

INFORME TÉCNICO

cumplimiento de NORMAs DE CALIDAD DEL AIRE POR

MP10, Plomo y SO2

RED de calidad del aire

fundición HERNÁN videla lira

REGIÓN de ATACAMA

**Unidad Técnica**

**División de Fiscalización**

**DFZ-2017-5758-III-NC-EI**

**Diciembre de 2017**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Nombre** | **Cargo** | **Firma** |
| Aprobado | Juan Pablo Rodríguez F. | Jefe de Sección Técnica División de Fiscalización |  |
| Elaborado | Isabel Leiva C. | Profesional División de Fiscalización |  |

**TABLA DE CONTENIDOS**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Tema*** | ***Página*** |

[1. RESUMEN EJECUTIVO 3](#_Toc500153709)

[2. INTRODUCCIÓN 6](#_Toc500153710)

[3. OBJETIVOS 7](#_Toc500153711)

[4. ALCANCE 7](#_Toc500153712)

[5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS 8](#_Toc500153713)

[5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN 8](#_Toc500153714)

[5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de la Fundición Hernán Videla Lira 10](#_Toc500153715)

[5.3. Auditoría de datos 11](#_Toc500153716)

[6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA 15](#_Toc500153717)

[6.1. Evaluación de la norma para MP10 15](#_Toc500153718)

[6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10 15](#_Toc500153719)

[6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10 16](#_Toc500153720)

[6.2. Evaluación de la norma plomo (Pb) 18](#_Toc500153721)

[6.2.1. Evaluación de la norma anual para Plomo (Pb) 18](#_Toc500153722)

[6.3. Evaluación de la norma primaria SO2 19](#_Toc500153723)

[6.3.1. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO2 19](#_Toc500153724)

[6.3.2. Evaluación de la norma primaria anual de SO2 20](#_Toc500153725)

[6.4. Evaluación de la norma secundaria para SO2 22](#_Toc500153726)

[6.4.1. Evaluación de la norma secundaria de 1 hora para SO2 22](#_Toc500153727)

[6.4.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO2 23](#_Toc500153728)

[6.4.3. Evaluación de la norma secundaria anual de SO2 25](#_Toc500153729)

[7. CONCLUSIONES 27](#_Toc500153730)

[8. ANEXOS 29](#_Toc500153731)

# 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, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República; norma primaria para SO2, contenida en el D.S. N° 113/2002 del [Ministerio Secretaria General de la Presidencia](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA); norma secundaria para SO2, contenida en el D.S. N° 22/2009 del [Ministerio Secretaria General de la Presidencia](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA) y norma de plomo (Pb) contenida en D.S. 136/2001 del [Ministerio Secretaria General de la Presidencia](https://www.google.cl/search?espv=2&biw=1366&bih=628&q=MINSEGPRES&spell=1&sa=X&ei=eDfNU9e6FK7isASvtoKACA&ved=0CBgQvwUoAA). Lo anterior de acuerdo a lo establecido en el Artículo 16° del párrafo ll, 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 MP10, plomo (Pb) y SO2, donde se consideró los datos auditados en los informes DFZ-2015-4099-III-NC-EI y DFZ-2016-3134-III-NC-EI, los cuales incluyen el análisis de las normas de calidad del aire para dichos contaminantes para los años 2014 y 2015, respectivamente. Para el año 2016 se realizó una auditoría y validación de los datos proporcionados por el titular, correspondientes a las estaciones declaradas con representatividad poblacional para MP10 (EMRP), representatividad poblacional para gases (EMRPG) y representatividad para recursos naturales (EMRRN). Las 6 estaciones declaradas como EMRP, EMRPG y/o EMRRN, corresponden a: Copiapó, San Fernando, Paipote, Tierra Amarilla, Pabellón y Los Volcanes.

El análisis de datos de MP10 y SO2 se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2014 y 31 de diciembre de 2016, 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 en el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, de Ministerio de Salud. Para el cálculo del promedio diario en equipos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del SO2 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.

**Norma de calidad del aire para MP10**

En la evaluación de norma de MP10 a nivel diario (150 μg/m3N), se determinó el valor del percentil 98 de la norma de 24 horas, para los años 2014, 2015 y 2016, constatándose que en la estación Paipote para el año 2014 se superó el 80% de la norma de 24 horas, con una concentración de 134 μg/m3N (89%) y el resto de las estaciones no superaron el límite de la norma. En el año 2015, se observan concentraciones por sobre la norma diaria en las cuatro estaciones, Paipote con 270 μg/m3N (180%), San Fernando con 268 μg/m3N (179%), Copiapó con 250 μg/m3N (167%) y Tierra Amarilla con 206 μg/m3N (137%). En relación de la evaluación de la norma de 24 horas para el año 2016, se determinó que esta fue superada en la estación San Fernando, con un valor de concentración de 166 μg/m3N (110%), además, se constató que en las estaciones de Paipote y Tierra Amarilla, se superó el 80% de la norma de 24 horas, con un 96% y 84%, respectivamente.

