



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR
MP10, PLOMO, MPS, NO₂ Y SO₂**

**REDES DE CALIDAD DEL AIRE DE
HUASCO**

REGIÓN DE ATACAMA

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

DFZ-2020-3852-III-NC

DICIEMBRE 2020



	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F	X  Juan Pablo Rodríguez F. Jefe Sección Calidad Aire y Emisiones Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernández
Elaborado	Isabel Leiva C.	X  Isabel Leiva C. Profesional División de Fiscalización Firmado por: Isabel Leiva Campos

TABLA DE CONTENIDOS

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. OBJETIVOS.....	9
4. ALCANCE.....	9
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	10
5.1. Estaciones declaradas como EMRP-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.....	36
6.4.3. Evaluación de la norma secundaria a nivel mensual para Hierro en MPS.....	38
6.4.4. Evaluación de la norma secundaria a nivel anual para Hierro en MPS.....	41
7. CONCLUSIONES.....	43
8. ANEXOS.....	47

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 Secretaría General de la Presidencia; norma primaria para NO₂, contenida en el D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; norma primaria de Plomo, contenida en el D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, norma secundaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 22/2009 del Ministerio Secretaría 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 II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente: “Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización de las normas de calidad del aire corresponde a un examen de información para; MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO₂ y SO₂; donde se consideraron los datos validados proporcionados por los titulares de Guacolda S.A. y por la Compañía Minera del Pacífico (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, NO₂ y SO₂ se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019, 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 SO₂ y NO₂ 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 SO₂ y NO₂. 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 ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas para el periodo analizado entre los años 2017 al 2019, no superaron el límite de la norma 24 horas ni el 80% de la norma. La evaluación de la norma determinó que para el año 2017, las estaciones evaluadas Huasco II, EME-F y EME-M, presentaron concentraciones de $90 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, $87 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, $71 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Respecto del 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 $86 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, $73 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $62 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente. Por último para el año 2019 las estaciones evaluadas EME- M, EME- F y Huasco II presentaron concentraciones de $77 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, $74 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $59 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, concentraciones por debajo del 80% de la norma de 24 horas.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10, que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se concluye que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones con calificación EMRP, para el periodo comprendido entre los años 2017 y 2019, alcanzando sus máximas concentraciones en las estaciones EME-F y Huasco II, las cuales registraron una concentración promedio de $36 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 72% del límite de la norma anual, por otra parte la estación EME-M presentó una concentración promedio para el periodo, 2017 al 2019, de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 70% del límite de la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para NO₂

La evaluación de la norma de 1 hora para NO₂ se realizó en las dos estaciones con representatividad para este contaminante, EME-F y EME-M. Mediante el promedio del percentil 99, lo que concluyó que con los resultados obtenidos en ambas estaciones no fue posible evaluar la norma de 1 hora, esto debido a que no se cumple con el 75% de los datos a nivel anual para el año 2019.

Para el caso de la norma NO₂ a nivel anual, que establece como límite 53 ppbv, con los valores obtenidos se determinó que la norma anual para NO₂ no es fue evaluarla, esto debido a que en ambas estaciones en estudio en el año 2019, y el año 2018 la estación EME-F, presentan en uno o dos trimestres un porcentaje inferior al 75% de los datos válidos, esto de acuerdo a lo requerido en el artículo 10° de la norma de NO₂.

Norma primaria de calidad del aire para Plomo (Pb)

A partir de la evaluación de la norma anual de plomo, que establece como límite $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, 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 $0,005 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 1% de la norma anual de plomo.

Norma secundaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO₂ como concentración horaria (382 ppbv) concluye que ésta no fue superada, registrando concentraciones menores al 3% 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 límite de 764 ppbv. Es decir, en ambas condiciones de evaluación las estaciones no superaron la norma horaria ni el 80% del límite de la norma secundaria a nivel horario para el contaminante SO₂.

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. 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 2017, determinó que en la mayoría de los meses la norma no fue 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 fue 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/m²día, equivalente a 148% del límite de la norma mensual.

Por su parte, la evaluación de la norma de MPS a nivel mensual en el año 2018 también se observó que en la mayoría de los meses la norma no fue 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/m²día, equivalente a 142% del límite de la norma mensual.

Finalmente, para el año 2019 la evaluación de la norma mensual de MPS determinó que la mayoría de los meses la norma no fue superada, a excepción del mes de diciembre que en todas las estaciones se superó la norma de 150 mg/m²día, siendo la concentración más alta observada la de estación 6 en el mes de diciembre con 262 mg/m²día, equivalente a 175% del límite 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/m²día, determinó que la norma anual de MPS fue superada en la estación 5 en los años 2017 y 2018 con concentraciones de 105 mg/m²día y 102,3 mg/m²día, respectivamente. Por otra parte, se observa que en la estación 4 para los años 2017 y 2018 superó la norma anual con concentraciones de 113,9 mg/m²día y 105,1 mg/m²día, respectivamente. Por último, para el año 2019 no se observó superación a la norma pero si se superó el 80% de la norma en la estación 2 con 83,1 mg/m²día y en estación 5 con 84,2 mg/m²día.

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 2017 determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día, solo se observó 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/m²día y 53,47 mg/m²día, respectivamente. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue 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/m²día, equivalente a 155,7% de la norma.

Por su parte, la evaluación de Hierro en MPS para el año 2018, determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue superada en noviembre en las estaciones 3, 4, 5 y 6, con concentraciones de 37,03 mg/m²día, 35,75 mg/m²día, 34,91 mg/m²día y 32,13 mg/m²día, respectivamente.

Finalmente, para el año 2019, la evaluación de Hierro en MPS determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS no fue superada y tampoco se superó el 80% de la norma.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, determinó que la norma no fue superada en ninguna de las estaciones en los años 2017, 2018 y 2019. Cabe señalar que, 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/m²día; en el año 2018 es superado el 80% de la norma en las estaciones 4 y 5, con concentraciones de 24,3 mg/m²día y 24,4 mg/m²día, respectivamente. Finalmente, en el año 2019 ninguna de las estaciones superó el límite de la norma secundaria ni el 80%.

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 km² (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 (SO₂) y el dióxido de nitrógeno (NO₂).

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 II 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 2019, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire. Para los años 2017 y 2018 se utilizaron los datos auditados por esta Superintendencia, los que se encuentran publicados en los informes de fiscalización DFZ-2018-2758-III-NC y DFZ-2019-256-III-NC, respectivamente.

Se debe señalar que los datos fueron proporcionados por el Titular AES Gener (Guacolda) y por la Compañía Minera del Pacífico (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 NO₂ norma primaria, representatividad por recursos naturales por

SO₂ (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 Pacífico, 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, NO₂ 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 2017 y el 31 de diciembre de 2019, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP10, gases (NO₂) 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, SO₂ y NO₂ para el año 2019, en base a una auditoría de los datos enviados por los titulares de las estaciones. Para los años 2017 y 2018 se utilizaron los datos ya validados por esta Superintendencia, los cuales fueron publicados en los informes de fiscalización DFZ-2018-2758-III-NC y DFZ-2019-256-III-NC, respectivamente.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10, MPS, Hierro en MPS, SO₂ y NO₂ de las estaciones instaladas por Guacolda y CAP para el período 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO₂ y NO₂, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP10, SO₂ y NO₂ 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 2017 y el 31 de diciembre de 2019.

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 Secretaría General de la Presidencia de la Republica.	MP10	-----	150 µg/m³N	-----	50 µg/m³N
	D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la Republica.	NO ₂	400 µg/m³N (1 Hora)	-----	-----	100 µg/m³N
	D.S. N° 136/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la Republica	Pb	-----	-----	-----	0,5 µg/m³N
Secundaria	D.S. N° 22/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la Republica.	SO ₂	382 ppbv (promedio del percentil 99,73 de 3 años)	140 ppbv (promedio del percentil 99,7 de 3 años)	-----	31 ppbv (promedio trianual)
			o 764 ppbv (percentil 99,73 durante un año)	o 280 ppbv (percentil 99,7 durante un año)		o 62 ppbv (promedio anual)
	D.S. N° 4/1992, del Ministerio de Agricultura.	MPS	-----	-----	150 mg/m² día	100 mg/m² día
		Hierro en MPS	-----	-----	60 mg/m² día*	30 mg/m² día

* A excepción de los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre en el que será de 30 mg/m² 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 SO₂ y NO₂, 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, NO₂ y SO₂, 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 (NO₂) y representatividad para recursos naturales (SO₂).

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 Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	No posee	No Aplica
	EME-F	Res. N° 1179, del 22 de diciembre 2002, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud Atacama	Res. N° 2100, del 22 de noviembre 2006, de la Secretaría 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 Secretaría 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
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 2017, 2018 y 2019, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10, SO₂ y NO₂ en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en las normas primaria y secundaria de calidad del aire. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10, SO₂ y NO₂, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2019.

Tabla 4 Listado de estaciones, instrumentos y métodos de medición utilizados durante el 2019.

