



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO  
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR  
MP10, PLOMO, MPS, NO<sub>2</sub> Y SO<sub>2</sub>**

**REDES DE CALIDAD DEL AIRE DE  
HUASCO**

**REGIÓN DE ATACAMA**

**SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN Y CONFORMIDAD AMBIENTAL**

**DFZ-2022-1308-III-NC**

**NOVIEMBRE 2022**

	<b>Nombre</b>	<b>Firma</b>
Aprobado	<b>Juan Pablo Rodríguez F</b>	
Revisor	<b>Karin Salazar N,</b>	
Elaborado	<b>Isabel Leiva C.</b>	



## 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 <sub>2</sub> .....	22
6.1.1. Evaluación de la norma horaria para NO <sub>2</sub> .....	22
6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO <sub>2</sub> .....	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 <sub>2</sub> .....	26
6.3.1. Evaluación de la norma secundaria horaria para SO <sub>2</sub> .....	26
6.3.2. Evaluación de la norma secundaria 24 horas para SO <sub>2</sub> .....	28
6.3.3. Evaluación de la norma secundaria anual para SO <sub>2</sub> .....	30
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 (cabe destacar, que el 4 de junio de 2022, se publicó en el diario oficial el D.S. N° 12/2021 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10, la cual es vigente a partir del día de su publicación en el diario oficial); norma primaria para NO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub>, 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, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>; 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 S.A.

El análisis de datos de MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021, 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<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, criterios establecidos en las normas de SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>. 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 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 2019 al 2021, no superaron el límite de la norma 24 horas ni el 80% de la norma. La evaluación determinó que 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% del límite de la norma de 24 horas. Respecto del año 2020 la evaluación de la norma de 24 horas determinó que no se superó el 80% de la norma en las estaciones de EME- F, EME- M y Huasco II, y las concentraciones obtenidas a través del percentil 98 fueron de  $74 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ,  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , respectivamente. Finalmente, para el año 2021 las estaciones evaluadas Huasco II, EME- M y EME- F presentaron concentraciones de  $78 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ,  $74 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $57 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , respectivamente, concentraciones por debajo del 80% del límite 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 2019 y 2021. Y las concentraciones determinadas mediante el promedio trianual en las estaciones EME-F y EME-M, correspondieron a  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalentes al 70% y 66% del límite de la norma anual, respectivamente. Por otra parte, la estación Huasco II presentó una concentración promedio trianual de  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 56% del límite de la norma anual.

### **Norma primaria de calidad del aire para NO<sub>2</sub>**

La evaluación de la norma de 1 hora para NO<sub>2</sub> 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 y 2021.

Para el caso de la norma NO<sub>2</sub> a nivel anual, que establece como límite 53 ppbv, con los valores obtenidos se determinó que la norma anual para NO<sub>2</sub> no fue posible evaluarla, esto debido a que en ambas estaciones en estudio en el año 2019 y 2021, presentaron 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 NO<sub>2</sub>.

### **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 (2020-2021) fue de 0,002  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , correspondiente al 0,4% de la norma anual de plomo.

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

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de  $\text{SO}_2$  como concentración horaria (382 ppbv), para el periodo entre 2019 y 2021, concluye que en las 7 estaciones de la red la norma horaria no fue superada, registrando concentraciones como promedio trianual, de los percentiles 99,73, menor o igual al 2% 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  $\text{SO}_2$ .

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas, que establece como límite 140 ppbv, en las 7 estaciones de la red muestra que el promedio trianual de los percentiles 99,7 para el periodo entre el 2019 y 2021, 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% del límite de la norma.

Del análisis de la norma anual secundaria, que establece como límite 31 ppbv, se constató que las 7 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 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.

Cabe señalar que, solo en la estación SM3 no fue posible evaluar la norma secundaria de  $\text{SO}_2$  a nivel horario, 24 horas y anual, esto debido a que presento un porcentaje de datos validos menor al 75% y no cumple con lo requerido en el artículo 9° del D.S. N°22/2010 del MINSEGPRES.

### **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 las 6 estaciones de la red, para el año 2019 se determinó que en la mayoría de los meses la norma no fue superada, a excepción del mes de diciembre que en las 6 estaciones se superó la norma de 150  $\text{mg}/\text{m}^2\text{día}$ , siendo la concentración más alta observada en la estación 6 en el mes de diciembre con 262  $\text{mg}/\text{m}^2\text{día}$ , equivalente a 175% del límite de la norma mensual.