Para la evaluación de la norma anual, se calculó el promedio trianual, que establece un límite de 50 μg/m3N. La evaluación de los datos para el periodo 2014 al 2016, determino que la norma anual fue superada en las estaciones de San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, con concentraciones de 85 μg/m3N (170%), 68 µg/m3N(137 %) y 64 µg/m3N(128 %), respectivamente. En relación a la estación de Copiapó se observó que se superó el 80 % de la norma, con un porcentaje de 91 %.

**Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)**

En el análisis de la norma anual de plomo, se verificó que en las estaciones de Copiapó, San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, no superaron el límite normativo y los valores se encontraron por debajo del 80% del valor de la norma.

**Norma primaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación de la norma primaria de SO2 concluye que la norma 24 horas 96 ppbv no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2014-2016) y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma y del límite normativo. 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016, y los valores se encontraron por debajo del 80% y del límite de la norma anual de 31 ppbv.

**Norma secundaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria 1 hora, que establece un límite de 382 ppbv, mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99,73; determinó que las estaciones de la red, que cuentan EMRRN, se encontraron por debajo del 80% de la norma. De igual 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 1 hora anual definido para este caso en 764 ppbv.

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas (140 ppbv), muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, en todas las estaciones EMRRN, se encontraron por debajo del 80% de la norma. Por otro lado, de la evaluación de la norma anual por cada año por separado, 2014, 2015 y 2016, se concluyó que ninguna de las estaciones sobrepasa el 80% del límite (280 ppbv).

Por último, para la norma anual secundaria (31 ppbv), se determinó que los valores obtenidos, del análisis de las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual se encontraron 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).

# INTRODUCCIÓN

A través del D.S. N° 185 de 1991 del Ministerio de Minería, se comenzó el monitoreo de contaminantes atmosféricos en el entorno de la Fundición Hernán Videla Lira, perteneciente a ENAMI. Mediante el monitoreo se constataron altos niveles de contaminación por anhídrido sulfuroso debido al impacto de sus emisiones.

En septiembre del año 1993, mediante el D.S. N° 255 del Ministerio de Agricultura, se declara Zona Saturada por Anhídrido Sulfuroso (SO2) a la zona circundante a la Fundición Hernán Videla Lira, zona comprendida por las localidades de Tierra Amarilla, Pabellón, Pueblo San Fernando y Paipote.

Posteriormente en el año 1995, mediante el D.S. N° 180 se aprueba el Plan de Descontaminación de la Fundición Hernán Videla Lira de ENAMI, de acuerdo a los procedimientos establecidos tanto en el Título VI del D.S. N° 185/1991, como en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. La finalidad del Plan fue cumplir con un programa de reducción de emisiones de azufre por parte de la Fundición Hernán Videla Lira, de manera que en un plazo de cinco años se cumpliera cabalmente con las normas de calidad del aire en la zona declarada saturada. Además, se obligaba a la empresa a reducir en un 40% como mínimo, las emisiones de azufre a la atmósfera durante los meses de invierno a partir del año 1995 y mientras no se cumpliera con la norma de calidad del aire por anhídrido sulfuroso. Por otro lado, se restringieron las emisiones de material particulado y de arsénico de la Fundición, y a partir del año 1995, en un plazo de cinco años ambos contaminantes debían reducirse en un 67%.

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

Para lo anterior, la SMA realizó una auditoría y análisis de los datos para el año 2016, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire. Cabe señalar que los informes DFZ-2015-4099-III-NC-EI y DFZ-2016-3134-III-NC-EI, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente, contienen la auditoría y validación de los datos generados durante los años 2014 y 2015, respectivamente.

Los datos fueron solicitados por esta Superintendencia mediante la Resolución Exenta N° 410/2015, y proporcionados por ENAMI, titular de la Red Fundición Hernán Videla Lira. En este contexto, el titular ENAMI remitió los antecedentes trimestralmente, solicitándose una corrección de desviaciones detectadas mediante la Resolución Exenta N° 500/2017. A partir de lo anterior, el titular remitió estos nuevos antecedentes, los cuales contenían información de los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO2, diario para material particulado (MP10) y el resultado del análisis químico de plomo correspondiente a cada filtro de MP10. 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 para cada contaminante y el 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.

# OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP10, Plomo (Pb), SO2 y norma secundaria para SO2; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2016, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP10 y gases (específicamente SO2), y además, cuenten con representatividad para recursos naturales.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP10, plomo (Pb) y SO2 realizadas por la Red de monitoreo de Fundición Hernán Videla Lira para el año 2016, en base a una auditoría de los datos. Para los años 2014 y 2015 se utilizaron los datos validados por esta Superintendencia y publicados en los informe DFZ-2015-4099-III-NC-EI y DFZ-2016-3134-III-NC-EI, respectivamente.

# ALCANCE

Los datos validados en el presente informe corresponden a los registros de MP10, plomo (Pb) y SO2 de la Red de calidad del aire de ENAMI Fundición Hernán Videla Lira (FHVL), para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2016 y el 31 de diciembre de 2016.

Para la evaluación de datos de MP10, plomo (Pb) y SO2, se utilizaron las estaciones indicadas en la Tabla 2.

