Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR MP10, PLOMO, MPS, NO_2 Y SO_2

REDES DE CALIDAD DEL AIRE DE HUASCO

REGIÓN DE ATACAMA

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

DFZ-2019-256-III-NC

JULIO 2020

	Nombre	Firma
Aprobado	**Juan Pablo Rodríguez F**	X Juan Pablo Rodriguez Jefe Sección de Calidad del Aire y Emisiones Firmado por: Juan Pablo Rodriguez Fernandez
Elaborado	**Isabel Leiva C.**	X Isabel Leiva C. Profesional División de Fiscalización Firmado por: isabel.leiva@sma.gob.cl

TABLA DE CONTENIDOS

Tema	*Página*
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-MP10, EMRPG y EMRRN	10
5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de monitoreo	14
5.3. Auditoría de datos	15
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA	20
6.1. Evaluación de la norma para MP10	20
6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10	20
6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10	21
6.1. Evaluación de la norma NO_2	22
6.1.1. Evaluación de la norma horaria para NO_2	22
6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO_2	23
6.2. Evaluación de la norma para plomo (Pb)	24
6.2.1. Evaluación de la norma anual para plomo (Pb)	24
6.3. Evaluación de la norma secundaria para SO_2	25
6.3.1. Evaluación de la norma secundaria horaria para SO_2	25
6.3.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas para SO_2	27
6.3.3. Evaluación de la norma secundaria anual para SO_2	29
6.4. Evaluación de la norma secundaria para MPS	32
6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para MPS	32
6.4.2. Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para MPS	35
6.4.3. Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para Hierro en MPS	37
6.4.4. Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para Hierro en MPS	40
7. CONCLUSIONES	41
8. ANEXOS	45

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, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia; norma primaria para NO_2, contenida en el D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia; norma primaria de Plomo, contenida en el D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, norma secundaria para SO_2, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia; y norma secundaria para material particulado sedimentable, contenida en Decreto Exento N° 4/1992 del Ministerio de Agricultura. 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, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO_2 y SO_2; donde se consideraron los datos validados proporcionados por los titulares de Guacolda S.A. y por la Compañía Minera del Pacifico (en adelante CAP). Se realizó una auditoría para la validación de los datos enviados por los titulares, correspondientes a los datos registrados por las estaciones declaradas de representatividad poblacional para MP10 (EMRP), representatividad poblacional para gases (EMRPG) y representatividad para recursos naturales (EMRRN). Las 17 estaciones declaradas como EMRPMP, EMRPG y EMRRN, corresponden a: EME F, EME M, SM 1, SM 2, SM 3, SM 4, SM 5, SM 6, SM 7 y SM 8, estaciones pertenecientes a Guacolda S.A., y Huasco II, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, estaciones pertenecientes a CAP.

El análisis de datos de MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO_2 y SO_2 se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2016 y 31 de diciembre de 2018, 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, del 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 su determinación sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del SO_2 y NO_2 se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, criterios establecidos en las normas de SO_2 y NO_2. En el caso de las mediciones de material particulado sedimentable, se consideró como criterio de validación lo establecido en la norma secundaria, es decir, el mes será válido cuando se cumpla un periodo de 27 días y el año será válido cuando se cuente con 11 meses válidos. Para las mediciones de MPS y Hierro en MPS, se utilizó el criterio establecido en la norma de MPS, validación mensual y mínimo de meses válidos.

Norma de calidad del aire para MP10

A partir de la evaluación de la de norma de MP10 de 24 horas (150 µg/m^{3}N), se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas para el periodo analizado entre los años 2016 al 2018, no superaron el límite de la norma 24 horas, solo se observó que para el año 2016 la estación EME-F superó el 80% de la norma con una concentración de 122 µg/m^{3}N. Respecto del año 2017, las estaciones evaluadas Huasco II, EME-F y EME-M, presentaron concentraciones de 90 µg/m^{3}N, 87 µg/m^{3}N, 71 µg/m^{3}N, respectivamente. Por último, para el año 2018 la evaluación de la norma de 24 horas determinó que no se superó el 80% de la norma 24 horas en las estaciones de Huasco II, EME-F y EME-M, las que presentaron concentraciones de 86 µg/m^{3}N (57%), 73 µg/m^{3}N (49%) y 62 µg/m^{3}N (42%), respectivamente.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10, que establece como límite una concentración de 50 µg/m^{3}N, se concluye que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones con EMRP, para el periodo comprendido entre los años 2016 y 2018, alcanzando su máxima concentración en las estaciones EME-F y Huasco II, las cuales registraron una concentración promedio de 38 µg/m^{3}N, por otra parte la estación EME-M presentó una concentración promedio para el periodo, 2016 al 2018, de 35 µg/m^{3}N (70%).

Norma primaria de calidad del aire para NO_2

La evaluación de la norma de 1 hora para NO_2 se realizó en las dos estaciones con representatividad para este contaminante, EME-F y EME-M. Mediante el promedio del percentil 99, se concluyó que la norma no fue superada en el período analizado, y los valores como concentración correspondieron en estación EME-F a 29,47 ppbv y en estación EME-M a 23,44 ppbv, equivalentes al 14% y 11% de la norma horaria, respectivamente.

Para el caso de la norma NO_2 a nivel anual, que establece como límite 53 ppbv, los valores obtenidos del promedio trianual de las concentraciones durante los años 2016, 2017 y 2018, en la estación EME-M, y la concentración fue de 6,56 ppbv, correspondiente al 12% respecto del límite establecido en la norma anual. En el caso de la estación EME-F no fue posible la evaluación de la norma anual de NO_2.

Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)

A partir de la evaluación de la norma anual de plomo, que establece como límite 0,5 µg/m^{3}N, se verificó que en la estación Huasco II, estación calificada como EMRP, no superó la norma anual y la concentración obtenida mediante el promedio bianual fue de 0,005 µg/m^{3}N, correspondiente al 1% de la norma anual de plomo.

Norma secundaria de calidad del aire para SO_2

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO_2 como concentración horaria (382 ppbv) concluye que ésta no fue superada, registrando concentraciones menores al 4% respecto del límite establecido. 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 encuentran por debajo del 3% del límite de 764 ppbv. Es decir, en ambos condiciones de evaluación las estaciones no superaron el 80% de la normativa secundaria a nivel horario para el contaminante SO_2.

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas, que establece como límite 140 ppbv muestra que el promedio aritmético de los tres años en análisis no superan el límite normativo ni el 80 % de la norma secundaria de 24 horas. Asimismo, la evaluación de la norma secundaria de 24 horas del percentil 99,7 de las concentraciones diarias registradas durante un año, que establece como límite 280 ppbv, determinó que las estaciones de la red no superaron el límite normativo, encontrándose los valores de sus concentraciones por debajo del 80% de la norma.

Del análisis de la norma anual secundaria, que establece como límite 31 ppbv, se constató que todas las estaciones no superan el límite normativo y las concentraciones se encuentran por debajo del 80%. Del mismo modo, se evaluó el cumplimiento de la norma anual por año, la que establece un límite de 62 ppbv, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite, con valores que no superan el 8% respecto de la norma. Por lo tanto, se concluye que la norma secundaria anual al ser evaluada en ambas condiciones no es superada en ninguna de las estaciones de la red.

Norma secundaria de calidad del aire para MPS y Hierro en MPS

- **Norma secundaria a nivel mensual y anual de MPS**

La evaluación de la norma mensual de MPS en el año 2016, determinó que en la mayoría de los meses las estaciones no presentan superaciones de la norma mensual de MPS, a excepción del mes de noviembre en la estación 6 y del mes de diciembre que presenta superación en todas las estaciones, siendo la concentración más alta observada en la estación 5 con 319,3 mg/m^2día equivalente a 213% de la norma mensual.

Por su parte, la evaluación de la normal de MPS a nivel mensual en el año 2017 también se observó que en la mayoría de los meses la norma no es superada, a excepción del mes de marzo en estación 4 y 5, en el mes de noviembre en estación 4 y en el mes de diciembre que la norma es superada en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 5, siendo la concentración más alta en el mes de diciembre en la estación 4 con 221,90 mg/m^2día, equivalente a 148% de la norma mensual.

Finalmente, para el año 2018 la evaluación de la norma mensual de MPS determinó que la mayoría de los meses la norma no es superada, a excepción del mes de diciembre en las estaciones 2, 3, 4, 5

y 6, y en el mes de octubre en la estación 5, siendo la concentración más alta observada la de estación 5 en el mes de diciembre con 213,6 mg/m^{2}día, equivalente a 142% de la norma mensual.

Por su parte, la evaluación de la norma anual que establece como límite una concentración media aritmética anual de 100 mg/m^{2}día, determinó que la norma anual de MPS es superada en la estación 5 en los años 2016, 2017 y 2018 con concentraciones de 113,5 mg/m^{2}día, 105 mg/m^{2}día y 102,3 mg/m^{2}día, respectivamente. Por otra parte, se observa que en la estación 4 para los años 2017 y 2018 supera la norma anual con concentraciones de 113, 9 mg/m^{2}día y 105,1 mg/m^{2}día, respectivamente.

- **Norma Secundaria a nivel mensual y anual de Hierro en MPS**

La evaluación de la norma mensual de Hierro en MPS, determinó que para el año 2016 la norma mensual de Hierro no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día. En relación al límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en septiembre en estación 5, en octubre en estación 6, en noviembre en las estaciones 2, 4, 5 y 6, y en diciembre en las estaciones 4, 5 y 6, se observa de la tabla que la concentración más alta es en la primera quincena de diciembre en la estación 5 con 47,48 mg/m^{2}día, equivalente a 158,3% de la norma.

Por su parte, la evaluación de Hierro en MPS para el año 2017, determinó que la norma mensual no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día, solo se observa superación al 80% de la norma en el mes de febrero en estación 5 y en abril en estación 1, con concentraciones de 48,63 mg/m^{2}día y 53,47 mg/m^{2}día, respectivamente. En relación con el límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en noviembre en las estaciones 2, 3, 4, 5 y 6, y en diciembre en todas las estaciones, de la tabla se observa que la concentración más alta es en noviembre en la estación 4 con 46,7 mg/m^{2}día, equivalente a 155,7% de la norma.

Finalmente, para el año 2018, la evaluación de Hierro en MPS determinó que la norma mensual no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día. En relación con el límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en noviembre en las estaciones 3, 4, 5 y 6, con concentraciones de 37,03 mg/m^{2}día, 35,75 mg/m^{2}día, 34,91 mg/m^{2}día y 32,13 mg/m^{2}día, respectivamente.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, determinó que la norma no es superada en ninguna de las estaciones en los años 2016, 2017 y 2018. Cabe señalar que, en el año 2016 las concentraciones superan el 80% de la norma en las estaciones 1, 3 y 5; con concentraciones de 24,1 mg/m^{2}día, 24,3 mg/m^{2}día y 26,2 mg/m^{2}día, respectivamente; en el año 2017 es superado el 80% de la norma en todas las estaciones, siendo la concentración más alta en estación 5 con 28,9 mg/m^{2}día, y para el año 2018 es superado el 80% de la norma en las estaciones 4 y 5, con concentraciones de 24,3 mg/m^{2}día y 24,4 mg/m^{2}día, respectivamente.

2. INTRODUCCIÓN

La comuna de Huasco se localiza en la costa de la III Región de Atacama en una pequeña bahía abierta al norte, ocupando la vertiente sur de la cuenca del río Huasco, en las coordenadas geográficas 28°27'30" S y 71°13'00" W. Huasco tiene una población de 8.976 habitantes (CENSO 2012) y una superficie de 1.635 km^2 (correspondiente al 8,6% provincial y al 2,1% regional).

Huasco corresponde a la segunda ciudad en jerarquía en la Provincia del Huasco, después de Vallenar, influenciando a nivel comunal e intercomunal como centro de servicios, puerto de embarque y balneario. El puerto sirve para la salida de minerales provenientes de la planta de pellets de Compañía Minera del Pacífico y recibe, desde el exterior, carbón para la termoeléctrica de Guacolda S.A.

