



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO  
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR  
MP2,5, MP10, PLOMO Y SO<sub>2</sub>**

**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-2024-324-V-NC**

**MARZO 2024**

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



## TABLA DE CONTENIDOS

| <i>Tema</i>   | <i>Página</i> |
|---|---------------|
| 1. RESUMEN EJECUTIVO .....  | 2             |
| 2. INTRODUCCIÓN .....   | 6             |
| 3. OBJETIVOS .....  | 8             |
| 4. ALCANCE .....  | 8             |
| 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....  | 9             |
| 5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN .....            | 10            |
| 5.2. Descripción de equipos de medición Red de Ventanas y Red de ENAP Refinerías..... | 13            |
| 5.3. Auditoría de datos .....   | 14            |
| 6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA .....  | 22            |
| 6.1. Evaluación de la norma para MP2,5 .....  | 22            |
| 6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas MP2,5.....                                     | 22            |
| 6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5.....                                   | 23            |
| 6.2. Evaluación de la norma para MP10 .....   | 25            |
| 6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....                                 | 25            |
| 6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10.....                                    | 26            |
| 6.3. Evaluación de la norma primaria SO <sub>2</sub> .....                            | 28            |
| 6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO <sub>2</sub> .....                | 28            |
| 6.3.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO <sub>2</sub> .....                 | 32            |
| 6.3.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO <sub>2</sub> .....                 | 34            |
| 6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO <sub>2</sub> .....                     | 36            |
| 6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO <sub>2</sub> .....   | 36            |
| 6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO <sub>2</sub> .....               | 38            |
| 6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO <sub>2</sub> .....               | 40            |
| 6.5. Evaluación de la norma primaria de Plomo (Pb).....                               | 43            |
| 6.5.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb) .....                             | 43            |
| 7. CONCLUSIONES.....  | 45            |
| 8. ANEXOS.....  | 48            |



## 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 SO<sub>2</sub>, 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 Secretaria General de la Presidencia; y norma secundaria para SO<sub>2</sub>, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaria 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, la que tampoco está incluida dentro de las estaciones 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, SO<sub>2</sub> y Pb; donde se consideró para los años 2021 y 2022, el análisis de las normas efectuado en los informes DFZ-2022-87-V-NC y DFZ-2023-67-V-NC, respectivamente. Para el año 2023 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, SO<sub>2</sub> y Pb se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero y 31 de diciembre de 2023, 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 el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud. 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 SO<sub>2</sub> 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 la norma de SO<sub>2</sub>. 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, que establece que la norma de 24 horas es superada al registrar una concentración mayor a 50 µg/m<sup>3</sup>, concluyó que para el año 2021, la norma de 24 horas no fue superada, pero si se observó superación del 80% del límite de la norma, las concentraciones obtenidas correspondieron a: 48 µg/m<sup>3</sup> (96%) en Quintero, 46 µg/m<sup>3</sup> (92%) en La Greda y 42 µg/m<sup>3</sup> (84%) en Concón. En el caso del año 2022 tampoco fue superada 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 µg/m<sup>3</sup> (84%) y en la estación Compañía de Bomberos de Concón con 40 µg/m<sup>3</sup> (80%). Y, por último, en el año 2023 las concentraciones no superaron el límite de la norma, y solo en la estación Concón se observa una concentración de 40 µg/m<sup>3</sup>, equivalente al 80% del límite de la norma.

Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2021, 2022 y 2023, indican que la norma no fue superada y las concentraciones expresadas como promedio trianual se mantuvieron por debajo del 80% del límite de la norma anual en todas las estaciones evaluadas, y las concentraciones como promedio trianual más altas se observaron en la estación Quintero y La Greda, con concentraciones de 15 µg/m<sup>3</sup>, equivalente al 75% 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/m<sup>3</sup>N, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2022 y 2023, 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 2023 se observó en la estación Quintero con una concentración de 81 µg/m<sup>3</sup>N, equivalente al 62% del límite de la norma 24 horas.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 µg/m<sup>3</sup>N, se observa que en las estaciones Quintero, Colmo y Centro Quintero, se presentó una concentración de 40 µg/m<sup>3</sup>N en las tres (3) estaciones, 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<sub>2</sub>**

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO<sub>2</sub>, que establece como límite 134 ppbv (350 µg/m<sup>3</sup>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 (2021 al 2023), y las concentraciones promedio trianual del percentil 99 más altas, se presentaron en las estaciones de Los Maitenes con una concentración de 68,65 ppbv (51%) y Quintero con una concentración de 54,68 ppbv (41%).

Complementariamente, se calculó el número de excedencias a la norma de 1 hora de SO<sub>2</sub> por estación durante el año 2023, la cual muestra que el mayor número de excedencias horarias se presentó en las estaciones Los Maitenes con 5 días y Quintero con 3 días de excedencia.

La evaluación de la norma primaria de SO<sub>2</sub>, concluyó que la norma 24 horas de 57 ppbv (150 µg/m<sup>3</sup>N) no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2021 al 2023), 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 trianual se observó en la estación Quintero con 24,73 ppbv (43%).

Respecto de la norma anual que establece como límite 23 ppbv (60 µg/m<sup>3</sup>N), se determinó que las concentraciones obtenidas correspondientes al promedio trianual se encontraron por debajo del 80% de la primaria norma, 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 30% de la norma anual.

### **Norma secundaria de calidad del aire para SO<sub>2</sub>**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO<sub>2</sub>, para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023, 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 trianual del percentil 99,73, que establece un límite de 382 ppbv (1.000 µg/m<sup>3</sup>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 µg/m<sup>3</sup>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 trianual 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 2022 y el 31 de diciembre de 2023, 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 la red de Aes Gener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros.

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 de Aes Gener-CODELCO, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.



## 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 (SO<sub>2</sub>), 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/m<sup>3</sup>N, 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 SO<sub>2</sub>, informadas por la Red de monitoreo de calidad del aire de Aes Gener-CODELCO Ventanas y la Red de ENAP Refinerías en el año 2023. Cabe señalar que en los informes DFZ-2022-87-V-NC y DFZ-2023-67-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente, contienen la



auditoría y validación de los datos generados durante los años 2021 y 2022. Respecto del año 2023 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 SO<sub>2</sub> primario y representatividad de recursos naturales (EMRRN en adelante) para SO<sub>2</sub> 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 D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N°30/2009, del Ministerio de Salud.

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, SO<sub>2</sub> y norma secundaria para SO<sub>2</sub>; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP2,5, MP10, gases (específicamente SO<sub>2</sub>), y además, cuenten con representatividad para recursos naturales.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5, MP10, Pb y SO<sub>2</sub>, realizadas por la Red de monitoreo de calidad del aire de Ventanas, ENAP Refinerías, ENEL, GNL Quintero y el MMA en el año 2023, en base a una auditoría de los datos. Para los años 2021 y 2022 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2022-87-V-NC y DFZ-2023-67-V-NC, respectivamente.

### 4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5, MP10, SO<sub>2</sub> y Pb de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP2,5, MP10, SO<sub>2</sub> y Pb, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP2,5, MP10 y SO<sub>2</sub> 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 2021 y el 31 de diciembre de 2023. 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/m <sup>3</sup>  | 20 µg/m <sup>3</sup><br>(promedio trianual)                        |
|            | D.S. N° 104/2018, del Ministerio de Medio Ambiente                                   | SO <sub>2</sub> | 134 ppbv<br>(350 µg/m <sup>3</sup> N)   | 57 ppbv<br>(150 µg/m <sup>3</sup> N)  | 23 ppbv<br>(60 µg/m <sup>3</sup> N)                                |
|            | D.S. N° 12/2022, del Ministerio de Medio Ambiente                                    | MP10            | No aplica   | 130 µg/m <sup>3</sup> N   | 50 µg/m <sup>3</sup> N<br>(promedio trianual)                      |
|            | D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | Plomo           | No aplica   | No aplica   | 0,5 µg/m <sup>3</sup> N  |
| Secundaria | D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República | SO <sub>2</sub> | 382 ppbv<br>(promedio del percentil 99,73 de 3 años)<br>o<br>764 ppbv<br>(percentil 99,73 durante un año) | 140 ppbv<br>(promedio del percentil 99,7 de 3 años)<br>o<br>280 ppbv<br>(percentil 99,7 durante un año) | 31 ppbv<br>(promedio trianual)<br>o<br>62 ppbv<br>(promedio anual) |

## 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para los años 2021 y 2022, corresponden a los datos auditados y validados en el marco de los informes DFZ-2022-87-V-NC y DFZ-2023-67-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2022 y 2023, respectivamente.

Para los datos del año 2023 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 SO<sub>2</sub>, 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, SO<sub>2</sub> 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 EMRRN<sup>1</sup>**

| Estación     | Resolución que otorga EMRP para MP2,5  | Resolución que otorga EMRP para MP10  | Resolución que otorga EMRP para SO <sub>2</sub>   | 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 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. |
| 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. |

<sup>1</sup> Resoluciones de EMRMP10, EMRMP2,5, EMRPG y EMRRN, disponibles en el anexo del Informe DFZ-2014-431-V-NC-El del año 2014.



| Estación                       | Resolución que otorga EMRP para MP2,5  | Resolución que otorga EMRP para MP10  | Resolución que otorga EMRP para SO <sub>2</sub>  | Resolución que otorga EMRRN   |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| 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  |

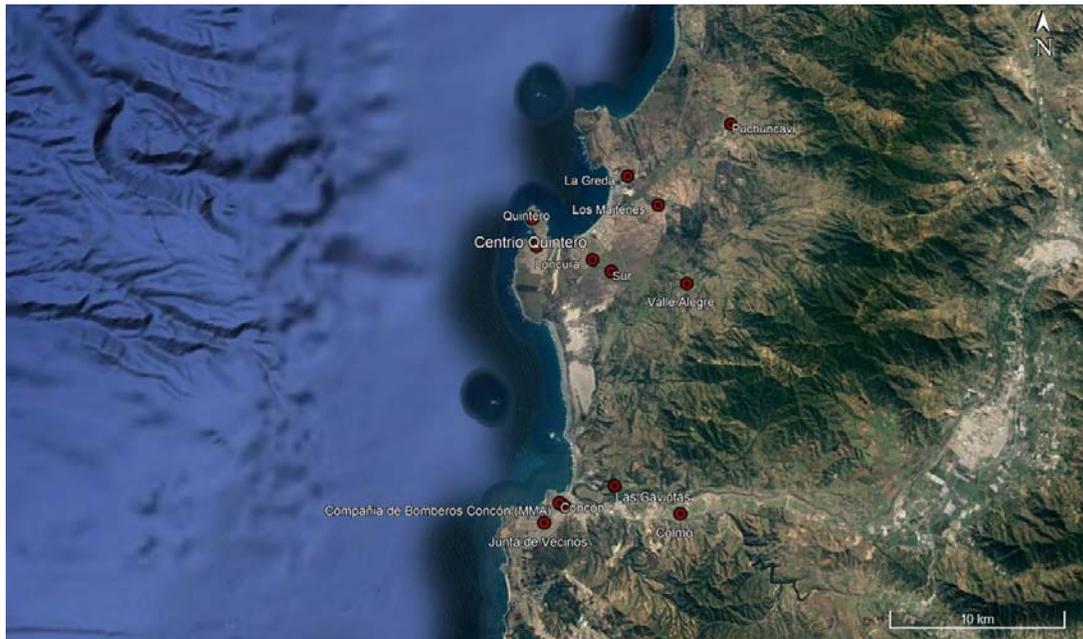
Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de Ventanas, la Red de ENAP Refinerías, Enel Generación Chile S.A., GNL Quintero y el MMA, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.