El presente documento evaluó el estado de cumplimiento de las normas primaria y secundaria de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2016.

A continuación en la Tabla 1, se muestran los valores límites por contaminante y cuerpo normativo:

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Norma** | **Descripción** | **Contaminante** | **Límite**  **Concentración Horaria** | **Límite**  **Concentración 24 horas** | **Límite**  **Concentración Anual** |
| Primaria | D.S. N° 113/2002 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República. | SO2 | No aplica | 96 ppbv | 31 ppbv |
| 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/m3N | 50 μg/m3N |
| D.S. N° 136/2000, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República. | Pb | No Aplica | No Aplica | 0,5 μg/m3N |
| Secundaria | D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República. | SO2 | 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) |

# EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

Los datos para los años 2014, 2015 y 2016 fueron solicitados a ENAMI, titular de la Red Fundición Hernán Videla Lira, mediante la Resolución Exenta N° 961 de 2014, la Resolución Exenta N° 410 de 2015 y la Resolución Exenta N° 500 de 2017. La información de calidad del aire, remitida por el titular de acuerdo a los requerimientos mencionados, contiene los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO2, diario para material particulado (MP10) y concentraciones de plomo correspondiente a cada filtro de MP10. Los datos se reportaron de acuerdo al formato establecido por la SMA, el cual incluye los códigos de invalidación definidos en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del MINSAL.

Los datos evaluados de MP10, plomo (Pb) y dióxido de azufre (SO2), corresponde 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.

## Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN

En la Tabla 2 se describen las estaciones de la Red Fundición Hernán Videla Lira, y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado (MP10), representatividad poblacional para gases (SO2) y/o representatividad para recursos naturales.

Tabla Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN

| **Estación de Monitoreo** | **Resolución que otorga EMRP para MP10** | **Resolución que otorga EMRPG para SO2** | **Resolución que otorga EMRRN**  **SO2** |
| --- | --- | --- | --- |
| Copiapó | Res. N° 545, del 23 de Abril 2003 de Servicio de Salud Atacama | Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama. | No posee |
| Los Volcanes | No posee | Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama. | No posee |
| San Fernando | Res. N° 545, del 23 de Abril 2003 de Servicio de Salud Atacama | Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama. | No posee |
| Paipote | Res. N° 880, del 7 de Agosto 1992 de Servicio de Salud Atacama y Res. N° 104, del 7 de Agosto 1992 del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. | Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama. | No posee |
| Tierra Amarilla | Res. N° 545, del 23 de Abril 2003 de Servicio de Salud Atacama | Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama. | Res. Exenta N° 523, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |
| Pabellón | No posee | Res. N° 1729, del 14 de Septiembre de 2004 de Servicio de Salud Atacama. | Res. Exenta N° 523, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. |

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de la Fundición Hernán Videla Lira, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

Tabla Georreferenciación de las estaciones de la Red de la Fundición de Hernán Videla Lira.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Estación de Monitoreo** | **Coordenadas UTM (m)\*** | |
| Copiapó | 368.534 E | 6.972.643 N |
| Los Volcanes | 370.767 E | 6.971.457 N |
| San Fernando | 371.369 E | 6.968.993 N |
| Paipote | 374.340 E | 6.967.108 N |
| Tierra Amarilla | 375.128 E | 6.960.567 N |
| Pabellón | 378.151 E | 6.940.115 N |

\* Ref. Google Earth

|  |
| --- |
| Ref. Google Earth |

Figura Ubicación de estaciones de calidad del aire de la Red de la Fundición Hernán Videla Lira.

## Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de la Fundición Hernán Videla Lira

De acuerdo a los antecedentes entregados por el titular de la Fundición Hernán Videla Lira para los años 2014, 2015 y 2016, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10 y SO2 en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de contar con aprobación USEPA, establecido en las normas primarias y secundaria de calidad del aire. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10 y SO2, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2016.

Tabla Listado de estaciones, instrumento y método de medición.

| **Estación** | **Parámetro** | **Método de Medición** | **Marca/Modelo** | **Método de Referencia o**  **Equivalente EPA** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Copiapó | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Los Volcanes | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| San Fernando | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Paipote | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |
| Tierra Amarilla | MP10 | Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen | GrasebyAndersen / GMW 1200 | RFPS-1287-063 |
| SO2 | Fluorescencia ultravioleta | Thermo / 43i | EQSA -0486-060 |

## Auditoría de datos

Los datos de MP10, plomo (Pb) y SO2 para los años 2014, 2015 y 2016, validados previamente por los titulares, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias y secundarias de calidad del aire, 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 SO2 de cada estación y su correspondiente registro de calibración de cero y span o multipunto. Para el caso de los datos diarios de MP10, medidos con equipos de tipo discreto, se evalúo el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se obtuvo el siguiente porcentaje de datos inválidos (Tabla 5):