El desarrollo industrial de Huasco, que junto con la actividad agrícola, está basado en actividades industriales mineras y de generación termoeléctrica, a partir de fines de los años 80 y principios de los 90, ha afectado la calidad del aire, principalmente en los parámetros de material particulado respirable y en menor medida en otros contaminantes tales como el dióxido de azufre (SO_2) y el dióxido de nitrógeno (NO_2).

En el año 2011 fue declarada la localidad de Huasco y su zona circundante, como zona latente por material particulado respirable MP10, como concentración anual, de acuerdo al D.S. N° 40 del 15 de noviembre de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Lo anterior considerando los resultados de las mediciones de las estaciones de monitoreo existentes en la zona, las que han sido implementadas por la empresa eléctrica Guacolda (miden material particulado respirable MP10, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno), y por CAP (miden MPS, Hierro en MPS, material particulado y plomo). Cabe señalar que, el 23 de noviembre de 2016 se promulga el Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica para la localidad de Huasco y su zona circundante, entrando en vigencia a partir del 30 de agosto de 2017.

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 2018, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire. Para los años 2016 y 2017 se utilizaron los datos auditados por esta Superintendencia, los que se encuentran publicados en los informes de fiscalización DFZ-2017-5550-III-NC-EI y DFZ-2018-2758-III-NC, respectivamente.

Se debe señalar que los datos fueron proporcionados por el Titular AES Gener (Guacolda) y por la Compañía Minera del Pacifico (CAP) a través de la oficina de partes de esta Superintendencia, solicitándose, posteriormente, aclaraciones. Las estaciones informadas cuentan con declaración de representatividad poblacional (EMRP en adelante) por MP10, representatividad poblacional de gases (EMRPG en adelante) por NO_2 norma primaria, representatividad por recursos naturales por

SO_2 (EMRRN en adelante) y para los muestreadores de MPS, el SAG mediante la Resolución Exenta N°099/1992, aprobó la Red de Monitoreo de la Compañía Minera del Pacifico, para medir la emisiones de material particulado sedimentable. El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias y secundarias de calidad del aire de cada contaminante y el cumplimiento 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 MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, NO_2 y norma secundaria para SO_2; 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 MP10, gases (NO_2) y que cuenten con representatividad para recursos naturales.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO_2 y NO_2 para el año 2018, en base a una auditoría de los datos enviados por los titulares de las estaciones. Para los años 2016 y 2017 se utilizaron los datos ya validados por esta Superintendencia, los cuales fueron publicados en los informes de fiscalización DFZ-2017-5550-III-NC-EI y DFZ-2018-2758-III-NC, respectivamente.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10, MPS, Hierro en MPS, SO_2 y NO_2 de las estaciones instaladas por Guacolda y CAP para el período 1° de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2018.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO_2 y NO_2, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP10, SO_2 y NO_2 son: EME-F, EME-M, SM-1, SM-2, SM-3, SM-4, SM-5, SM-6, SM-7, SM-8 y Huasco II. En el caso del muestreo de MPS y Hierro en MPS, las estaciones: 1, 2, 3, 4, 5 y 6 cuentan con la aprobación de la red del Servicio Agrícola y Ganadero mediante la Resolución Exenta N° 099/1992.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primaria y secundaria de calidad vigentes para el periodo comprendido 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 horario, diario, mensual y anual, por contaminante y cuerpo normativo:

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

Norma	Descripción	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Mensual	Límite Concentración Anual
Primaria	D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica.	MP10	-----	150 µg/m^{3}N	-----	50 µg/m^{3}N
	D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica.	NO_2	400 µg/m^{3}N (1 Hora)	-----	-----	100 µg/m^{3}N
	D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica	Pb	-----	-----	-----	0,5 µg/m^{3}N
Secundaria	D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica.	SO_2	382 ppbv (promedio del percentil 99,73 de 3 años) o 764 ppbv (percentil 99,73 durante un año)	140 ppbv (promedio del percentil 99,7 de 3 años) o 280 ppbv (percentil 99,7 durante un año)	-----	31 ppbv (promedio trianual) o 62 ppbv (promedio anual)
	D.S. N° 4/1992, del Ministerio de Agricultura.	MPS	-----	-----	150 mg/m^2 día	100 mg/m^2 día
		Hierro en MPS	-----	-----	60 mg/m^2 día*	30 mg/m^2 día

* A excepción de los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m^{2}día como concentración media aritmética mensual.

5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de calidad del aire remitida por los titulares contenía los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para SO_2 y NO_2, para el material particulado (MP10) una medición diaria con una frecuencia de tres días y para material particulado sedimentable el reporte es mensual. Los datos se reportaron 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 MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO_2 y SO_2, 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-MP10, EMRPG y EMRRN

En la Tabla 2 se describen las estaciones de Guacolda y CAP, y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado

(MP10), representatividad poblacional para gases (NO_2) y representatividad para recursos naturales (SO_2).

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP10, EMRPG y EMRRN

Red	Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para NO_2	Resolución que otorga EMRRN SO_2	Aprobación de Red de Monitoreo de MPS
Guacolda	EME-M	Res. N° 1179, del 22 de diciembre 2002, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama	Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama	No posee	No Aplica
	EME-F	Res. N° 1179, del 22 de diciembre 2002, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama	Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama	No posee	No Aplica
	SM1	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
	SM2	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
	SM3	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
	SM4	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
	SM5	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
	SM6	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
	SM7	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
	SM8	No posee	No posee	Res. Exenta N° 524, del 12 de mayo de 2011, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.	No Aplica
CAP	Huasco II	Res. N° 4812, del 24 de noviembre 2009, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud Atacama	No posee	No posee	No Aplica

Red	Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para NO_2	Resolución que otorga EMRRN SO_2	Aprobación de Red de Monitoreo de MPS
	1	No posee	No posee	No posee	Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	2	No posee	No posee	No posee	Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	3	No posee	No posee	No posee	Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	4	No posee	No posee	No posee	Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	5	No posee	No posee	No posee	Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.
	6	No posee	No posee	No posee	Resolución Exenta N° 99 del 22 de Julio de 1992, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la georreferenciación de las estaciones, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

Tabla 3 Georreferenciación de las estaciones de la Red de Guacolda y la Red de CAP.

Red	Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)*	
Guacolda	EME-M	282.755 E	6.848.689 N
	EME-F	282.501 E	6.849.129 N
	SM-1	279.550 E	6.845.667 N
	SM2	286.614 E	6.849.717 N
	SM3	286.948 E	6.848.974 N
	SM4	288.025 E	6.847.946 N
	SM5	290.101 E	6.847.633 N
	SM6	292.058 E	6.845.539 N
	SM7	295.021 E	6.846.218 N
	SM8	296.473 E	6.845.185 N
CAP	Huasco II	281.803 E	6.849.374 N
	1	284.428 E	6.849.030 N
	2	285.201 E	6.848.848 N
	3	286.486 E	6.850.326 N
	4	286.286 E	6.849.042 N
	5	286.977 E	6.850.244 N
	6	288.290 E	6.849.377 N

* Ref. Resoluciones de calificación como EMRP, EMRPG o EMRRN

Ref. Google Earth

Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire de Guacolda y CAP.

5.2. Descripción de equipos de medición utilizados en la Red de monitoreo

De acuerdo a los antecedentes entregados por ambos titulares para los años 2016, 2017 y 2018, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10, SO_2 y NO_2 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. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10, SO_2 y NO_2, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2018.

Tabla 4 Listado de estaciones, instrumentos y métodos de medición utilizados durante el 2018.

Red	Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Guacolda	EME-M	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Graseby Andersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		NO_2	Quimioluminiscencia	Advanced Pollution Instr. 200A/200AU	RFNA – 1194 – 099
	EME-F	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Graseby Andersen / GMW 1200	RFPS-1287-063
		NO_2	Quimioluminiscencia	Advanced Pollution Instr. 200A/200AU	RFNA – 1194 – 099
	SM1	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM2	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM3	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM4	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Dasibi/4108	EQSA – 1086 – 061
	SM5	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM6	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM7	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM8	SO_2	Fluorescencia ultravioleta	Ecotech ML9850/EC9850, ML9850B/EC9850B	EQSA – 0193 – 092
CAP	Huasco II	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Tisch Environmental Model TE-6070	RFPS-0202-141
	1, 2, 3, 4, 5 y 6	MPS	Metodología establecida en la Resolución Exenta N° 177 del 2008, del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama.		

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO_2 y NO_2 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 NO_2 y SO_2 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 evaluó el número de días sin dato o dato inválido. El porcentaje de datos inválidos se presenta en la Tabla 5. Cabe señalar, que los datos correspondientes a los años 2016 y 2017 fueron auditados en los informes de fiscalización DFZ-2017-5550-III-NC-EI y DFZ-2018-2758-III-NC.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2016, 2017 y 2018

Estación	2016			2017			2018		
	MP10 % Diario	SO_2 % Horario	NO_2 % Horario	MP10 % Diario	SO_2 % Horario	NO_2 % Horario	MP10 % Diario	SO_2 % Horario	NO_2 % Horario
EME-F	*0,8*	*No Aplica*	*4,2*	0,8	*No Aplica*	*2,7*	*5,6*	*No Aplica*	*9,6*
EME-M	0,0	*No Aplica*	*6,1*	*2,4*	*No Aplica*	*1,6*	*7,9*	*No Aplica*	*1,6*
SM-1	*No Aplica*	2,4	*No Aplica*	*No Aplica*	7,9	*No Aplica*	*No Aplica*	4,9	*No Aplica*
SM-2	*No Aplica*	1,5	*No Aplica*	*No Aplica*	1,4	*No Aplica*	*No Aplica*	3,9	*No Aplica*
SM-3	*No Aplica*	2,5	*No Aplica*	*No Aplica*	10,4	*No Aplica*	*No Aplica*	14,9	*No Aplica*
SM-4	*No Aplica*	6,3	*No Aplica*	*No Aplica*	2,2	*No Aplica*	*No Aplica*	1,6	*No Aplica*
SM-5	*No Aplica*	1,5	*No Aplica*	*No Aplica*	1,4	*No Aplica*	*No Aplica*	4,4	*No Aplica*
SM-6	*No Aplica*	2,1	*No Aplica*	*No Aplica*	1,7	*No Aplica*	*No Aplica*	1,3	*No Aplica*
SM-7	*No Aplica*	2,6	*No Aplica*	*No Aplica*	1,5	*No Aplica*	*No Aplica*	1,3	*No Aplica*
SM-8	*No Aplica*	1,9	*No Aplica*	*No Aplica*	1,8	*No Aplica*	*No Aplica*	1,9	*No Aplica*
Huasco II	*2,5*	*No Aplica*	*No Aplica*	*0,8*	*No Aplica*	*No Aplica*	1,6	*No Aplica*	*No Aplica*

La invalidación de días para el contaminante MP10 se debió a datos inválidos por exceso de tiempo de muestreo, falla de energía y falla general del equipo. En las estaciones que miden SO_2 y NO_2, la invalidación de datos horarios se debió principalmente a mantenciones en terreno, fallas de energía y valores fuera de rango.

Se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios diarios de NO_2, SO_2, 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 o bajo volumen, MP10, respectivamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

En la Tabla 6 y en la Tabla 7, 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 SO_2, MP10 y NO_2 en todas las estaciones para los años 2016, 2017 y 2018.

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 6 Resumen de datos disponibles de MP10 y NO_2 por estación para los años 2016, 2017 y 2018.

Red	Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Horarios) NO_2	Porcentaje de datos (%)
Guacolda	EME-F	2016	122	99	8416	96
		2017	121	99	8523	97
		2018	119	94	7921	90
	EME-M	2016	122	100	8251	94
		2017	121	98	8617	98
		2018	117	93	8618	98
Huasco	Huasco II	2016	119	98	No Aplica	
		2017	121	99		
		2018	120	98		

Tabla 7 Resumen de datos disponibles de SO_2 por estación para los años 2016, 2017 y 2018.

