



# SMA

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**

**SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

**DFZ-2019-664-V-NC**

**AGOSTO 2019**

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	<b>X</b> _____ Juan Pablo Rodríguez Jefe Sección de Calidad del aire y emisiones
Elaborado	Isabel Leiva Campos	<b>X</b> _____ Isabel Leiva Campos Profesional División de Fiscalización

## TABLA DE CONTENIDOS

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
1. RESUMEN EJECUTIVO .....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	7
3. OBJETIVOS .....	9
4. ALCANCE .....	9
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	10
5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5, EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN .....	11
5.2. Descripción de equipos de medición Red de Ventanas y Red de ENAP Refinerías.....	13
5.3. Auditoría de datos .....	15
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE 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> .....	27
6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO <sub>2</sub> .....	27
6.3.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO <sub>2</sub> .....	29
6.3.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO <sub>2</sub> .....	31
6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO <sub>2</sub> .....	33
6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel horario para SO <sub>2</sub> .....	33
6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO <sub>2</sub> .....	35
6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO <sub>2</sub> .....	37
6.5. Evaluación de la norma primaria de Plomo (Pb).....	39
6.5.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb) .....	39
7. CONCLUSIONES.....	41
8. ANEXOS.....	44

## 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° 59/1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; 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 Secretaría General de la Presidencia; y norma secundaria para SO<sub>2</sub>, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Lo anterior de acuerdo a 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.”

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 2016 y 2017, el análisis de las normas efectuado en los informes DFZ-2017-3678-V-NC-EI y DFZ-2018-2163-V-NC. Para el año 2018 se realizó una auditoría y validación de los datos proporcionados por los titulares; AESGener - CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías, de las estaciones de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías; declaradas como estaciones de monitoreo con representatividad poblacional para MP2,5 y MP10 (EMRPMP10 y EMRPMP2,5), representatividad poblacional para gases (EMRPG) y representatividad para recursos naturales (EMRRN). Las 9 estaciones declaradas como EMRPMP, EMRPG y EMRRN, corresponden a: Quintero, La Greda, Puchuncaví, Maitenes, Valle Alegre, Concón, Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas.

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 2018, 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 a 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 a 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 la superación de la norma de 24 horas con una concentración mayor a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , determinó que para el año 2016 el percentil 98 de las concentraciones diarias para las estaciones analizadas se mantuvo por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación Concón, para la cual se constató que el valor obtenido alcanzó un 80% de la norma 24 horas. Para el año 2017 el percentil 98 de las concentraciones diarias no superó el 80% de la norma de 24 horas en ninguna de las estaciones evaluadas. Finalmente, para el año 2018 la evaluación de la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones, a excepción de la estación Concón cuya concentración fue de  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , equivalente al 82% de la norma de 24 horas.

Del análisis de la norma anual de MP2,5, con la información disponible para los años 2016, 2017 y 2018, se concluyó que la norma anual no fue superada en las estaciones; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes y Valle Alegre; las concentraciones trianuales expresadas como promedios se mantuvieron por debajo del 80% de la norma anual. No obstante, en la estación Concón se registró el valor más alto como promedio trianual, alcanzado una concentración de  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, un 82% de la norma anual.

### **Norma de calidad del aire para MP10**

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2016, 2017 y 2018, determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas, no fue superado en ninguna de las estaciones en los años analizados y los valores del percentil 98 se encontraron por debajo del 80% de la norma.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , se determinó que el promedio trianual (2016-2017-2018) en cada una de las estaciones evaluadas no superó la norma anual de MP10. Sin embargo, se registró un 85% de la norma anual en la estación Concón, con una concentración de  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

### **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 ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 98,5 de tres años calendario sucesivos, determino que la norma no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2016 al 2018), y solo se observó una concentración por sobre el 80% de la norma de 1 hora en la estación Quintero, con una concentración de 114,67 ppbv ( $300,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), equivalente al 86% de la norma.

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 (2016 al 2018), y solo se observó que superó el 80% de la norma 24 horas en la estación Quintero con una concentración de 53,35 ppbv, equivalente al 94% de la norma de 24 horas.

Respecto de la norma anual, se determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018, y los valores se encontraron por debajo del 80% y del límite de la norma anual de 23 ppbv (60 µg/m<sup>3</sup>N).

### **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 2016 y el día 31 de diciembre de 2018, 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 µg/m<sup>3</sup>N), el cálculo del promedio trianual del percentil 99,7 determinó que ésta no es superada en ninguna de las estaciones y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual manera, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones estuvieron por debajo del límite de 280 ppbv. Por consiguiente, la norma secundaria 24 horas no fue superada en las estaciones de la red en ninguna de las dos condiciones analizadas.

Respecto de la norma secundaria anual que establece un límite de 31 ppbv (80 µg/m<sup>3</sup>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 2017 y el 31 de diciembre de 2018, 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 supera el 70% mensual que exige la norma, por tanto, la información proporcionada por la red de AESGener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros. En el caso de las estaciones perteneciente a ENAP Refinerías, la revisión de muestras analizadas determinó que, el número de datos de concentraciones de plomo disponibles es insuficiente para evaluar la norma.

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

## 2. INTRODUCCIÓN

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.

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.

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.

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 AESGener-CODELCO Ventanas y la Red de ENAP Refinerías en el año 2017. Cabe señalar que en los informes DFZ-2017-3678-V-NC-EI y DFZ-2018-2163-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente, contienen la auditoría y validación de los datos generados durante los años 2016 y 2017. Respecto del año 2018 los datos fueron proporcionados por los titulares AESGener, CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías, en forma mensual. 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 a lo establecido en la Resolución Exenta N° 302, de 2011, del Subsecretario del Medio Ambiente, que instruye sobre modificaciones al procedimiento

de declaración de zona saturada y latente, a partir de la entrada en vigencia de la nueva Institucionalidad Ambiental, modificada por la Resolución Exenta N° 422, de 2012.



### 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 2016 y el 31 de diciembre de 2018, 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 y la Red de ENAP Refinerías en el año 2018, en base a una auditoría de los datos. Para los años 2016 y 2017 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2017-3678-V-NC-EI y DFZ-2018-2163-V-NC.

### 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 2018 y el 31 de diciembre de 2018.

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 y Las Gaviotas.

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 2016 y el 31 de diciembre de 2018. A continuación en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel diario y anual, por contaminante y cuerpo normativo:

**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>
	D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente	SO <sub>2</sub>	134 ppbv (350 µg/m <sup>3</sup> N)	57 ppbv (150 µg/m <sup>3</sup> N)	23 ppbv (60 µg/m <sup>3</sup> N)
	D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República	MP10	No aplica	150 µg/m <sup>3</sup> N	50 µg/m <sup>3</sup> N
	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 (promedio del percentil 99,73 de 3 años) o 764 ppbv (percentil 99,73 durante un año)	140 ppbv (promedio del percentil 99,7 de 3 años) o 280 ppbv (percentil 99,7 durante un año)	31 ppbv (promedio trianual) o 62 ppbv (promedio anual)

## 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para los años 2016 y 2017, corresponden a los datos auditados y validados en el marco de los informes DFZ-2017-3678-V-NC-EI y DFZ-2018-2163-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2017 y 2018, respectivamente.

Para los datos del año 2018 se utilizó la información remitida por los titulares de la Red de Ventanas AESGener y CODELCO División Ventanas, antecedentes solicitados mediante la Resolución Exenta N° 734 de 2014, y la información remitida por el titular de la Red de ENAP Refinerías, solicitada mediante la Resolución Exenta N° 733 del 2014. La información de calidad del aire recepcionada de ambas redes 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 al 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 la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, 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 de Monitoreo	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 Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1527 del 28 de Junio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 1527 del 28 de Junio de 2012, de la Secretaria 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 Secretaria 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 Secretaria 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 Secretaria 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 Secretaria 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 EMRPM10, EMRPM2,5, EMRPG y EMRRN, disponibles en el anexo del Informe DFZ-2014-431-V-NC-EI del año 2014.