Tabla Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2014, 2015 y 2016

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **2014** | | **2015** | | **2016** | |
| **MP10**  **% Diario** | **SO2**  **% Horario** | **MP10**  **% Diario** | **SO2**  **% Horario** | **MP10**  **% Diario** | **SO2**  **% Horario** |
| Copiapó | 0 | 0,7 | 6,5 | 1,0 | 0 | 0,8 |
| Los Volcanes | No Aplica | 0,6 | No Aplica | 0,6 | No Aplica | 0,8 |
| San Fernando | 0 | 0,8 | 10,3 | 5,0 | 8,2 | 3,3 |
| Paipote | 0 | 1,4 | 11,0 | 4,7 | 0,8 | 8,0 |
| Tierra Amarilla | 0 | 1,0 | 10,3 | 5,0 | 0 | 1,1 |
| Pabellón | No Aplica | 2,7 | No Aplica | Sin Dato | No Aplica | Sin Dato |

De la Tabla 5 se puede observar que la falta de información es mayor durante el año 2015, y se debió principalmente al evento climático registrado en el sector, lo que impidió que se realizará el monitoreo de acuerdo al programa establecido. Respecto de la invalidación de datos, éstos corresponden principalmente a: tiempo mínimo de muestreo, exceso de tiempo de muestreo y falla del equipo. En las estaciones que miden SO2 la invalidación de datos horarios se debió principalmente a fallas en el equipo, mantenciones en terreno y fallas de energía.

Se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios diarios de SO2 y de días disponibles para MP10. 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, éstos 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, MP10, respectivamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

En las Tabla 6 y Tabla 7, se resumen los días válidos por año y estación para cada contaminante. Se observa que para el período analizado existe un porcentaje de datos válidos superior al 75% para el contaminante de MP10 y SO2, con la excepción de la estación Pabellón, la cual para SO2 presenta un porcentaje de datos válidos equivalente a un 16% durante el año 2015 y no reportó mediciones durante el año 2016, lo anterior ya que, de acuerdo a lo informado por el titular, mediante la carta N° 260 del 24 de noviembre de 2015, la estación fue desconectada por problemas en el suministro eléctrico y a la fecha no existen antecedentes de una nueva ubicación o restablecimiento de la misma.

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

Tabla Resumen de datos disponibles de MP10 por estación para los años 2014, 2015 y 2016.

| **Estación** | **Año** | **N° de Datos Disponibles (Días)**  **MP10** | **Porcentaje de datos (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| Copiapó | 2014 | 122 | 100 |
| 2015 | 145 | 94 |
| 2016 | 122 | 100 |
| Paipote | 2014 | 122 | 100 |
| 2015 | 139 | 90 |
| 2016 | 121 | 99 |
| San Fernando | 2014 | 122 | 100 |
| 2015 | 138 | 89 |
| 2016 | 112 | 92 |
| Tierra Amarilla | 2014 | 122 | 100 |
| 2015 | 139 | 90 |
| 2016 | 122 | 100 |

Tabla Resumen de datos disponibles de SO2 por estación para los años 2014, 2015 y 2016.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Año** | **N° de Datos Disponibles (Días)**  **SO2** | **Porcentaje de datos (%)** |
| Copiapó | 2014 | 364 | 100 |
| 2015 | 363 | 99 |
| 2016 | 366 | 100 |
| Los Volcanes | 2014 | 365 | 100 |
| 2015 | 365 | 100 |
| 2016 | 365 | 100 |
| Pabellón | 2014 | 356 | 98 |
| 2015 | 57 | 16 |
| 2016 | Sin Dato | -- |
| Paipote | 2014 | 364 | 100 |
| 2015 | 350 | 96 |
| 2016 | 355 | 97 |
| San Fernando | 2014 | 364 | 100 |
| 2015 | 349 | 96 |
| 2016 | 339 | 93 |
| Tierra Amarilla | 2014 | 364 | 100 |
| 2015 | 346 | 95 |
| 2016 | 365 | 100 |

Para efectos de la evaluación anual de las normas para los contaminantes MP10 y SO2, en la Tabla 8 y Tabla 9, se resumen los porcentajes de datos disponibles a nivel mensual de las estaciones de la Red de la Fundición Hernán Videla Lira. Para el contaminante MP10 se observa un porcentaje de datos válidos superior al 75% para la mayoría de los meses del período analizado, con la excepción del mes de marzo y abril del año 2015, donde el evento climático que afectó a la región de Atacama impidió que el monitoreo de la calidad del aire se realizara de acuerdo a lo programado, por lo tanto, se invalidó el mes de marzo de ese año para el contaminante MP10 en todas las estaciones de la Red, mientras que para el mes de abril se invalidó para las estaciones Paipote, San Fernando y Tierra Amarilla.

En relación a la estación Pabellón y la información mensual, se observa que el monitoreo de SO2 durante el año 2015 se realizó hasta el mes de febrero, lo cual fue informado por el titular mediante la carta N° 260 del 24 de noviembre de 2015, por lo que tampoco reportó mediciones durante el año 2016. El resto de las estaciones presenta porcentajes superiores al 75% para los datos de SO2 en la mayoría de los meses del período en estudio, con la excepción del mes de abril del año 2015 en las estaciones Paipote, San Fernando y Tierra amarilla, donde existe un 73%, 67% y 70% de datos válidos, respectivamente. Y para el año 2016 en el mes de enero la estación Paipote presento un 65% de datos validos de SO2.

