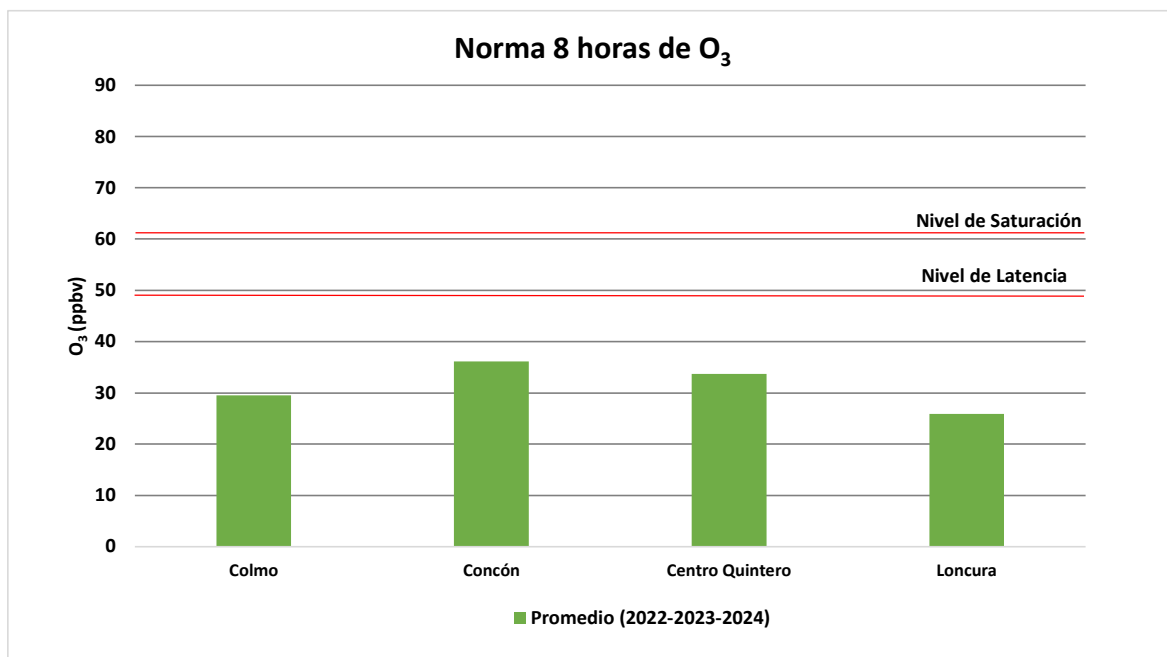


Gráfico 22 Norma 8 Horas para O₃ Promedio Trianual para el período 2022 al 2024



6.8. Evaluación de la norma CO

6.8.1. Evaluación de la norma 1 hora CO

El período de evaluación de la norma 1 hora para CO, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 39, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para CO, en todas las estaciones en estudio.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para CO 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 a 26 ppmv (30 µg/m³N).

De acuerdo al análisis efectuado, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio y tampoco fue superado el 80% de la norma (Tabla 39). Por otra parte, indicar que la concentración más alta se presentó en la estación Junta de Vecinos con un valor de 1,99 ppmv, correspondiente al 7,6% del límite de la norma de 1 hora.

Tabla 39 Evaluación de la norma 1 hora de CO para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 Año 2022 (ppmv)	Percentil 99 Año 2023 (ppmv)	Percentil 99 Año 2024 (ppmv)	Promedio Trianual (2022-2023-2024) (ppmv)	% de la Norma 1 hora (26 ppmv)
Colmo	1,41	1,52	1,36	1,43	5,5
Concón	1,30	1,44	1,35	1,36	5,2
Junta de Vecinos	1,71	2,10	2,16	1,99	7,6
Centro Quintero	1,61	1,35	0,40	0,62	2,4
Loncura	0,75	0,73	0,67	0,72	2,8

El Gráfico 23, muestra el comportamiento del percentil 99 de las concentraciones de CO para los años 2022, 2023 y 2024.