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Horarios) SO_2	Porcentaje de datos (%)
SM-1	2016	8575	98
	2017	8070	92
	2018	8327	95
SM-2	2016	8649	98
	2017	8641	99
	2018	8417	96
SM-3	2016	8561	97
	2017	7852	90
	2018	7453	85
SM-4	2016	8232	94
	2017	8565	98
	2018	8621	98
SM-5	2016	8652	98
	2017	8639	99
	2018	8375	96
SM-6	2016	8596	98
	2017	8607	98
	2018	8645	99
SM-7	2016	8555	97
	2017	8627	98
	2018	8649	99
SM-8	2016	8616	98
	2017	8598	98
	2018	8590	98

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, en las Tabla 8 y Tabla 9, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, observándose un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales, a excepción del mes de julio del año 2016, en la estación SM-4, para la cual el contaminante SO_2 presenta un 74% de datos válidos. Por otra parte en el año 2017, para el contaminante SO_2 las estaciones SM-1 y SM-3 presentaron porcentajes de datos validos de 61% (mayo) y 45% (marzo), respectivamente. Por último, para el año 2018 en la estación SM-3 se observan 4 meses con porcentajes por debajo del 75% de datos válidos, registrándose los siguientes porcentajes: 64% (febrero), 26% (marzo), 67% (abril) y 45% (julio), y en las estaciones de SM-1 y SM-5 se observaron porcentajes de 63% (junio) y 71% (mayo), respectivamente.

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2016, 2017 y 2018

		MESES (%)											
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	2016	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	90	94	93	97
	2018	100	90	100	90	100	100	82	100	83	100	100	90
EME-M	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	91	82	100	100	91	90	91	100	90	100	100	82
Estaciones CAP													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	2016	100	100	100	100	80	90	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90
	2018	100	100	100	100	100	100	90	100	90	100	100	100

Tabla 9 Porcentaje de datos válidos de SO_2 mensuales por estación para los años 2016, 2017 y 2018

		MESES (%)											
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SM-1	2016	100	100	100	100	94	100	100	100	100	100	97	100
	2017	100	93	87	77	61	90	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	63	100	100	100	100	100	84
SM-2	2016	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	96	100	100	90	100	100	100	100	84	97	87
SM-3	2016	100	100	100	93	100	100	100	100	100	100	90	100
	2017	100	100	45	90	87	100	97	100	93	84	90	77
	2018	77	64	26	67	100	100	45	94	100	100	100	90
SM-4	2016	100	86	100	90	100	97	74	81	97	100	100	100
	2017	94	96	97	100	100	100	100	100	100	100	97	100
	2018	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM-5	2016	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	94	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	79	100	100	71	100	100	100	100	100	100	90
SM-6	2016	100	100	100	100	90	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	94
SM-7	2016	100	97	100	97	94	100	100	100	100	97	93	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	100	100
SM-8	2016	97	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100
	2017	100	96	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	93	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100

Para el caso de las concentraciones de plomo (Tabla 10), éstas se obtienen del análisis de los filtros de MP10, y deben cumplir, de acuerdo a la norma de plomo, con el 70% de los valores programados para el mes. Cabe destacar que esta medición se realiza solo en la estación Huasco II.

Tabla 10 Porcentaje de filtros analizados químicamente para Pb por estación para los años 2017 y 2018.

		MESES (%)												
Estaciones CAP														
Estación	Año	LD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	2017	<LC	50	75	0	0	100	50	50	50	75	75	50	25
		>LC	50	25	100	100	0	50	50	50	25	25	50	75
	2018	<LC	50	25	25	0	75	50	50	0	75	100	25	25
		>LC	50	75	75	100	25	50	50	100	25	0	75	75

LC: Límite de cuantificación de 5 µg totales.

Para efectos de la evaluación anual de la norma NO_2, en la Tabla 11, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones con EMRPG, observándose un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales, a excepción de la estación EME-F en el mes de diciembre la presenta un 74% de datos válidos y la estación EME-M presenta un 70% de datos validos en el mes de septiembre. Por otra parte, en el año 2018 se observa que la estación EME-F presenta en el mes de octubre un 29% de los datos válidos.

Tabla 11 Porcentaje de datos válidos de NO_2 mensuales por estación para los años 2016, 2017 y 2018

		MESES (%)											
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	2016	100	100	100	97	100	100	90	100	70	90	93	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	90	94	93	97
	2018	100	100	100	100	100	100	90	100	100	29	80	100
EME-M	2016	100	100	100	100	100	97	100	77	100	100	83	74
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	94	100	100	100	97

Respecto del MPS se cuenta con una disponibilidad mensual de 100% en la mayoría de los meses, a excepción del mes de febrero en el año 2016 en las estaciones 1 y 3, no se presentan valores debido a que los embudos recolectores no se encontraban en el sitio de muestro. Por otra parte, en el año 2017 en el mes de junio en la estación 1, se encontraron 2 piedras al interior del embudo recolector por lo que la muestra debió ser invalidada.

Tabla 12 Porcentaje de datos validos de MPS a nivel mensual por estación para los años 2016, 2017 y 2018

		MESES (%)											
Red de CAP													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	2016	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	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
3	2016	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2017	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

		MESES (%)											
Red de CAP													
Estación	**Año**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	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
5	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
6	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

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP10

6.1.1. 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 13, 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.

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/m^{3}N.

Tabla 13 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 durante el período 2016 al 2018

Red	Estación	Percentil 98 Año 2016 (µg/m^{3}N)	% de la Norma 24 horas(150 µg/m^{3}N)	Percentil 98 Año 2017 (µg/m^{3}N)	% de la Norma 24 horas(150 µg/m^{3}N)	Percentil 98 Año 2018 (µg/m^{3}N)	% de la Norma 24 horas(150 µg/m^{3}N)
Guacolda	EME-F	122	82	87	58	73	49
	EME-M	94	63	71	47	62	42
CAP	Huasco II	96	64	90	60	86	57

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10 para los años 2016, 2017 y 2018, se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas no superaron el límite de la norma 24 horas, solo se observó que para el año 2016 la estación EME-F superó el 80% de la norma con una concentración de 122 µg/m^{3}N (82%). Respecto del año 2017, las estaciones evaluadas Huasco II, EME-F y EME-M, presentaron concentraciones de 90 µg/m^{3}N, 87 µg/m^{3}N, 71 µg/m^{3}N, respectivamente, concentraciones por debajo del 80% de la norma de 24 horas. Finalmente, para el año 2018 la evaluación de la norma de 24 horas determinó que no se superó el 80% de la norma en las estaciones de Huasco II, EME-F y EME-M, y las concentraciones obtenidas a través del percentil 98 fueron de 86 µg/m^{3}N (57%), 73 µg/m^{3}N (49%) y 62 µg/m^{3}N (42%), respectivamente.

El Gráfico 1 muestra la distribución temporal del percentil 98 de las concentraciones diarias, según la norma 24 horas para MP10.

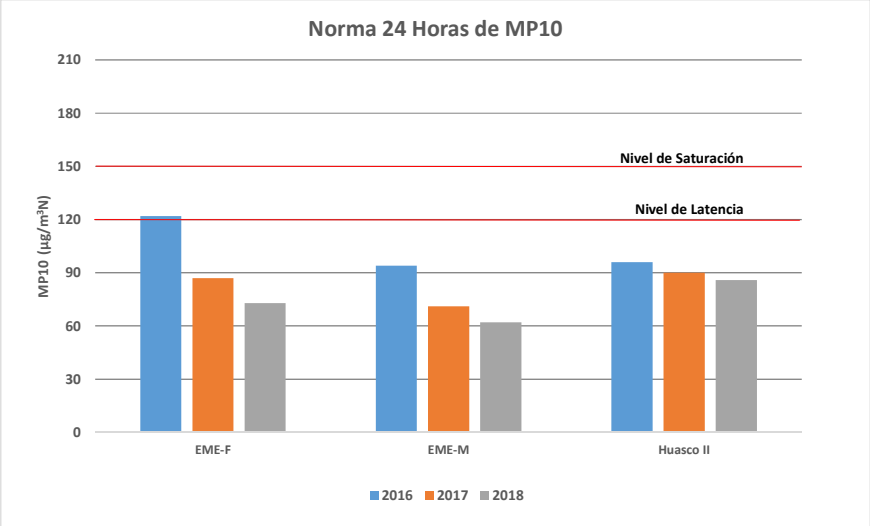

Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10, período 2016 - 2018

6.1.2. 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/m^{3}N.

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 14, 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 que conforman la red de monitoreo.

Tabla 14 Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2016 al 2018

Red	Estación	Promedio Anual 2016 (µg/m³N)	Promedio Anual 2017 (µg/m³N)	Promedio Anual 2018 (µg/m³N)	Promedio Trianual 2016-2017-2018 (µg/m³N)	% de la Norma Anual (50 µg/m³N)
Guacolda	EME-F	40	37	36	38	76
	EME-M	37	34	34	35	70
CAP	Huasco II	37	41	37	38	77

El promedio trianual de las concentraciones muestra que la norma anual de MP10 no fue superada en ninguna de las estaciones con EMRP, alcanzando sus máximas concentraciones en las estaciones EME-F y Huasco II, las cuales registraron una concentración promedio de 38 µg/m^{3}N, por otra parte la estación EME-M presentó una concentración promedio para el periodo, 2016 al 2018, de 35 µg/m^{3}N (70%).

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones trianuales para cada estación durante el período comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018 en comparación con el límite establecido en la normativa.

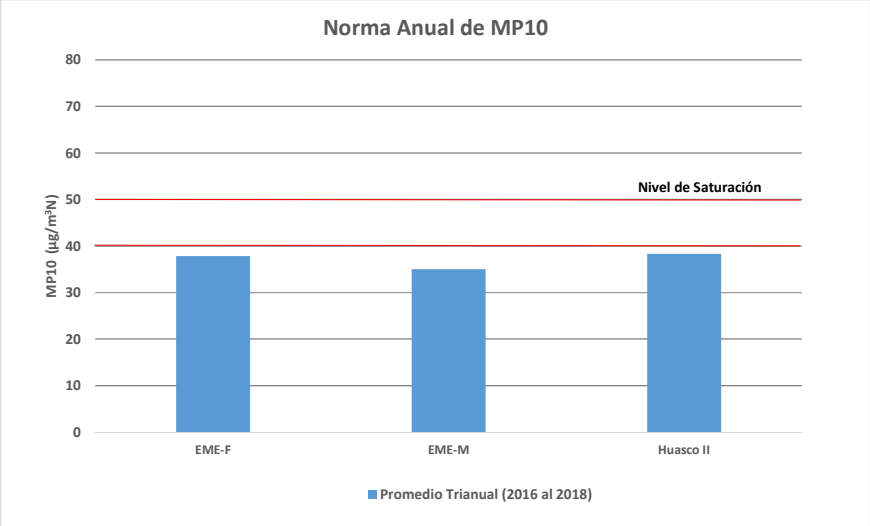

Gráfico 2. Norma anual para MP10, promedio trianual periodo 2016 al 2018

6.1. Evaluación de la norma NO_2

6.1.1. Evaluación de la norma horaria para NO_2

El periodo de evaluación de superación de la norma de 1 hora para NO_2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En la Tabla 15 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para NO_2, en todas las estaciones de monitoreo.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 114/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para NO_2 como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 213 ppbv.

En la Tabla 15, se muestra la evaluación de la norma de 1 hora mediante el promedio de los percentiles 99 de los tres años en análisis, los resultados obtenidos determinaron que la norma no fue superada a nivel horario, y los valores como concentración correspondieron en estación EME-F a 29,47 ppbv y en estación EME-M a 23,44 ppbv, equivalentes al 14% y 11% de la norma horaria, respectivamente.