Estación de Monitoreo	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 Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 2330 del 14 de septiembre de 2005, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaria 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 Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 306 del 28 de enero de 2004, de la Secretaria 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 Secretaria Regional Ministerial de Salud de Valparaíso	Res. Exenta N° 322 del 01 de abril de 2006, de la Secretaria 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 Secretaria 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

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

**Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la Red de Ventanas y ENAP Refinerías.**

Red	Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84, Huso 19 S*	
		E	N
AESGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	262.528 E	6.371.087 N
	La Greda	268.185 E	6.373.910 N
	Puchuncaví	274.379 E	6.377.371 N
	Los Maitenes	270.073 E	6.372.171 N
	Valle Alegre	271.889 E	6.367.413 N
	Sur	267.372 E	6.368.004 N
ENAP Refinerías	Concón	264.784 E	6.354.247 N
	Colmo	271.796 E	6.353.859 N
	Junta de Vecinos	263.944 E	6.353.098 N
	Las Gaviotas	267.940 E	6.355.336 N

\*Referencia de las resoluciones EMRP.

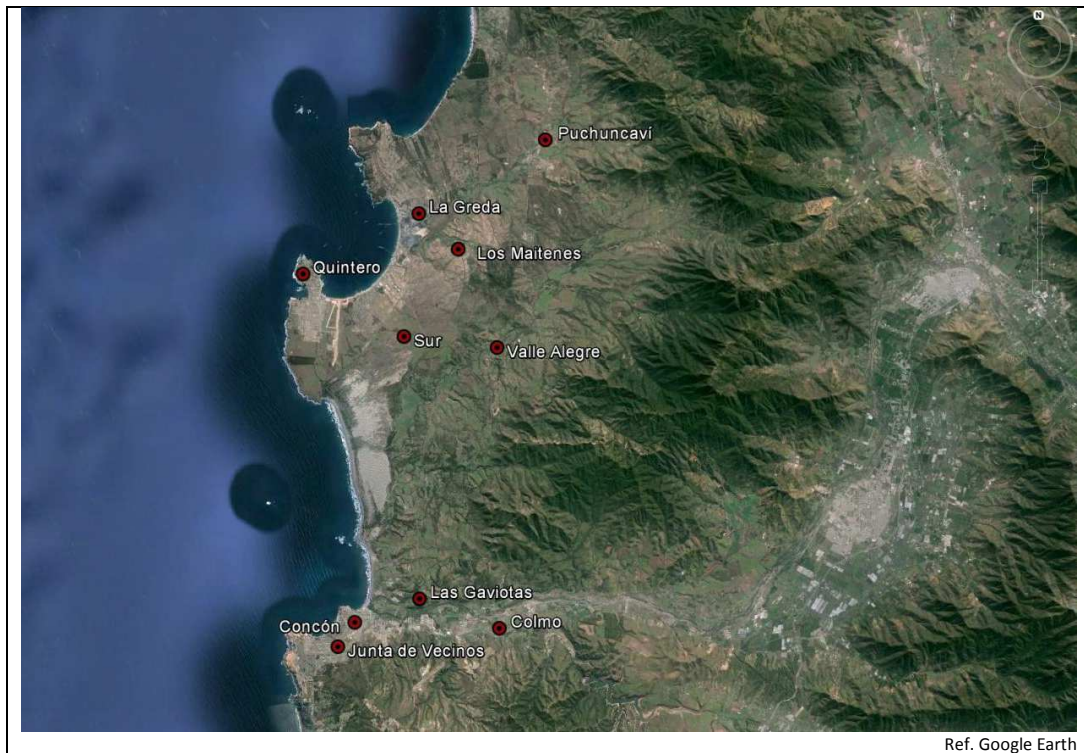


Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

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

De acuerdo a los antecedentes entregados por los titulares AESGener - CODELCO División Ventanas y ENAP Refinerías para el año 2018, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP<sub>2,5</sub>, MP<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub> en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire.

A continuación en la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP<sub>2,5</sub>, MP<sub>10</sub>, Plomo y SO<sub>2</sub>, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2018.

**Tabla 4 Listado de estaciones, instrumento y método de medición.**

Red	Estación de Monitoreo	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método 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	
		SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne/100E	EQSA -0495-100	
Junta de Vecinos		MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	GrasebyAndersen / GMW 1200	RFPS-1287-063	
		SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne /T100	EQSA -0495-100	
Las Gaviotas		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	

### 5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP2,5, MP10, Plomo y SO<sub>2</sub> para el año 2018, 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 2018**

Estación	MP2,5 % Diario	MP10 % Diario	SO <sub>2</sub> % Horario
Quintero	0,8	2,5	1,1
La Greda	2,5	0	1,1
Puchuncaví	0,0	0,0	0,8
Los Maitenes	0,8	0,8	1,0
Valle Alegre	0,8	1,6	1,9
Sur	NA	NA	2,0
Concón	0,0	0,0	1,4
Colmo	NA	0,0	1,3
Junta de Vecinos	NA	2,5	1,5
Las Gaviotas	NA	0,8	3,2

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 a 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 a 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% para los contaminantes de MP10, MP2,5 y SO<sub>2</sub> en las estaciones de las Redes para los años 2016, 2017 y 2018. Se debe señalar que en las estaciones de Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas, pertenecientes a la Red de ENAP Refinerías no se realizan mediciones del contaminante MP2,5.

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 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	122	100	121	99	365	100
	2017	119	98	121	99	364	99,7
	2018	121	99,2	119	97,5	364	99,7

**Tabla 7 Estación La Greda porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	121	99	121	99	365	99,7
	2017	118	97	120	98	362	99,2
	2018	119	97,5	122	100	364	99,7

**Tabla 8 Estación Puchuncaví porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	122	100	122	100	365	99,7
	2017	122	100	122	100	365	100
	2018	122	100	122	100	365	100



**Tabla 9 Estación Los Maitenes porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	122	100	122	100	366	100
	2017	119	98	119	98	362	99,2
	2018	121	99,2	121	99,2	364	99,7

**Tabla 10 Estación Valle Alegre porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	122	100	122	100	366	100
	2017	119	98	119	98	362	99,2
	2018	121	99,2	120	98,4	358	98,1

**Tabla 11 Estación Sur porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	No Aplica				363	99,2
	2017	No Aplica				361	98,9
	2018	No Aplica				361	98,9

**Tabla 12 Estación Concón porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	122	100	122	100	364	99,5
	2017	121	99	121	99	362	99,9
	2018	122	100	122	100	364	99,7

**Tabla 13 Estación Colmo porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	---	---	122	100	362	98,9
	2017	---	---	122	100	362	99,2
	2018	---	---	122	100	365	100

**Tabla 14 Estación Junta de Vecinos porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	---	---	121	99	365	99,7
	2017	---	---	122	100	363	99,5
	2018	---	---	119	97,5	362	99,2

**Tabla 15 Estación Las Gaviotas porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018)**

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	2016	---	---	121	99	364	99,5
	2017	---	---	121	99	360	98,6
	2018	---	---	121	99,2	355	97,3

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, a continuación, en la Tabla 16,

Tabla 17 y Tabla 18 se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones de la Red de AESGener - CODELCO y la Red de ENAP Refinerías, 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 16 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2016, 2017 y 2018**

MESES (%)													
AesGener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	91	100	100	100	100	100	100	90	90	100	100	90
	2018	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
	2017	100	100	100	90	91	100	90	100	100	91	100	100
	2018	100	100	100	90	100	90	100	100	90	100	100	100
Puchuncaví	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Maitenes	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100
Valle Alegre	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	90	100	100	100	90	90	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	91	100	100	100	100	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	91	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabla 17 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2016, 2017 y 2018**

MESES (%)													
AesGener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100
	2017	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	90	100	100	100	100	100	80	100	100
La Greda	2016	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	90	100	100	90	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100
Valle Alegre	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	90	91	100	100	90	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	91	100	100	100	90	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Colmo	2016	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
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90
Junta de Vecinos	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	90	100	100	100	100	90	100	100	90	100	100	100
	2016	100	89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Las Gaviotas	2017	100	89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100
	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabla 18 Porcentaje de datos válidos de SO<sub>2</sub> mensuales por estación para los años 2016, 2017 y 2018**

MESES (%)													
AESGener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2016	98	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	2017	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100
	2018	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
La Greda	2016	100	99	99	99	98	99	99	99	99	99	99	99
	2017	100	100	100	97	100	100	97	97	100	100	100	100
	2018	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2016	99	99	99	99	97	98	99	99	99	99	99	99
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2016	99	99	99	99	99	99	99	99	99	100	99	99
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100
Valle Alegre	2016	99	99	98	97	99	99	99	99	99	99	99	99
	2017	100	100	97	97	100	100	100	97	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	87	94	100	100	97	100	100
Sur	2016	99	98	99	99	94	99	99	99	99	99	99	95
	2017	100	100	100	100	100	100	97	90	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	90	97	100	100	100	100	100	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2016	96	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	2017	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97
Colmo	2016	99	98	99	96	99	98	100	99	91	99	98	99
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Junta de Vecinos	2016	98	99	99	97	99	98	99	99	99	99	99	99
	2017	100	100	100	97	100	97	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	97	100	100	93	100	100	100
Las Gaviotas	2016	95	96	99	99	98	99	99	99	99	98	99	99
	2017	100	100	100	100	94	97	94	100	100	100	100	100
	2018	100	93	100	100	100	100	90	100	100	97	87	100

La Tabla 19, muestra el porcentaje de filtros de MP10 analizados para el contaminante plomo. Del análisis estadístico se concluye que para la Red de AESGener - CODELCO se cumple con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros, para el año 2017, superando el 70% mensual que exige la norma. En el caso de la Red de ENAP Refinerías el número de filtros de MP10 analizados para el contaminante plomo es insuficiente para evaluar la norma.