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

| Red                                     | Estación de Monitoreo          | Coordenadas UTM (m)<br>Datum WGS84,<br>Huso 19 S* |             |
|---|--------------------------------|---|-------------|
| AESGener y CODELCO<br>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.**


## 5.2. Descripción de equipos de medición Red de Ventanas y Red de ENAP Refinerías

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 2023, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5, MP10 y SO<sub>2</sub> en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en las normas primaria 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 y SO<sub>2</sub>, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2023.

**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 <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | Fluorescencia ultravioleta                         | Thermo / 43i                   | EQSA -0486-060                          |
|                                      | 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 |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------|--|----------------------------------|---|
|                            | Junta de Vecinos               | SO <sub>2</sub> | Fluorescencia ultravioleta                         | Teledyne/100E                    | EQSA -0495-100                          |
|                            |                                | MP10            | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200       | RFPS-1287-063                           |
|                            | Las Gaviotas                   | SO <sub>2</sub> | Fluorescencia ultravioleta                         | Teledyne /T100                   | EQSA -0495-100                          |
|                            |                                | MP10            | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200       | RFPS-1287-063                           |
|                            |                                | SO <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | Fluorescencia ultravioleta                         | Teledyne Advanced Pollution/T100 | EQSA-0495-100                           |
| ENEL Generación Chile S.A. | Loncura                        | MP10            | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200       | RFPS-1287-063                           |
|                            |                                | SO <sub>2</sub> | Fluorescencia ultravioleta                         | Teledyne Advanced Pollution/T100 | EQSA-0495-100                           |
| 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, Plomo y SO<sub>2</sub> para el año 2023, 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 el contaminante SO<sub>2</sub> 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 2023**

| Estación                          | MP2,5<br>% Diario | MP10<br>% Diario | SO <sub>2</sub><br>% Horario |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
| Quintero                          | 0                 | 0                | 0,8                          |
| La Greda                          | 0                 | 0,8              | 0,8                          |
| Puchuncaví                        | 0,8               | 1,7              | 0,9                          |
| Los Maitenes                      | 0                 | 0                | 0,7                          |
| Valle Alegre                      | 0                 | 0                | 0,7                          |
| Sur                               | NA                | NA               | 0,7                          |
| Concón                            | 0                 | 0                | 0,9                          |
| Colmo                             | NA                | 0                | 0,9                          |
| Junta de Vecinos                  | NA                | 0,8              | 0,9                          |
| Las Gaviotas                      | NA                | NA               | 0,7                          |
| Centro Quintero                   | NA                | 8,3              | 0,9                          |
| Loncura                           | NA                | 4,1              | 1,6                          |
| Compañía de Bomberos de<br>Concón | 0                 | 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 SO<sub>2</sub> la invalidación de datos horarios se debió a mantenciones en terreno y fallas de energía.

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios respecto del SO<sub>2</sub> 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 el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S N° 30/2009 de MINSAL. 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 y SO<sub>2</sub>, en las estaciones según corresponda, para los años 2021, 2022 y 2023.

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 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Quintero | 2021 | 122                                  | 100                     | 121                                 | 99,2                    | 365  | 100                     |
|          | 2022 | 120                                  | 98                      | 121                                 | 99                      | 364  | 99,7                    |
|          | 2023 | 121                                  | 100                     | 121                                 | 100                     | 364  | 99,7                    |

**Tabla 7 Estación La Greda porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| La Greda | 2021 | 122                                  | 100                     | 122                                 | 100                     | 364  | 100                     |
|          | 2022 | 120                                  | 98                      | 122                                 | 100                     | 361  | 98,9                    |
|          | 2023 | 121                                  | 100                     | 120                                 | 99,2                    | 364  | 99,7                    |

**Tabla 8 Estación Puchuncaví porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Puchuncaví | 2021 | 122                                  | 100                     | 121                                 | 99,2                    | 365  | 100                     |
|            | 2022 | 121                                  | 99                      | 121                                 | 99                      | 365  | 100                     |
|            | 2023 | 120                                  | 99,2                    | 119                                 | 98,3                    | 365  | 100                     |

**Tabla 9 Estación Los Maitenes porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|--------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Los Maitenes | 2021 | 121                                  | 99,2                    | 121                                 | 99,2                    | 365  | 100                     |
|              | 2022 | 119                                  | 97,5                    | 117                                 | 96                      | 361  | 98,9                    |
|              | 2023 | 121                                  | 100                     | 121                                 | 100                     | 365  | 100                     |



**Tabla 10 Estación Valle Alegre porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|--------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Valle Alegre | 2021 | 122                                  | 100                     | 121                                 | 99,2                    | 363  | 99                      |
|              | 2022 | 116                                  | 95                      | 115                                 | 94                      | 355  | 97,3                    |
|              | 2023 | 121                                  | 100                     | 121                                 | 100                     | 365  | 100                     |

**Tabla 11 Estación Sur porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Sur      | 2021 | No Aplica                            |                         |                                     |                         | 365  | 100                     |
|          | 2022 | No Aplica                            |                         |                                     |                         | 363  | 99,5                    |
|          | 2023 | No Aplica                            |                         |                                     |                         | 365  | 100                     |

**Tabla 12 Estación Concón porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Concón   | 2021 | 122                                  | 100                     | 122                                 | 100                     | 365  | 100                     |
|          | 2022 | 122                                  | 100                     | 122                                 | 100                     | 365  | 100                     |
|          | 2023 | 121                                  | 100                     | 121                                 | 100                     | 365  | 100                     |

**Tabla 13 Estación Colmo porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Colmo    | 2021 | No Aplica                            |                         | 120                                 | 98,4                    | 359  | 98                      |
|          | 2022 | No Aplica                            |                         | 121                                 | 99                      | 356  | 97,5                    |
|          | 2023 | No Aplica                            |                         | 121                                 | 100                     | 363  | 99,5                    |



**Tabla 14 Estación Junta de Vecinos porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|------------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Junta de Vecinos | 2021 | No Aplica                            |                         | 119                                 | 97,5                    | 365  | 100                     |
|                  | 2022 |                                      |                         | 121                                 | 99                      | 359  | 98,4                    |
|                  | 2023 |                                      |                         | 120                                 | 99,2                    | 364  | 99,7                    |

**Tabla 15 Estación Las Gaviotas porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|--------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Las Gaviotas | 2021 | No Aplica                            |                         |                                     |                         | 362  | 99                      |
|              | 2022 |                                      |                         |                                     |                         | 361  | 98,9                    |
|              | 2023 |                                      |                         |                                     |                         | 365  | 100                     |

**Tabla 16 Estación Quintero Centro porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|-----------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Quintero Centro | 2021 | No Aplica                            |                         | 121                                 | 99,2                    | 363  | 99                      |
|                 | 2022 |                                      |                         | 121                                 | 99                      | 365  | 100                     |
|                 | 2023 |                                      |                         | 111                                 | 91,7                    | 365  | 100                     |

**Tabla 17 Estación Loncura porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|----------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Loncura  | 2021 | No Aplica                            |                         | 119                                 | 97,5                    | 361  | 99                      |
|          | 2022 |                                      |                         | 121                                 | 99                      | 362  | 99,2                    |
|          | 2023 |                                      |                         | 116                                 | 95,9                    | 361  | 99                      |

**Tabla 18 Estación Compañía de Bomberos de Concón porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023)**

| 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 <sub>2</sub> | Porcentaje de datos (%) |
|--------------------------------|------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Compañía de Bomberos de Concón | 2021 | 360                                  | 98,4                    | No Aplica                           |                         |  |                         |
|                                | 2022 | 359                                  | 98,4                    |                                     |                         |  |                         |
|                                | 2023 | 352                                  | 96,4                    |                                     |                         |  |                         |



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, de ENEL, GNL Quintero y el MMA, observándose una disponibilidad superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales para los contaminantes de MP10, MP2,5 y SO<sub>2</sub>.

**Tabla 19 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2021, 2022 y 2023**

| MESES (%)                            |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |
|--------------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| AesGener y CODELCO División Ventanas |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB  | MAR | ABR  | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT  | NOV | DIC |
| Quintero                             | 2021 | 100 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| La Greda                             | 2021 | 100 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Puchuncaví                           | 2021 | 100 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Los Maitenes                         | 2021 | 100 | 100  | 90  | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Valle Alegre                         | 2021 | 100 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| ENAP Refinerías                      |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB  | MAR | ABR  | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT  | NOV | DIC |
| Concón                               | 2021 | 100 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| MMA                                  |      |     |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB  | MAR | ABR  | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT  | NOV | DIC |
| Compañía de Bomberos de Concón       | 2021 | 100 | 85,7 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96,8 | 100 | 100 |
|                                      | 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  |

**Tabla 20 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2021, 2022 y 2023**

| MESES (%)                            |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AesGener y CODELCO División Ventanas |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Quintero                             | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| La Greda                             | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Puchuncaví                           | 2021 | 91  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 2022 | 100 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |



| MESES (%)                            |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AesGener y CODELCO División Ventanas |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|                                      | 2023 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Los Maitenes                         | 2021 | 100 | 100 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Valle Alegre                         | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| ENAP Refinerías                      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Concón                               | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Colmo                                | 2021 | 100 | 100 | 100 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90  | 100 |
|                                      | 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 |
| Junta de Vecinos                     | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90  | 100 | 91  | 90  | 100 |
|                                      | 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 |
| GNL Quintero                         |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Centro Quintero                      | 2021 | 100 | 100 | 90  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| ENEL Generación Chile S.A.           |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Loncura                              | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80  | 90  |
|                                      | 2022 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 91  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 2023 | 100 | 78  | 91  | 100 | 100 | 90  | 100 | 91  | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla 21 Porcentaje de datos válidos de SO<sub>2</sub> mensuales por estación para los años 2021, 2022 y 2023

| MESES (%)                            |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AESGener y CODELCO División Ventanas |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE  | FEB | MAR  | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Quintero                             | 2021 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| La Greda                             | 2021 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97  | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Puchuncaví                           | 2021 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Los Maitenes                         | 2021 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Valle Alegre                         | 2021 | 100  | 100 | 97   | 100 | 97  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Sur                                  | 2021 | 100  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |



| MESES (%)                            |      |     |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| AESGener 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                               | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Colmo                                | 2021 | 97  | 100 | 100 | 97  | 100 | 100  | 97  | 100 | 100  | 97  | 97  | 97  |
|                                      | 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 |
| Junta de Vecinos                     | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| Las Gaviotas                         | 2021 | 100 | 96  | 100 | 97  | 100 | 100  | 100 | 100 | 100  | 100 | 97  | 100 |
|                                      | 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 |
| GNL Quintero                         |      |     |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN  | JUL | AGO | SEP  | OCT | NOV | DIC |
| Centro Quintero                      | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |
| ENEL                                 |      |     |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |
| Estación                             | Año  | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN  | JUL | AGO | SEP  | OCT | NOV | DIC |
| Loncura                              | 2021 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 |
|                                      | 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 |

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 2022 y 2023, 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 2022 y 2023**

| MESES (%)                            |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AESGener 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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 |



## 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 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. 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 2021, 2022 y 2023, 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 EMRPMP2,5.