Tabla 15 Evaluación de la norma horaria para NO_2 durante el período 2016 - 2018

Estación	Percentil 99 Año 2016 (ppbv)	Percentil 99 Año 2017 (ppbv)	Percentil 99 Año 2018 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2016-2017-2018 (ppbv)	% de la Norma 1 hora (213 ppbv)
EME-F	25,72	26,20	36,50	29,47	14
EME-M	26,72	20,60	23,00	23,44	11

En el Gráfico 3, se observa el comportamiento del promedio trianual (2016, 2017 y 2018) del percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO_2 en las estaciones en estudio.

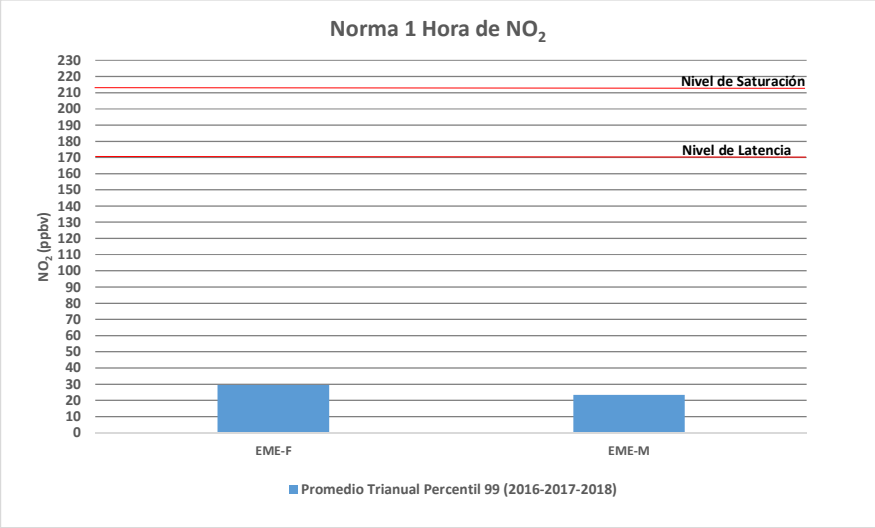

Gráfico 3 Norma 1 hora para NO_2, promedio trianual período 2016 al 2018

6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO_2

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para NO_2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 114/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para NO_2 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 53 ppbv.

A continuación, en la Tabla 16 se resumen los valores obtenidos del promedio anual de las concentraciones de NO_2 para los años 2016, 2017 y 2018, así como el promedio trianual. Los valores obtenidos muestran que la norma anual de NO_2 no fue superada en la estación EME-M y la concentración obtenida fue de 6,56 ppbv, correspondiente al 12% respecto del límite establecido en la norma anual. En el caso de la estación EME-F presentó en uno de sus trimestres del año 2018, un porcentaje menor al 75% de los datos válidos, por lo cual no fue posible la evaluación de la norma anual de NO_2.

Tabla 16 Evaluación de la norma anual para NO_2 durante el período 2016 - 2018

Estación	Concentración Promedio Año 2016 (ppbv)	Concentración Promedio Año 2017 (ppbv)	Concentración Promedio Año 2018 (ppbv)	Promedio Trianual (2016-2017-2018) (ppbv)	% de la Norma anual (53 ppbv)
EME-F	13,21	8,43	---	---	---
EME-M	9,81	4,36	5,51	6,56	12

El Gráfico 4, muestra el comportamiento del promedio trianual de las concentraciones de NO_2 por cada estación evaluada.

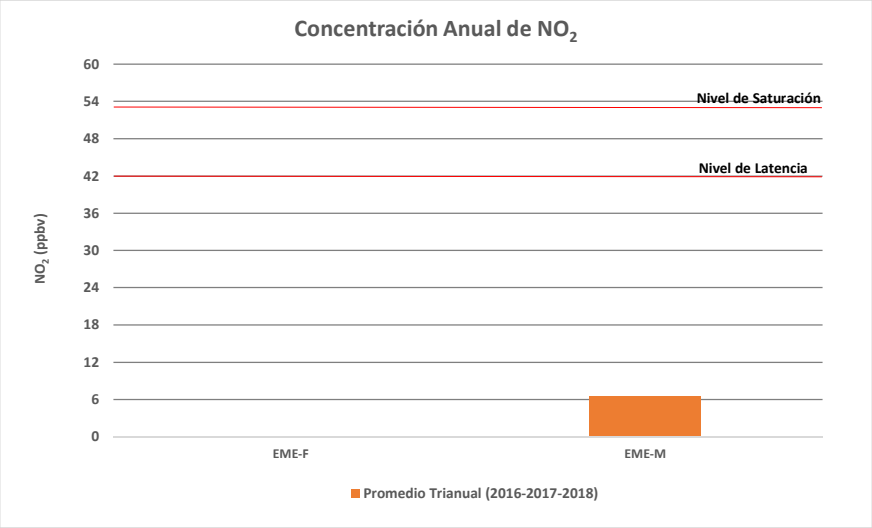

Gráfico 4 Norma anual para NO_2, promedio trianual periodo 2016 al 2018

6.2. Evaluación de la norma para plomo (Pb)

6.2.1. 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 República, establece que el límite para plomo es de 0,5 microgramos por metro cúbico normal ($\mu g/m^3N$) 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 17 se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo en la estación de monitoreo Huaso II.

El promedio bianual expresado en porcentaje muestra que la norma anual de Plomo no fue superada en la estación Huasco II, y la concentración obtenida mediante el promedio bianual fue de 0,005 µg/m^{3}N, correspondiente al 1% de la norma anual de plomo.

Tabla 17 Evaluación de la norma anual para Pb durante el período 2017 - 2018

Estación	Concentración Anual 2017 (µg/m^{3}N)	Concentración Anual 2018 (µg/m^{3}N)	Promedio bianual 2017-2018 (µg/m^{3}N)	% de la Norma Anual
Huasco II	0,004	0,006	0,005	1

En el Gráfico 5, se observa la comparación entre el valor de la concentración bianual obtenida del análisis de los datos de la estación Huasco II y el límite que establece la normativa.

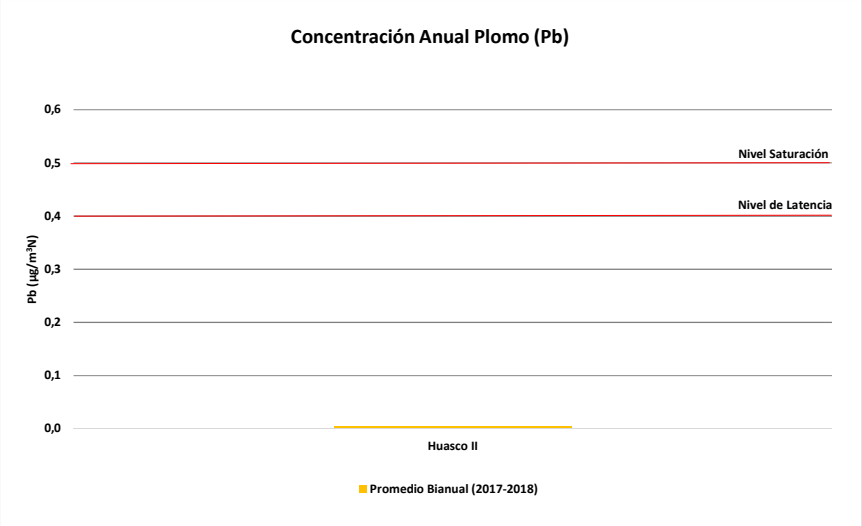

Gráfico 5 Norma anual para Pb, promedio bianual período 2017 al 2018

6.3. Evaluación de la norma secundaria para SO_2

6.3.1. Evaluación de la norma secundaria horaria para SO_2

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria horaria para SO_2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO_2 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.

La evaluación del cumplimiento de la norma horaria secundaria de SO_2, mediante el promedio trianual del percentil 99,73, que establece un límite de 382 ppbv, muestra en la Tabla 18 que la

norma horaria no fue superada y los valores se encuentran por debajo del 80% de ésta, evidenciándose una tendencia a la baja en las concentraciones desde el año 2016 al 2018. 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 de 764 ppbv.

En la Tabla 18 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO_2 en todas las estaciones de monitoreo analizadas.

Tabla 18 Evaluación de la norma secundaria horaria para SO_2 durante el período 2016 – 2018

Estación	Percentil 99,73 Año 2016 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2016 (764 ppbv)	Percentil 99,73 Año 2017 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2017 (764 ppbv)	Percentil 99,73 Año 2018 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2018 (764 ppbv)	Promedio Trianual 2016-2017-2018 (ppbv)	% de la Norma Horaria Promedio Trianual (382 ppbv)
SM-1	14,60	2	5,10	1	2,70	0	7,47	2
SM-2	17,70	2	5,20	1	7,60	1	10,17	3
SM-3	14,10	2	19,60	3	11,50	2	15,07	4
SM-4	19,70	3	5,50	1	7,20	1	10,80	3
SM-5	15,40	2	4,30	1	10,00	1	9,90	3
SM-6	16,70	2	2,40	0	2,80	0	7,30	2
SM-7	13,90	2	6,80	1	7,10	1	9,27	2
SM-8	5,00	1	1,20	0	2,70	0	2,97	1

El Gráfico 6 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 del periodo como promedio trianual.

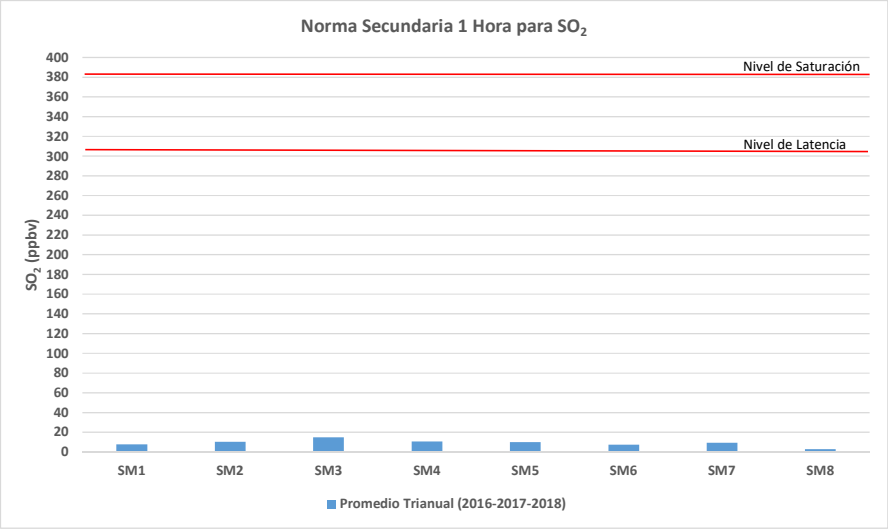

Gráfico 6 Norma secundaria 1 hora para SO_2, promedio trianual durante el período 2016 – 2018

Por otra parte, el Gráfico 7 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99,73 de las concentraciones horarias para cada uno de los años del periodo analizado.

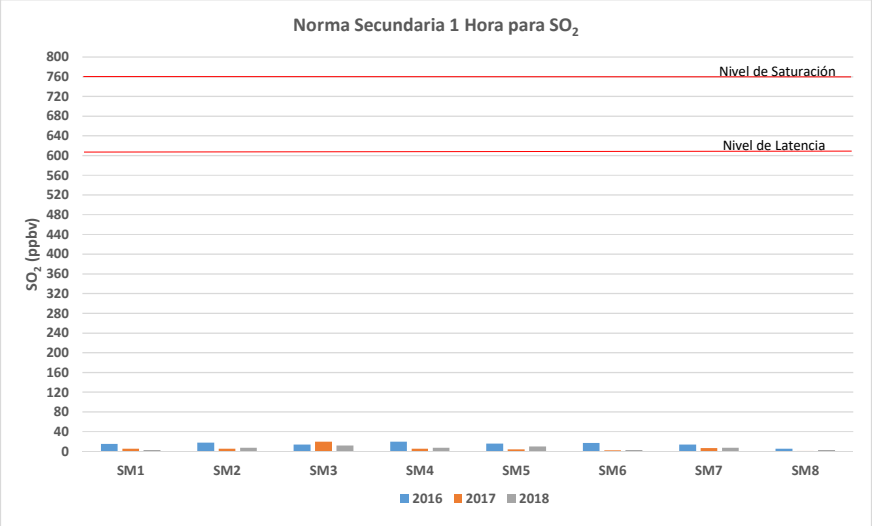

Gráfico 7 Norma secundaria 1 hora para SO_2, período 2016 - 2018

6.3.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas para SO_2

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO_2, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO_2 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.