**Tabla 19 Porcentaje de datos mensuales de Pb por estación para los años 2017 y 2018**

MESES (%)													
AesGener y CODELCO División Ventanas													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Quintero	2017	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	90	100	80	100	100	100	80	100	100
La Greda	2017	100	100	100	90	100	100	90	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Puchuncaví	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Maitenes	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100
Valle Alegre	2017	100	100	100	90	91	100	100	90	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	91	100	100	100	90	100
ENAP Refinerías													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Concón	2017	18	22	20	20	18	20	20	20	20	18	20	20
	2018	20	20	20	20	20	10	18	20	20	20	20	18
Colmo	2017	18	22	20	20	18	20	20	20	20	18	20	20
	2018	20	20	20	20	20	20	18	20	20	20	20	18
Junta de Vecinos	2017	18	22	20	20	18	20	20	20	20	18	20	20
	2018	20	20	20	20	20	20	18	20	20	20	20	18

## 6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE 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 superación de la norma para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 20 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 2016, 2017 y 2018, en las estaciones de monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

De acuerdo a 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.

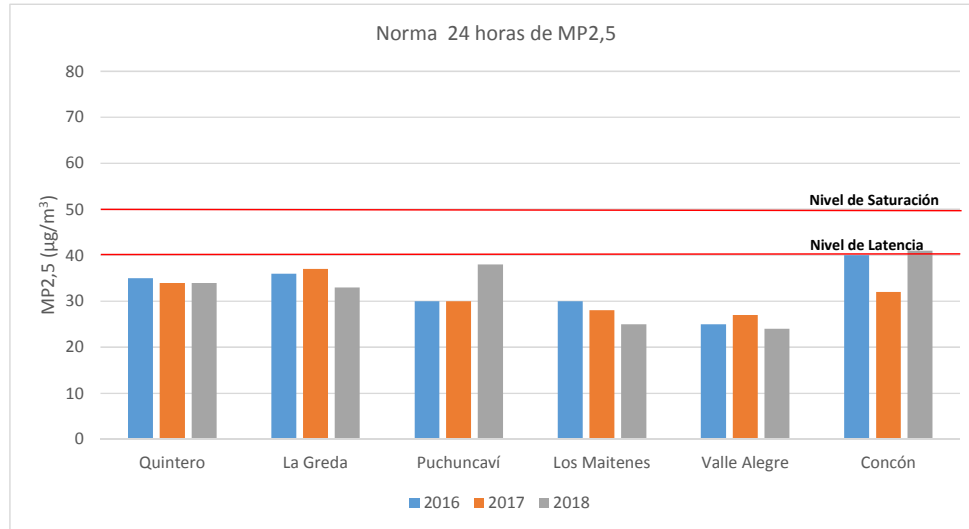
Tabla 20 Evaluación de la norma de 24 horas para MP2,5 durante el período 2016 - 2018

Red	Estación	Percentil 98 Año 2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la Norma 24 horas 2016 ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Percentil 98 Año 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la Norma 24 horas 2017 ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Percentil 98 Año 2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la Norma 24 horas 2018 ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
AESGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	35	70	34	68	34	68
	La Greda	36	72	37	74	33	67
	Puchuncaví	30	60	30	60	38	76
	Los Maitenes	30	60	28	56	25	50
	Valle Alegre	25	50	27	54	24	48
ENAP Refinerías	Concón	40	80	32	64	41	82

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para MP2,5.

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de los datos disponible para los años 2016, 2017 y 2018, se obtuvo que para el año 2016 el percentil 98 de las concentraciones diarias para las estaciones analizadas se mantuvo por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación Concón, para la cual se constató que el valor analizado alcanzó un 80% de la norma 24 horas. Para el año 2017 el percentil 98 de las concentraciones diarias no superó el 80% de la norma de 24 horas en ninguna de las estaciones evaluadas. Finalmente, en el año 2018 la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones, a excepción de la estación Concón cuya concentración fue de  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (82%).

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 2016, 2017 y 2018.



**Gráfico 1 Norma 24 Horas para MP2,5**

### 6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018.

De acuerdo a 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  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

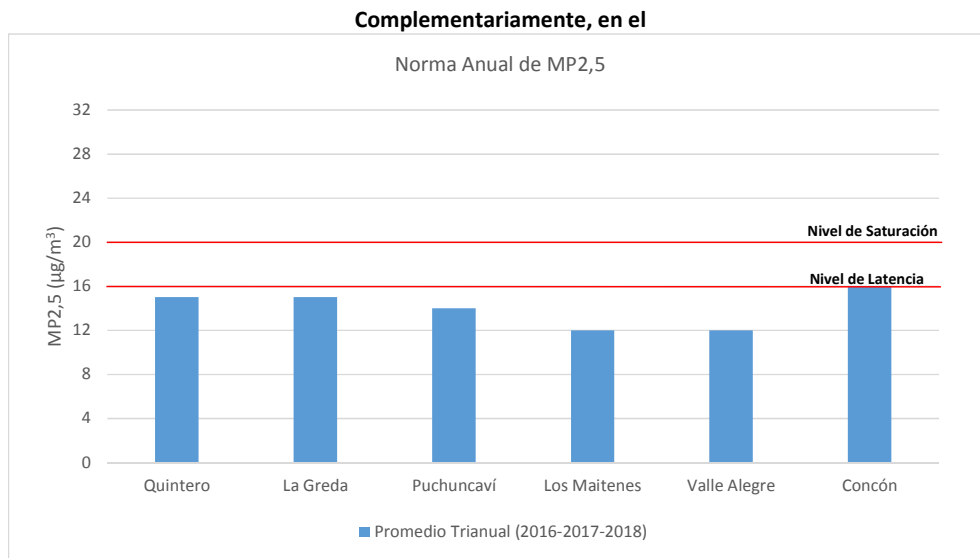
En la Tabla 21 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo de la media anual de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, para los años 2016, 2017 y 2018, en las estaciones de monitoreo de la Red.

**Tabla 21 Evaluación de la norma anual para MP2,5 durante el período 2016 - 2018**

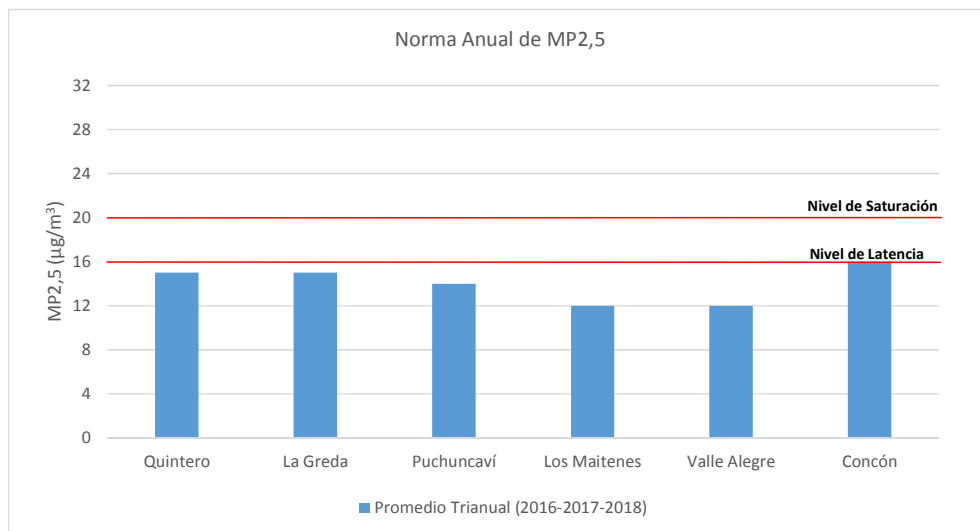
Red	Estación	Concentración Anual Año 2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentración Anual Año 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentración Anual Año 2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Promedio Trianual (2016-2017-2018) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la Norma Anual ( $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	16	15	15	15	77
	La Greda	15	15	15	15	75
	Puchuncaví	14	14	15	14	72
	Los Maitenes	13	12	12	12	62
	Valle Alegre	12	11	12	12	58
ENAP Refinerías	Concón	17	16	16	16	82

\*Evaluación referencial, la estación no posee representatividad poblacional para MP2,5.