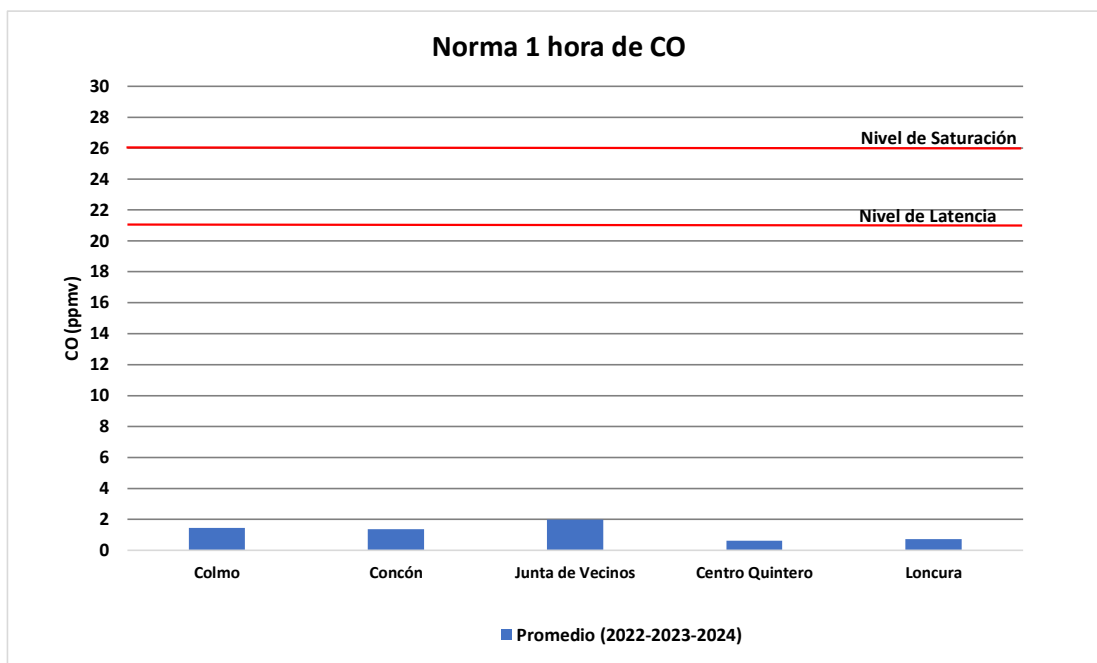


Gráfico 23 Norma 1 Hora para CO Promedio Trianual para el período 2022 al 2024

6.8.2. Evaluación de la norma 8 horas CO

El período de evaluación de la norma 8 horas para CO, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 40, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 8 horas para CO, en todas las estaciones de monitoreo en estudio.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para CO 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 a 9 ppmv (10 mg/m³N).

De la Tabla 40, es posible observar que la norma de 8 horas de CO no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio y tampoco se superó el 80% de la norma de 8 horas de CO. Cabe señalar que, la concentración más alta se observó en Junta de Vecinos con un valor de 1,55 ppmv, correspondiente al 17,3% del límite de la norma de 8 horas.



Tabla 40 Evaluación de la norma 8 horas para CO para el período 2022 al 2024

Estación	Percentil 99 Año 2022 (ppmv)	Percentil 99 Año 2023 (ppmv)	Percentil 99 Año 2024 (ppmv)	Promedio Trianual (2022-2023-2024) (ppmv)	% de la Norma 8 horas (9 ppmv)
Colmo	0,92	1,09	1,00	1,00	11,1
Concón	1,28	1,35	1,06	1,23	13,7
Junta de Vecinos	1,39	1,67	1,60	1,55	17,3
Centro Quintero	0,94	0,82	0,96	0,38	4,2
Loncura	0,40	0,44	0,46	0,43	4,8

El Gráfico 24, presenta el promedio trianual del percentil 99 de las concentraciones de 8 horas para CO por estación para el período 2022 al 2024.