En la Tabla 19 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 registraron 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 estuvieron por debajo del 80% del límite que exige la norma.

Tabla 19 Evaluación de la norma secundaria diaria para SO_2 durante el período 2016 – 2018

Estación	Percentil 99,7 Año 2016 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2016 (280 ppbv)	Percentil 99,7 Año 2017 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2017 (280 ppbv)	Percentil 99,7 Año 2018 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2018 (280 ppbv)	Promedio Trianual 24 horas 2016-2017-2018 (ppbv)	% de la Norma 24 horas (140 ppbv)
SM-1	9,79	3	3,30	1	1,98	1	5,02	4
SM-2	4,77	2	3,19	1	4,56	2	4,17	3
SM-3	5,72	2	10,15	4	6,36	2	7,41	5
SM-4	8,15	3	2,20	1	4,38	2	4,91	4
SM-5	4,35	2	2,20	1	4,46	2	3,67	3
SM-6	14,33	5	1,86	1	2,13	1	6,11	4
SM-7	6,56	2	4,38	2	3,67	1	4,87	3
SM-8	4,03	1	0,86	0	2,52	1	2,47	2

El Gráfico 8, muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99,7 del periodo como promedio trianual.

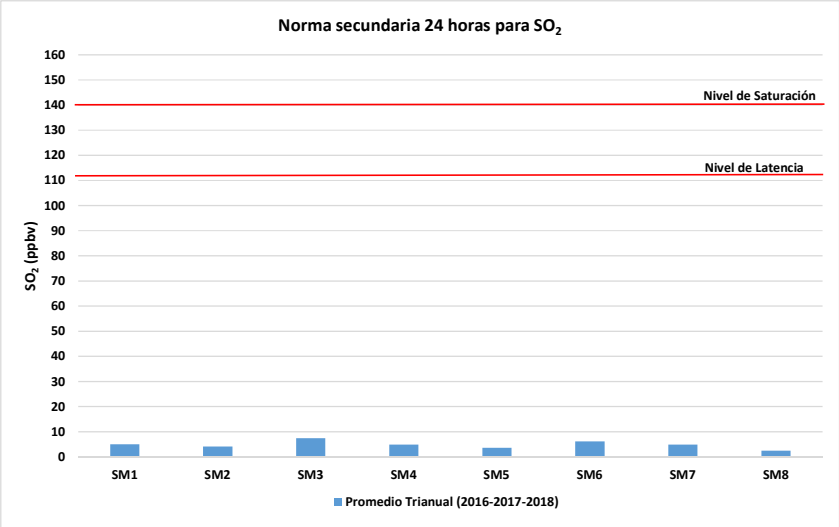

Gráfico 8 Norma secundaria 24 horas para SO_2, promedio trianual período 2016 al 2018

Por otra parte, 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 del periodo analizado.

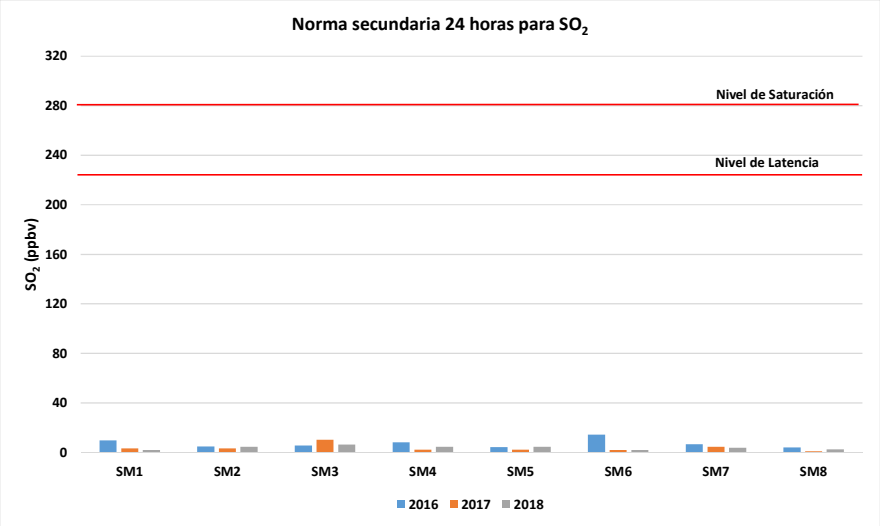

Gráfico 9 Norma secundaria 24 horas para SO_2, período 2016 al 2018

6.3.3. Evaluación de la norma secundaria anual para SO_2

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de SO_2 como concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO_2 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.

En la Tabla 20 se muestran los valores obtenidos del análisis de las concentraciones anuales del periodo como promedio trianual, 2016 al 2018, y el porcentaje respecto de la norma anual, constatándose que todas las estaciones registraron 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 estuvieron por debajo del 80% del límite (62 ppbv). Por lo anterior, se concluye que la norma secundaria anual no fue superada en ninguna de las estaciones en estudio.

Tabla 20 Evaluación de la norma secundaria anual para SO_2 durante el período 2016 – 2018

Estación	Concentración Anual 2016 (ppbv)	% de la Norma Anual 2016 (62 ppbv)	Concentración Anual 2017 (ppbv)	% de la Norma Anual 2017 (62 ppbv)	Concentración Anual 2018 (ppbv)	% de la Norma Anual 2018 (62 ppbv)	Promedio Trianual (2016-2017-2018) (ppbv)	% de la Norma Anual (31 ppbv)
SM-1	1,64	3	0,92	1	0,96	2	1,17	4
SM-2	1,50	2	2,09	3	2,00	3	1,86	6
SM-3	1,73	3	1,81	3	---		1,77	6
SM-4	1,88	3	1,30	2	2,05	3	1,74	6
SM-5	1,58	3	1,12	2	1,54	2	1,41	5
SM-6	2,51	4	1,02	2	1,15	2	1,56	5
SM-7	2,13	3	1,68	3	1,61	3	1,81	6
SM-8	1,53	2	0,68	1	1,16	2	1,12	4

El Gráfico 10 muestra las concentraciones como promedio trianual para el periodo analizado.

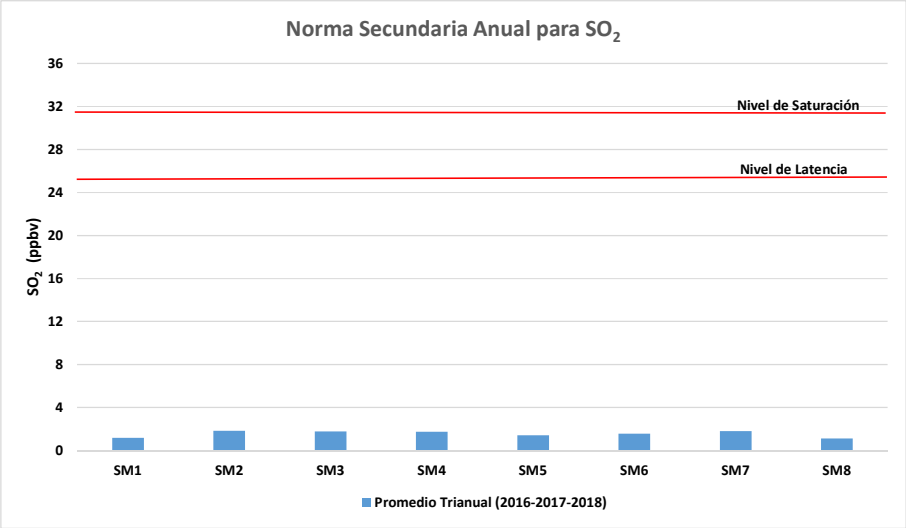

Gráfico 10 Norma secundaria anual para SO_2, promedio trianual período 2016 al 2018

Por otra parte, el Gráfico 11 presenta las concentraciones anuales para cada uno de los años de periodo analizado.

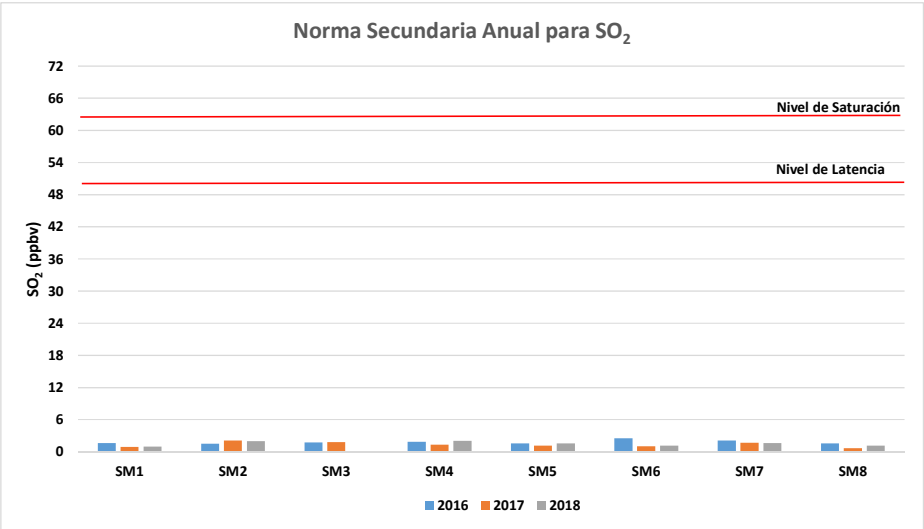

Gráfico 11 Norma secundaria anual para SO_2, período 2016 al 2018

6.4. Evaluación de la norma secundaria para MPS

6.4.1. Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de MPS como concentración mensual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018. En las Tabla 21, Tabla 22 y Tabla 23, se presenta un resumen por año de las concentraciones mensuales de la norma MPS en todas las estaciones de la Red de monitoreo.

Cabe señalar que la norma secundaria de calidad de aire para MPS, D.S. N° 4/1992 del Ministerio de Agricultura, establece como máximo permisible 150 mg/m^{2}día, como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 21, se observa que la mayoría de los meses del año 2016 las estaciones no presentan superaciones de la norma mensual de MPS, a excepción del mes de noviembre en la estación 6 y del mes de diciembre que presenta superación en todas las estaciones, siendo la concentración mas alta observada en la estación 5 con 319,3 mg/m^{2}día equivalente a 213% de la norma mensual.

Tabla 21 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2016

	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
Mes	Concentración Mensual 2016 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m^{2}día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m^{2}día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m^{2}día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m^{2}día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m^{2}día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m^{2}día)
ENE	60,2	40	78,7	52	57,7	38	46,9	31	72,2	48	58,4	39
FEB	Sin Dato	Sin Dato	104,8	70	Sin Dato	Sin Dato	88,8	59	128,4	86	112,4	75
MAR	57,5	38	90,1	60	76,7	51	81,5	54	84,8	57	66,9	45
ABR	93,4	62	105,5	70	89,6	60	88,8	59	104,8	70	92,4	62
MAY	57	38	65,9	44	38,3	26	53,7	36	77,5	52	36,9	25
JUN	91,6	61	85	57	65,8	44	87,1	58	73,4	49	53,5	36
JUL	81,2	54	64,6	43	52,7	35	75,2	50	75,1	50	53,6	36
AGO	80,2	53	77,4	52	65	43	90,3	60	135,7	90	70,4	47
SEP	56	37	77,3	52	60,8	41	64,4	43	126,8	85	71,9	48
OCT	86,7	58	130,3	87	123,2	82	122,4	82	57,3	38	131,9	88
NOV	79,1	53	96,9	65	73,9	49	117,4	78	106,5	71	**166,6**	**111**
DIC	**164,5**	**110**	**222,4**	**148**	**230,8**	**154**	**277,3**	**185**	**319,3**	**213**	**246,3**	**164**

Por su parte, la Tabla 22, se observa que para el año 2017 en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no es superada, a excepción del mes de marzo en estación 4 y 5, en el mes de noviembre en estación 4 y en el mes de diciembre que la norma es superada en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 5, siendo la concentración mas alta en el mes de diciembre en la estación 4 con 221,90 mg/m^{2}día, equivalente a 148% de la norma mensual.