Los resultados de la evaluación de la norma anual para los años 2016, 2017 y 2018 indican que en las estaciones; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes y Valle Alegre; las concentraciones trianuales expresadas como promedios se mantuvieron por debajo del 80% de la norma anual. No obstante, en la estación Concón se registró el valor más alto como promedio trianual, alcanzado  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir, un 82% de la norma anual.



, se pueden observar las concentraciones media anual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018.



**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 superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 22 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2016, 2017 y 2018, de las estaciones de monitoreo de la Red.

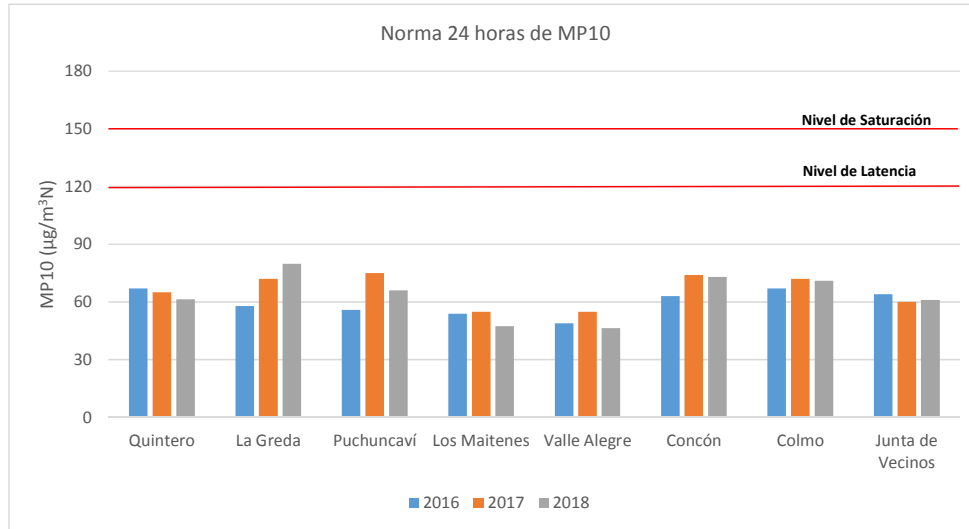
Cabe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N°45/2001, del MINSEGPRES, la norma de calidad del aire para material particulado respirable (MP10), se considerará sobrepasada cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitora clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

**Tabla 22 Evaluación de la norma de 24 horas para MP10 durante el período 2016 - 2018**

Red	Estación	Percentil 98 Año 2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas Año 2016 ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas Año 2017 ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas Año 2018 ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
AESGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	67	44	65	43	61	41
	La Greda	58	39	72	48	80	53
	Puchuncaví	56	38	75	50	66	44
	Los Maitenes	54	36	55	37	47	32
	Valle Alegre	49	32	55	37	46	31
ENAP Refinerías	Concón	63	42	74	49	73	49
	Colmo	67	45	72	48	71	47
	Junta de Vecinos	64	43	60	40	61	41

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2016, 2017 y 2018, 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% de la norma.

El Gráfico 3 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para los años 2016, 2017 y 2018.



**Gráfico 3 Norma 24 horas para MP10**

### 6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 23, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2016, 2017 y 2018, para las estaciones de monitoreo de la Red.

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del MINSEGPRES, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m<sup>3</sup>N.

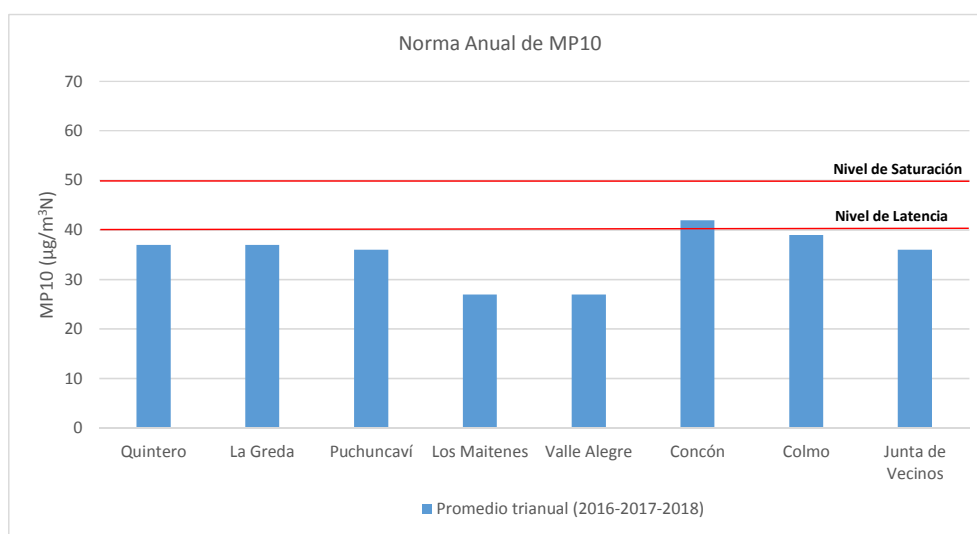
**Tabla 23 Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2016 - 2018**

Red	Estación	Promedio Anual 2016 (µg/m <sup>3</sup> N)	Promedio Anual 2017 (µg/m <sup>3</sup> N)	Promedio Anual 2018 (µg/m <sup>3</sup> N)	Promedio Trianual (2016-2017-2018) (µg/m <sup>3</sup> N)	% de la Norma Anual (50µg/m <sup>3</sup> N)
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	39	36	36	37	74
	La Greda	38	37	37	37	75
	Puchuncaví	36	36	35	36	71
	Los Maitenes	28	28	26	27	55
	Valle Alegre	27	28	25	27	53
ENAP Refinerías	Concón	40	44	43	42	85

Red	Estación	Promedio Anual 2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Anual 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Anual 2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Trianual (2016-2017-2018) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Anual ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
	Colmo	37	40	39	39	77
	Junta de Vecinos	37	36	36	36	73

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 registró un porcentaje superior al 80% de la norma anual en la estación de Concón, con una concentración de  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (85%).

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 2016 y el día 31 de diciembre de 2018.



**Gráfico 4 Norma anual para MP10**

### 6.3. Evaluación de la norma primaria $\text{SO}_2$

#### 6.3.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora $\text{SO}_2$

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria de 1 hora para  $\text{SO}_2$ , corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 24, se presenta un resumen con los valores del percentil 98,5 de la norma de 1 hora para  $\text{SO}_2$ , en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo a 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 considerara un percentil 99 para evaluar esta condición.
- b. Se considerara 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.

**Tabla 24 Evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO<sub>2</sub> para el período 2016 - 2018**

Estación	Percentil 98,5 2016 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2016 (268 ppbv)	Percentil 98,5 2017 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2017 (268 ppbv)	Percentil 98,5 2018 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2018 (268 ppbv)	Promedio Triannual (ppbv)	% de la Norma Horaria (134 ppbv)
Quintero	116,04	43	127,08	47	100,90	38	114,67	86
La Greda	37,81	14	37,68	14	35,80	13	37,10	28
Puchuncaví	37,01	14	35,70	13	34,97	13	35,89	27
Los Maitenes	108,97	41	107,30	40	100,64	38	105,64	79
Valle Alegre	38,28	14	36,62	14	39,83	15	38,24	29
Concón	51,10	19	50,33	19	48,90	18	50,11	37
Colmo	12,69	5	13,85	5	11,70	4	12,75	10
Junta de Vecinos	8,61	3	9,50	4	18,16	7	12,09	9
Las Gaviotas	14,64	5	17,27	6	16,03	6	15,98	12

De acuerdo a lo calculado, Tabla 24, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y solo se observó que estación Quintero superó el 80% de la norma, con una concentración de 114,67 ppbv, equivalente al 86% de la norma.

El Gráfico 5 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 98,5 del periodo como promedio triannual (condición a). Mientras que, el Gráfico 6 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora para cada uno de los años de periodo analizado (condición b).