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, SO₂ y NO₂ para el año 2019, 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 NO₂ y 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 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 2017 y 2018 fueron auditados en los informes de fiscalización DFZ-2018-2758-III-NC y DFZ-2019-256-III-NC.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2017, 2018 y 2019

Estación	2017			2018			2019		
	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	2,7	5,6	No Aplica	9,6	26	No Aplica	27
EME-M	2,4	No Aplica	1,6	7,9	No Aplica	1,6	21	No Aplica	28
SM-1	No Aplica	7,9	No Aplica	No Aplica	4,9	No Aplica	No Aplica	1,2	No Aplica
SM-2	No Aplica	1,4	No Aplica	No Aplica	3,9	No Aplica	No Aplica	2,6	No Aplica
SM-3	No Aplica	10,4	No Aplica	No Aplica	14,9	No Aplica	No Aplica	3,9	No Aplica
SM-4	No Aplica	2,2	No Aplica	No Aplica	1,6	No Aplica	No Aplica	1,5	No Aplica
SM-5	No Aplica	1,4	No Aplica	No Aplica	4,4	No Aplica	No Aplica	4,7	No Aplica
SM-6	No Aplica	1,7	No Aplica	No Aplica	1,3	No Aplica	No Aplica	1,1	No Aplica
SM-7	No Aplica	1,5	No Aplica	No Aplica	1,3	No Aplica	No Aplica	1,4	No Aplica
SM-8	No Aplica	1,8	No Aplica	No Aplica	1,9	No Aplica	No Aplica	2,7	No Aplica
Huasco II	0,8	No Aplica	No Aplica	1,6	No Aplica	No Aplica	7	No Aplica	No Aplica

De la Tabla 5, se puede observar que las estaciones EME-F y EME-M presentan porcentaje altos de datos inválidos para los contaminantes MP10 y NO₂ durante el año 2019, en el caso del contaminante MP10 un 26% en estación EME-F y un 21% en estación EME-M. En relación con el contaminante NO₂, se observa un porcentaje de datos inválidos de 27% en estación EME-F y de un 28% en estación EME-M.

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 SO₂ y NO₂, 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 NO₂, 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 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 y horas válidos por año y estación para cada contaminante. Se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75% para los contaminantes de SO₂ y MP10 en todas las estaciones para los años 2017, 2018 y 2019. En relación al NO₂ solo en el año 2019 se observa un porcentaje de datos válidos inferior al 75% en las estaciones EME-M y EME- F.

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 NO₂ por estación para los años 2017, 2018 y 2019.

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	2017	121	99	8523	97
		2018	119	94	7921	90
		2019	94	74	6363	73
	EME-M	2017	121	98	8617	98
		2018	117	93	8618	98
		2019	99	79	6293	72
Huasco	Huasco II	2017	121	99	No Aplica	
		2018	120	98		
		2019	115	93		

Tabla 7 Resumen de datos disponibles de SO₂ por estación para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Horarios) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
SM-1	2017	8070	92
	2018	8327	95
	2019	8658	99
SM-2	2017	8641	99
	2018	8417	96
	2019	8535	97
SM-3	2017	7852	90
	2018	7453	85
	2019	8415	96
SM-4	2017	8565	98
	2018	8621	98

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Horarios) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
	2019	8631	99
SM-5	2017	8639	99
	2018	8375	96
	2019	8352	95
SM-6	2017	8607	98
	2018	8645	99
	2019	8662	99
SM-7	2017	8627	98
	2018	8649	99
	2019	8637	99
SM-8	2017	8598	98
	2018	8590	98
	2019	8526	97

Para efectos de la evaluación anual de la norma de MP10, Tabla 8, se presenta un porcentaje de datos a nivel mensual superior al 75% en los años 2017, 2018 y 2019, a excepción de las estaciones EME-M y EME-F que presentaron 3 meses con porcentajes de datos validos inferior al 75%.

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	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
	2019	75	82	100	80	9	91	100	91	100	9	60	100
EME-M	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
	2019	91	100	91	91	27	100	100	91	100	9	60	100
Estaciones CAP													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	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
	2019	91	100	100	82	91	100	100	90	100	82	100	82

En relación al contaminante SO₂ para el mismo periodo en evaluación, el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, Tabla 9, se puede observar un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales, a excepción del año 2017 en las estaciones SM-1 y SM-3 que presentaron porcentajes de datos validos de 61% en mayo y 45% en marzo, respectivamente. Por otra parte, 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. Finalmente, para el año 2019 se observa que solo las estaciones SM3 y SM5 presentaron porcentajes inferiores al 75% en el mes de junio (73%) y abril (70%), respectivamente.

Tabla 9 Porcentaje de datos válidos de SO₂ mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SM-1	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
	2019	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM-2	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
	2019	97	89	100	100	94	100	97	100	97	100	100	100
SM-3	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
	2019	100	100	100	100	94	73	100	100	100	100	100	100
SM-4	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM-5	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
	2019	97	100	90	70	100	100	100	100	97	100	97	100
SM-6	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM-7	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100
SM-8	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
	2019	100	100	100	100	100	97	100	100	83	97	97	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 2018 y 2019.

MESES (%)														
Estaciones CAP														
Estación	Año	LD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	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
	2019	<LC	0	0	0	0	75	50	0	0	0	0	0	0
		>LC	100	100	100	100	25	50	100	100	100	100	100	100

LC: Límite de cuantificación de 5 µg totales.

Para efectos de la evaluación anual de la norma NO₂, 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 del año 2018 que en la estación EME-F presenta un 29% de los datos válidos en octubre. En relación al año 2019, la estación EME-F se observan 3 meses con datos válidos inferior al 75% y en la estación EME-M se presentan 4 meses con datos válidos por debajo del 75%.

Tabla 11 Porcentaje de datos válidos de NO₂ mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	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

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-M	2019	100	100	100	80	10	100	100	81	87	0	40	81
	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
	2019	58	100	100	97	35	100	100	100	100	10	20	45

Respecto del MPS se cuenta con una disponibilidad mensual de 100% en la mayoría de los meses, a excepción del 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, y en el año 2019 en la estación 1 para los meses de octubre y noviembre no se realizó la recolección de muestra debido a que el embudo de recolección fue sustraído por personas extrañas a la estación.

Tabla 12 Porcentaje de datos validos de MPS a nivel mensual por estación para los años 2017, 2018 y 2019

MESES (%)													
Red de CAP													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100
2	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	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
	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	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
	2019	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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 2017, 2018 y 2019.

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 monitorea clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Tabla 13 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 durante el período 2017 al 2019

Red	Estación	Percentil 98 Año 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas(150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas(150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas(150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Guacolda	EME-F	87	58	73	49	74	49
	EME-M	71	47	62	42	77	51
CAP	Huasco II	90	60	86	57	59	39

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10 para los años 2017, 2018 y 2019, se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas no superaron el límite de la norma 24 horas, se observó que para el año 2017, las estaciones evaluadas Huasco II, EME-F y EME-M, presentaron concentraciones de 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, concentraciones por debajo del 80% de la norma de 24 horas. Respecto del 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (57%), 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (49%) y 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (42%), respectivamente. Finalmente, para el año 2019 las estaciones evaluadas EME- M, EME- F y Huasco II presentaron concentraciones de 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, respectivamente, concentraciones por debajo del 80% de la norma de 24 horas.

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

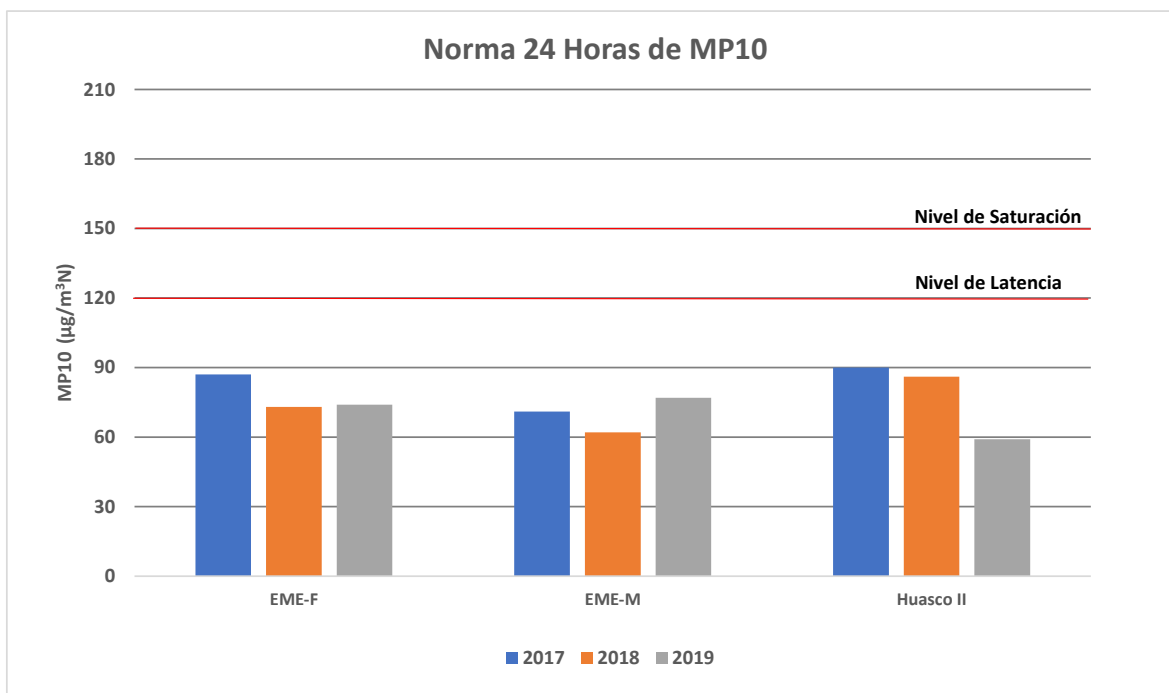


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10, período 2017 - 2019

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 monitorea 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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 2017, 2018 y 2019, para las estaciones que conforman la red de monitoreo.