Tabla 22 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2017

	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
Mes	Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)
ENE	85,40	57	76,20	51	104,70	70	123,9	83	111,7	74	102,6	68
FEB	85,70	57	120,40	80	118,90	79	134,7	90	148,8	99	136,9	91
MAR	113,40	76	119,10	79	119,50	80	**159,8**	**107**	**151,2**	**101**	113,7	76
ABR	109,10	73	116,40	78	75,40	50	116,10	77	110,40	74	90,30	60
MAY	27,60	18	46,30	31	34,90	23	55,60	37	59,40	40	45,90	31
JUN	Sin Dato	Sin Dato	39,50	26	56,30	38	56,70	38	48,50	32	39,80	27
JUL	55,6	37	56,3	38	49,7	33	68,9	46	59,7	40	41,5	28
AGO	21,2	14	53,4	36	48,9	33	55,1	37	68,2	45	39,0	26
SEP	61,3	41	68,4	46	66,9	45	56,7	38	69,6	46	60,3	40
OCT	65,00	43	105,10	70	93,70	62	141,00	94	126,9	85	105,7	70
NOV	67,30	45	103,80	69	124,30	83	**175,80**	**117**	112,5	75	106,2	71
DIC	**195,70**	**130**	**217,60**	**145**	**213,20**	**142**	**221,90**	**148**	**192,50**	**128**	100,80	67

Finalmente, en la Tabla 23, se observa que para el año 2018 en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no es superada, a excepción del mes de diciembre en las estaciones 2, 3, 4, 5 y 6, y en el mes de octubre en la estación 5, siendo la concentración mas alta observada la de estación 5 en el mes de diciembre con 213,6 mg/m^{2}día, equivalente a 142% de la norma mensual.

Tabla 23 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2018

	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
Mes	Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m²día)
ENE	54,1	36	94,0	63	71,4	48	91,9	61	99,5	66	84,3	56
FEB	96,6	64	102,0	68	106,3	71	139,4	93	129,1	86	99,8	67
MAR	77,3	52	97,8	65	97,1	65	125,6	84	107,0	71	90,8	61
ABR	58	39	92,9	62	74,7	50	86,5	58	89,5	60	99,5	66
MAY	41,8	28	59,2	39	40	27	77,3	52	49,7	33	37,1	25
JUN	27	18	44,5	30	24,6	16	55,7	37	43,1	29	28,3	19
JUL	68,5	46	60,9	41	87,9	59	82,5	55	71,0	47	77,1	51
AGO	67,4	45	55,1	37	58,5	39	81,6	54	61,3	41	55,0	37
SEP	65,1	43	76	51	58,8	39	88,3	59	87,3	58	75,5	50
OCT	60,4	40	90,9	61	135,4	90	134,9	90	**159,6**	**106**	129,9	87
NOV	94,0	63	132,4	88	109,2	73	123,4	82	117,1	78	110,9	74
DIC	124,3	83	**200,6**	**134**	**164,7**	**110**	**173,9**	**116**	**213,6**	**142**	**178,1**	**119**

A continuación en los Gráfico 12, Gráfico 13 y Gráfico 14, se observa la distribución a nivel mensual de las concentraciones de MPS en la estaciones de la Red de monitoreo.

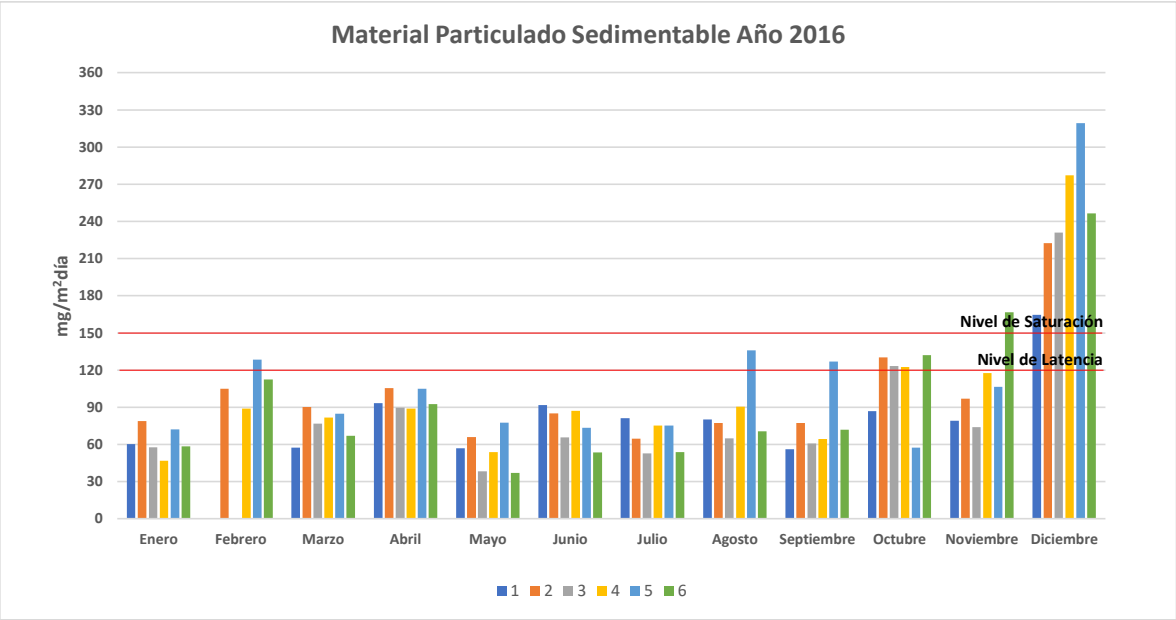

Gráfico 12 Concentración mensual de MPS para el año 2016

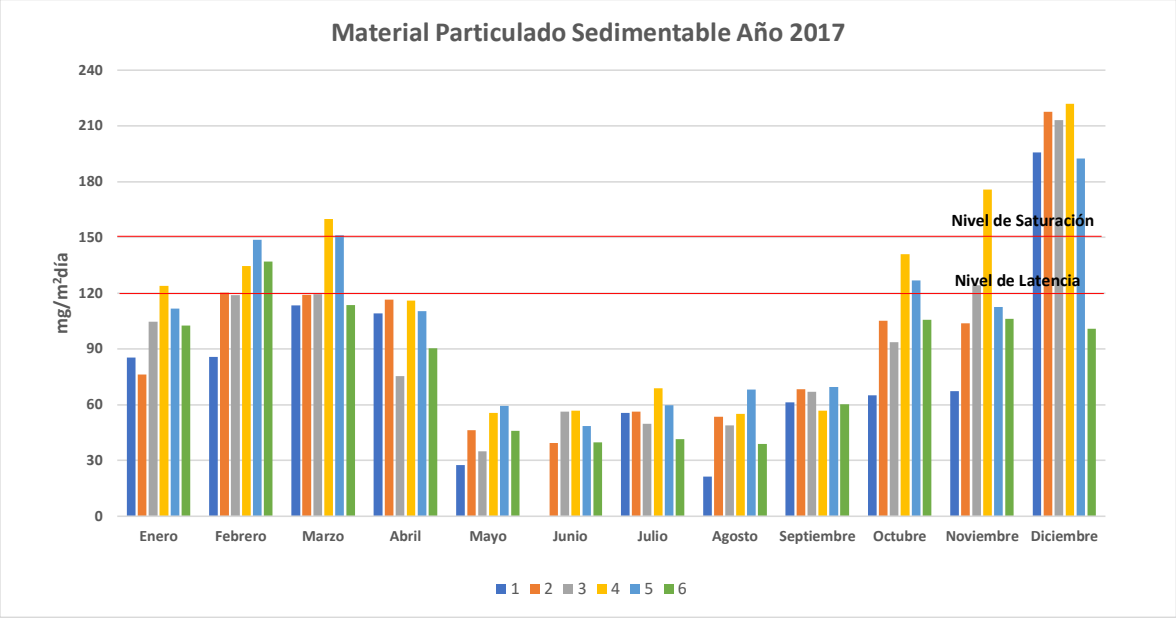

Gráfico 13 Concentración mensual de MPS para el año 2017

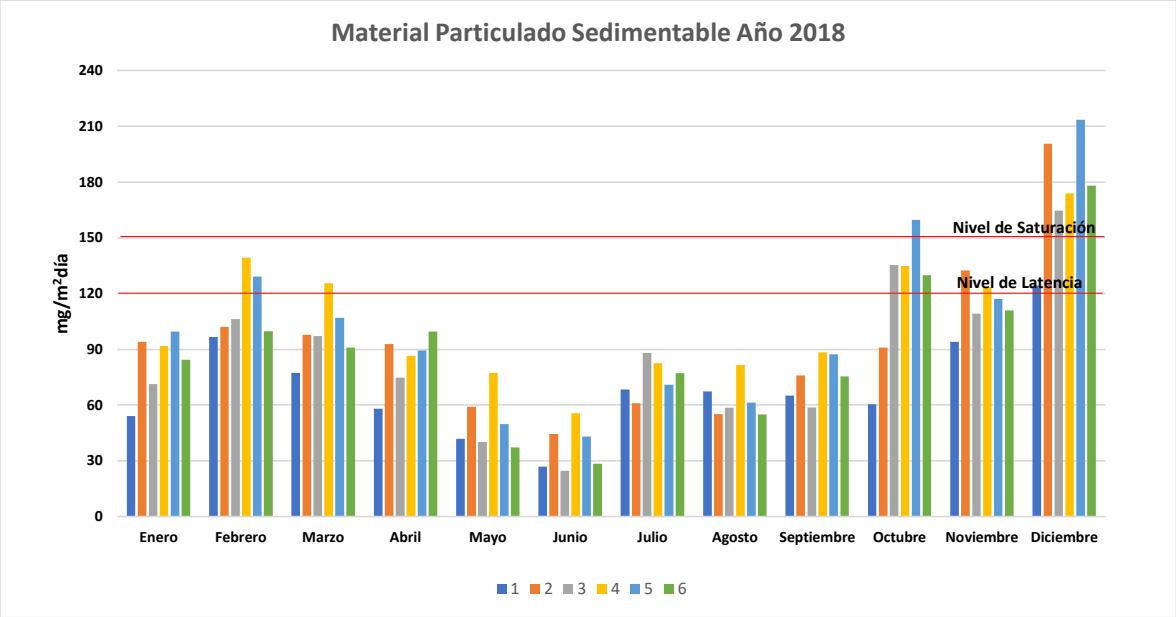

Gráfico 14 Concentración mensual de MPS para el año 2018

6.4.2. Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de MPS como concentración anual, 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 las concentraciones anuales de la norma MPS en todas las estaciones de la Red de CAP.

La norma secundaria de calidad de aire para MPS, D.S. N°4/1992 del Ministerio de Agricultura, establece como máximo permisible 100 mg/m^{2}día, como concentración media aritmética anual. De la Tabla 24, se observa que la norma anual por MPS es superada en la estación 5 en los años 2016, 2017 y 2018 con concentraciones de 113,5 mg/m^{2}día, 105 mg/m^{2}día y 102,3 mg/m^{2}día, respectivamente. Por otra parte, se observa que en la estación 4 para los años 2017 y 2018 supera la norma anual con concentraciones de 113, 9 mg/m^{2}día y 105,1 mg/m^{2}día, respectivamente.