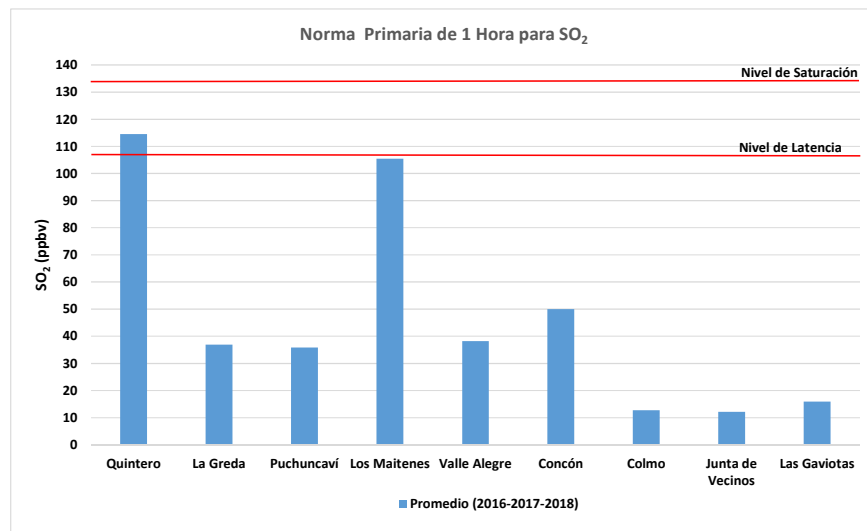


Gráfico 5 Norma primaria de 1 hora para SO<sub>2</sub>, promedio trianual periodo 2016 al 2018 (condición a)

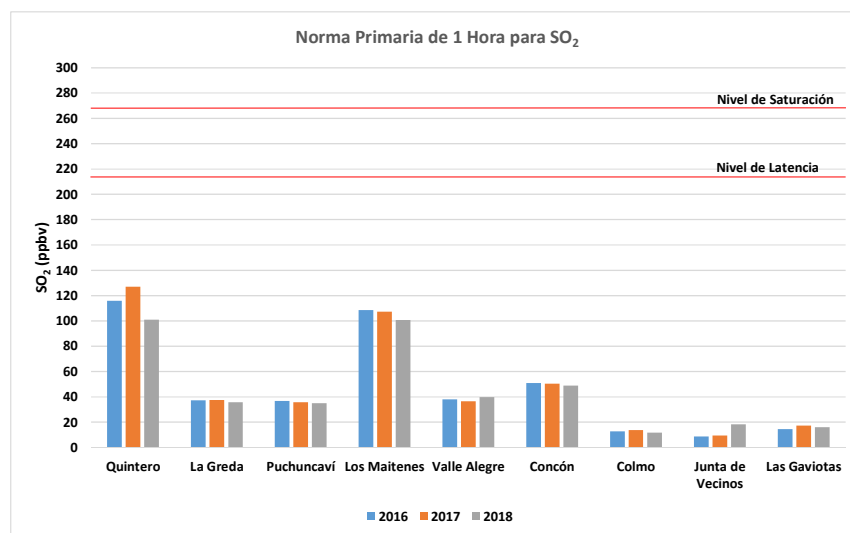


Gráfico 6 Norma primaria de 1 hora para SO<sub>2</sub>, por año para el periodo 2016 al 2018 (condición b)

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

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria de 24 horas para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 25, 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 a los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo a las siguientes condiciones:

- a. 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).
- b. Se considerara 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.

**Tabla 25 Evaluación de la norma primaria de 24 horas para SO<sub>2</sub> durante el período 2016 - 2018**

Red	Estación	Percentil 99 2016 (ppbv)	Percentil 99 2017 (ppbv)	Percentil 99 2018 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Trianual (2016-2017-2018) (ppbv)	% de la Norma 24 horas 57 ppbv
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	54,85	58,05	47,16	53,35	94
	La Greda	20,32	16,44	19,07	18,61	33
	Puchuncaví	17,86	13,84	17,19	16,30	29
	Los Maitenes	40,40	38,6	40,38	39,79	70
	Valle Alegre	17,68	16,16	19,69	17,84	31
ENAP Refinerías	Concón	36,22	41,27	32,77	36,75	64
	Colmo	7,56	8,35	6,78	7,56	13
	Junta de Vecinos	7,21	8,14	18,76	11,37	20
	Las Gaviotas	9,84	10,57	10,76	10,39	18

De acuerdo a lo calculado, Tabla 25, se determinó que la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y solo se observó que en estación Quintero superó el 80% de la norma, con una concentración de 53,35 ppbv, equivalente al 94% de la norma de 24 horas.

El Gráfico 7 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).

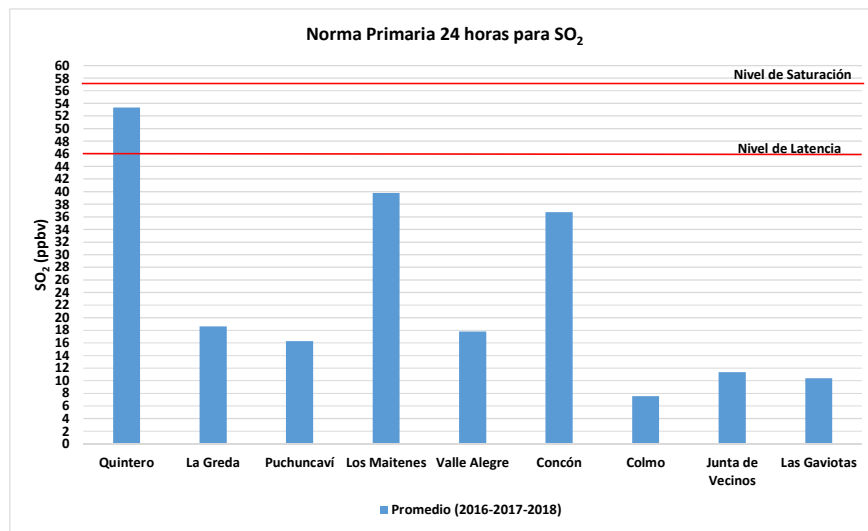


Gráfico 7 Norma primaria 24 horas para SO<sub>2</sub>, promedio trianual periodo 2016 al 2018 (condición a)

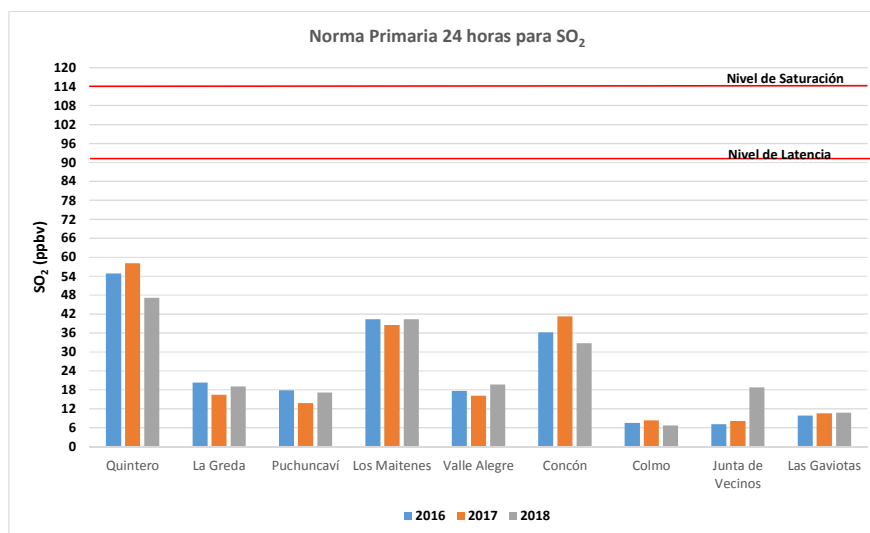


Gráfico 8 Norma primaria 24 horas para SO<sub>2</sub>, por año para el periodo 2016 al 2018 (condición b)

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

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria anual para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 26, se presenta un resumen con los promedios anuales de SO<sub>2</sub> en todas las estaciones de la Red de monitoreo Fundación Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo a 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.