Tabla 14 Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2017 al 2019

Red	Estación	Promedio Anual 2017 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2018 (µg/m ³ N)	Promedio Anual 2019 (µg/m ³ N)	Promedio Trianual 2017-2018-2019 (µg/m ³ N)	% de la Norma Anual (50 µg/m ³ N)
Guacolda	EME-F	37	36	36	36	72
	EME-M	34	34	36	35	70
CAP	Huasco II	41	37	30	36	72

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 36 µg/m³N, equivalente al 72% de la norma anual, por otra parte la estación EME-M presentó una concentración promedio para el periodo, 2017 al 2019, de 35 µg/m³N (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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019 en comparación con el límite establecido en la normativa.

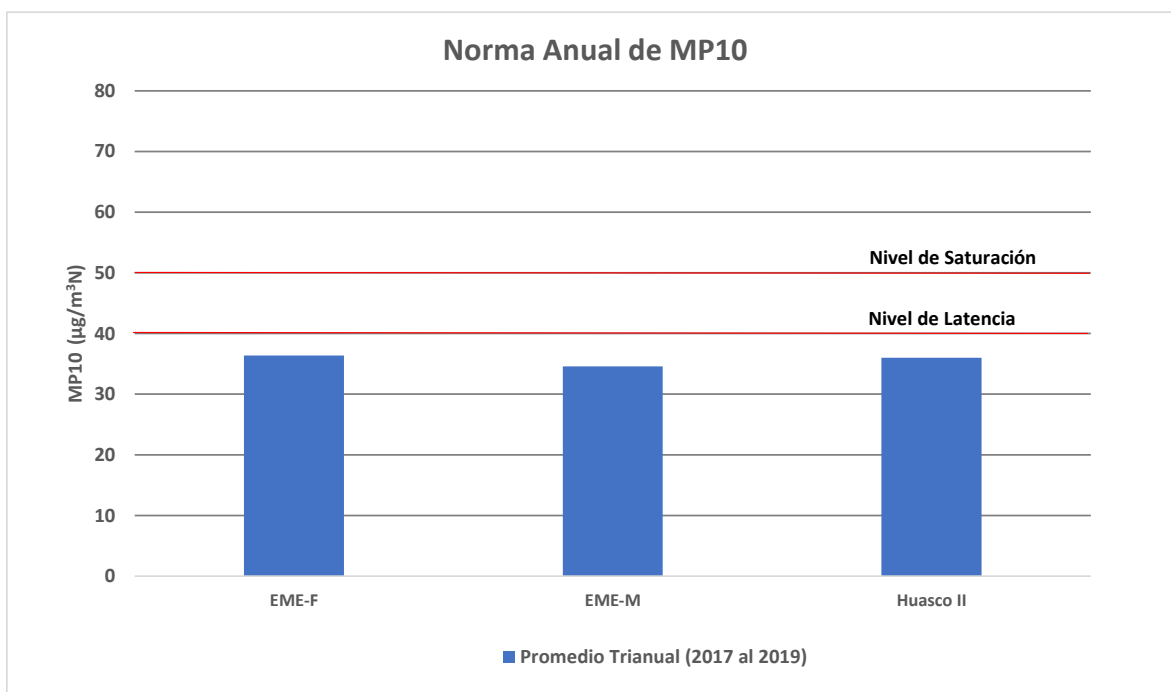


Gráfico 2. Norma anual para MP10, promedio trianual periodo 2017 al 2019

6.1. Evaluación de la norma NO₂

6.1.1. Evaluación de la norma horaria para NO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma de 1 hora para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 15 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para NO₂, 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 NO₂ como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual a 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 en ambas estaciones determinaron que la norma no fue posible evaluarla debido a que no se cumple con el 75% de los datos a nivel anual para el año 2019.

Tabla 15 Evaluación de la norma horaria para NO₂ durante el período 2017 - 2019

Estación	Percentil 99 Año 2017 (ppbv)	Percentil 99 Año 2018 (ppbv)	Percentil 99 Año 2019 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2017-2018-2019 (ppbv)	% de la Norma 1 hora (213 ppbv)
EME-F	26,20	36,50	----	----	----
EME-M	20,60	23,00	----	----	----

En el Gráfico 3, se observa el percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO₂ en las estaciones en estudio, EME-F y EME-M, para el periodo comprendido entre el año 2017 y 2019.

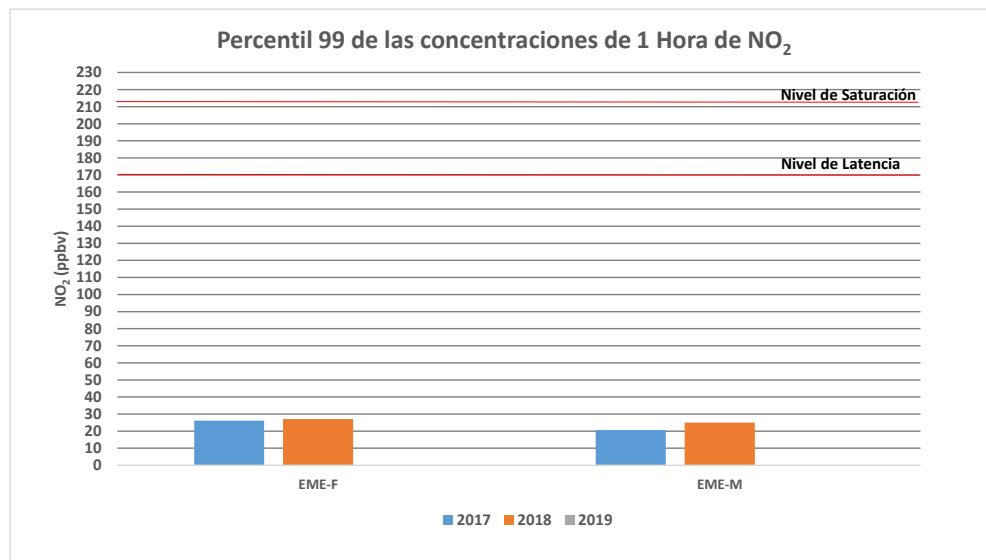


Gráfico 3 Percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO₂, período 2017 al 2019

6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para NO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

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 NO₂ 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 NO₂ para los años 2017, 2018 y 2019. De acuerdo a los valores obtenidos se determinó que la norma anual para NO₂ no pudo ser evaluada, esto debido a que en ambas estaciones en estudio en el año 2019, y el año 2018 la estación EME-F, presentan en uno o dos trimestres con un porcentaje inferior al 75% de los datos válidos, esto de acuerdo a lo requerido en el artículo 10° de la norma de NO₂.

Tabla 16 Evaluación de la norma anual para NO₂ durante el período 2017 - 2019

Estación	Concentración Promedio Año 2017 (ppbv)	Concentración Promedio Año 2018 (ppbv)	Concentración Promedio Año 2019 (ppbv)	Promedio Trianual (2017-2018-2019) (ppbv)	% de la Norma anual (53 ppbv)
EME-F	8,43	---	---	---	---
EME-M	4,36	5,51	---	---	---

El Gráfico 4, muestra el comportamiento del promedio anual de las concentraciones de NO₂ por cada estación evaluada.