Tabla 24 Concentración anual de MPS para el periodo del 2016-2018

Estación	Concentración Anual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Anual 100 (mg/m²día)	Concentración Anual 2017 (mg/m²día)	% de la Norma Anual 100 (mg/m²día)	Concentración Anual 2018 (mg/m²día)	% de la Norma Anual 100 (mg/m²día)
1	82,5	82,5	80,7	80,7	69,5	69,5
2	99,9	99,9	93,5	93,5	92,2	92,2
3	85,0	85,0	92,2	92,2	85,7	85,7
4	99,5	99,5	**113,9**	**113,9**	**105,1**	**105,1**
5	**113,5**	**113,5**	**105,0**	**105,0**	**102,3**	**102,3**
6	96,8	96,8	81,9	81,9	88,9	88,9

*El número de meses es menor a lo requerido por la norma para calcular la concentración anual.

El Gráfico 15, muestra las concentraciones medias aritméticas de MPS para los años 2016, 2017 y 2018.

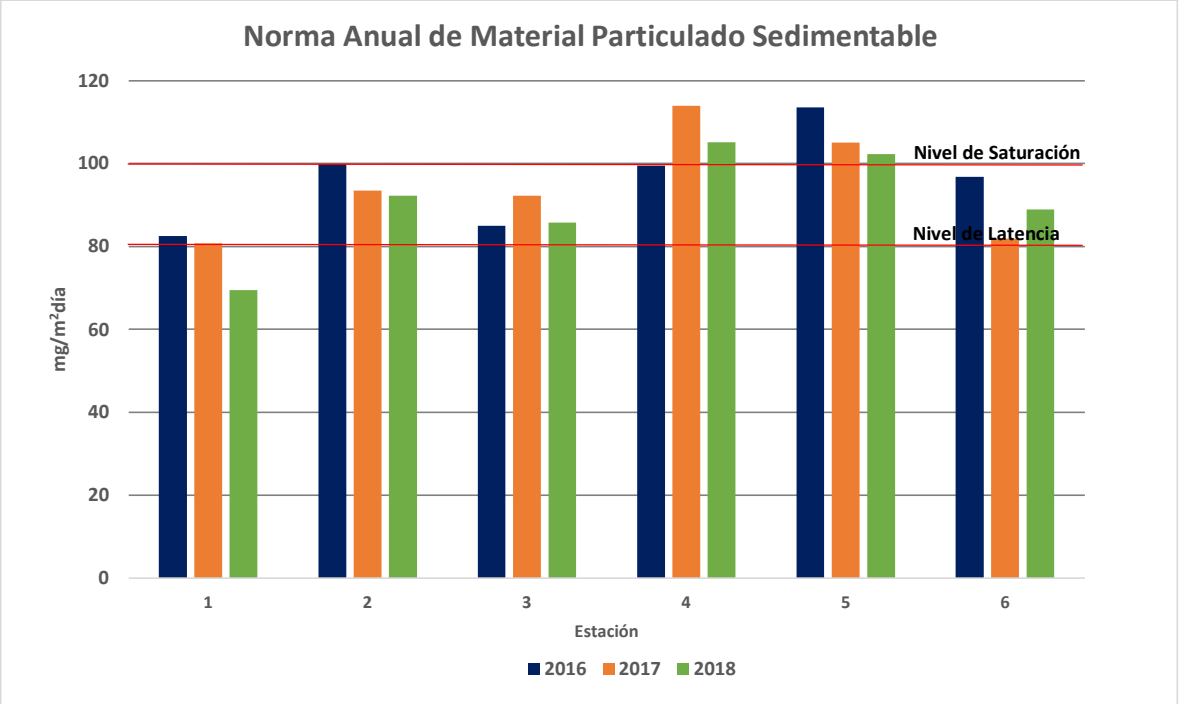

Gráfico 15 Concentración anual de MPS para los años 2016, 2017 y 2018

6.4.3. Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para Hierro en MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de Hierro en MPS como concentración mensual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018.

La norma secundaria de calidad de aire para Hierro en MPS, D.S. N°4/1992 del Ministerio de Agricultura, establece como máximo permisible 60 mg/m^{2}día de Hierro, como concentración media aritmética mensual, con excepción de los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m^{2}día como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 25, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2016, lo que determinó que la norma mensual no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día. En relación con el límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en septiembre en estación 5, en octubre en estación 6, en noviembre en las estaciones 2, 4, 5 y 6, y en diciembre en las estaciones 4, 5 y 6, se observa de la tabla que la concentración más alta es en la primera quincena de diciembre en la estación 5 con 47,48 mg/m^{2}día, equivalente a 158,3% de la norma.

Tabla 25 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2016

	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
Mes	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)
ENE	10,94	18,2	9,33	15,6	10,72	17,9	7,01	11,7	9,71	16,2	9,48	15,8
FEB	Sin Dato	Sin Dato	8,37	14,0	Sin Dato	Sin Dato	12,2	20,3	24,45	40,8	17,7	29,5
MAR	14,31	23,9	12,36	20,6	16,13	26,9	12,26	20,4	16,19	27,0	13,06	21,8
ABR	21,13	35,2	22,19	37,0	21,16	35,3	20,52	34,2	24,09	40,2	20,03	33,4
MAY	21,55	35,9	18,87	31,5	12,14	20,2	16,9	28,2	17,34	28,9	10,96	18,3
JUN	30,99	51,7	24,64	41,1	20,92	34,9	27,29	45,5	18,01	30,0	13,29	22,2
JUL	34,47	57,5	18,91	31,5	30,85	51,4	22,93	38,2	13,6	22,7	13,07	21,8
AGO	20,39	34,0	15,36	25,6	14,59	24,3	21,71	36,2	19,2	32,0	16,79	28,0
Mes	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)	Concentración Mensual 2016 (mg/m²día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)
SEP	16,09	53,6	25,72	85,7	18,71	62,4	18,47	61,6	**35,18**	**117,3**	25,57	85,2
OCT	19,8	66,0	27,24	90,8	28,73	95,8	29,47	98,2	9,25	30,8	**32,13**	**107,1**
NOV	29,19	97,3	**31,7**	**105,7**	26,29	87,6	**31,49**	**105,0**	**30,6**	**102,0**	**31,63**	**105,4**
DIC[1]	25,14	83,8	24,81	82,7	29,02	96,7	**34,98**	**116,6**	**47,48**	**158,3**	**32,29**	**107,6**

En la Tabla 26, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2017, lo que determinó que la norma mensual no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día, solo se observa superación al 80% de la norma en el mes de febrero en estación 5 y en abril en estación 1, con concentraciones de 48,63 mg/m^{2}día y 53,47 mg/m^{2}día, respectivamente. En relación con el límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en noviembre en las estaciones 2, 3, 4, 5 y 6, y en diciembre en todas las estaciones, de la tabla se observa que la concentración más alta es en noviembre en la estación 4 con 46,7 mg/m^{2}día, equivalente a 155,7% de la norma.

Tabla 26 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2017

	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
Mes	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**
ENE	18,18	30,3	11,90	19,8	23,33	38,9	21,01	35,0	22,92	38,2	16,85	28,1
FEB	28,32	47,2	26,35	43,9	38,70	64,5	39,94	66,6	**48,63**	**81,1**	41,10	68,5
MAR	25,73	42,9	9,85	16,4	19,61	32,7	34,61	57,7	37,99	63,3	14,73	24,6
ABR	**53,47**	**89,1**	44,66	74,4	26,87	44,8	42,28	70,5	38,38	64,0	31,82	53,0
MAY	9,06	15,1	11,70	19,5	9,55	15,9	10,93	18,2	13,83	23,1	10,20	17,0
JUN	Sin Dato	Sin Dato	9,94	16,6	12,93	21,6	12,77	21,3	9,92	16,5	8,22	13,7
JUL	18,14	30,2	17,08	28,5	15,32	25,5	17,16	28,6	13,97	23,3	9,04	15,1
AGO	7,09	11,8	19,62	32,7	19,58	32,6	17,52	29,2	17,37	29,0	11,83	19,7
Mes	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2017 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**
SEP	22,36	74,5	23,19	77,3	22,56	75,2	15,15	50,5	19,79	66,0	17,90	59,7
OCT	15,97	53,2	23,45	78,2	24,53	81,8	27,63	92,1	23,24	77,5	25,93	86,4
NOV	16,56	55,2	**30,87**	**102,9**	**38,32**	**127,7**	**46,7**	**155,7**	**32,59**	**108,6**	**37,17**	**123,9**
DIC[1]	**49,19**	**164,0**	**45,74**	**152,5**	**40,87**	**136,2**	**36,36**	**121,2**	**43,07**	**143,6**	**35,63**	**118,8**

[1] Concentraciones de Hierro en MPS para la primera quincena de diciembre.

En la Tabla 27, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2018, lo que determinó que la norma mensual no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día. En relación con el límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determino que la norma de Hierro en MPS es superada en noviembre en las estaciones 3, 4, 5 y 6, con concentraciones de 37,03 mg/m^{2}día, 35,75 mg/m^{2}día, 34,91 mg/m^{2}día y 32,13 mg/m^{2}día, respectivamente.

Tabla 27 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2018

	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
Mes	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 60 (mg/m²día)**
ENE	12,95	21,6	22,53	37,6	22,74	37,9	19,46	32,4	24,90	41,5	24,35	40,6
FEB	31,29	52,2	25,06	41,8	30,48	50,8	39,45	65,8	35,61	59,4	30,06	50,1
MAR	26,43	44,1	24,9	41,5	23,55	39,3	35,54	59,2	30,12	50,2	28,55	47,6
ABR	18,16	30,3	45,34	75,6	28,24	47,1	24,61	41,0	26,7	44,5	33,02	55,0
MAY	12,49	20,8	19,47	32,5	10,1	16,8	14,91	24,9	11,34	18,9	9,10	15,2
JUN	7,07	11,8	10,19	17,0	5,19	8,7	9,56	15,9	8,62	14,4	7,02	11,7
JUL	22,56	37,6	14,84	24,7	15,33	25,6	18,31	30,5	14,85	24,8	10,12	16,9
AGO	21,43	35,7	15,57	26,0	19,6	32,7	16,45	27,4	19,34	32,2	16,24	27,1
Mes	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**	**Concentración Mensual 2018 (mg/m²día)**	**% de la Norma Mensual 30 (mg/m²día)**
SEP	22,56	75,2	22,44	74,8	19,77	65,9	26,26	87,5	22,29	74,3	22,42	74,7
OCT	15,41	51,4	23,24	77,5	29,21	97,4	26,93	89,8	29,31	97,7	28,02	93,4
NOV	17,21	57,4	27,78	92,6	**37,03**	**123,4**	**35,75**	**119,2**	**34,91**	**116,4**	**32,13**	**107,1**
DIC[1]	16,95	56,5	19,54	65,1	24,34	81,1	20,46	68,2	29,98	99,9	26,24	87,5

6.4.4. Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para Hierro en MPS

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de Hierro en MPS como concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2016 y el día 31 de diciembre de 2018.

La norma secundaria de calidad de aire para Hierro en MPS, D.S. N°4/1992 del Ministerio de Agricultura, establece como máximo permisible 30 mg/m^{2}día de Hierro, como concentración media aritmética anual.

De la Tabla 28, se observan las concentraciones de la media aritmética anual de la norma de Hierro, la cual no es superada en ninguna de las estaciones en los años 2016, 2017 y 2018. Cabe señalar que, en el año 2016 las concentraciones superan el 80% de la norma en las estaciones 1, 3 y 5; con concentraciones de 24,1 mg/m^{2}día, 24,3 mg/m^{2}día y 26,2 mg/m^{2}día, respectivamente; en el año 2017 es superado el 80% de la norma en todas las estaciones, siendo la concentración más alta en estación 5 con 28,9 mg/m^{2}día, y finalmente el año 2018 es superado el 80% de la norma en las estaciones 4 y 5, con concentraciones de 24,3 mg/m^{2}día y 24,4 mg/m^{2}día, respectivamente.