Tabla Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2014, 2015 y 2016.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| **Fundición Hernán Videla Lira** | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | | **ENE** | | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Copiapó | 2014 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | | 100 | 70 | 90 | 87 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Paipote | 2014 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | | 100 | 70 | 52 | 91 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 100 | | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| San Fernando | 2014 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | | 100 | 70 | 43 | 96 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | | 90 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 10 |
| Tierra Amarilla | 2014 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | | 100 | | 100 | 70 | 57 | 96 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 |
| 2016 | | 100 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tabla Porcentaje de datos válidos de SO2 mensuales por estación para los años 2014, 2015 y 2016.

|  |  | MESES (%) | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fundición Hernán Videla Lira** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Copiapó | 2014 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Los Volcanes | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 |
| Pabellón | 2014 | 100 | 100 | 94 | 100 | 87 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93 | 97 |
| 2015 | 97 | 96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Paipote | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 100 | 77 | 73 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 65 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| San Fernando | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 |
| 2015 | 100 | 100 | 81 | 67 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 13 |
| Tierra Amarilla | 2014 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 |
| 2015 | 100 | 96 | 77 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 100 | 100 | 100 |

En el caso de las concentraciones de plomo (Pb), los datos válidos tienen directa relación con el número de filtros de MP10 analizados y deben cumplir de acuerdo a la norma de plomo con el 70% de los valores programados para el mes.

En la Tabla 10, se presenta el porcentaje mensual de filtros analizados químicamente para plomo, por año y estación. De la Tabla 10, se puede observar que en el mes de abril de 2015, en las estaciones de Paipote, San Fernando y Tierra Amarilla se presentaron porcentajes de monitoreos programados inferior al 70%, por lo tanto, estos no fueron considerados para efectos de evaluación de la norma de plomo. Para el año 2016, solo en el mes de diciembre en la estación San Fernando se observa un 10% de análisis de filtros, para efectos de evaluación de norma de plomo el mes queda invalido.

Tabla Porcentaje de filtros analizados químicamente para Pb por estación para los años 2015 y 2016.

|  | MESES (%) | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fundición Hernán Videla Lira** | | | | | | | | | | | | | |
| **Estación** | **Año** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** |
| Copiapó | 2015 | 100 | 100 | 70 | 86 | 87 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Paipote | 2015 | 100 | 100 | 70 | 52\* | 91 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 91 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| San Fernando | 2015 | 100 | 100 | 70 | 43\* | 96 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 10\* |
| Tierra Amarilla | 2015 | 100 | 100 | 70 | 57\* | 96 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2016 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

\* Menor al 70% de mediciones programados para el mes (ver Tabla 8).

# RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

## Evaluación de la norma para MP10

### 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 11 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2014, 2015 y 2016, de las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Cabe señalar que, de acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República, 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 µg/m3N.

Tabla Evaluación de la norma 24 horas para MP10 durante el período 2014 - 2016

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Percentil 98**  **Año 2014**  **(μg/m3N)** | **% de la Norma 24 horas 2014**  **(150 μg/m3N)** | **Percentil 98**  **Año 2015**  **(μg/m3N)** | **% de la Norma 24 horas 2015**  **(150 μg/m3N)** | **Percentil 98**  **Año 2016**  **(μg/m3N)** | **% de la Norma 24 horas 2016**  **(150 μg/m3N)** |
| Copiapó | 85 | 57 | 250 | 167 | 97 | 65 |
| Paipote | 134 | 89 | 270 | 180 | 144 | 96 |
| San Fernando | 115 | 77 | 268 | 179 | 166 | 110 |
| Tierra Amarilla | 110 | 73 | 206 | 137 | 126 | 84 |

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2014, 2015 y 2016. Para el año 2014 solo se superó el 80% de la norma en la estación Paipote con 134 µg/m3N (89%). En el año 2015 se observa que las concentraciones fueron más altas en todas las estaciones, lo que se puede atribuir al evento climático que afectó a la región de Atacama, este evento provocó que en todas las estaciones de la red se superara el límite de la norma 24 horas, registrándose las siguientes concentraciones: Paipote con 270 μg/m3N (180%), San Fernando con 268 μg/m3N (179%), Copiapó con 250 μg/m3N (167%) y Tierra Amarilla con 206 μg/m3N (137%). Posteriormente, en el año 2016, las concentraciones presentaron una baja, sin embargo, la estación San Fernando registró concentraciones que produjeron superación de la norma de 24 horas con 166 µg/m3N (110%), mientras que las estaciones de Paipote y Tierra amarilla de igual modo superaron el 80% de la norma, con concentraciones de 144 µg/m3N (96%) y 126 µg/m3N (84%), respectivamente.

A continuación, el Gráfico 1 muestra la distribución temporal a nivel anual, del percentil 98 de la Norma 24 horas para MP10.



**Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10, período 2014 al 2016**

### Evaluación de la norma anual para MP10

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República, 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 µg/m3N.

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 12 se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2014, 2015 y 2016, para las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Tabla Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2014 - 2016

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Promedio Anual 2014**  **(μg/m3N)** | **Promedio Anual 2015 (μg/m3N)** | **Promedio Anual 2016 (μg/m3N)** | **Promedio Trianual**  **2014-2015-2016**  **(μg/m3N)** | **% de la Norma Anual**  **(50 μg/m3N)** |
| Copiapó | 35 | 64 | 37 | 45 | 91 |
| Paipote | 65 | 82 | 58 | 68 | 137 |
| San Fernando | 63 | 111 | 81 | 85 | 170 |
| Tierra Amarilla | 63 | 71 | 58 | 64 | 128 |

El promedio trianual expresado en porcentaje muestra que el límite definido en la norma anual de MP10 es superado en 3 estaciones de las 4 estaciones evaluadas, siendo la estación San Fernando la que registro la más alta de las concentraciones con 85 µg/m3N(170%), luego le siguió Paipote con 68 µg/m3N(137%) y Tierra Amarilla con 64 µg/m3N(128%), respecto de la estación Copiapó, la cual presentó una concentración de 44 ug/m3N (91%), valor superior al 80% de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones de la media trianual por año y estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016.



**Gráfico 2 Norma anual para MP10, promedio trianual periodo 2014 al 2016**

## Evaluación de la norma plomo (Pb)

### 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 República, es 0,5 microgramos por metro cúbico normal (µg/m3N) 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. Asimismo se considerará sobrepasada la norma si la concentración anual correspondiente al primer período anual contado desde la entrada en vigencia de la norma, sea superior en más de un 100% al 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 2015 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 13 se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo en las estaciones de monitoreo de la Red de Fundición Hernán Videla Lira.

El promedio bianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de plomo no fue superado en las estaciones de la Red de la Fundición Hernán Videla Lira, y los porcentajes obtenidos respecto de la norma se encontraron por debajo del 80% del límite normativo.

Tabla Evaluación de la norma anual de Pb para el período 2015 - 2016

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Concentración Anual 2015**  **(μg/m3N)** | **Concentración Anual 2016**  **(μg/m3N)** | **Promedio bianual**  **2015-2016**  **(μg/m3N)** | **% de la Norma**  **Anual**  **(0,5 μg/m3N)** |
| Copiapó | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 4 |
| Paipote | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 9 |
| San Fernando | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 4 |
| Tierra Amarilla | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 5 |

En el Gráfico 3, se observan las concentraciones de plomo (Pb) obtenidas del análisis de los filtros de MP10, para el promedio bianual (2015-2016).



**Gráfico 3 Norma Anual para Pb**

## Evaluación de la norma primaria SO2

### Evaluación de la norma primaria 24 horas SO2

El periodo de evaluación de superación de la norma 24 horas para SO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 14 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO2, en todas las estaciones de la Red de monitoreo de la Fundición Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 113/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO2 como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 96 ppbv.

Tabla Evaluación de la norma primaria 24 horas de SO2 para el período 2014 - 2016

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Percentil 99**  **Año 2014**  **(ppbv)** | **Percentil 99**  **Año 2015**  **(ppbv)** | **Percentil 99**  **Año 2016**  **(ppbv)** | **Percentil 99**  **Promedio Trianual**  **2014-2015-2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma**  **24 horas**  **(96 ppbv)** |
| Copiapó | 13,74 | 8,78 | 10,02 | 10,85 | 11 |
| Los Volcanes | 23,28 | 12,98 | 15,03 | 17,10 | 18 |
| Pabellón | 11,07 | s/m\* | S/I | --- | --- |
| Paipote | 54,58 | 58,40 | 52,22 | 55,07 | 57 |
| San Fernando | 9,92 | 5,73 | 8,49 | 8,05 | 8 |
| Tierra Amarilla | 32,44 | 20,61 | 20,84 | 24,63 | 26 |

\* Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, por lo que no es posible evaluar la norma. S/I: en el año 2016 la estación Pabellón no realizo monitoreo de SO2.

De acuerdo a lo calculado, Tabla 14, se determinó que la norma 24 horas no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma.

En el Gráfico 4, se observa el el promedio trianual del percentil 99 para cada estación y por el período comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016.



**Gráfico 4 Norma primaria 24 horas para SO2, promedio trianual periodo 2014 al 2016**

### Evaluación de la norma primaria anual de SO2

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria anual para SO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 15 se presenta un resumen con los promedios anuales de SO2 en todas las estaciones de la Red de monitoreo Fundición Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 113/2002 de MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO2 como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 31 ppbv.