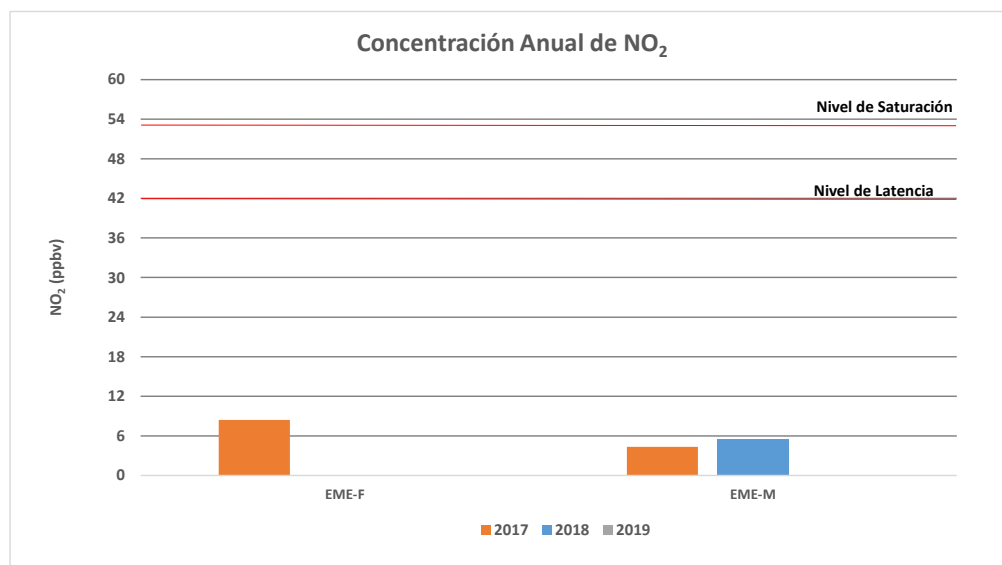


Gráfico 4 Concentración anual para NO₂, periodo 2017 al 2019

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como concentración anual.

Cabe señalar que se considerará sobrepasada la norma cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de dos años sucesivos superó 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 2018 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 1% de la norma anual de plomo.

Tabla 17 Evaluación de la norma anual para Pb durante el período 2018 - 2019

Estación	Concentración Anual 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Concentración Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio bianual 2018-2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual
Huasco II	0,004	0,005	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.

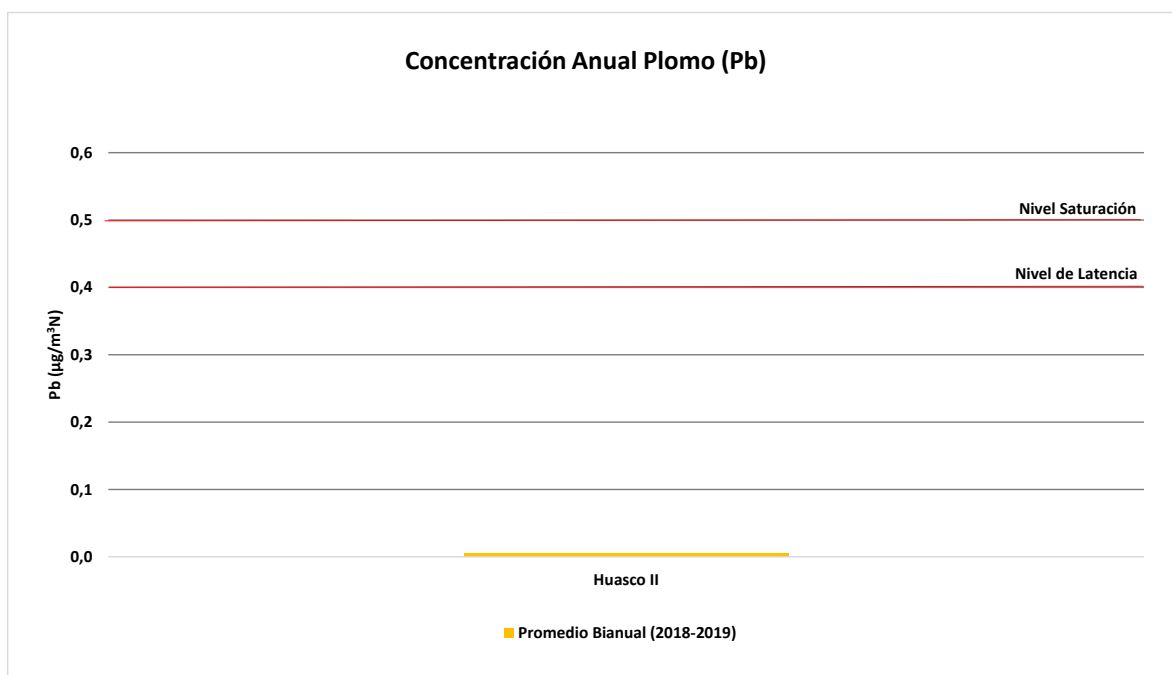


Gráfico 5 Norma anual para Pb, promedio bianual período 2018 al 2019

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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 monitorea 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 monitorea clasificada como EMRRN fuere mayor o igual a 764 ppbv.

La evaluación del cumplimiento de la norma horaria secundaria de SO₂, 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 2017 al 2019. 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 SO₂ en todas las estaciones de monitoreo analizadas.

Tabla 18 Evaluación de la norma secundaria horaria para SO₂ durante el período 2017 – 2019

Estación	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)	Percentil 99,73 Año 2019 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2019 (764 ppbv)	Promedio Trianual 2017-2018-2019 (ppbv)	% de la Norma Horaria Promedio Trianual (382 ppbv)
SM-1	5,10	1	2,70	0	3,50	0	3,77	1
SM-2	5,20	1	7,60	1	8,90	1	7,23	2
SM-3	19,60	3	11,50	2	2,90	0	11,33	3
SM-4	5,50	1	7,20	1	7,70	1	6,80	2
SM-5	4,30	1	10,00	1	8,30	1	7,53	2
SM-6	2,40	0	2,80	0	4,20	1	3,13	1
SM-7	6,80	1	7,10	1	7,30	1	7,07	2
SM-8	1,20	0	2,70	0	3,60	0	2,50	1

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

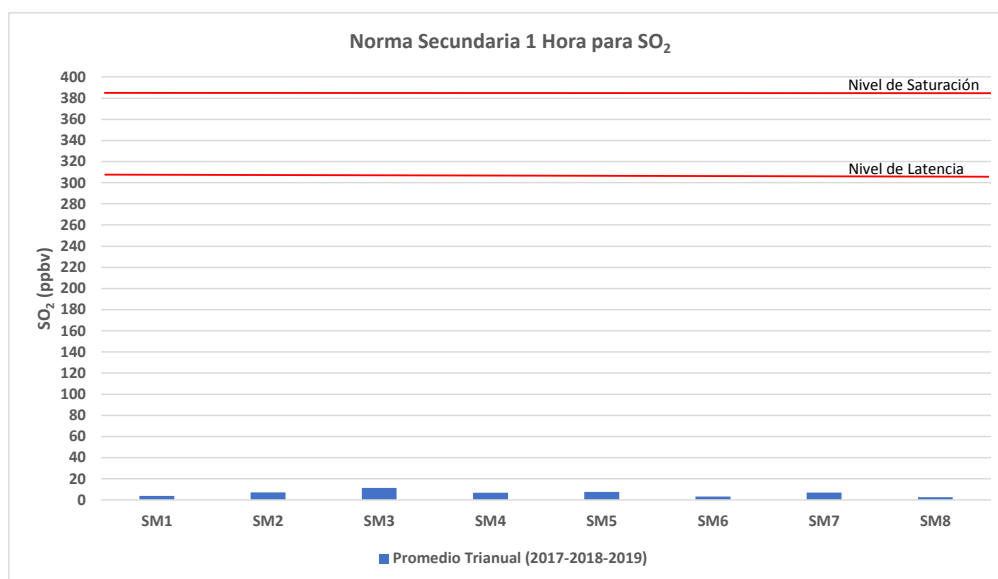


Gráfico 6 Norma secundaria 1 hora para SO₂, promedio trianual durante el período 2017 – 2019

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.

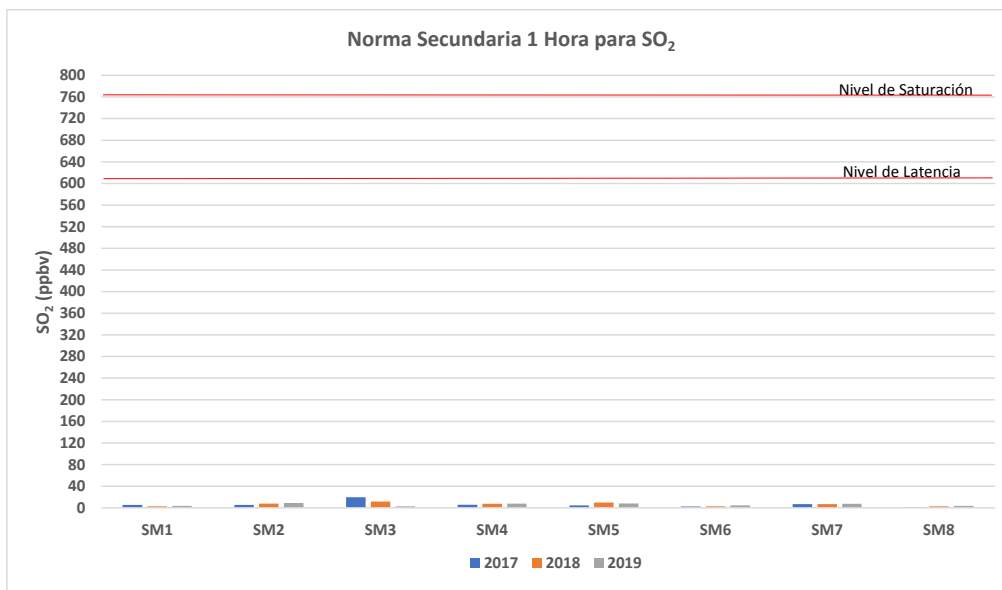


Gráfico 7 Norma secundaria 1 hora para SO₂, período 2017 - 2019

6.3.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas para SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 monitorea 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 monitorea 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 2017 al 2019, 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 SO₂ durante el período 2017 – 2019