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de los datos disponibles para los años 2021, 2022 y 2023, se determinó mediante el percentil 98 que durante el periodo evaluado no se superó la norma de 24 horas. Respecto del año 2021, se obtuvo que las concentraciones determinadas en las estaciones no superaron la norma de 24 horas, pero si se observó superación del 80% del límite de la norma, las concentraciones obtenidas correspondieron a: 48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (96%) en Quintero, 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (92%) en La Greda y 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (84%) en Concón. En el caso del año 2022 tampoco fue superada 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%). Y, por último, en el año 2023 las concentraciones no superaron el límite de la norma, 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.

**Tabla 23 Evaluación de la norma de 24 horas para MP2,5 durante el período 2021 al 2023**

| Red                                  | Estación                       | Percentil 98 Año 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | % de la Norma 24 horas 2021 ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 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 ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|--------------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| AESGener y CODELCO División Ventanas | Quintero                       | 48   | 96   | 42   | 84   | 32   | 64   |
|                                      | La Greda                       | 46   | 92   | 37   | 74   | 35   | 70   |
|                                      | Puchuncaví                     | 39   | 78   | 36   | 72   | 33   | 66   |
|                                      | Los Maitenes                   | 32   | 64   | 28   | 56   | 30   | 60   |
|                                      | Valle Alegre                   | 33   | 66   | 28   | 56   | 27   | 54   |
| ENAP Refinerías                      | Concón                         | 42   | 84   | 39   | 78   | 40   | 80   |
| MMA                                  | Compañía de Bomberos de Concón | 37   | 73   | 40   | 80   | 35   | 70   |



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 2021, 2022 y 2023.

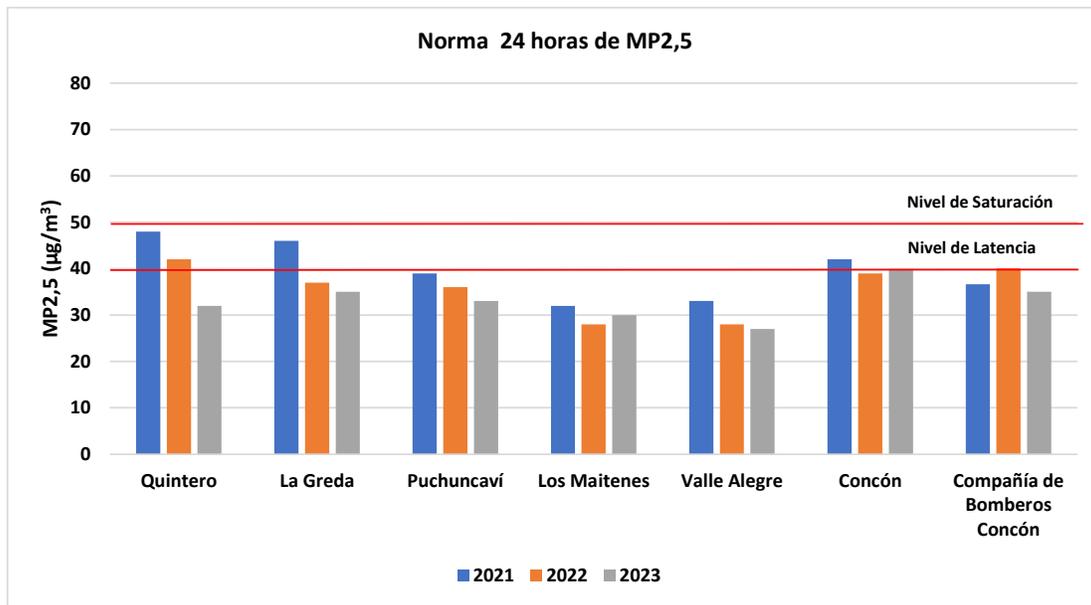


Gráfico 1 Norma 24 Horas para MP2,5

### 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 2021 y el día 31 de diciembre de 2023.

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 trianual de las concentraciones anuales sea mayor a 20 µg/m³, 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 2021, 2022 y 2023, en las estaciones de monitoreo de la Red.

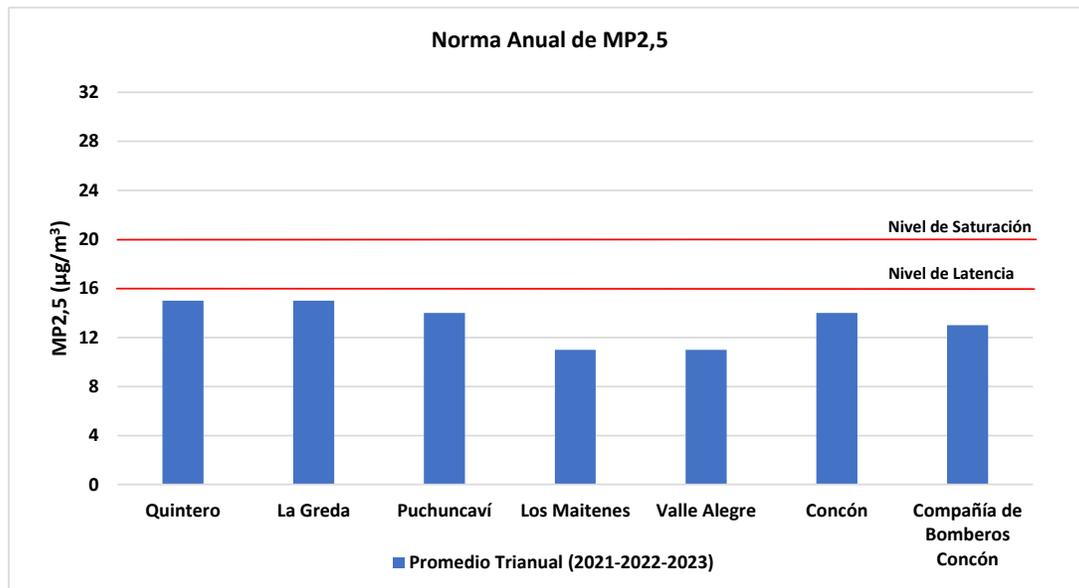
Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2021, 2022 y 2023, indican que la norma no fue superada y las concentraciones expresadas como promedio trianual se mantuvieron por debajo del 80% del límite de la norma anual en todas las estaciones evaluadas, y las concentraciones como promedio trianual más altas se observaron en la estación Quintero y la Greda, con concentraciones de 15 µg/m³, equivalente al 75% del límite de la norma.



**Tabla 24 Evaluación de la norma anual para MP2,5 durante el período 2021 al 2023**

| Red                                  | Estación                       | Concentración Anual Año 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Concentración Anual Año 2022 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Concentración Anual Año 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Promedio Trianual (2021-2022-2023) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | % de la Norma Anual ( $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|---|---|---|--|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero                       | 17  | 15  | 14  | 15  | 75   |
|                                      | La Greda                       | 16  | 14  | 14  | 15  | 75   |
|                                      | Puchuncaví                     | 16  | 14  | 13  | 14  | 70   |
|                                      | Los Maitenes                   | 12  | 11  | 11  | 11  | 55   |
|                                      | Valle Alegre                   | 12  | 11  | 10  | 11  | 55   |
| ENAP Refinerías                      | Concón                         | 15  | 14  | 14  | 14  | 70   |
| MMA                                  | Compañía de Bomberos de Concón | 13  | 14  | 13  | 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 2021 y el día 31 de diciembre de 2023.


**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 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. 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 2021, 2022 y 2023, 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 y 2023, 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 Quintero con un valor de  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 62% del límite de la norma 24 horas.

**Tabla 25 Evaluación de la norma de 24 horas para MP10 durante el período 2021 al 2023**

| Red                                  | Estación         | Percentil 98 Año 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | % de la Norma 24 horas Año 2021 ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | 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 ( $130\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) |
|--------------------------------------|------------------|--|---|--|---|--|---|
| AESGener y CODELCO División Ventanas | Quintero         | 77   | 51  | 69   | 53  | 81   | 62  |
|                                      | La Greda         | 71   | 47  | 68   | 52  | 69   | 53  |
|                                      | Puchuncaví       | 70   | 47  | 65   | 50  | 65   | 50  |
|                                      | Los Maitenes     | 59   | 39  | 46   | 35  | 56   | 43  |
|                                      | Valle Alegre     | 52   | 35  | 48   | 37  | 52   | 40  |
| ENAP Refinerías                      | Concón           | 71   | 47  | 64   | 49  | 73   | 56  |
|                                      | Colmo            | 73   | 49  | 70   | 54  | 71   | 55  |
|                                      | Junta de Vecinos | 59   | 39  | 60   | 46  | 62   | 48  |



| Red          | Estación        | Percentil 98 Año 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | % de la Norma 24 horas Año 2021 ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | 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 ( $130\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) |
|--------------|-----------------|--|---|--|---|--|---|
| GNL Quintero | Centro Quintero | 79   | 53  | 91   | 70  | 71   | 55  |
| ENEL         | Loncura         | 56   | 37  | 57   | 44  | 60   | 46  |

El Gráfico 2, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para el año 2022 y el año 2023.

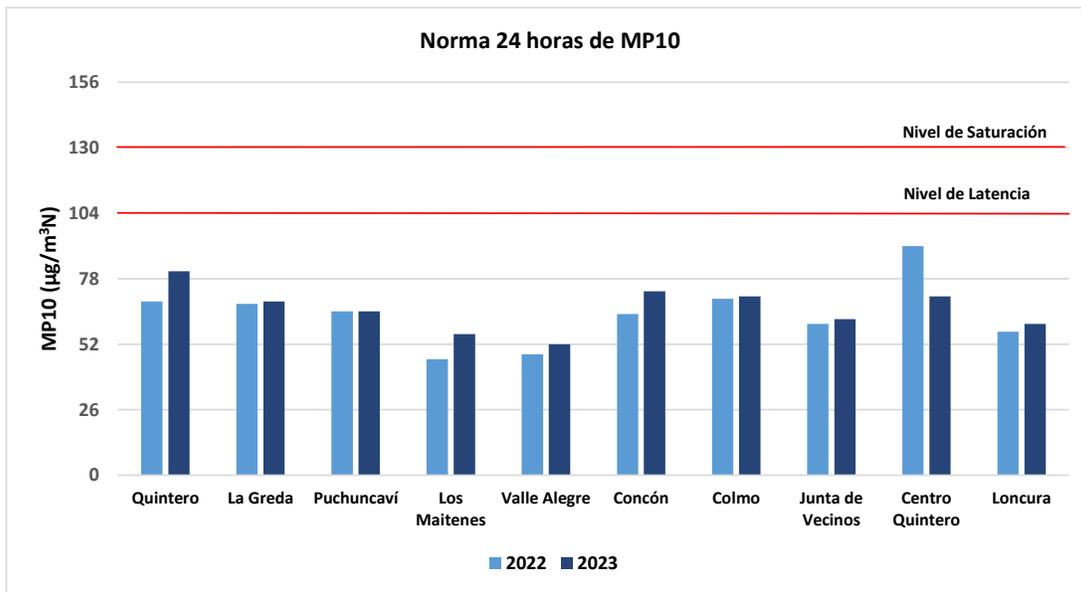


Gráfico 3 Norma 24 horas para MP10

### 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 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. 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 2021, 2022 y 2023, 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 monitora clasificada como EMRP, sea mayor o igual que  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