Tabla 28 Concentración anual para Hierro en MPS para el periodo del 2016-2018

Estación	Concentración Anual 2016 30 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Anual 30 (mg/m^{2}día)	Concentración Anual 2017 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Anual 30 (mg/m^{2}día)	Concentración Anual 2018 (mg/m^{2}día)	% de la Norma Anual 30 (mg/m^{2}día)
1	24,1	80,3	26,2	87,2	19,0	63,2
2	22,4	74,6	24,8	82,6	23,3	77,5
3	24,3	81,0	27,0	90,1	22,5	75,0
4	23,9	79,7	28,6	95,4	**24,3**	**81,1**
5	26,2	87,4	28,9	96,4	**24,4**	**81,3**
6	22,3	74,2	24,0	80,0	22,7	75,5

Complementariamente, en el Gráfico 16 se observan las medias aritméticas de Hierro a nivel anual.

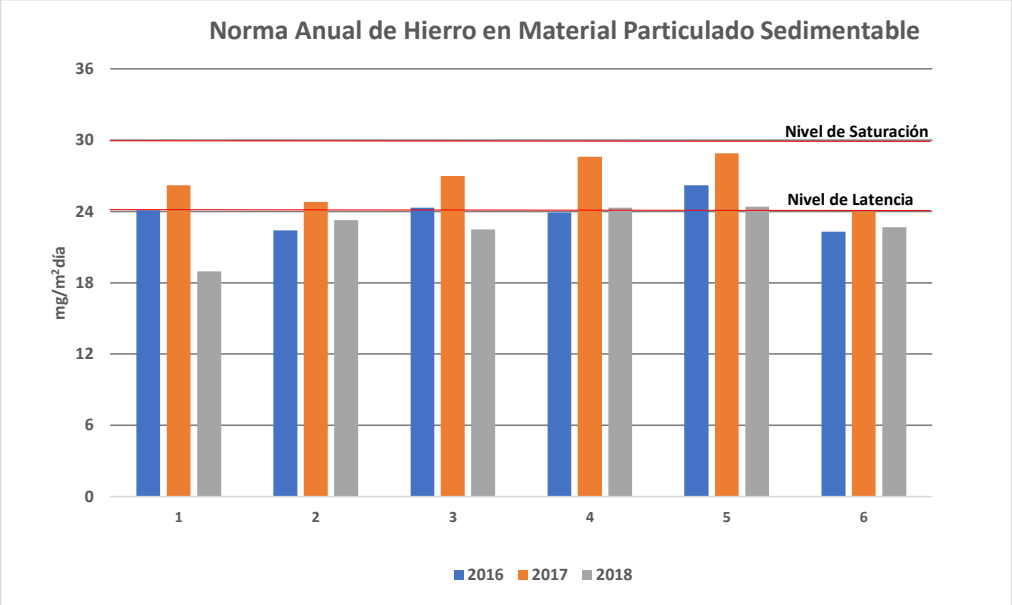

Gráfico 16 Concentración anual de MPS para los años 2016, 2017 y 2018

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 MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO_2 y SO_2, de las 10 estaciones de implementadas por Guacolda; EME-F, EME-M, SM-1, SM-2, SM-3, SM-4, SM-5, SM-6, SM-7 y SM-8; y las 7 estaciones pertenecientes a CAP; Huasco II, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10), la representatividad poblacional para gases (NO_2) y representatividad para recursos naturales en el caso de la norma secundaria (SO_2), 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 2018. Para los años 2016 y 2017 se utilizaron los datos auditados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2017-5550-III-NC-EI y DFZ-2018-2758-III-NC.

Norma de calidad del aire para MP10

A partir de la evaluación de la de norma de MP10 de 24 horas (150 µg/m^{3}N), se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas para el periodo analizado entre los años 2016 al 2018, no superaron el límite de la norma 24 horas, solo se observó que para el año 2016 la estación EME-F superó el 80% de la norma con una concentración de 122 µg/m^{3}N. Respecto del año 2017, las estaciones evaluadas Huasco II, EME-F y EME-M, presentaron concentraciones de 90 µg/m^{3}N, 87 µg/m^{3}N, 71 µg/m^{3}N, respectivamente. Por último, para el año 2018 la evaluación de la norma de 24 horas determinó que no se superó el 80% de la norma 24 horas en las estaciones de Huasco II, EME-F y EME-M, las que presentaron concentraciones de 86 µg/m^{3}N (57%), 73 µg/m^{3}N (49%) y 62 µg/m^{3}N (42%), respectivamente.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10, que establece como límite una concentración de 50 µg/m^{3}N, se concluye que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones con EMRP, para el periodo comprendido entre el año 2016 y 2018, alcanzando sus máximas concentraciones en las estaciones EME-F y Huasco II, las cuales registraron una concentración promedio de 38 µg/m^{3}N, por otra parte la estación EME-M presentó una concentración promedio para el periodo, 2016 al 2018, de 35 µg/m^{3}N (70%).

Norma primaria de calidad del aire para NO_2

La evaluación de la norma de 1 hora para NO_2 se realizó en las dos estaciones con representatividad para este contaminante, EME-F y EME-M. Mediante el promedio del percentil 99, se concluyó que la norma no fue superada en el período analizado, y los valores como concentración correspondieron en estación EME-F a 29,47 ppbv y en estación EME-M a 23,44 ppbv, equivalentes al 14% y 11% de la norma horaria, respectivamente.

Para el caso de la norma NO_2 a nivel anual, que establece como límite 53 ppbv, los valores obtenidos del promedio trianual de las concentraciones durante los años 2016, 2017 y 2018, en la estación EME-M, y la concentración fue de 6,56 ppbv, correspondiente al 12% respecto del límite establecido en la norma anual. En el caso de la estación EME-F no fue posible la evaluación de la norma anual de NO_2.

Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)

A partir de la evaluación de la norma anual de plomo, que establece como límite 0,5 µg/m^{3}N, se verificó que en la estación Huasco II, estación calificada como EMRP, no superó la norma anual y la concentración obtenida mediante el promedio bianual fue de 0,005 µg/m^{3}N, correspondiente al 1% de la norma anual de plomo.

Norma secundaria de calidad del aire para SO_2

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO_2 como concentración horaria (382 ppbv) concluye que ésta no fue superada, registrando concentraciones menores al 4% respecto del límite establecido. 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 encuentran por debajo del 3% del límite (764 ppbv). Es decir, en ambos condiciones de evaluación las estaciones no superaron el 80% de la normativa secundaria a nivel horario para el contaminante SO_2.

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas, que establece como límite 140 ppbv muestra que el promedio aritmético de los tres años en análisis no superan el límite normativo ni el 80 % de la norma secundaria de 24 horas. Asimismo, la evaluación de la norma secundaria de 24 horas del percentil 99,7 de las concentraciones diarias registradas durante un año, que establece como límite 280 ppbv, determinó que las estaciones de la red no superaron el límite normativo, encontrándose los valores de sus concentraciones por debajo del 80% de la norma.

Del análisis de la norma anual secundaria, que establece como límite 31 ppbv, se constató que todas las estaciones no superan el límite normativo y las concentraciones se encuentran por debajo del 80%. Del mismo modo, se evaluó el cumplimiento de la norma anual por año, la que establece un límite de 62 ppbv, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en todas las estaciones se encuentran por debajo del 80% del límite, con valores que no superan el 8% respecto de la norma. Por lo tanto, se concluye que la norma secundaria anual al ser evaluada en ambas condiciones no fue superada en ninguna de las estaciones de la red.

Norma secundaria de calidad del aire para MPS y Hierro en MPS

- **Norma secundaria a nivel mensual y anual de MPS**

La evaluación de la norma mensual de MPS en el año 2016, determinó que en la mayoría de los meses las estaciones no presentan superaciones de la norma mensual de MPS, a excepción del mes de noviembre en la estación 6 y del mes de diciembre que presenta superación en todas las

estaciones, siendo la concentración más alta observada en la estación 5 con 319,3 mg/m^{2}día equivalente a 213% de la norma mensual.

Por su parte, la evaluación de la normal de MPS a nivel mensual en el año 2017 también se observó que en la mayoría de los meses la norma no es superada, a excepción del mes de marzo en estación 4 y 5, en el mes de noviembre en estación 4 y en el mes de diciembre que la norma es superada en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 5, siendo la concentración más alta en el mes de diciembre en la estación 4 con 221,90 mg/m^{2}día, equivalente a 148% de la norma mensual.

Finalmente, para el año 2018 la evaluación de la norma mensual de MPS determinó que la mayoría de los meses la norma no es superada, a excepción del mes de diciembre en las estaciones 2, 3, 4, 5 y 6, y en el mes de octubre en la estación 5, siendo la concentración más alta observada la de estación 5 en el mes de diciembre con 213,6 mg/m^{2}día, equivalente a 142% de la norma mensual.

Por su parte, la evaluación de la norma anual que establece como límite una concentración media aritmética anual de 100 mg/m^{2}día, determinó que la norma anual de MPS es superada en la estación 5 en los años 2016, 2017 y 2018 con concentraciones de 113,5 mg/m^{2}día, 105 mg/m^{2}día y 102,3 mg/m^{2}día, respectivamente. Por otra parte, se observa que en la estación 4 para los años 2017 y 2018 supera la norma anual con concentraciones de 113, 9 mg/m^{2}día y 105,1 mg/m^{2}día, respectivamente.

- **Norma Secundaria a nivel mensual y anual de Hierro en MPS**

La evaluación de la norma mensual de Hierro en MPS, determinó que para el año 2016 la norma mensual de Hierro no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día. En relación al límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en septiembre en estación 5, en octubre en estación 6, en noviembre en las estaciones 2, 4, 5 y 6, y en diciembre en las estaciones 4, 5 y 6, se observa de la tabla que la concentración más alta es en la primera quincena de diciembre en la estación 5 con 47,48 mg/m^{2}día, equivalente a 158,3% de la norma.

Por su parte, la evaluación de Hierro en MPS para el año 2017, determinó que la norma mensual no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día, solo se observa superación al 80% de la norma en el mes de febrero en estación 5 y en abril en estación 1, con concentraciones de 48,63 mg/m^{2}día y 53,47 mg/m^{2}día, respectivamente. En relación con el límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en noviembre en las estaciones 2, 3, 4, 5 y 6, y en diciembre en todas las estaciones, de la tabla se observa que la concentración más alta es en noviembre en la estación 4 con 46,7 mg/m^{2}día, equivalente a 155,7% de la norma.

Finalmente, para el año 2018, la evaluación de Hierro en MPS determinó que la norma mensual no es superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m^{2}día. En relación con el límite de 30 mg/m^{2}día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS es superada en noviembre en las estaciones 3, 4, 5 y 6, con concentraciones de 37,03 mg/m^{2}día, 35,75 mg/m^{2}día, 34,91 mg/m^{2}día y 32,13 mg/m^{2}día, respectivamente.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, determinó que la norma no es superada en ninguna de las estaciones en los años 2016, 2017 y 2018. Cabe señalar que, en el año 2016 las concentraciones superan el 80% de la norma en las estaciones 1, 3 y 5; con concentraciones de 24,1 mg/m^{2}día, 24,3 mg/m^{2}día y 26,2 mg/m^{2}día, respectivamente; en el año 2017 es superado el 80% de la norma en todas las estaciones, siendo la concentración más alta en estación 5 con 28,9 mg/m^{2}día, y para el año 2018 es superado el 80% de la norma en las estaciones 4 y 5, con concentraciones de 24,3 mg/m^{2}día y 24,4 mg/m^{2}día, respectivamente.

8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP, EMRPG y EMRRN
2	Datos de calidad del aire para el año 2018.