Estación	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)	Percentil 99,7 Año 2019 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2019 (280 ppbv)	Promedio Trianual 24 horas 2017-2018-2019 (ppbv)	% de la Norma 24 horas (140 ppbv)
SM-1	3,30	1	1,98	1	2,68	1	2,65	2
SM-2	3,19	1	4,56	2	7,43	3	5,06	4
SM-3	10,15	4	6,36	2	2,66	1	6,39	5
SM-4	2,20	1	4,38	2	4,20	2	3,59	3
SM-5	2,20	1	4,46	2	4,32	2	3,66	3
SM-6	1,86	1	2,13	1	2,36	1	2,12	2
SM-7	4,38	2	3,67	1	3,85	1	3,97	3
SM-8	0,86	0	2,52	1	2,04	1	1,81	1

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

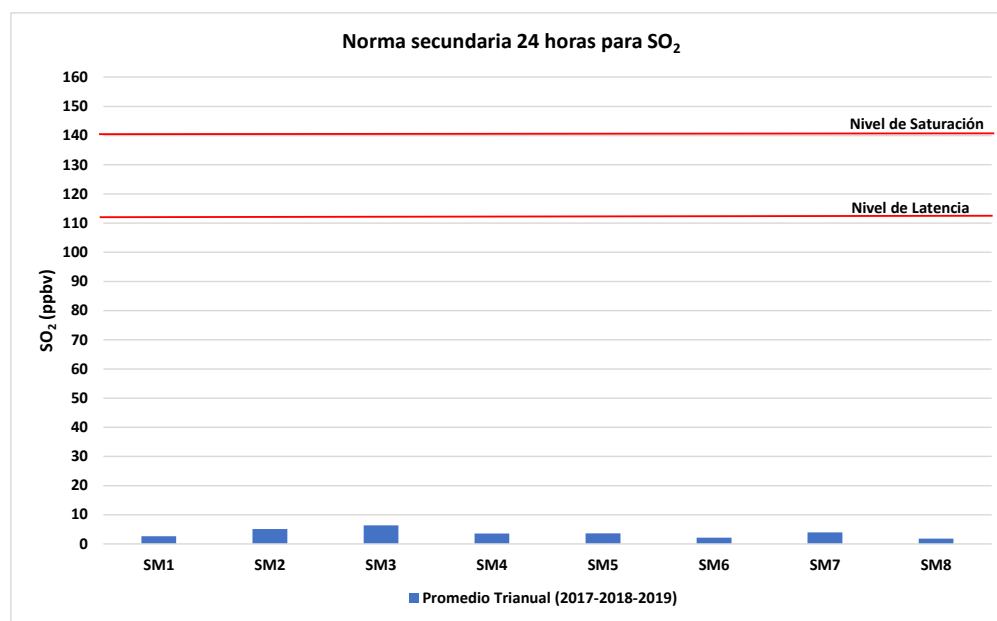


Gráfico 8 Norma secundaria 24 horas para SO₂, promedio trianual período 2017 al 2019

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.

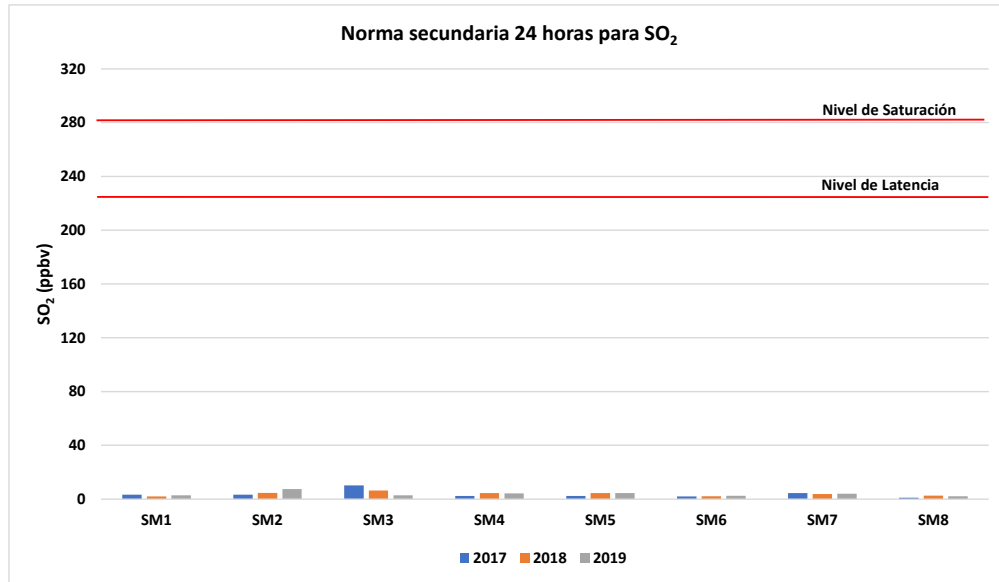


Gráfico 9 Norma secundaria 24 horas para SO₂, período 2017 al 2019

6.3.3. Evaluación de la norma secundaria anual para SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de SO₂ como concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. Se debe señalar que 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 monitadora 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 monitadora 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, 2017 al 2019, 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 SO₂ durante el período 2017 – 2019

Estación	Concentración Anual 2017 (ppbv)	% de la Norma Anual 2017 (62 ppbv)	Concentración Anual 2018 (ppbv)	% de la Norma Anual 2018 (62 ppbv)	Concentración Anual 2019 (ppbv)	% de la Norma Anual 2019 (62 ppbv)	Promedio Trianual (2017-2018-2019) (ppbv)	% de la Norma Anual (31 ppbv)
SM-1	0,92	1	0,96	2	1,62	3	1,17	4
SM-2	2,09	3	2,00	3	1,40	2	1,83	6
SM-3	1,81	3	---	---	2,00	3	---	---
SM-4	1,30	2	2,05	3	2,21	4	1,85	6
SM-5	1,12	2	1,54	2	2,29	4	1,65	5
SM-6	1,02	2	1,15	2	1,67	3	1,28	4
SM-7	1,68	3	1,61	3	1,92	3	1,74	6
SM-8	0,68	1	1,16	2	1,45	2	1,10	4

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

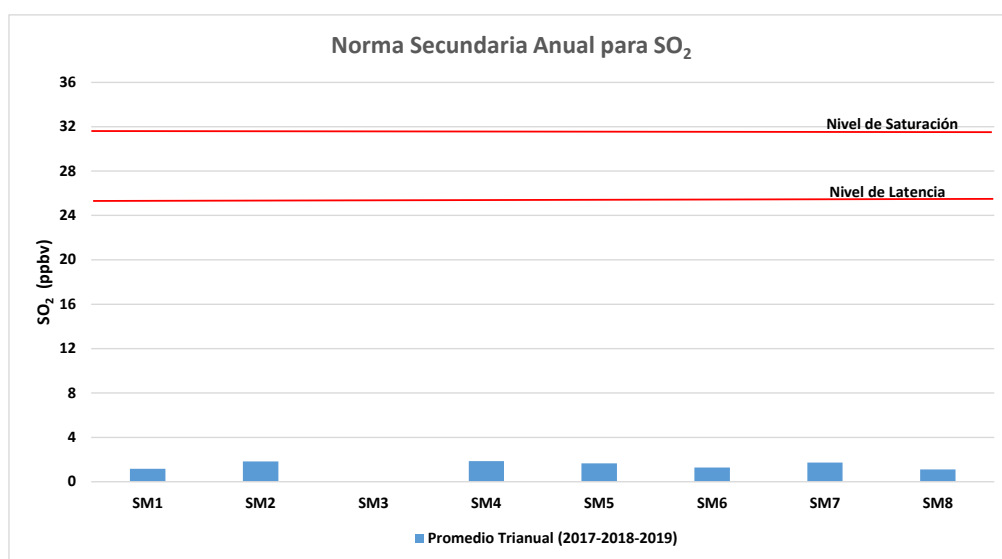


Gráfico 10 Norma secundaria anual para SO₂, promedio trianual período 2017 al 2019