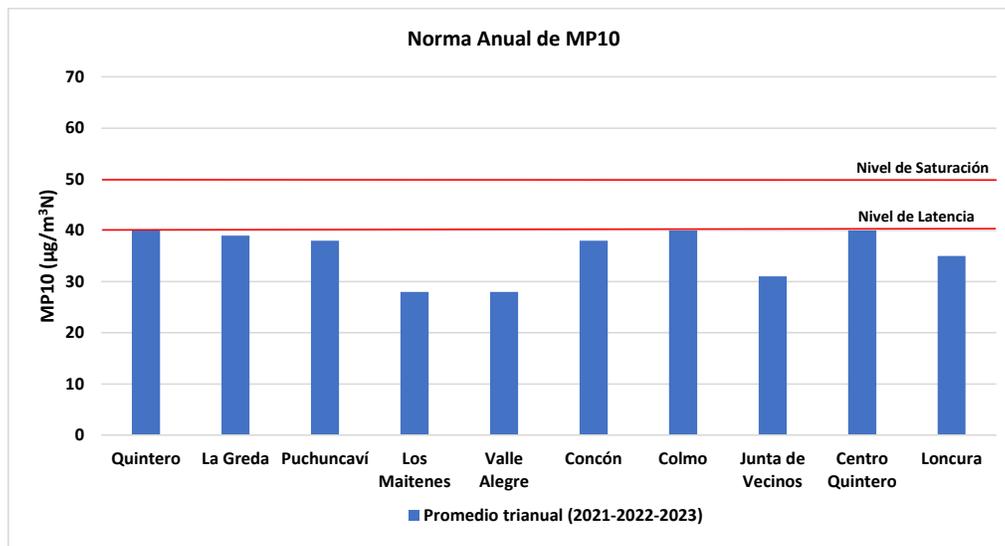


**Tabla 26 Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2021 al 2023**

| Red                                  | Estación         | Promedio Anual 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Promedio Anual 2022 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Promedio Anual 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Promedio Trianual (2021-2022-2023) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | % de la Norma Anual ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) |
|--------------------------------------|------------------|--|--|--|---|--|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero         | 40   | 39   | 42   | 40  | 80   |
|                                      | La Greda         | 37   | 38   | 42   | 39  | 78   |
|                                      | Puchuncaví       | 37   | 37   | 39   | 38  | 76   |
|                                      | Los Maitenes     | 27   | 26   | 30   | 28  | 56   |
|                                      | Valle Alegre     | 26   | 27   | 30   | 28  | 56   |
| ENAP Refinerías                      | Concón           | 37   | 36   | 40   | 38  | 76   |
|                                      | Colmo            | 40   | 40   | 39   | 40  | 80   |
|                                      | Junta de Vecinos | 30   | 30   | 33   | 31  | 62   |
| GNL Quintero                         | Centro Quintero  | 39   | 40   | 42   | 40  | 80   |
| ENEL                                 | Loncura          | 36   | 40   | 29   | 35  | 70   |

El promedio trianual 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 Quintero, Colmo y Centro Quintero, se presentó una concentración de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en las tres (3) estaciones, correspondiente al 80% de la norma anual, el resto de las estaciones presentan concentraciones por debajo del 80% del límite de la norma anual.

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 2021 y el día 31 de diciembre de 2023.


**Gráfico 4 Norma anual para MP10**

Superintendencia del Medio Ambiente  
Teatinos 280 pisos 7, 8 y 9, Santiago / [contacto.sma@sma.gob.cl](mailto:contacto.sma@sma.gob.cl) / [www.sma.gob.cl](http://www.sma.gob.cl)  
DFZ-2024-324-V-NC



### 6.3. Evaluación de la norma primaria SO<sub>2</sub>

#### 6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de la norma primaria de 1 hora para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 27, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para SO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub> 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/m<sup>3</sup>N). 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 determinaron los valores para los años 2021 y 2022 considerando el percentil 99 para obtener la determinación trianual, de esta manera el promedio aritmético de estos tres años calendario sucesivos utilizaron el mismo percentil en la determinación del promedio con el mismo criterio y el mismo percentil.

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 las concentraciones promedio trianual del percentil 99 más altas, se presentaron en las estaciones de Los Maitenes con una concentración de 68,65 ppbv (51%) y Quintero con una concentración de 54,68 ppbv (41%).



**Tabla 27 Evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO<sub>2</sub> para el período 2021 al 2023**

| Estación         | Percentil 99 2021 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2021 (268 ppbv) | Percentil 99 2022 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2022 (268 ppbv) | Percentil 99 2023 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2023 (268 ppbv) | Promedio Trianual 2021-2022-2023 (ppbv) | % de la Norma Horaria (134 ppbv) |
|------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| Quintero         | 82,50                    | 31                                    | 50,71                    | 19                                    | 30,84                    | 12                                    | 54,68                                   | 41                               |
| La Greda         | 23,17                    | 9                                     | 19,32                    | 7                                     | 8,97                     | 3                                     | 17,15                                   | 13                               |
| Puchuncaví       | 25,77                    | 10                                    | 24,20                    | 9                                     | 16,54                    | 6                                     | 22,17                                   | 17                               |
| Los Maitenes     | 79,04                    | 29                                    | 66,76                    | 25                                    | 60,14                    | 22                                    | 68,65                                   | 51                               |
| Valle Alegre     | 31,92                    | 12                                    | 26,21                    | 10                                    | 14,26                    | 5                                     | 24,13                                   | 18                               |
| Concón           | 31,05                    | 12                                    | 18,75                    | 7                                     | 25,07                    | 9                                     | 24,96                                   | 19                               |
| Colmo            | 11,67                    | 4                                     | 14,30                    | 5                                     | 5,02                     | 2                                     | 10,33                                   | 8                                |
| Junta de Vecinos | 4,74                     | 2                                     | 8,59                     | 3                                     | 11,82                    | 4                                     | 8,38                                    | 6                                |
| Las Gaviotas     | 11,91                    | 4                                     | 10,90                    | 4                                     | 7,59                     | 3                                     | 10,13                                   | 8                                |
| Centro Quintero  | 56,71                    | 21                                    | 47,76                    | 18                                    | 29,53                    | 11                                    | 44,67                                   | 33                               |
| Loncura          | 27,89                    | 10                                    | 29,76                    | 11                                    | 16,64                    | 6                                     | 24,76                                   | 18                               |

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 las concentraciones promedio trianual del percentil 99 más altas, se presentaron en las estaciones de Los Maitenes con una concentración de 68,65 ppbv (51%) y Quintero con una concentración de 54,68 ppbv (41%).

El Gráfico 5, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99 del periodo como promedio trianual (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).



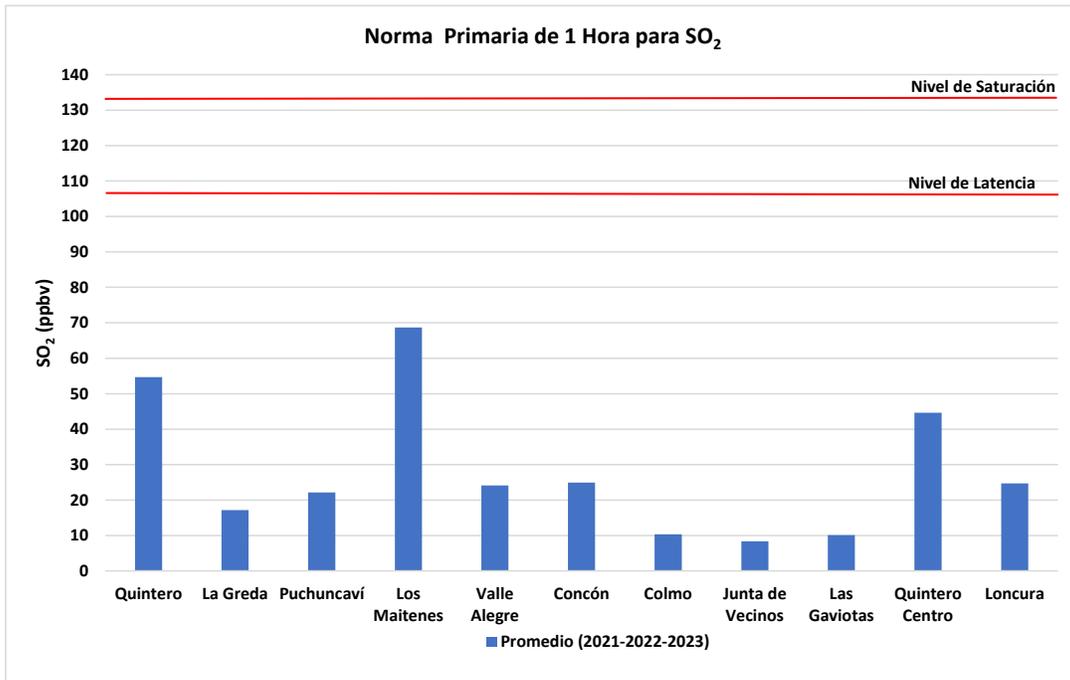


Gráfico 5 Norma primaria de 1 hora para SO<sub>2</sub>, promedio trianual periodo 2021 al 2023 (condición a)

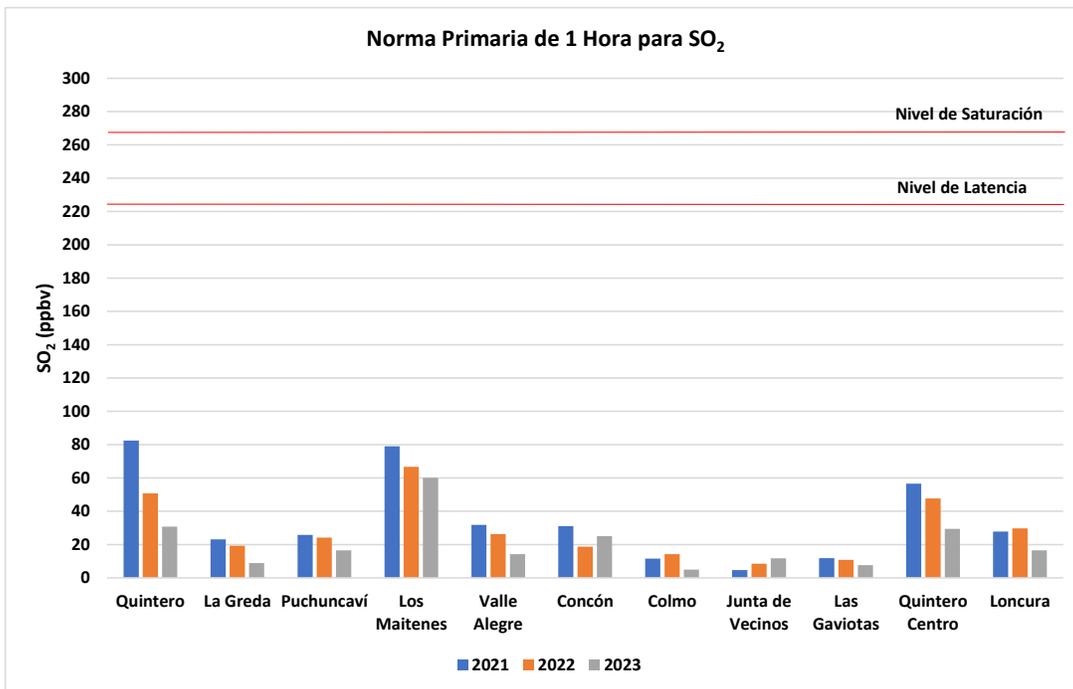


Gráfico 6 Norma primaria de 1 hora para SO<sub>2</sub>, por año para el periodo 2021 al 2023 (condición b)