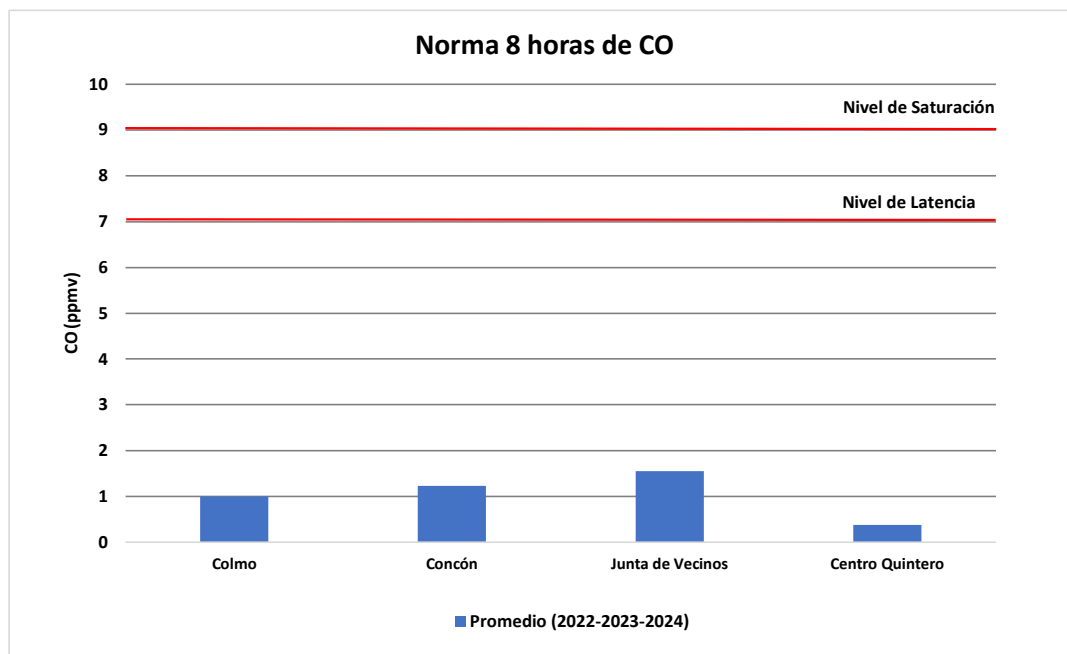


Gráfico 24 Norma 8 Horas para CO Promedio Trianual para el período 2022 al 2024



7. CONCLUSIONES

La revisión de las normas primarias y secundaria de calidad del aire se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP2,5, MP10, CO, O₃, NO₂, SO₂ y Pb, de las 12 estaciones de la Red; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Valle Alegre, Sur, Concón, Colmo, Junta de Vecinos, Las Gaviotas, Centro Quintero y Loncura. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado MP2,5; MP10, para los gases NO₂, O₃, CO, y SO₂ la representatividad poblacional para gases por norma primaria y la representatividad para recursos naturales por norma secundaria para SO₂, el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la SMA de la correcta validación de los datos por parte del titular. En el caso de los años 2022 y 2023, se consideró el análisis efectuado a los informes DFZ-2023-67-V-NC y DFZ-2024-1788-XIII-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante los años 2023 y 2024, respectivamente.

Norma de calidad del aire para MP2,5

La evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para MP2,5, establece que la norma de 24 horas será superada al registrar una concentración mayor a 50 µg/m³, la evaluación de la norma 24 horas concluyó que para el año 2022 la norma no fue superada, pero se observó superación del 80% del límite de la norma en la estación Quintero, con una concentración de 42 µg/m³ (84%) y en la estación Compañía de Bomberos de Concón con 40 µg/m³ (80%). En el caso del año 2023 tampoco fue superada la norma de 24 horas, y solo en la estación Concón se observa una concentración de 40 µg/m³, equivalente al 80% del límite de la norma. Y, por último, en el año 2024 las concentraciones no superaron el límite de la norma ni el 80% del límite de la norma de 24 horas, y el valor más alto obtenido fue en la estación La Greda con una concentración de 38 µg/m³ (76%).

Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2022, 2023 y 2024, indican que la norma no fue superada y las concentraciones expresadas como promedio tres años se mantuvieron por debajo del 80% del límite de la norma anual en todas las estaciones evaluadas, y las concentraciones como promedio tres años más altas se observaron en la estación Quintero, La Greda, Puchuncaví y Concón, todas con concentraciones de 14 µg/m³, equivalente al 70% del límite de la norma.



Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2022, 2023 y 2024, se determinó que el valor de la norma diaria de MP10, no fue superado en ninguna de las estaciones y los valores del percentil 98 se encuentran por debajo del 80% del límite de la norma, cabe señalar que la concentración más alta para el año 2024, se observó en la estación La Greda con un valor de $75 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 58% del límite de la norma 24 horas.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se determinó que la norma no fue superada, sin embargo, se observa que en las estaciones de La Greda y Centro Quintero, se presentó una concentración de $41 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 82% de la norma anual y en estación Quintero se observó una concentración de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 80% de la norma anual, el resto de las estaciones presentan concentraciones por debajo del 80% del límite de la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂, que establece como límite 134 ppbv ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 99 de tres años calendario sucesivos, determinó que la norma no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2022 al 2024), y la concentración más alta del promedio de tres años del percentil 99, se presentó en la estación Los Maitenes con una concentración de 45,36 ppbv, equivalente al 34% del límite de la norma.

Complementariamente, se calculó el número de excedencias a la norma de 1 hora de SO₂ por estación durante el año 2024, el cual determinó que no hubo excedencias a la norma en ninguna de las estaciones en estudio.