**Tabla 26 Evaluación de la norma primaria anual para SO<sub>2</sub> durante el período 2016 - 2018**

Red	Estación	Concentración Anual 2016 (ppbv)	Concentración Anual 2017 (ppbv)	Concentración Anual 2018 (ppbv)	Promedio Trianual (2016-2017-2018) (ppbv)	% de la Norma Anual 23 (ppbv)
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	11,05	11,96	10,00	11,00	48
	La Greda	5,27	6,38	6,74	6,13	27
	Puchuncaví	6,43	5,86	5,66	5,98	26
	Los Maitenes	10,75	10,90	11,65	11,10	48
	Valle Alegre	5,90	4,70	6,57	5,72	25
ENAP Refinerías	Concón	8,42	9,34	8,94	8,90	39
	Colmo	4,01	3,83	3,44	3,76	16
	Junta de Vecinos	3,18	3,49	3,11	3,26	14
	Las Gaviotas	4,29	4,75	4,38	4,47	19

De acuerdo a los resultados de la evaluación de la norma primaria anual, presentados en la Tabla 26, 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 50% de la norma anual.

El Gráfico 9 muestra el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios (condición a), y el Gráfico 12 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años de periodo analizado (condición b).



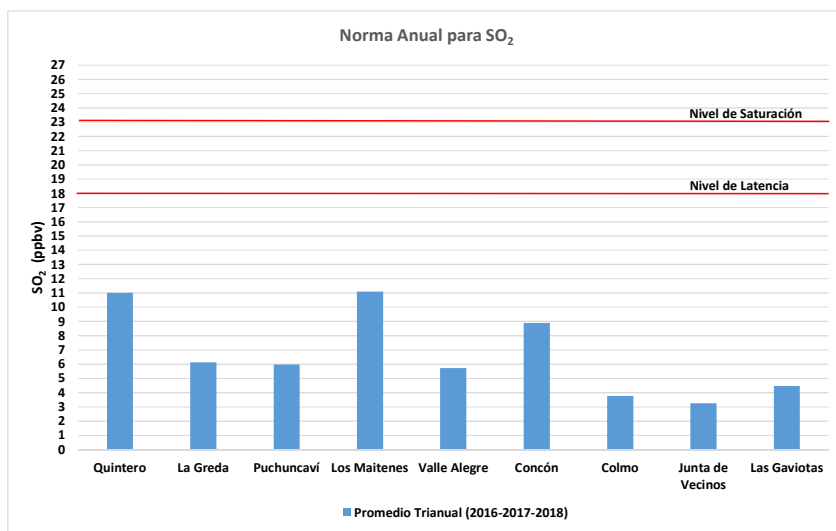


Gráfico 9 Norma primaria anual para SO<sub>2</sub>, promedio trianual periodo 2016 al 2018 (condición a)

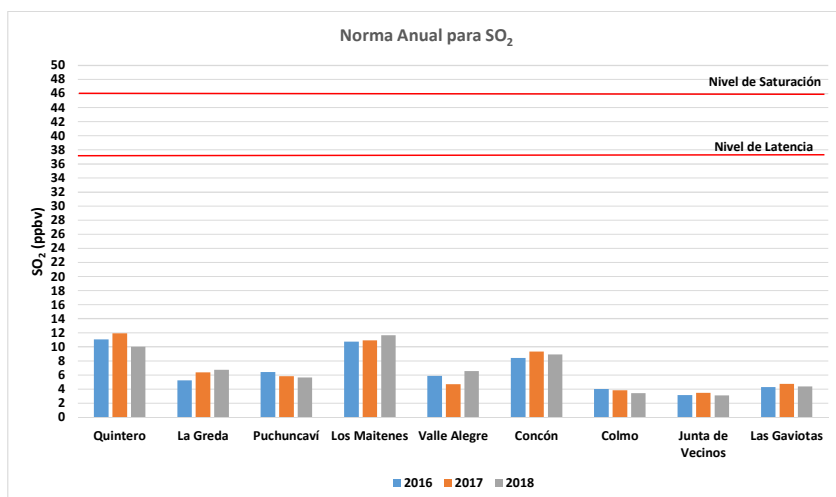


Gráfico 10 Norma primaria anual para SO<sub>2</sub>, promedio anual por año para periodo 2016 al 2018 (condición b)

## 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 superación de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 27, 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 monitoreo de la Red.

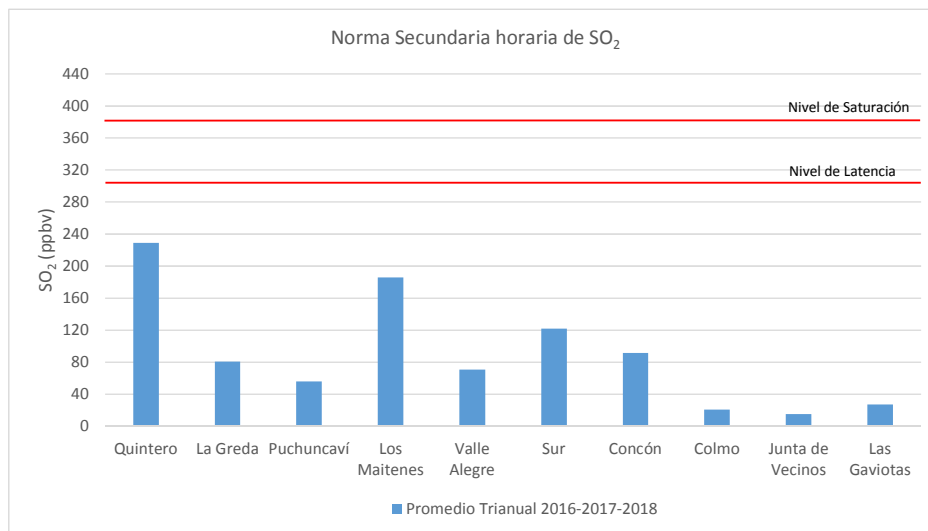
Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitorea 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 monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 764 ppbv (2.000 µg/m<sup>3</sup>N).

**Tabla 27 Evaluación de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub> durante el período 2016 - 2018**

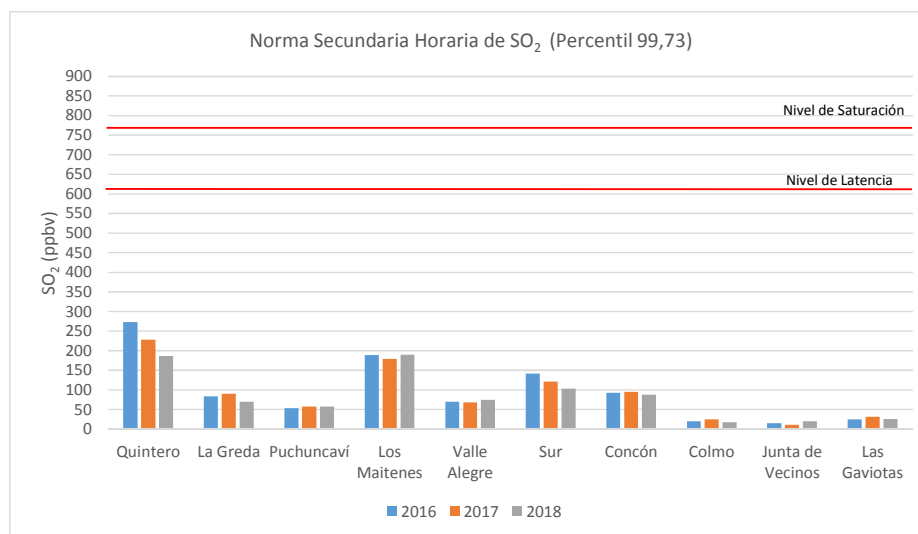
Estación	Percentil 99,73 2016 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2016 (764 ppbv)	Percentil 99,73 2017 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2017 (764 ppbv)	Percentil 99,73 2018 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2018 (764 ppbv)	Promedio Trianual (ppbv)	% de la Norma Horaria (382 ppbv)
Quintero	273,26	36	227,84	30	185,98	24	229,03	60
La Greda	83,44	11	89,41	12	69,57	9	80,81	21
Puchuncaví	52,72	7	57,32	8	57,73	8	55,92	15
Los Maitenes	189,12	25	178,82	23	189,73	25	185,89	49
Valle Alegre	69,44	9	67,64	9	75,10	10	70,73	19
Sur	141,50	19	121,08	16	103,17	14	121,92	32
Concón	92,50	12	94,70	12	87,40	11	91,53	24
Colmo	19,69	3	24,78	3	17,64	2	20,70	5
Junta de Vecinos	14,89	2	10,76	1	19,73	3	15,13	4
Las Gaviotas	24,42	3	30,82	4	25,95	3	27,06	7

En la Tabla 27, 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 (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 11 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 12 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para cada uno de los años de periodo analizado.