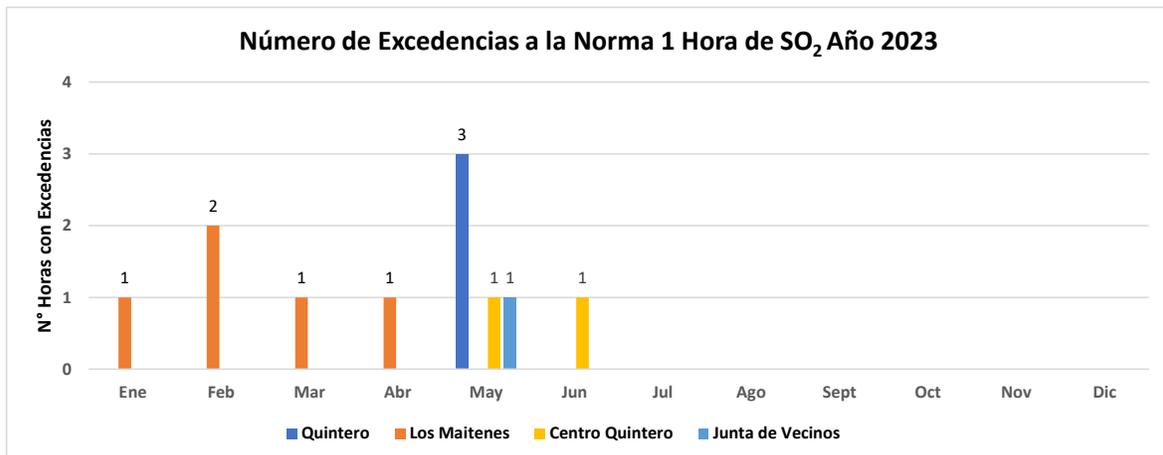


En la Tabla 28, se resume el número de días de excedencias a la norma de 1 hora de SO<sub>2</sub> por estación durante el año 2023, registrando el mayor número de excedencias horarias en las estaciones de Los Maitenes con 5 días, Quintero con 3 días y Centro Quintero con 2 días.

**Tabla 28 N° de Excedencias a la norma de 1 Hora de SO<sub>2</sub> por estación para el año 2023**

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

El Gráfico 7, muestra el número de excedencias por estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero y diciembre del año 2023, donde se observa que 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.



**Gráfico 7 Número de Excedencias a la Norma 1 Hora de SO<sub>2</sub> para el año 2023**



### 6.3.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de la norma primaria de 24 horas para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 29, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub> 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/m<sup>3</sup>N).
- 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.

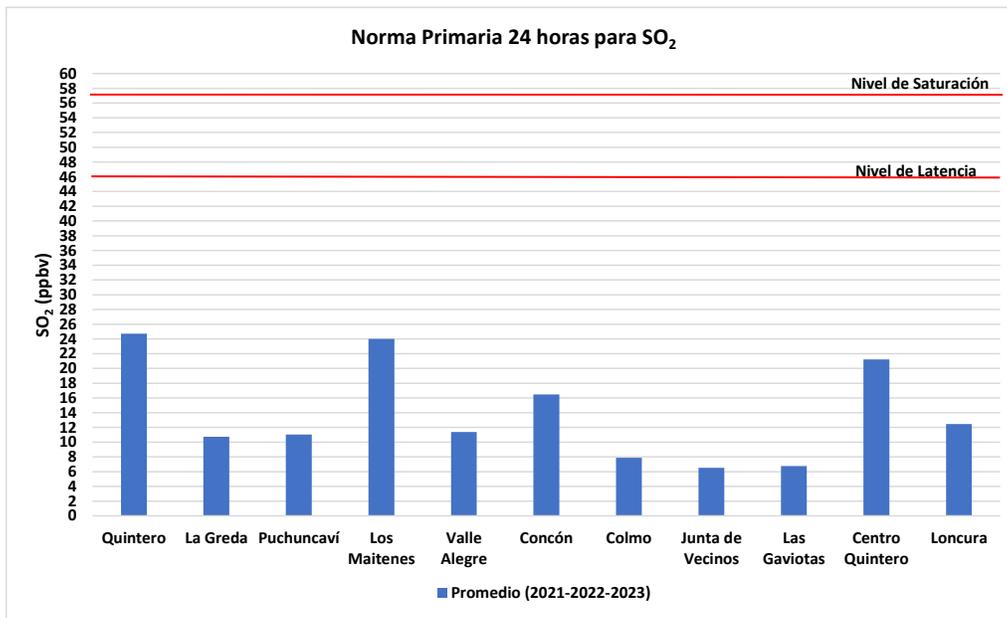
De acuerdo con lo calculado, Tabla 29, se determinó que la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y las concentraciones obtenidas se encontraban muy por debajo del 80% del valor límite de la norma de 24 horas. Cabe señalar que, la concentración más alta como promedio trianual se observó en la estación Quintero con 24,73 ppbv (43%).

**Tabla 29 Evaluación de la norma primaria de 24 horas para SO<sub>2</sub> durante el período 2021 al 2023**

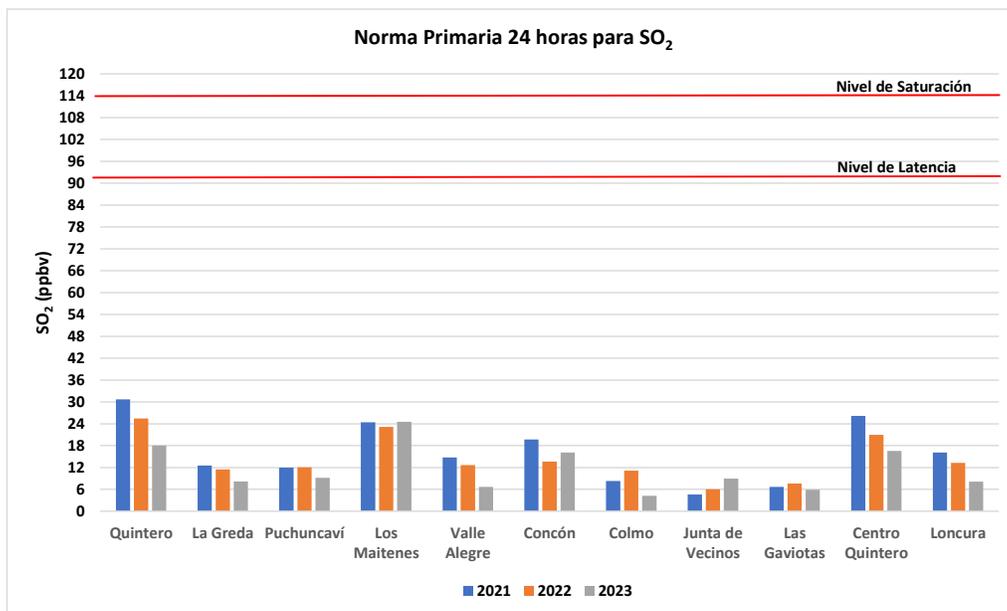
| Red                                  | Estación         | Percentil 99 2021 (ppbv) | Percentil 99 2022 (ppbv) | Percentil 99 2023 (ppbv) | Percentil 99 Promedio Trianual (2021-2022-2023) (ppbv) | % de la Norma 24 horas 57 ppbv |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero         | 30,71                    | 25,48                    | 18,00                    | 24,73  | 43                             |
|                                      | La Greda         | 12,54                    | 11,47                    | 8,19                     | 10,73  | 18,8                           |
|                                      | Puchuncaví       | 11,99                    | 12,04                    | 9,12                     | 11,05  | 19,4                           |
|                                      | Los Maitenes     | 24,39                    | 23,12                    | 24,52                    | 24,01  | 42                             |
|                                      | Valle Alegre     | 14,72                    | 12,68                    | 6,72                     | 11,37  | 20                             |
| ENAP Refinerías                      | Concón           | 19,70                    | 13,62                    | 16,09                    | 16,47  | 29                             |
|                                      | Colmo            | 8,27                     | 11,10                    | 4,24                     | 7,87   | 14                             |
|                                      | Junta de Vecinos | 4,59                     | 5,99                     | 8,96                     | 6,51   | 11                             |
|                                      | Las Gaviotas     | 6,71                     | 7,64                     | 5,90                     | 6,75   | 12                             |
| GNL Quintero                         | Centro Quintero  | 26,14                    | 20,98                    | 16,52                    | 21,21  | 37                             |
| ENEL                                 | Loncura          | 16,08                    | 13,25                    | 8,11                     | 12,48  | 22                             |



El Gráfico 8, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99 del periodo como promedio trianual (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 SO<sub>2</sub>, promedio trianual periodo 2021 al 2023 (condición a)**



**Gráfico 9 Norma primaria 24 horas para SO<sub>2</sub>, por año para el periodo 2021 al 2023 (condición b)**



### 6.3.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de la norma primaria anual para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 30, se presenta un resumen con los promedios anuales de SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual a 23 ppbv (60 µg/m<sup>3</sup>N).
- b. 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 trianual las que se encontraron por debajo del 80% de la primaria norma, 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 30% respecto del valor límite.

**Tabla 30 Evaluación de la norma primaria anual para SO<sub>2</sub> durante el período 2021 al 2023**

| Red                                  | Estación         | Concentración Anual 2021 (ppbv) | Concentración Anual 2022 (ppbv) | Concentración Anual 2023 (ppbv) | Promedio Trianual (2021-2022-2023) (ppbv) | % de la Norma Anual 23 (ppbv) |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero         | 6,91                            | 5,36                            | 3,62                            | 5,30                                      | 23                            |
|                                      | La Greda         | 5,00                            | 5,10                            | 2,89                            | 4,33                                      | 18,8                          |
|                                      | Puchuncaví       | 5,76                            | 6,20                            | 4,23                            | 5,40                                      | 23,5                          |
|                                      | Los Maitenes     | 8,17                            | 5,86                            | 5,83                            | 6,62                                      | 29                            |
|                                      | Valle Alegre     | 6,53                            | 4,68                            | 2,15                            | 4,45                                      | 19,3                          |
| ENAP Refinerías                      | Concón           | 5,29                            | 4,00                            | 4,82                            | 4,70                                      | 20,4                          |
|                                      | Colmo            | 2,96                            | 3,80                            | 2,68                            | 3,15                                      | 13,7                          |
|                                      | Junta de Vecinos | 2,82                            | 3,98                            | 4,52                            | 3,77                                      | 16,4                          |
|                                      | Las Gaviotas     | 3,71                            | 4,47                            | 3,88                            | 4,02                                      | 17,5                          |
| GNL Quintero                         | Centro Quintero  | 5,98                            | 5,07                            | 4,10                            | 5,05                                      | 22                            |
| ENEL                                 | Loncura          | 3,23                            | 2,51                            | 1,46                            | 2,40                                      | 10                            |

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).