Tabla Evaluación de la norma primaria anual de SO2 para el período 2014 - 2016

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Concentración**  **Anual 2014**  **(ppbv** | **Concentración**  **Anual 2015**  **(ppbv)** | **Concentración**  **Anual 2016**  **(ppbv)** | **Promedio Trianual**  **2014-2015-2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma Anual**  **(31 ppbv)** |
| Copiapó | 1,77 | 1,79 | 2,33 | 1,96 | 6 |
| Los Volcanes | 3,65 | 1,59 | 2,05 | 2,43 | 8 |
| Pabellón | 2,25 | s/m\* | S/I\* | --- | --- |
| Paipote | 8,66 | 10,22 | 9,54 | 9,47 | 31 |
| San Fernando | 1,09 | 0,69 | 1,04 | 0,94 | 3 |
| Tierra Amarilla | 6,15 | 4,28 | 4,33 | 4,92 | 16 |

\* Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, por lo que no es posible evaluar la norma. S/I: en el año 2016 la estación Pabellón no realizo monitoreo de SO2.

De acuerdo a los resultados de la evaluación de la norma primaria anual, presentados en la Tabla 15, 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.

El Gráfico 5 muestra el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios, según la norma primaria anual para SO2, correspondiente al período analizado (2014 - 2016) para todas las estaciones.



**Gráfico 5 Norma primaria anual para SO2, promedio trianual periodo 2014 al 2016**

## 

## Evaluación de la norma secundaria para SO2

### Evaluación de la norma secundaria de 1 hora para SO2

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria 1 hora para SO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 16 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria 1 hora para SO2 en todas las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO2 como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 382 ppbv. 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.

Tabla Evaluación de la norma secundaria 1 hora de SO2 para el período 2014 – 2016

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Percentil 99,73**  **Año 2014**  **(ppbv)** | **% de la Norma Horaria**  **2014**  **(764 ppbv)** | **Percentil 99,73**  **Año 2015**  **(ppbv)** | **% de la Norma Horaria**  **2015**  **(764 ppbv)** | **Percentil 99,73**  **Año 2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma Horaria**  **2016**  **(764 ppbv)** | **Percentil 99,73**  **2014-2015-2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma Horaria**  **Promedio Trianual**  **(382 ppbv)** |
| Pabellón\* | 41,22 | 5 | s/m\* | -- | S/I | -- | -- | -- |
| Tierra Amarilla | 175,67 | 23 | 111,80 | 15 | 128,82 | 17 | 138,76 | 36 |

\*Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, y no es posible evaluar la norma. S/I: en el año 2016 la estación Pabellón no realizo monitoreo de SO2.

En la Tabla 16 se muestran los valores obtenidos de la evaluación de la norma 1 hora correspondiente al percentil 99,73 del periodo 2014 - 2016, donde se constata que las concentraciones resultantes se encontraron por debajo del 80% del límite de la norma de 1 hora en todas las estaciones analizadas.

El Gráfico 6 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual para la estación Tierra Amarilla. Mientras que, el Gráfico 8 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para cada uno de los años del periodo analizado, para las estaciones Pabellón y Tierra Amarilla.



Gráfico Norma secundaria 1 hora para SO2, promedio trianual durante el período 2014 – 2016



Gráfico Norma secundaria 1 hora para SO2, período 2014 al 2016

### Evaluación de la norma secundaria 24 horas SO2

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de 24 horas para SO2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2014 y el día 31 de diciembre de 2016. En la Tabla 17 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,7 de la norma secundaria de 24 horas para SO2 en todas las estaciones de monitoreo de la Red Fundición Hernán Videla Lira.

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

Tabla Evaluación de la norma secundaria 24 horas de SO2 para el período 2014 – 2016

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Percentil 99,7**  **Año 2014**  **(ppbv)** | **% de la Norma 24 horas 2014**  **(280 ppbv)** | **Percentil 99,7**  **Año 2015**  **(ppbv)** | **% de la Norma 24 horas 2015**  **(280 ppbv)** | **Percentil 99,7**  **Año 2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma 24 horas 2016**  **(280 ppbv)** | **Promedio Percentil 99,7**  **24 horas**  **2014-2015-2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma**  **24 horas**  **(140 ppbv)** |
| Pabellón | 12,80 | 5 | s/m\* | -- | S/I | -- | -- | -- |
| Tierra Amarilla | 36,52 | 13 | 24,61 | 9 | 22,12 | 8 | 27,76 | 20 |

\*Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, y no es posible evaluar la norma. S/I: en el año 2016 la estación Pabellón no realizo monitoreo de SO2.

En la Tabla 17 se presentan los valores obtenidos de la evaluación de la norma respecto al percentil 99,7 del periodo 2014 - 2016, donde se constata que las concentraciones resultantes se encontraron por debajo del 80% del límite establecido en la norma de 24 horas.

El Gráfico 8 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio trianual. Mientras que, el Gráfico 9 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 8 Norma secundaria 24 horas para SO2, promedio trianual durante el período 2014 - 2016**



**Gráfico 9 Norma secundaria 24 horas para SO2, período 2014 al 2016**

### Evaluación de la norma secundaria anual de SO2

Se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO2 como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación monitora clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 31 ppbv. 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.