**Gráfico 11 Norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub>**



**Gráfico 12 Norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub> por año**

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

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 28, 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 monitoreo de la Red de Ventanas y la Red de ENAP Refinerías.

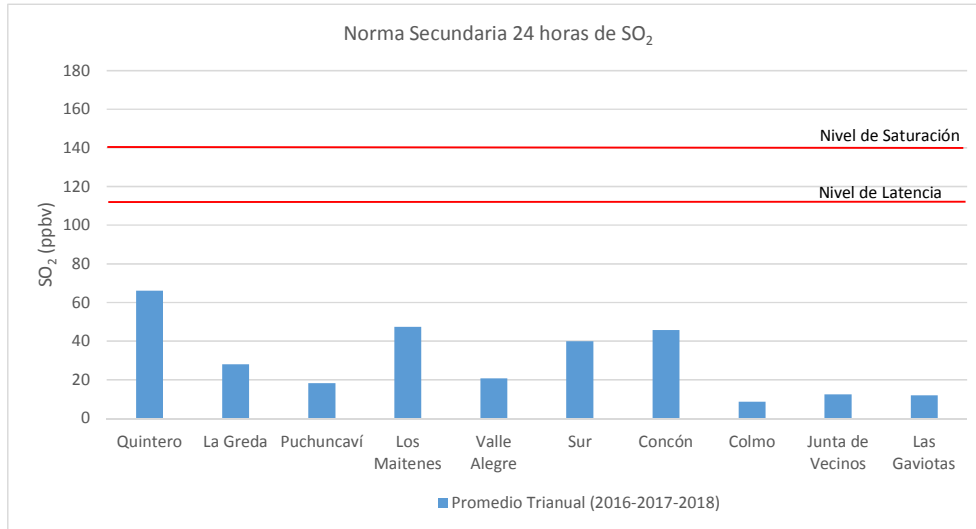
Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, en cualquier 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 28 Evaluación de la norma secundaria de 24 horas para SO<sub>2</sub> durante el período 2016 - 2018**

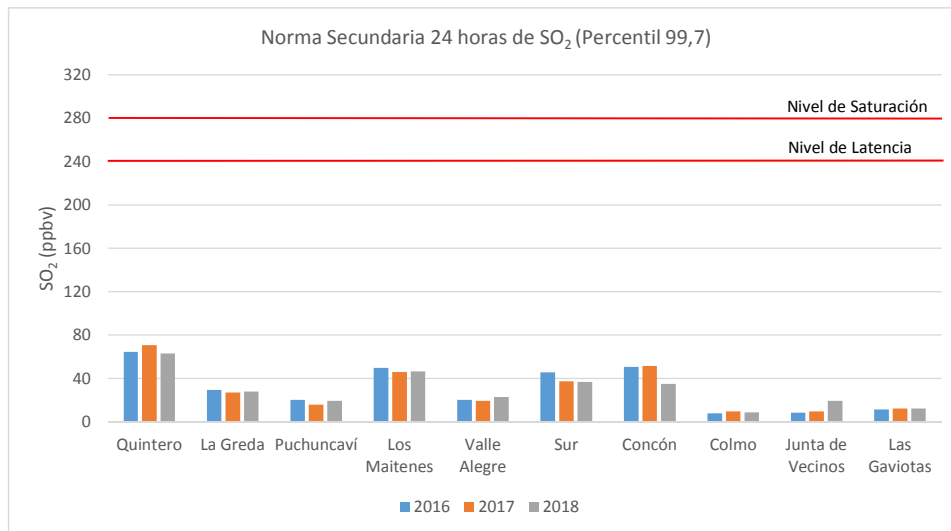
Estación	Percentil 99,7 2016 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2016 (280 ppbv)	Percentil 99,7 2017 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2017 (280 ppbv)	Percentil 99,7 2018 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2018 (280 ppbv)	Promedio Percentil 99,7 24 horas (2016-2017-2018) (ppbv)	% de la Norma 24 horas (140 ppbv)
Quintero	64,72	23	70,68	25	63,17	23	66,19	47
La Greda	29,26	10	27,05	10	27,78	10	28,03	20
Puchuncaví	20,14	7	15,66	6	19,23	7	18,34	13
Los Maitenes	49,73	18	45,97	16	46,56	17	47,42	34
Valle Alegre	20,25	7	19,35	7	22,89	8	20,83	15
Sur	45,63	16	37,34	13	36,89	13	39,95	29
Concón	50,51	18	51,48	18	35,03	13	45,67	33
Colmo	7,72	3	9,57	3	8,76	3	8,68	6
Junta de Vecinos	8,41	3	9,66	3	19,12	7	12,40	9
Las Gaviotas	11,62	4	12,27	4	12,29	4	12,06	9

En la Tabla 28, se presentan los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo 2016 al 2018, 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 13 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 14 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 13 Norma secundaria diaria para SO<sub>2</sub>**



**Gráfico 14 Norma secundaria diaria para SO<sub>2</sub> por año**

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

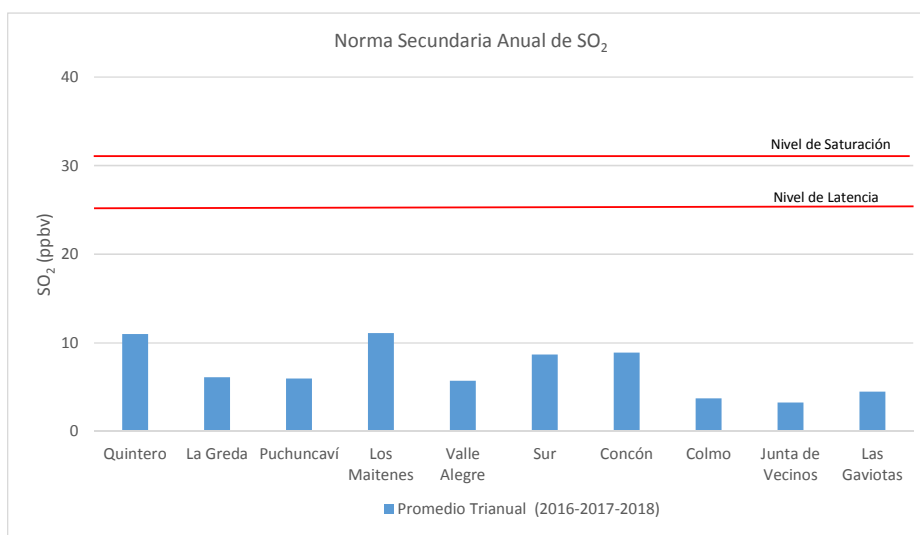
Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 31 ppbv (80 µg/m<sup>3</sup>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 µg/m<sup>3</sup>N).

**Tabla 29 Evaluación de la norma secundaria anual para SO<sub>2</sub> durante el período 2016 - 2018**

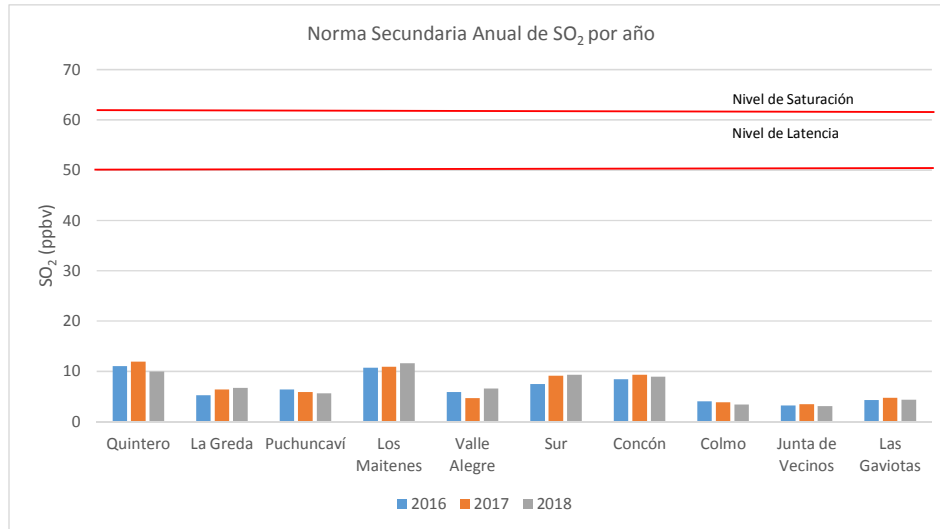
Estación	Conc. Anual 2016 (ppbv)	% de la Norma Anual 2016 (62 ppbv)	Conc. Anual 2017 (ppbv)	% de la Norma Anual 2017 (62 ppbv)	Conc. Anual 2018 (ppbv)	% de la Norma Anual 2018 (62 ppbv)	Promedio Trianual (2016-2017-2018) (ppbv)	% de la Norma Anual (31 ppbv)
Quintero	11,05	18	11,96	19	10,00	16	11,00	35
La Greda	5,27	9	6,38	10	6,74	11	6,13	20
Puchuncaví	6,43	10	5,86	9	5,66	9	5,98	19
Los Maitenes	10,75	17	10,90	18	11,65	19	11,10	36
Valle Alegre	5,90	10	4,70	8	6,57	11	5,72	18
Sur	7,51	12	9,16	15	9,36	15	8,68	28
Concón	8,42	14	9,34	15	8,94	14	8,90	29
Colmo	4,01	6	3,83	6	3,44	6	3,76	12
Junta de Vecinos	3,18	5	3,49	6	3,11	5	3,26	11
Las Gaviotas	4,29	7	4,75	8	4,38	7	4,47	14

En la Tabla 29, 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 15 muestra las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual. Mientras que el Gráfico 16 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años analizados.