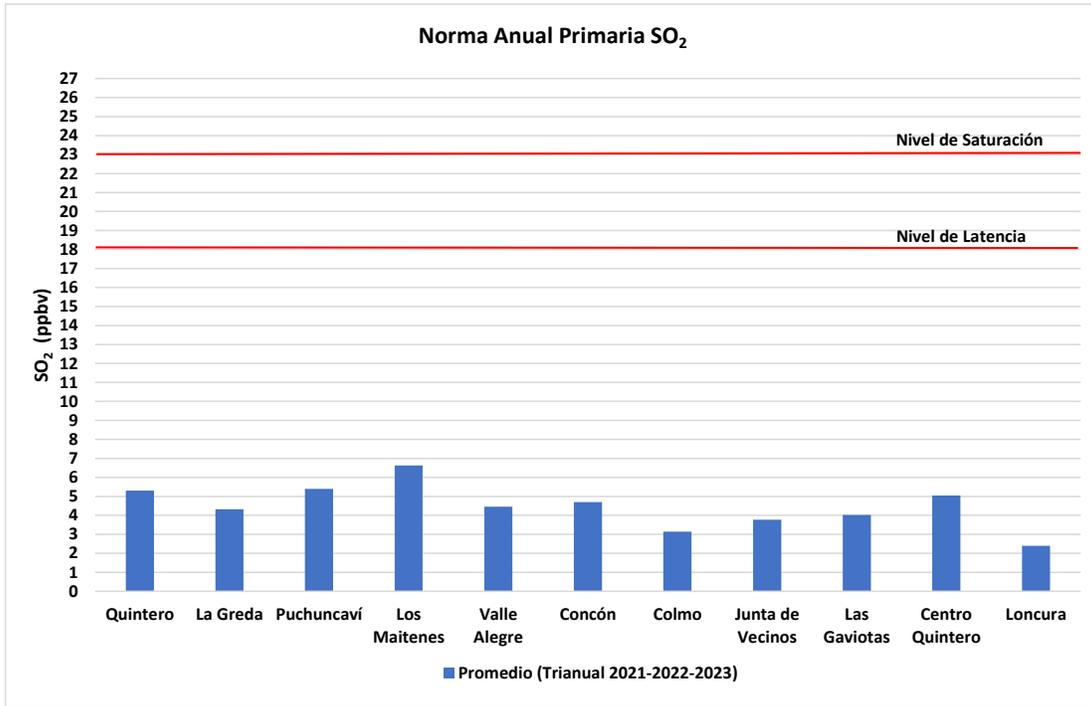


Gráfico 10 Norma primaria anual para SO<sub>2</sub>, promedio trianual periodo 2021 al 2023 (condición a)

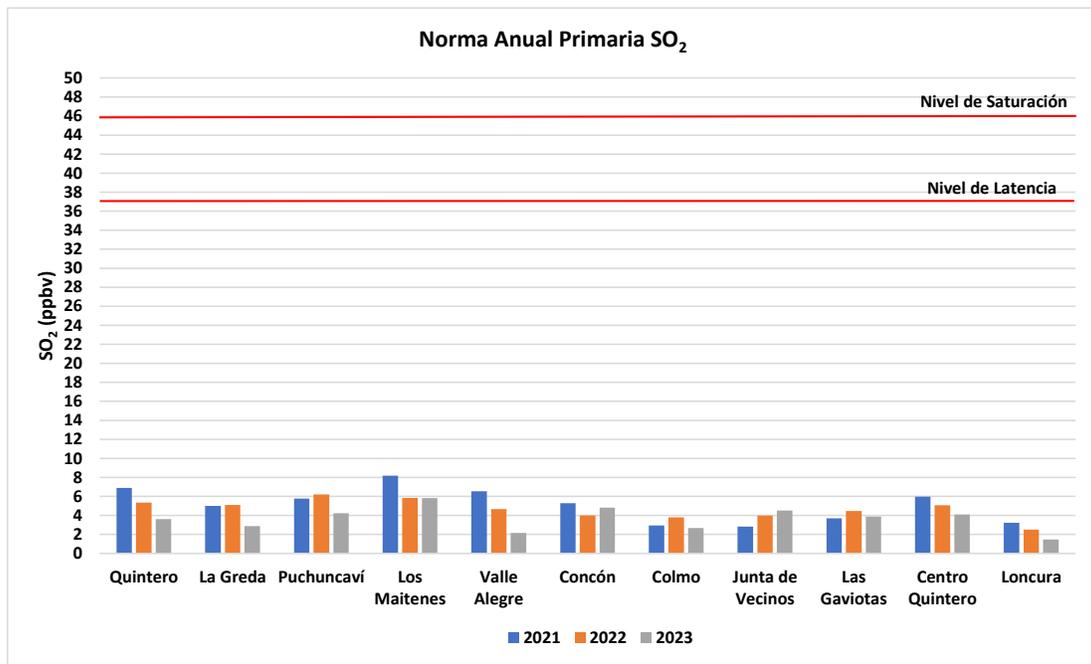


Gráfico 11 Norma primaria anual para SO<sub>2</sub>, promedio anual por año para periodo 2021 al 2023 (condición b)



## 6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO<sub>2</sub>

### 6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 31, se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub> en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> 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 monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 382 ppbv (1.000 µg/m<sup>3</sup>N). 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 monitora clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 764 ppbv (2.000 µg/m<sup>3</sup>N).

**Tabla 31 Evaluación de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub> durante el período 2021 al 2023**

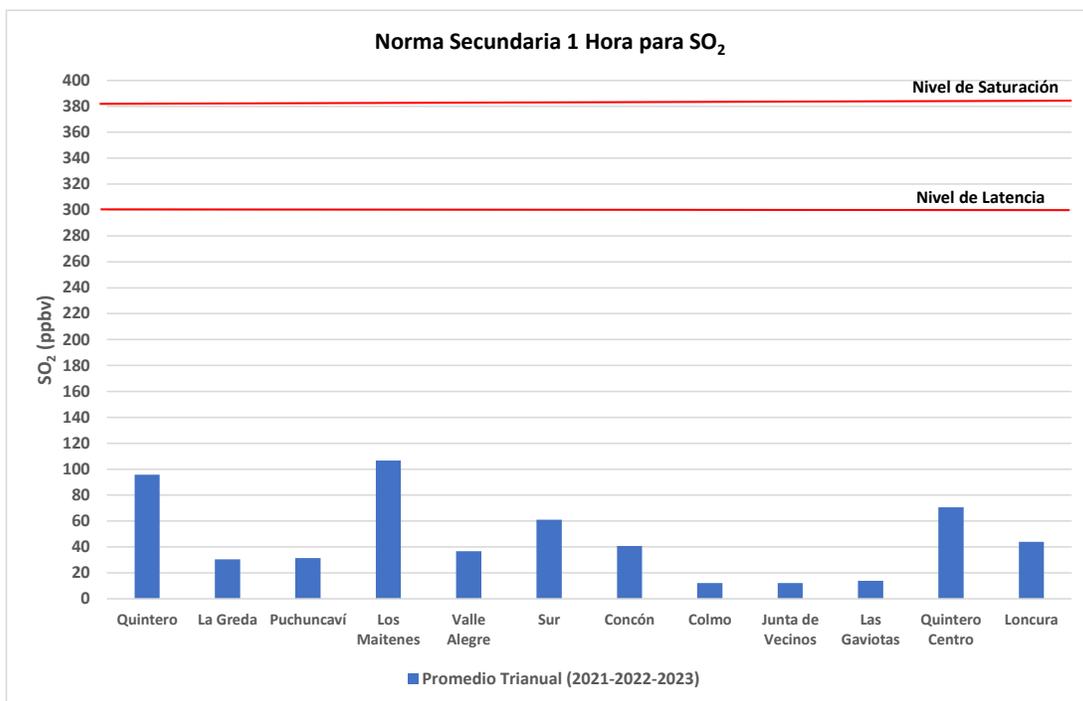
| Estación         | Percentil 99,73 2021 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2021 (764 ppbv) | Percentil 99,73 2022 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2022 (764 ppbv) | Percentil 99,73 2023 (ppbv) | % de la Norma Horaria 2023 (764 ppbv) | Promedio Trianual (ppbv) 2021 al 2023 | % de la Norma Horaria (382 ppbv) |
|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Quintero         | 126,93                      | 17                                    | 103,37                      | 13,5                                  | 56,89                       | 7                                     | 95,73                                 | 25                               |
| La Greda         | 40,58                       | 5                                     | 34,75                       | 4,5                                   | 16,18                       | 2                                     | 30,50                                 | 8                                |
| Puchuncaví       | 37,91                       | 5                                     | 32,74                       | 4,3                                   | 23,31                       | 3                                     | 31,32                                 | 8,2                              |
| Los Maitenes     | 112,26                      | 15                                    | 105,05                      | 14                                    | 102,41                      | 13                                    | 106,57                                | 28                               |
| Valle Alegre     | 46,52                       | 6                                     | 38,58                       | 5                                     | 24,77                       | 3                                     | 36,62                                 | 9,6                              |
| Sur              | 74,14                       | 10                                    | 59,27                       | 8                                     | 49,33                       | 6                                     | 60,91                                 | 16                               |
| Concón           | 46,71                       | 6                                     | 30,57                       | 4                                     | 44,93                       | 6                                     | 40,74                                 | 10,7                             |
| Colmo            | 13,93                       | 2                                     | 15,09                       | 2                                     | 7,19                        | 1                                     | 12,07                                 | 3                                |
| Junta de Vecinos | 5,03                        | 1                                     | 15,04                       | 2                                     | 16,23                       | 2                                     | 12,10                                 | 3,2                              |
| Las Gaviotas     | 16,65                       | 2                                     | 14,59                       | 2                                     | 10,38                       | 1                                     | 13,87                                 | 3,6                              |
| Centro Quintero  | 83,17                       | 11                                    | 78,76                       | 10                                    | 49,73                       | 7                                     | 70,55                                 | 18,5                             |
| Loncura          | 52,89                       | 7                                     | 49,86                       | 7                                     | 29,07                       | 4                                     | 43,94                                 | 11,5                             |

En la Tabla 31, se muestran los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual y el porcentaje respecto de la norma secundaria horaria, constatándose que



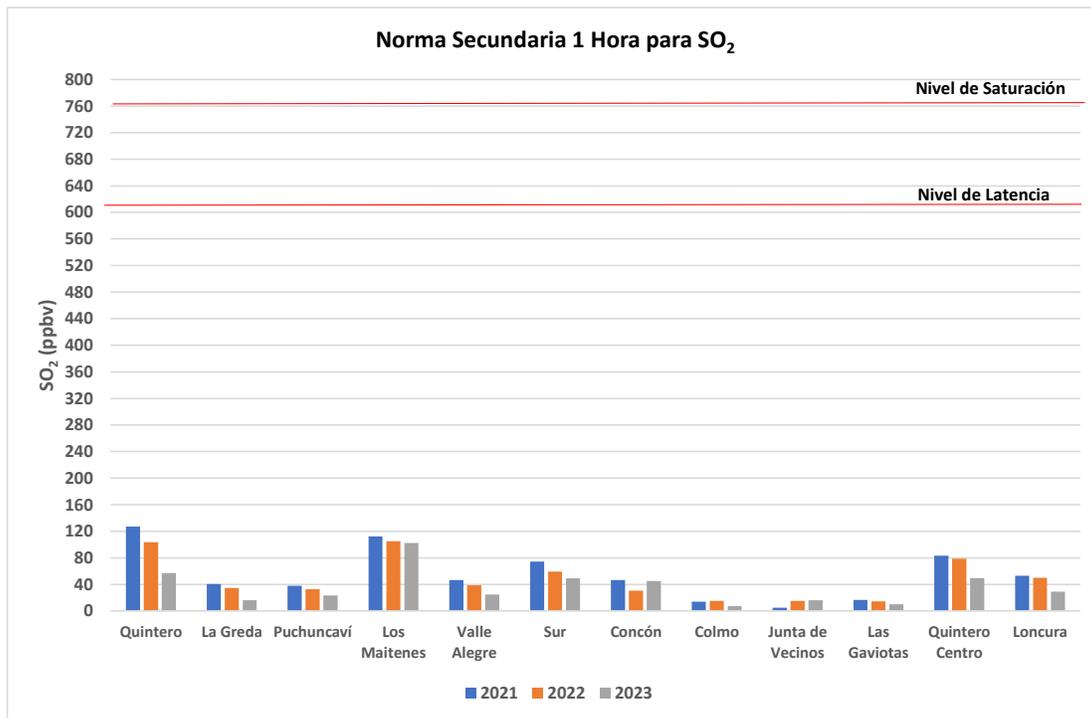
todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite horario anual de 382 ppbv. Del mismo modo, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encontraron 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.