Tabla Evaluación de la norma secundaria anual de SO2 para el período 2014 – 2016

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estación** | **Concentración**  **Anual 2014**  **(ppbv)** | **% de la Norma Anual**  **2014**  **(62 ppbv)** | **Concentración**  **Anual 2015**  **(ppbv)** | **% de la Norma Anual**  **2015**  **(62 ppbv)** | **Concentración**  **Anual 2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma Anual**  **2016**  **(62 ppbv)** | **Promedio Trianual**  **2014-2015-2016**  **(ppbv)** | **% de la Norma Anual**  **(31 ppbv)** |
| Pabellón | 2,25 | 4 | s/m\* | -- | S/I | -- | --- | --- |
| Tierra Amarilla | 6,15 | 10 | 4,28 | 7 | 4,33 | 7 | 4,92 | 16 |

\* Sin medición (entre los meses de marzo a diciembre). El porcentaje de datos en el año 2015 es inferior al 75%, por lo que no es posible evaluar la norma. S/I: en el año 2016 la estación Pabellón no realizo monitoreo de SO2.

En la Tabla 18 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 eejncontraron 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 secundaria anual no es superada en ninguna de las estaciones en estudio.

El Gráfico 10 muestra las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual. Mientras que, la Tabla 11 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años de periodo analizado.



**Gráfico 10 Norma secundaria anual para SO2, promedio trianual durante el período 2014 - 2016**



**Gráfico 11 Norma secundaria anual para SO2, período 2014 al 2016**

# CONCLUSIONES

La revisión de las normas de calidad del aire primaria y secundaria, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2016, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10, plomo (Pb) y SO2, de las 6 estaciones de la Red Fundición Hernán Videla Lira; Copiapó, Los Volcanes, Pabellón, Paipote, San Fernando y Tierra Amarilla. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10), la representatividad poblacional para gases (SO2) y representatividad para recursos naturales en el caso de la norma secundaria (SO2), el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la SMA de la correcta validación de los datos por parte del titular para el año 2016.

**Norma de calidad del aire para MP10**

En la evaluación de norma de MP10 a nivel diario (150 μg/m3N), se determinó el valor del percentil 98 de la norma de 24 horas, para los años 2014, 2015 y 2016, constatándose que en la estación Paipote para el año 2014 se superó el 80% de la norma de 24 horas, con una concentración de 134 μg/m3N (89%) y el resto de las estaciones no superaron el límite de la norma. En el año 2015, se observan concentraciones por sobre la norma diaria en las cuatro estaciones, Paipote con 270 μg/m3N (180%), San Fernando con 268 μg/m3N (179%), Copiapó con 250 μg/m3N (167%) y Tierra Amarilla con 206 μg/m3N (137%). En relación de la evaluación de la norma de 24 horas para el año 2016, se determinó que esta fue superada en la estación San Fernando, con un valor de concentración de 166 μg/m3N (110%), además, se constató que en las estaciones de Paipote y Tierra Amarilla, se superó el 80% de la norma de 24 horas, con un 96% y 84%, respectivamente.

Para la evaluación de la norma anual, se calculó el promedio trianual, que establece un límite de 50 μg/m3N. La evaluación de los datos para el periodo 2014 al 2016, determino que la norma anual fue superada en las estaciones de San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, con concentraciones de 85 μg/m3N (170%), 68 µg/m3N(137 %) y 64 µg/m3N(128 %), respectivamente. En relación a la estación de Copiapó se observó que se superó el 80 % de la norma, con un porcentaje de 91 %.

**Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)**

En el análisis de la norma anual de plomo, se verificó que en las estaciones de Copiapó, San Fernando, Paipote y Tierra Amarilla, no superaron el límite normativo y los valores se encontraron por debajo del 80% del valor de la norma.

**Norma primaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación de la norma primaria de SO2 concluye que la norma 24 horas 96 ppbv no fue superada en las estaciones para el período en evaluación (2014-2016) y los valores se encontraron por debajo del 80% de la norma y del límite normativo. 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 2014 y el día 31 de diciembre de 2016, y los valores se encontraron por debajo del 80% y del límite de la norma anual de 31 ppbv.

**Norma secundaria de calidad del aire para SO2**

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria 1 hora, que establece un límite de 382 ppbv, mediante el cálculo del promedio trianual del percentil 99,73; determinó que las estaciones de la red, que cuentan con EMRRN, registraron concentraciones por debajo del 80% de la norma. De igual modo, se evaluó el percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas para cada año, obteniéndose que durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encontraron por debajo del 80% del límite 1 hora anual definido para este caso en 764 ppbv.

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas (140 ppbv), muestra que el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, en todas las estaciones con EMRRN, se encontraron por debajo del 80% de la norma. Por otro lado, de la evaluación de la norma anual por cada año por separado, 2014, 2015 y 2016, se concluyó que ninguna de las estaciones sobrepasa el 80% del límite (280 ppbv).

Por último, para la norma anual secundaria (31 ppbv), las concentraciones anuales, como promedio trianual, se encontraron por debajo del 80% del límite anual (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).

# ANEXOS

|  |  |
| --- | --- |
| **N° Anexo** | **Nombre Anexo** |
| 1 | Resoluciones EMRP y EMRRN |
| 2 | Datos de calidad del aire para el año 2016. |