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

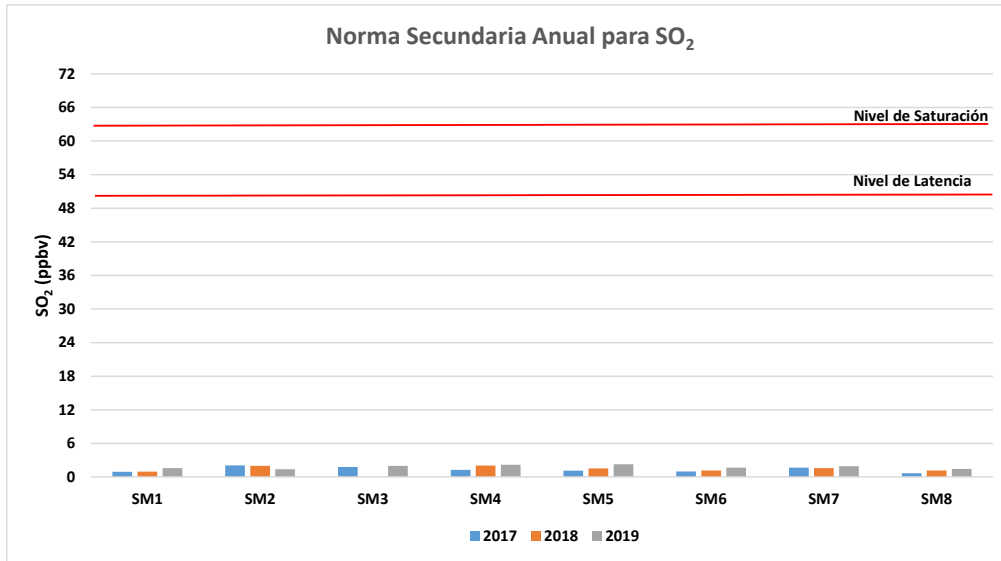


Gráfico 11 Norma secundaria anual para SO₂, período 2017 al 2019

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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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/m²día, como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 21, se observa que para el año 2017 en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no fue 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 fue 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/m²día, equivalente a 148% de la norma mensual.

Tabla 21 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2017

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)
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

Por su parte, en la Tabla 22, se observa que para el año 2018 en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no fue 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/m²día, equivalente a 142% de la norma mensual.

Tabla 22 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2018

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)
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

Finalmente, en la Tabla 23, se observa que para el año 2019 en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no fue superada, a excepción del mes de diciembre que en todas las estaciones se superó la norma de 150 mg/m²día, siendo la concentración más alta observada la de estación 6 en el mes de diciembre con 262 mg/m²día, equivalente a 175% de la norma mensual.

Tabla 23 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2019

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m ² día)
ENE	34,1	23	69,2	46	43,5	29	58,5	39	55,9	37	40,7	27
FEB	42,7	28	62,0	41	48,6	32	53,9	36	46,4	31	59,8	40
MAR	28,0	19	55,6	37	28,7	19	36,9	25	115,2	77	47,8	32
ABR	48,9	33	64,6	43	50,9	34	53,9	36	68,2	45	66,0	44
MAY	66,1	44	43,9	29	64,1	43	57,3	38	50,9	34	54,9	37
JUN	58,7	39	91,1	61	45	30	80,5	54	69,0	46	48,0	32
JUL	63,1	42	66	44	34,8	23	63	42	56,2	37	42,3	28
AGO	44,3	30	59,6	40	54,9	37	66,8	45	67,2	45	51,4	34
SEP	29,7	20	53,8	36	26,9	18	39,5	26	69,2	46	49,7	33
OCT	*	*	68,7	46	56,9	38	68,2	45	104,6	70	77,0	51
NOV	**	**	105,1	70	98,2	65	94,8	63	104,0	69	102,6	68
DIC	244,5	163	257,3	172	203,8	136	229,1	153	204,1	136	262,0	175

*: Estación 1 sin embudo. No se puede calcular el dato debido a que se desconoce el tiempo real de exposición del muestreo. **: Estación 1: se realiza reinstalación de frascos colectores, pro reposición de embudos sustraídos, se ingresan nuevos valores del área.

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.