El Gráfico 12, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual. 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 SO<sub>2</sub>, promedio trianual periodo 2021 al 2023**





**Gráfico 13 Norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub>, por año para el periodo 2021 al 2023**

#### 6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de la norma secundaria para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 32, se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,7 de la norma secundaria de 24 horas para SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> 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 monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 140 ppbv (365 µg/m<sup>3</sup>N). 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 monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 280 ppbv (730 µg/m<sup>3</sup>N).



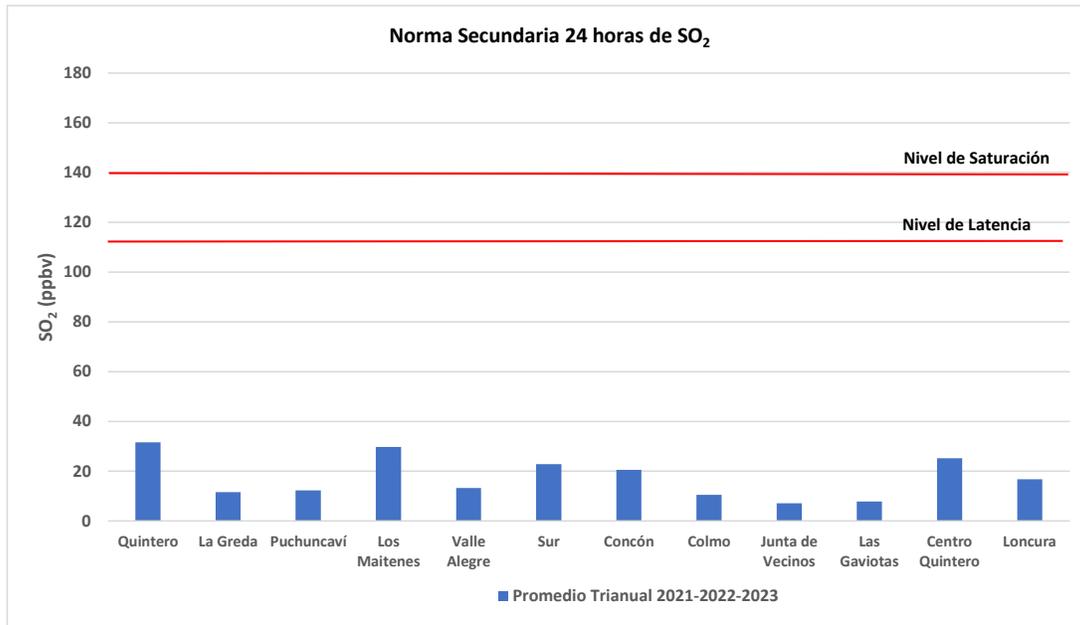
**Tabla 32 Evaluación de la norma secundaria de 24 horas para SO<sub>2</sub> durante el período 2021 al 2023**

| Estación         | Percentil 99,7 2021 (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2021 (280 ppbv) | Percentil 99,7 2022 (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2022 (280 ppbv) | Percentil 99,7 2023 (ppbv) | % de la Norma 24 horas 2023 (280 ppbv) | Promedio Percentil 99,7 24 horas (2021-2022-2023) (ppbv) | % de la Norma 24 horas (140 ppbv) |
|------------------|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|--|-----------------------------------|
| Quintero         | 35,98                      | 13                                     | 37,64                      | 13                                     | 21,09                      | 8                                      | 31,57  | 23                                |
| La Greda         | 12,85                      | 5                                      | 13,26                      | 4,7                                    | 8,59                       | 3                                      | 11,57  | 8                                 |
| Puchuncaví       | 13,09                      | 5                                      | 14,24                      | 5                                      | 9,31                       | 3                                      | 12,21  | 9                                 |
| Los Maitenes     | 27,85                      | 10                                     | 26,91                      | 10                                     | 34,44                      | 12                                     | 29,73  | 21                                |
| Valle Alegre     | 16,05                      | 6                                      | 15,15                      | 5,4                                    | 8,46                       | 3                                      | 13,22  | 9                                 |
| Sur              | 30,91                      | 11                                     | 20,75                      | 7                                      | 17,03                      | 6                                      | 22,90  | 16                                |
| Concón           | 21,09                      | 8                                      | 16,15                      | 5,8                                    | 24,45                      | 9                                      | 20,56  | 15                                |
| Colmo            | 12,15                      | 4                                      | 14,61                      | 5                                      | 4,81                       | 2                                      | 10,52  | 8                                 |
| Junta de Vecinos | 4,68                       | 2                                      | 7,47                       | 2,7                                    | 9,27                       | 3                                      | 7,14   | 5                                 |
| Las Gaviotas     | 7,33                       | 3                                      | 8,85                       | 3                                      | 7,11                       | 3                                      | 7,76   | 6                                 |
| Centro Quintero  | 32,64                      | 12                                     | 25,52                      | 9                                      | 17,49                      | 6                                      | 25,22  | 18                                |
| Loncura          | 21,58                      | 7,71                                   | 16,54                      | 6                                      | 12,02                      | 4                                      | 16,71  | 12                                |

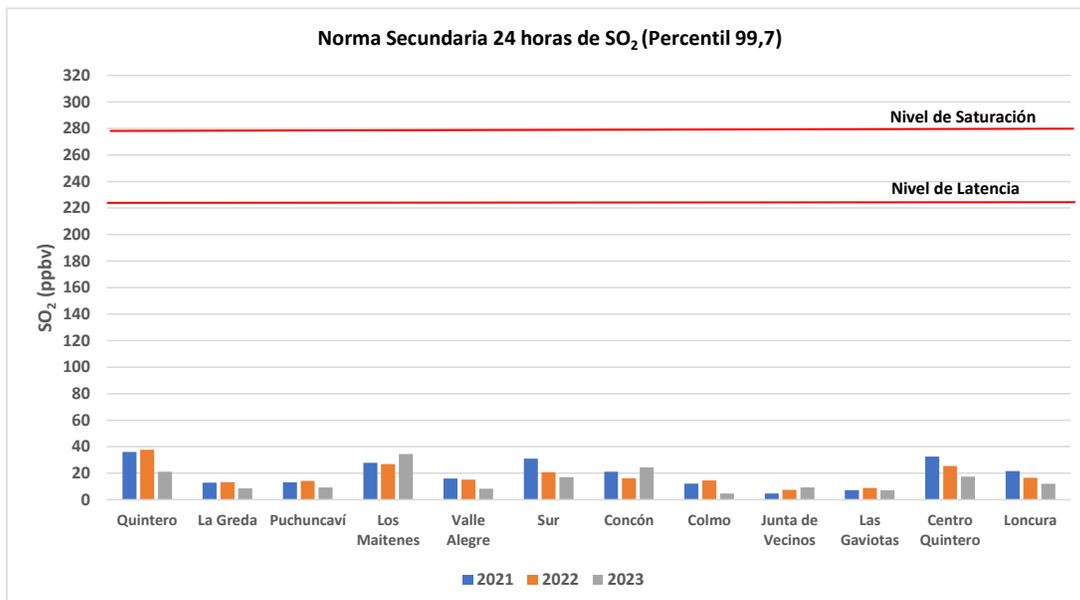
En la Tabla 32, se presentan los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo 2021 al 2023, como promedio trianual y el porcentaje respecto a la norma 24 horas, constatándose que todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite normativo. Del mismo modo, se evaluó el 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.

El Gráfico 14, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio trianual. 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 trienal para SO<sub>2</sub>, periodo 2021 al 2023**



**Gráfico 15 Norma secundaria diaria para SO<sub>2</sub>, por año para el periodo 2021 al 2023**

### 6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO<sub>2</sub>

Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ). 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

**Tabla 33 Evaluación de la norma secundaria anual para  $\text{SO}_2$  durante el período 2021 al 2023**

| Estación         | Conc. Anual 2021 (ppbv) | % de la Norma Anual 2021 (62ppbv) | Conc. Anual 2022 (ppbv) | % de la Norma Anual 2022 (62ppbv) | Conc. Anual 2023 (ppbv) | % de la Norma Anual 2023 (62ppbv) | Promedio Trianual (2021-2022-2023) (ppbv) | % de la Norma Anual (31 ppbv) |
|------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------|
| Quintero         | 6,91                    | 11                                | 5,36                    | 8,6                               | 3,62                    | 6                                 | 5,30                                      | 17                            |
| La Greda         | 5,00                    | 8                                 | 5,10                    | 8                                 | 2,89                    | 5                                 | 4,33                                      | 14                            |
| Puchuncaví       | 5,76                    | 9                                 | 6,20                    | 10                                | 4,23                    | 7                                 | 5,40                                      | 17                            |
| Los Maitenes     | 8,17                    | 13                                | 5,86                    | 9,5                               | 5,83                    | 9                                 | 6,62                                      | 21                            |
| Valle Alegre     | 6,53                    | 11                                | 4,68                    | 7,5                               | 2,15                    | 3                                 | 4,45                                      | 14                            |
| Sur              | 7,51                    | 12                                | 5,76                    | 9                                 | 4,31                    | 7                                 | 5,86                                      | 19                            |
| Concón           | 5,29                    | 9                                 | 4,00                    | 6,4                               | 4,82                    | 8                                 | 4,70                                      | 15                            |
| Colmo            | 2,96                    | 4,7                               | 3,80                    | 6                                 | 2,68                    | 4                                 | 3,15                                      | 10                            |
| Junta de Vecinos | 2,82                    | 4,5                               | 3,98                    | 6,4                               | 4,52                    | 7                                 | 3,77                                      | 12                            |
| Las Gaviotas     | 3,71                    | 6                                 | 4,47                    | 7                                 | 3,88                    | 6                                 | 4,02                                      | 13                            |
| Centro Quintero  | 5,98                    | 10                                | 5,07                    | 8                                 | 4,10                    | 7                                 | 5,05                                      | 16                            |
| Loncura          | 3,23                    | 5                                 | 2,51                    | 4                                 | 1,46                    | 2                                 | 2,40                                      | 8                             |

En la Tabla 33, se muestran los valores obtenidos del análisis de las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual 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.