La evaluación de la norma primaria de SO₂, concluyó que la norma 24 horas de 57 ppbv ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2022 al 2024), y las concentraciones obtenidas se encontraban muy por debajo del 80% del valor límite de la norma de 24 horas. Cabe señalar que, la concentración más alta como promedio tres años se observó en la estación Los Maitenes con 18,35 ppbv, equivalente al 32% del límite de la norma.

Respecto de la norma anual que establece como límite 23 ppbv ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), se determinó que las concentraciones obtenidas correspondientes al promedio tres años se encontraron por debajo del 80% de la primaria norma, por lo tanto, en ninguna de las estaciones se superó el límite establecido en la norma primaria anual y los valores se encontraron por debajo del 23% respecto del valor límite.



Norma secundaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO₂, para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024, determinó lo siguiente:

Respecto a la norma secundaria horaria, se realizó una evaluación de esta en las dos condiciones descritas en la norma mencionada. En el caso de la evaluación mediante el cálculo del promedio tres años del percentil 99,73, que establece un límite de 382 ppbv (1.000 µg/m³N), se determinó que todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite normativo. En la segunda condición, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas durante un año calendario, el que establece un límite de 764 ppbv (2.000 µg/m³N), de lo cual se concluyó que todas las estaciones de la red se encontraron por debajo del 80% del límite horario definido para este caso. Por consiguiente, la norma secundaria horaria no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Para la norma secundaria de 24 horas, cuyo límite es de 140 ppbv (365 µg/m³N), el cálculo del promedio tres años del percentil 99,7 determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual manera, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado las concentraciones en todas las estaciones estuvieron por debajo del límite de 280 ppbv. Por consiguiente, la norma secundaria 24 horas no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Respecto de la norma secundaria anual que establece un límite de 31 ppbv (80 µg/m³N), al calcular el promedio aritmético de las concentraciones anuales de los 3 años, se determinó que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones analizadas y los valores obtenidos se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual manera, se evaluó la norma como concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del límite de 62 ppbv. Por consiguiente, la norma secundaria anual no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Norma primaria de calidad del aire para Pb

La revisión de la norma primaria de calidad del aire para plomo se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2023 y el 31 de diciembre de 2024, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10 y la determinación de las concentraciones de plomo en filtros de MP10. Del análisis efectuado se pudo determinar lo siguiente:



El número de los análisis químicos de plomo en filtros de MP10 es igual o superior al 70% mensual que exige la norma, por tanto, la información proporcionada por los propietarios de las estaciones cumplió con el número de concentraciones válidas para la evaluación de plomo en filtros de MP10.

Del resultado de la evaluación de la norma anual de plomo, que fija como límite $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se verificó que las concentraciones obtenidas en las estaciones de la Red en estudio, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron muy por debajo del 80% de la norma.

Norma primaria de calidad del aire para NO_2

La evaluación de la norma de 1 hora para el periodo entre el año 2022 y 2024, determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio, y las concentraciones promedio de tres años del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, se determinó que la concentración más alta fue de $83,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Concón, correspondiente al 42% respecto del límite de la norma de 1 hora.

Para la evaluación de la norma de 24 horas se determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio (2022-2023-2024), y las concentraciones promedio de tres años del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas, se determinó que la concentración más alta fue de $47,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Concón, correspondiente a 48% del límite de la norma de 24 horas.

Por último, la evaluación de la norma anual determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio (2022-2023-2024), y las concentraciones promedio de tres años tampoco superaron el 80% respecto de la norma. Señalar que, la concentración más alta obtenida fue de $17,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Concón, correspondiente a 44% respecto del límite la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para O_3

La evaluación de la norma como concentración de 8 horas cuyo límite es de 61 ppbv, para el periodo entre el año 2022 y el año 2024 no fue superada, y tampoco se observó superación al 80% del límite de la norma. Cabe señalar que, la concentración como promedio de 3 años más alta obtenida fue de 36,11 ppbv en estación Concón, equivalente al 59% del límite de la norma.

Norma primaria de calidad del aire para CO

De acuerdo al análisis efectuado, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio y tampoco fue superado el 80% de la norma. Por otra parte, indicar que la concentración más alta se presentó en la estación Junta de Vecinos con un valor de 1,99 ppmv, correspondiente al 7,6% del límite de la norma de 1 hora.



Respecto de la evaluación de la norma de 8 horas de CO no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio y tampoco se superó el 80% de la norma de 8 horas de CO. Cabe señalar que, la concentración más alta se observó en Junta de Vecinos con un valor de 1,55 ppmv, correspondiente al 17,3% del límite de la norma de 8 horas.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP.
2	Datos de calidad del aire para el año 2024.