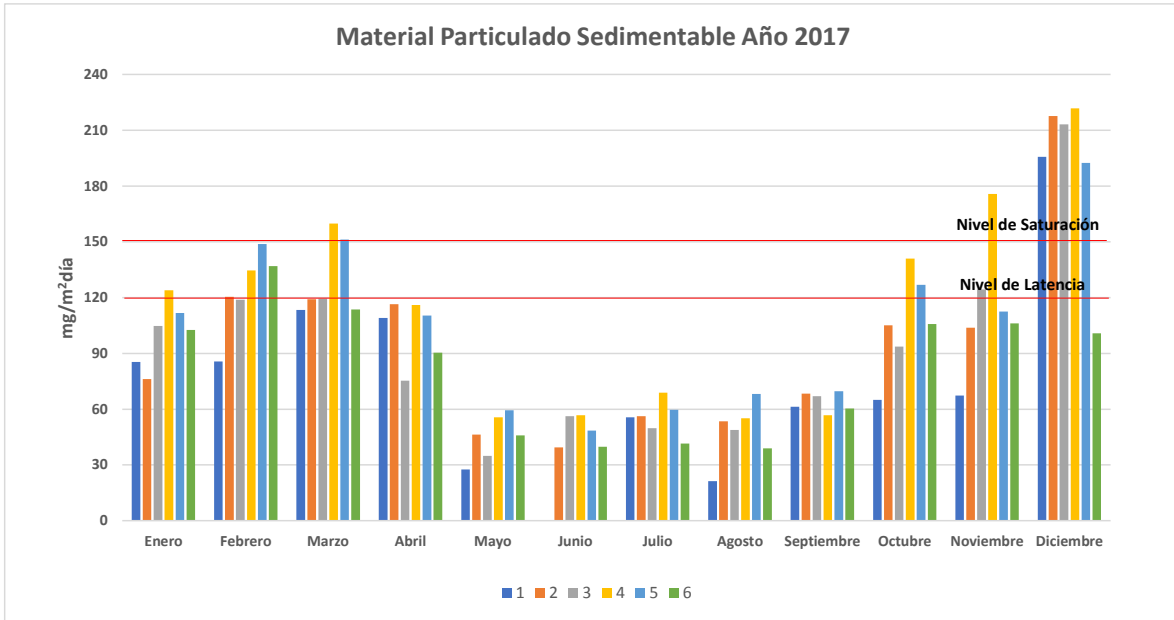


Gráfico 12 Concentración mensual de MPS para el año 2017

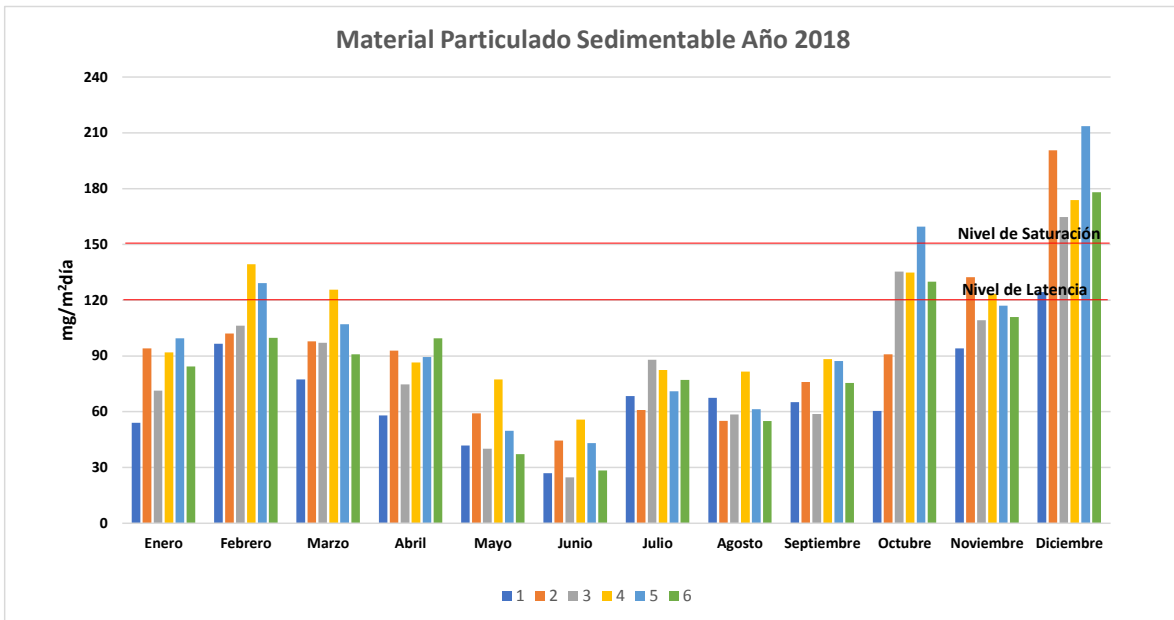


Gráfico 13 Concentración mensual de MPS para el año 2018

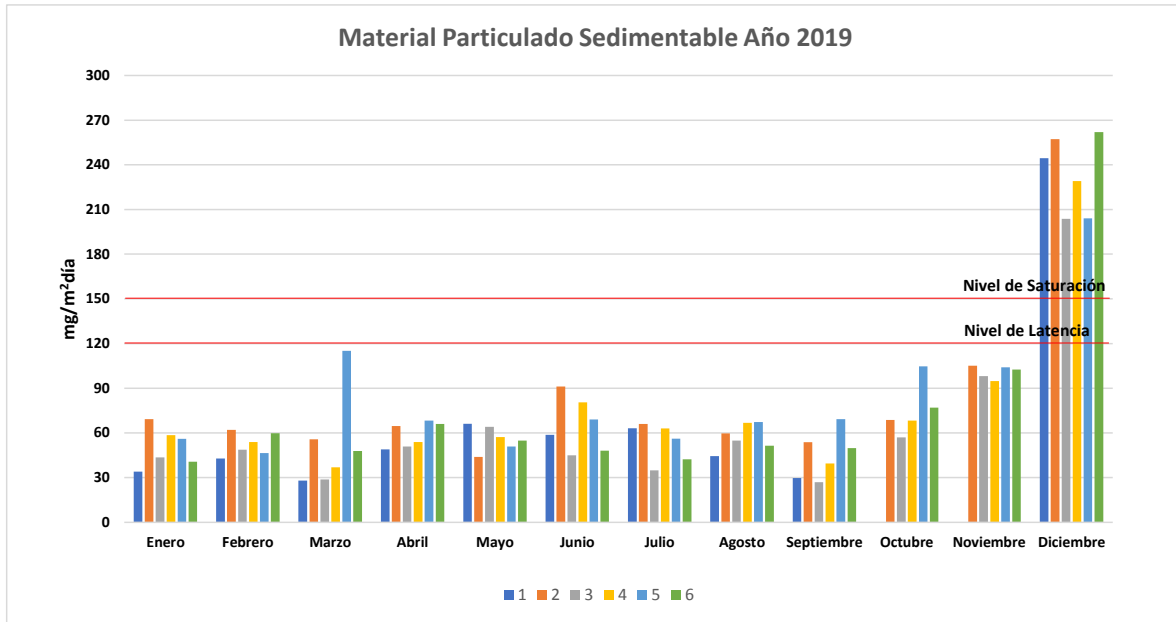


Gráfico 14 Concentración mensual de MPS para el año 2019

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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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/m²día, como concentración media aritmética anual. De la Tabla 24, se observa que la norma anual por MPS fue superada en la estación 5 en los años 2017 y 2018 con concentraciones de 105 mg/m²día y 102,3 mg/m²día, respectivamente. Por otra parte, se observa que en la estación 4 para los años 2017 y 2018 superó la norma anual con concentraciones de 113,9 mg/m²día y 105,1 mg/m²día, respectivamente. Por último, para el año 2019 no se observó superación a la norma pero si se superó el 80% de la norma en la estación 2 con 83,1 mg/m²día y en estación 5 con 84,2 mg/m²día.

Tabla 24 Concentración anual de MPS para el periodo del 2017-2019

Estación	Concentración Anual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Anual 100 (mg/m ² día)	Concentración Anual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Anual 100 (mg/m ² día)	Concentración Anual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Anual 100 (mg/m ² día)
1	80,7	80,7	69,5	69,5	(*)	(*)
2	93,5	93,5	92,2	92,2	83,1	83,1
3	92,2	92,2	85,7	85,7	63,0	63,0
4	113,9	113,9	105,1	105,1	75,2	75,2
5	105,0	105,0	102,3	102,3	84,2	84,2
6	81,9	81,9	88,9	88,9	75,2	75,2

*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 2017, 2018 y 2019.

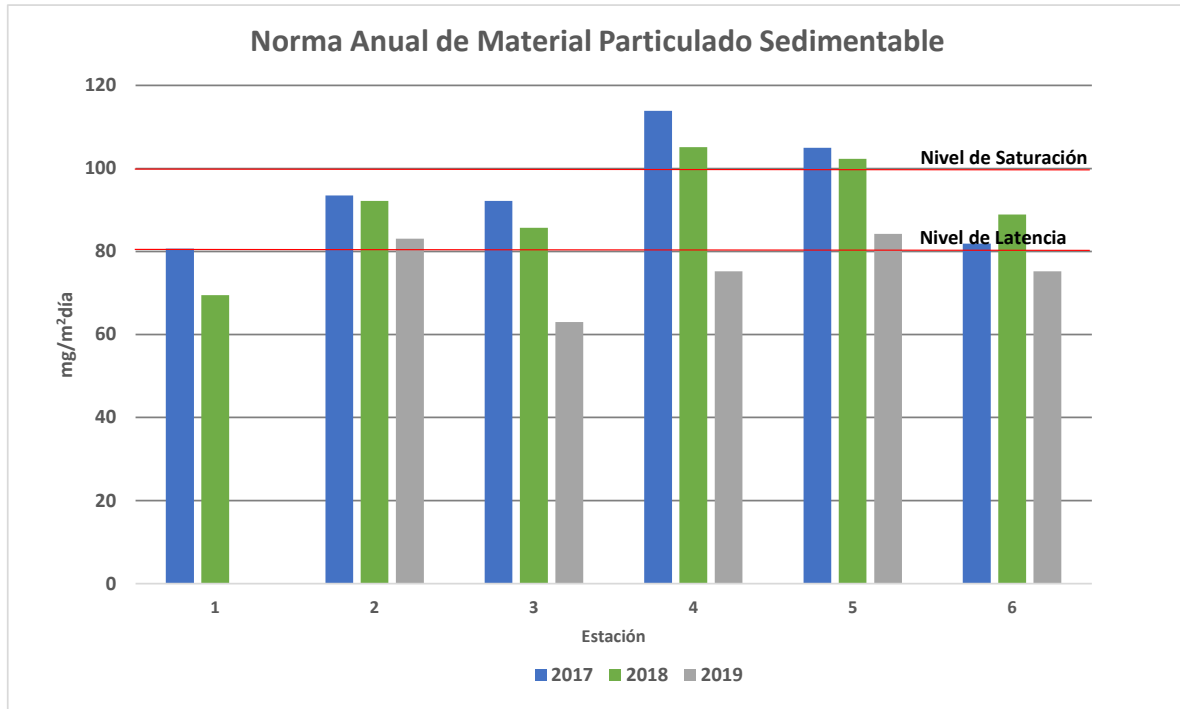


Gráfico 15 Concentración anual de MPS para los años 2017, 2018 y 2019

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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

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/m²día 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/m²día como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 25, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2017, lo que determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día, solo se observó 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/m²día y 53,47 mg/m²día, respectivamente. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue 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/m²día, equivalente a 155,7% de la norma.

Tabla 25 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2017

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)
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/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2017 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)
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 26, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2018, lo que determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue superada en noviembre en las estaciones 3, 4, 5 y 6, con concentraciones de 37,03 mg/m²día, 35,75 mg/m²día, 34,91 mg/m²día y 32,13 mg/m²día, respectivamente.

Tabla 26 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2018

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)
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/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2018 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)
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

En la Tabla 27, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2019, lo que determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS no fue superada y tampoco se superó el 80% de la norma.

Tabla 27 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2019

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m ² día)
ENE	3,99	6,7	5,15	8,6	4,53	7,6	6,01	10,0	5,95	9,9	3,42	5,7
FEB	3,01	5,0	4,53	7,6	5,13	8,6	4,54	7,6	4,64	7,7	6,07	10,1
MAR	2,3	3,8	2,3	3,8	1,75	2,9	2,82	4,7	2,25	3,8	2,26	3,8
ABR	19,12	31,9	18,36	30,6	19,41	32,4	18,66	31,1	20,69	34,5	16,22	27,0
MAY	27,9	46,5	17,74	29,6	21,26	35,4	20,18	33,6	17,08	28,5	13,52	22,5
JUN	21,96	36,6	21,49	35,8	13,9	23,2	17,23	28,7	15,66	26,1	10,43	17,4
JUL	23,98	40,0	18,94	31,6	11,42	19,0	16,67	27,8	11,77	19,6	10,02	16,7
AGO	5,73	9,6	6,0	10,0	5,97	10,0	7,6	12,7	10,54	17,6	5,36	8,9
Mes	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m ² día)
SEP	2,7	9,0	3,25	10,8	3,77	12,6	4,19	14,0	5,05	16,8	4,01	13,4
OCT	*	*	7,92	26,4	11,74	39,1	6,46	21,5	11,56	38,5	10,60	35,3
NOV	**	**	14,72	49,1	22,12	73,7	18,33	61,1	18,46	61,5	14,53	48,4
DIC ¹	20,82	69,4	17,63	58,8	20,43	68,1	16,48	54,9	18,68	62,3	16,16	53,9

*: Estación 1 sin embudo. No se puede calcular el dato debido a que se desconoce el tiempo real de exposición del muestreo. **: Estación 1: se realiza reinstalación de frascos colectores, pro reposición de embudos sustraídos, se ingresan nuevos valores del área.