**Gráfico 15 Norma secundaria anual para SO<sub>2</sub>**



**Gráfico 16 Norma secundaria anual para SO<sub>2</sub> por año**

## 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 Secretaria General de la Presidencia de la Republica, 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.

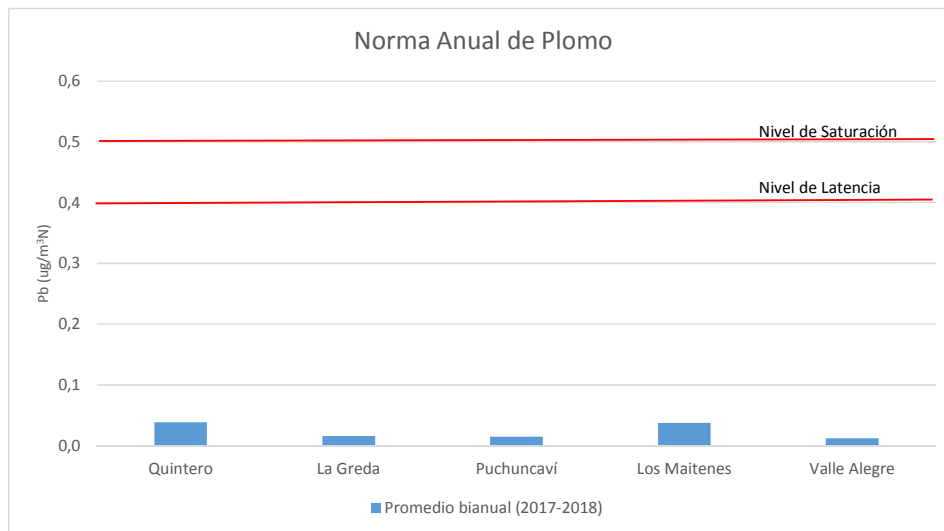
Para la evaluación de la norma de plomo se utilizaron los resultados de los análisis químicos efectuados a los filtros de material particulado MP10. El periodo de evaluación de la norma anual de plomo (Pb), corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 30, se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo sólo en las estaciones de monitoreo de la Red de AESGener – CODELCO, ya que las estaciones de la Red de ENAP Refinerías, no poseen información suficiente para efectuar una evaluación normativa.

El promedio bianual expresado en porcentaje, Tabla 30, muestra que la norma anual de Plomo no fue superada en las estaciones de monitoreo de la Red de AESGener – CODELCO, y los porcentajes obtenidos respecto de la norma se encontraron por debajo del 80% de la misma.

**Tabla 30 Evaluación de la norma primaria anual para Pb durante el período 2017 - 2018**

Red	Estación	Concentración Anual 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Concentración Anual 2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio bianual (2017-2018) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Anual $0,5 (\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N})$
AesGener y CODELCO División Ventanas	Quintero	0,035	0,043	0,039	8
	La Greda	0,014	0,018	0,016	3
	Puchuncaví	0,013	0,017	0,015	3
	Los Maitenes	0,032	0,043	0,038	8
	Valle Alegre	0,010	0,015	0,013	3

El Gráfico 17, presenta el promedio bianual de las concentraciones anuales de Plomo para el periodo comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2018.



**Gráfico 17 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 2016 y el 31 de diciembre de 2018, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP2,5, MP10, SO<sub>2</sub> y Pb, de las 10 estaciones de la Red; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes, Valle Alegre, Sur, Concón, Colmo, Junta de Vecinos y Las Gaviotas. 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 2016 y 2017, se consideró el análisis efectuado a los informes DFZ-2017-3678-V-NC-EI y DFZ-2018-2163-V-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente durante los años 2017 y 2018, 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 la superación de la norma de 24 horas con una concentración mayor a 50 µg/m<sup>3</sup>, determinó que para el año 2016 el percentil 98 de las concentraciones diarias para las estaciones analizadas se mantuvo por debajo del 80% de la norma, a excepción de la estación Concón, para la cual se constató que el valor obtenido alcanzó un 80% de la norma 24 horas. Para el año 2017 el percentil 98 de las concentraciones diarias no superó el 80% de la norma de 24 horas en ninguna de las estaciones evaluadas. Finalmente, para el año 2018 la evaluación de la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones, a excepción de la estación Concón cuya concentración fue de 41 µg/m<sup>3</sup>, equivalente al 82% de la norma de 24 horas.

Del análisis de la norma anual de MP2,5, con la información disponible para los años 2016, 2017 y 2018, se concluyó que la norma anual no fue superada en las estaciones; Quintero, La Greda, Puchuncaví, Los Maitenes y Valle Alegre; las concentraciones trianuales expresadas como promedios se mantuvieron por debajo del 80% de la norma anual. No obstante, en la estación Concón se registró el valor más alto como promedio trianual, alcanzado una concentración de 16 µg/m<sup>3</sup>, es decir, un 82% de la norma anual.

### **Norma de calidad del aire para MP10**

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, que fija como límite un valor de 150 µg/m<sup>3</sup>N, mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2016, 2017 y 2018, determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas, no fue

superado en ninguna de las estaciones en los años analizados y los valores del percentil 98 se encontraron por debajo del 80% de la norma.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , se determinó que el promedio trianual (2016-2017-2018) en cada una de las estaciones evaluadas no superó la norma anual de MP10. Sin embargo, se registró un 85% de la norma anual en la estación Concón, con una concentración de  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

### **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  $134 \text{ ppbv}$  ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 98,5 de tres años calendario sucesivos, determino que la norma no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2016 al 2018), y solo se observó una concentración por sobre el 80% de la norma de 1 hora en la estación Quintero, con una concentración de  $114,67 \text{ ppbv}$  ( $300,4 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), equivalente al 86% de la norma.

La evaluación de la norma primaria de SO<sub>2</sub>, concluyó que la norma 24 horas de  $57 \text{ ppbv}$  ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2016 al 2018), y solo se observó que superó el 80% de la norma 24 horas en la estación Quintero con una concentración de  $53,35 \text{ ppbv}$  ( $139,8 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), equivalente al 94% de la norma de 24 horas.

Respecto de la norma anual, se determinó que no fue superada en ninguna de las estaciones para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018, y los valores se encontraron por debajo del 80% y del límite de la norma anual de  $23 \text{ ppbv}$  ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

### **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 2016 y el día 31 de diciembre de 2018, determinó lo siguiente:

Respecto a la norma secundaria horaria, ésta se evaluó en las dos condiciones descritas en la norma. En el caso de la evaluación mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99,73, que establece un límite de  $382 \text{ ppbv}$  ( $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), 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  $764 \text{ ppbv}$  ( $2.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), 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 es 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 2017 y el 31 de diciembre de 2018, 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 supera el 70% mensual que exige la norma, por tanto, la información proporcionada por la red de AESGener-CODELCO cumplió con el número de concentraciones válidas para plomo en filtros. En el caso de las estaciones perteneciente a ENAP Refinerías, la revisión de muestras analizadas determinó que, el número de datos de concentraciones de plomo disponibles es insuficiente para evaluar la norma.

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

## 8. ANEXOS

<b>N° Anexo</b>	<b>Nombre Anexo</b>
1	Resolución Requiere Antecedentes del Titular AESGener y CODELCO División Ventanas.
2	Resolución Requiere Antecedentes del Titular ENAP Refinerías.
3	Datos de calidad del aire para el año 2018.