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



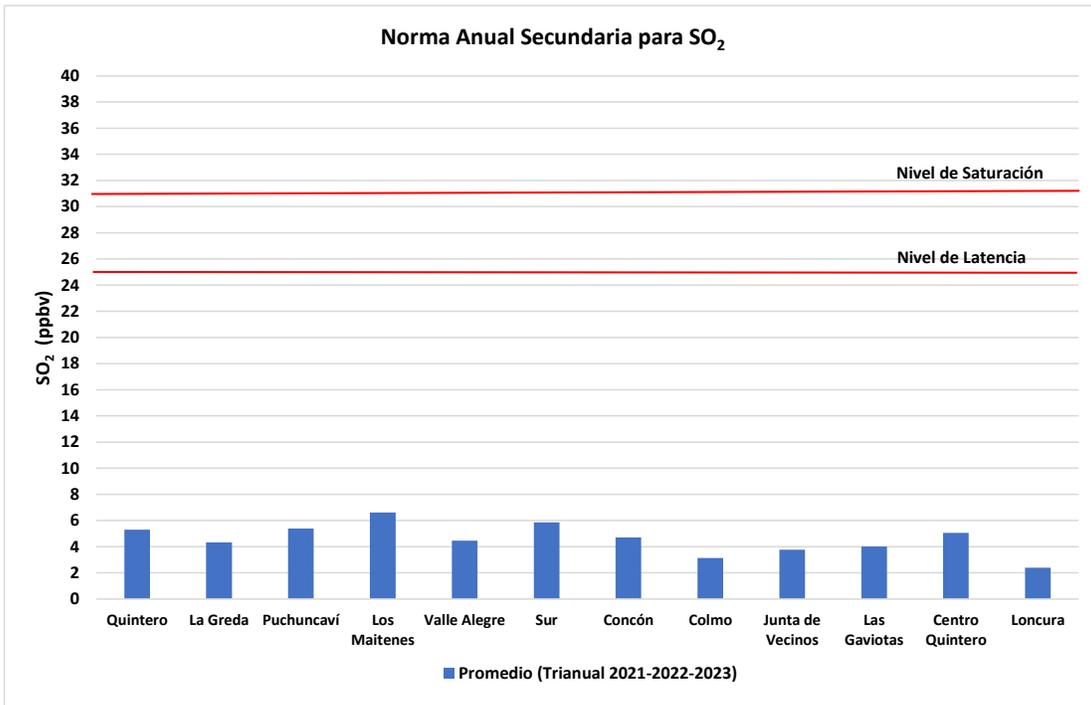


Gráfico 16 Norma secundaria promedio trianual para SO<sub>2</sub>, periodo 2021 al 2023

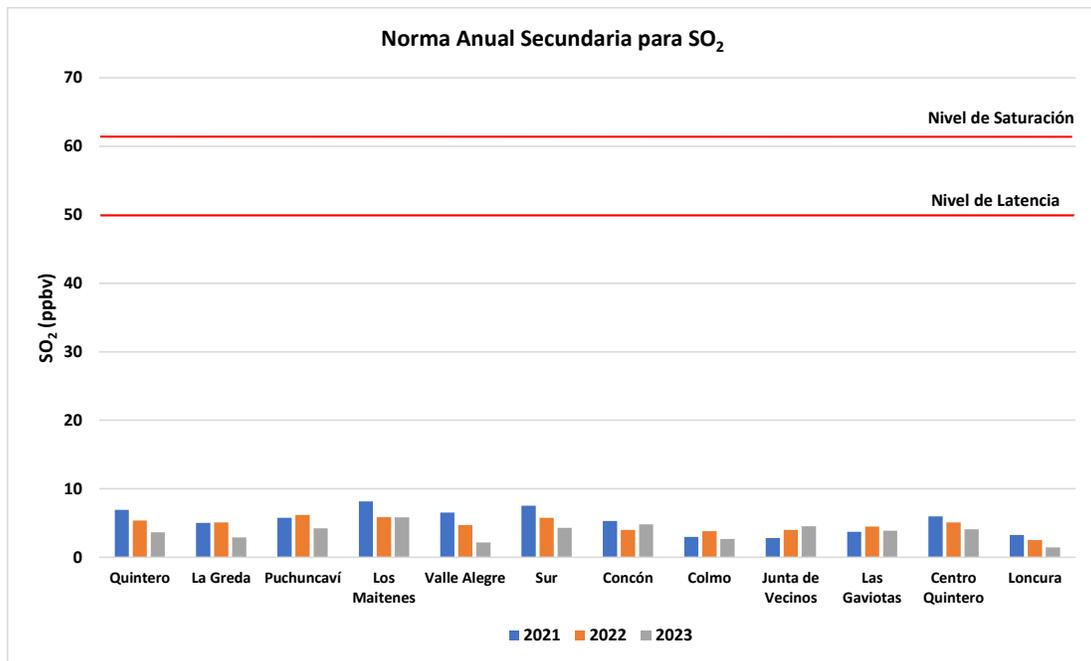


Gráfico 17 Norma secundaria anual para SO<sub>2</sub>, por año para el periodo 2021 al 2023



## 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 2022 y el día 31 de diciembre de 2023. 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 de Aes Gener – CODELCO, y los porcentajes obtenidos respecto de la norma anual se encontraron por debajo del 80% de la misma.

**Tabla 34 Evaluación de la norma primaria anual para Pb durante el período 2022 al 2023**

| Red                                  | Estación     | Concentración Anual 2022 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Concentración Anual 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | Promedio bianual (2022-2023) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) | % de la Norma Anual 0,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) |
|--------------------------------------|--------------|---|---|---|--|
| AesGener y CODELCO División Ventanas | Quintero     | 0,013   | 0,008   | 0,011   | 2,2  |
|                                      | La Greda     | 0,004   | 0,003   | 0,004   | 0,7  |
|                                      | Puchuncaví   | 0,003   | 0,002   | 0,003   | 0,6  |
|                                      | Los Maitenes | 0,013   | 0,010   | 0,011   | 2,2  |
|                                      | Valle Alegre | 0,003   | 0,003   | 0,003   | 0,6  |

El Gráfico 18, presenta el promedio bianual de las concentraciones anuales de Plomo para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2023.



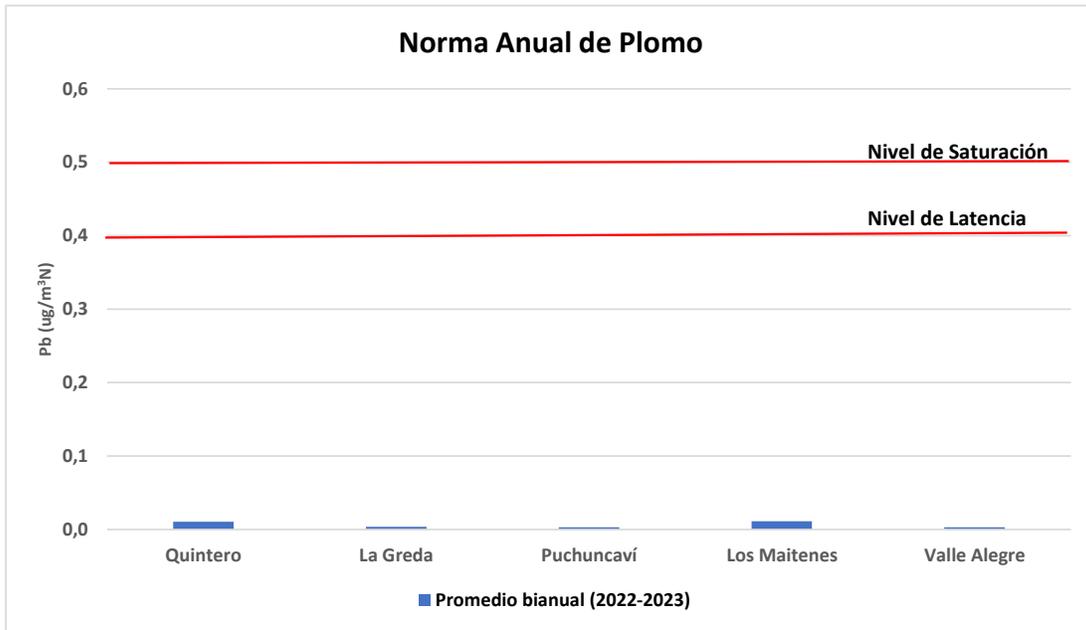


Gráfico 18 Norma anual para Plomo (Pb)



## 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 2021 y el 31 de diciembre de 2023, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP2,5, MP10, SO<sub>2</sub> 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 el contaminante SO<sub>2</sub> la representatividad poblacional para gases por norma primaria y la representatividad para recursos naturales por norma secundaria, 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 2021 y 2022, se consideró el análisis efectuado a los informes DFZ-2022-87-V-NC y DFZ-2023-67-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante los años 2022 y 2023, respectivamente.

### **Norma de calidad del aire para MP2,5**

La evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para MP2,5, que establece que la norma de 24 horas es superada al registrar una concentración mayor a 50 µg/m<sup>3</sup>, concluyó que para el año 2021, la norma de 24 horas no fue superada, pero si se observó superación del 80% del límite de la norma, las concentraciones obtenidas correspondieron a: 48 µg/m<sup>3</sup> (96%) en Quintero, 46 µg/m<sup>3</sup> (92%) en La Greda y 42 µg/m<sup>3</sup> (84%) en Concón. En el caso del año 2022 tampoco fue superada 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 µg/m<sup>3</sup> (84%) y en la estación Compañía de Bomberos de Concón con 40 µg/m<sup>3</sup> (80%). Y, por último, en el año 2023 las concentraciones no superaron el límite de la norma, y solo en la estación Concón se observa una concentración de 40 µg/m<sup>3</sup>, equivalente al 80% del límite de la norma.

Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2021, 2022 y 2023, indican que la norma no fue superada y las concentraciones expresadas como promedio trianual se mantuvieron por debajo del 80% del límite de la norma anual en todas las estaciones evaluadas, y las concentraciones como promedio trianual más altas se observaron en la estación Quintero y La Greda, con concentraciones de 15 µg/m<sup>3</sup>, equivalente al 75% 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/m<sup>3</sup>N, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2022 y 2023, 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 2023 se observó en la estación Quintero con un valor de  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 62% 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 observa que en las estaciones Quintero, Colmo y Centro Quintero, se presentó una concentración de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  en las tres (3) estaciones, 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 $\text{SO}_2$**

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de  $\text{SO}_2$ , 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 (2021 al 2023), y las concentraciones promedio trianual del percentil 99 más altas, se presentaron en las estaciones de Los Maitenes con una concentración de 68,65 ppbv (51%) y Quintero con una concentración de 54,68 ppbv (41%).

Complementariamente, se calculó el número de excedencias a la norma de 1 hora de  $\text{SO}_2$  por estación durante el año 2023, la cual muestra que el mayor número de excedencias horarias se presentó en las estaciones Los Maitenes con 5 días y Quintero con 3 días de excedencia.

La evaluación de la norma primaria de  $\text{SO}_2$ , 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 (2021 al 2023), 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 trianual se observó en la estación Quintero con 24,73 ppbv (43%).

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 trianual se encontraron por debajo del 80% de la primaria norma, 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 30% de la norma anual.

### **Norma secundaria de calidad del aire para $\text{SO}_2$**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de  $\text{SO}_2$ , para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023, 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 trianual 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 trianual 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 2022 y el 31 de diciembre de 2023, 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 la red de Aes Gener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros.

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 de Aes Gener-CODELCO, no superaron la norma anual de plomo y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.



## 8. ANEXOS

| N° Anexo | Nombre Anexo                                |
|----------|---|
| 1        | Resoluciones EMRP.                          |
| 2        | Datos de calidad del aire para el año 2023. |