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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

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/m²día 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 fue superada en ninguna de las estaciones en los años 2017, 2018 y 2019. Cabe señalar que, 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/m²día; en el año 2018 fue superado el 80% de la norma en las estaciones 4 y 5, con concentraciones de 24,3 mg/m²día y 24,4 mg/m²día, respectivamente. Finalmente, en el año 2019 ninguna de las estaciones superó el límite de la norma secundaria ni el 80%.

Tabla 28 Concentración anual para Hierro en MPS para el periodo del 2017-2019

Estación	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)	Concentración Anual 2019 (mg/m ² día)	% de la Norma Anual 30 (mg/m ² día)
1	26,2	87,2	19,0	63,2	(*)	(*)
2	24,8	82,6	22,9	76,5	13,6	45,5
3	27,0	90,1	22,5	75,0	13,8	46,0
4	28,6	95,4	24,3	81,1	13,7	45,7
5	28,9	96,4	24,4	81,3	13,9	46,2
6	24,0	80,0	22,7	75,5	11,0	36,7

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

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

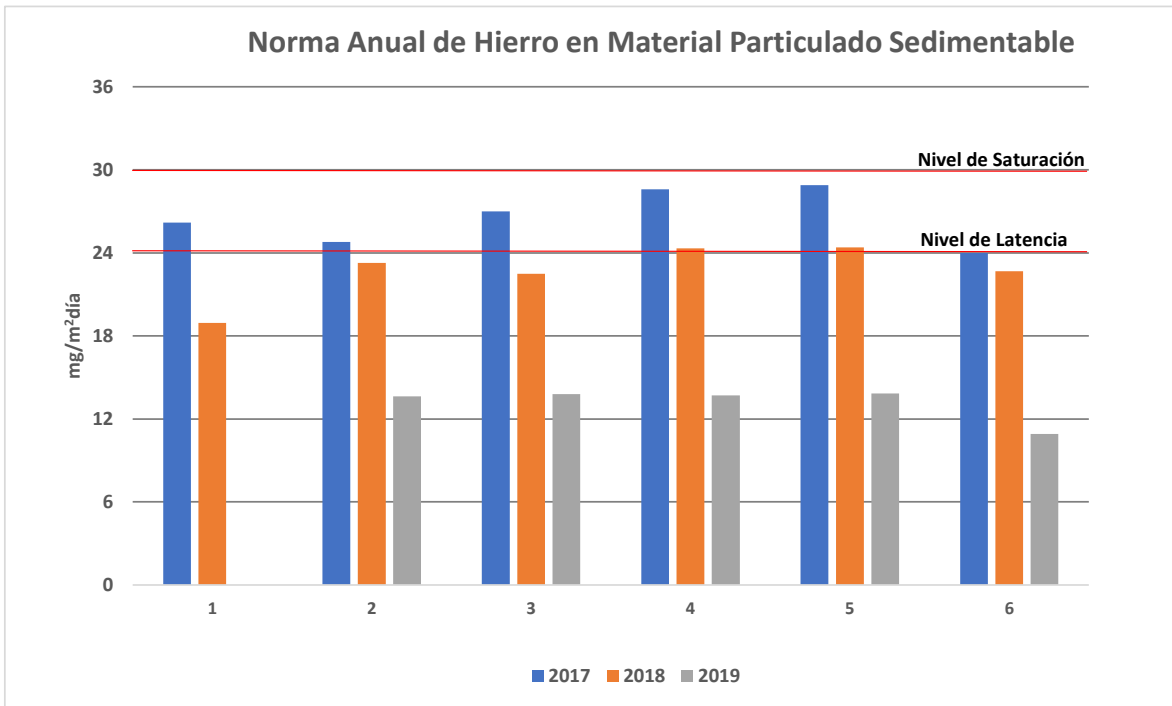


Gráfico 16 Concentración anual de MPS para los años 2017, 2018 y 2019

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 2017 y el 31 de diciembre de 2019, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO₂ y SO₂, 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 (NO₂) 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 2019. Para los años 2017 y 2018 se utilizaron los datos auditados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2018-2758-III-NC y DFZ-2019-256-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/m³N), se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas para el periodo analizado entre los años 2017 al 2019, no superaron el límite de la norma 24 horas ni el 80% de la norma. La evaluación de la norma determinó que para el año 2017, las estaciones evaluadas Huasco II, EME-F y EME-M, presentaron concentraciones de 90 µg/m³N, 87 µg/m³N, 71 µg/m³N, respectivamente. Respecto del 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/m³N, 73 µg/m³N y 62 µg/m³N, respectivamente. Por último para el año 2019 las estaciones evaluadas EME- M, EME- F y Huasco II presentaron concentraciones de 77 µg/m³N, 74 µg/m³N y 59 µg/m³N, respectivamente, concentraciones por debajo del 80% de la norma de 24 horas.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10, que establece como límite una concentración de 50 µg/m³N, se concluye que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones con calificación EMRP, para el periodo comprendido entre los años 2017 y 2019, alcanzando sus máximas concentraciones en las estaciones EME-F y Huasco II, las cuales registraron una concentración promedio de 36 µg/m³N, equivalente al 72% del límite de la norma anual, por otra parte la estación EME-M presentó una concentración promedio para el periodo, 2017 al 2019, de 35 µg/m³N, equivalente al 70% del límite de la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para NO₂

La evaluación de la norma de 1 hora para NO₂ se realizó en las dos estaciones con representatividad para este contaminante, EME-F y EME-M. Mediante el promedio del percentil 99, lo que concluyó

que con los resultados obtenidos en ambas estaciones no fue posible evaluar la norma de 1 hora, esto debido a que no se cumple con el 75% de los datos a nivel anual para el año 2019.

Para el caso de la norma NO₂ a nivel anual, que establece como límite 53 ppbv, con los valores obtenidos se determinó que la norma anual para NO₂ no es fue evaluarla, esto debido a que en ambas estaciones en estudio en el año 2019, y el año 2018 la estación EME-F, presentan en uno o dos trimestres un porcentaje inferior al 75% de los datos válidos, esto de acuerdo a lo requerido en el artículo 10° de la norma de NO₂.

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/m³N, 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/m³N, correspondiente al 1% de la norma anual de plomo.

Norma secundaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO₂ como concentración horaria (382 ppbv) concluye que ésta no fue superada, registrando concentraciones menores al 3% 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 límite de 764 ppbv. Es decir, en ambas condiciones de evaluación las estaciones no superaron la norma horaria ni el 80% del límite de la norma secundaria a nivel horario para el contaminante SO₂.

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. 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 2017, determinó que en la mayoría de los meses la norma no fue 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 fue 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/m²día, equivalente a 148% del límite de la norma mensual.

Por su parte, la evaluación de la normal de MPS a nivel mensual en el año 2018 también se observó que en la mayoría de los meses la norma no fue 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/m²día, equivalente a 142% del límite de la norma mensual.

Finalmente, para el año 2019 la evaluación de la norma mensual de MPS determinó que la mayoría de los meses la norma no fue superada, a excepción del mes de diciembre que en todas las estaciones se superó la norma de 150 mg/m²día, siendo la concentración más alta observada la de estación 6 en el mes de diciembre con 262 mg/m²día, equivalente a 175% del límite 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/m²día, determinó que la norma anual de MPS fue superada en la estación 5 en los años 2017 y 2018 con concentraciones de 105 mg/m²día y 102,3 mg/m²día, respectivamente. Por otra parte, se observa que en la estación 4 para los años 2017 y 2018 superó la norma anual con concentraciones de 113,9 mg/m²día y 105,1 mg/m²día, respectivamente. Por último, para el año 2019 no se observó superación a la norma pero si se superó el 80% de la norma en la estación 2 con 83,1 mg/m²día y en estación 5 con 84,2 mg/m²día.

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 2017 determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día, solo se observó 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/m²día y 53,47 mg/m²día, respectivamente. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue 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/m²día, equivalente a 155,7% de la norma.

Por su parte, la evaluación de Hierro en MPS para el año 2018, determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue superada en noviembre en las estaciones 3, 4, 5 y 6, con concentraciones de 37,03 mg/m²día, 35,75 mg/m²día, 34,91 mg/m²día y 32,13 mg/m²día, respectivamente.

Finalmente, para el año 2019, la evaluación de Hierro en MPS determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m²día. En relación con el límite de 30 mg/m²día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS no fue superada y tampoco se superó el 80% de la norma.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, determinó que la norma no fue superada en ninguna de las estaciones en los años 2017, 2018 y 2019. Cabe señalar que, 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/m²día; en el año 2018 es superado el 80% de la norma en las estaciones 4 y 5, con concentraciones de 24,3 mg/m²día y 24,4 mg/m²día, respectivamente. Finalmente, en el año 2019 ninguna de las estaciones superó el límite de la norma secundaria ni el 80%.

8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP, EMRPG y EMRRN
2	Datos de calidad del aire para el año 2019.