Por su parte, la evaluación de la normal de MPS a nivel mensual en las 6 estaciones de la red, para el año el 2020 también se observó que en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no fue superada, a excepción del mes de octubre en la estación 1, noviembre en estación 6 y diciembre en 4 estaciones, se superó la norma de 150 mg/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta observada en la estación 6 en el mes de noviembre con 226,1 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 151% de la norma mensual.

Finalmente, para el año 2021 la evaluación de la norma mensual de MPS en las 6 estaciones de la red, determinó que la mayoría de los meses la norma no fue superada, a excepción del mes de marzo en la estación 4, noviembre en estación 2 y diciembre en todas estaciones, se superó la norma de 150 mg/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta observada en la estación 2 en el mes de diciembre con 377,7 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 252% 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<sup>2</sup>día, determinó que para los años 2019 y 2020 no se observó superación a la norma anual, pero si se observa superación al 80% del límite de la norma anual. Finalmente, para el año 2021 se observa que la norma anual por MPS fue superada en la estación 2, con una concentración de 117,3 mg/m<sup>2</sup>día.

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

La evaluación de la norma mensual de Hierro en MPS en las 6 estaciones de la red, determinó que para el año 2019 la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día 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 observa superación al 80% de la norma.

Por su parte, la evaluación de Hierro en MPS en las 6 estaciones de la red, para el año 2020 determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue superada solo en la estación 2 en la segunda quincena de diciembre con 76,6 mg/m<sup>2</sup>día, y también se observa superación al 80% del límite de la norma en noviembre y primera quincena de diciembre en las estaciones 6, con concentraciones de 27,2 mg/m<sup>2</sup>día y 24,9 mg/m<sup>2</sup>día, respectivamente.

Finalmente, para el año 2021, la evaluación de Hierro en MPS en las 6 estaciones de la red, determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS no fue superada, pero se observa superación al 80% del límite de la norma en noviembre y primera quincena de diciembre en la estación 6, con concentraciones de 27,2 mg/m<sup>2</sup>día y 24,9 mg/m<sup>2</sup>día, respectivamente.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, que establece como límite 30 mg/m<sup>2</sup>día de Hierro, determinó que la norma no fue superada en ninguna de las 6 estaciones en los años 2019, 2020 y 2021. Cabe señalar que, la concentración más alta durante el año 2021 se observa en la



estación 2 con 18,1 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente al 60% de valor límite de la norma anual de hierro en MPS.

## 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 10.149 habitantes (CENSO 2017) y una superficie de 1.635 km<sup>2</sup>.

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 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<sub>2</sub>) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

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 (midieron material particulado respirable MP10, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno), y por CAP (midieron 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 2021, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire. Para los años 2019 y 2020 se utilizaron los datos auditados por esta Superintendencia, los que se encuentran publicados en los informes de fiscalización DFZ-2020-3852-III-NC y DFZ-2021-688-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 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 norma primaria de NO<sub>2</sub>, representatividad por recursos naturales por SO<sub>2</sub> (EMRRN en adelante) y para los muestreadores de material particulado sedimentable (MPS), el SAG mediante la Resolución Exenta N°099/1992 aprobó la Red de Monitoreo de la Compañía Minera del Pacífico. 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 con lo establecido en la Resolución Exenta N°503 de 2 de junio de 2021, del Subsecretario del Medio Ambiente, complementa circular N°0001, de 2005, de la comisión nacional del medio ambiente, que instruye sobre procedimiento para la declaración, modificación y derogación de zonas saturadas o latentes de carácter atmosférico, y deja sin efecto la resolución exento N°302, de 2011, y N°1121, de 2020, ambas del Ministerio del Medio Ambiente.





### 3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, NO<sub>2</sub> y norma secundaria para SO<sub>2</sub>; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP10, gases (NO<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> para el año 2021, en base a una auditoría de los datos enviados por los titulares de las estaciones. Para los años 2019 y 2020 se utilizaron los datos ya validados por esta Superintendencia, los cuales fueron publicados en los informes de fiscalización DFZ-2020-3852-III-NC y DFZ-2021-688-III-NC, respectivamente.

### 4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> de las estaciones instaladas por Guacolda y CAP para el período 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, Plomo, MPS, Hierro en MPS, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, que cumplen con ser estaciones con EMRP y/o EMRRN para MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> 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 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

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, mensual 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 <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	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/m²día, 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<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, 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<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, 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<sub>2</sub>) y representatividad para recursos naturales (SO<sub>2</sub>).



**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 <sub>2</sub>	Resolución que otorga EMRRN SO <sub>2</sub>	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
	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.



Red	Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para NO <sub>2</sub>	Resolución que otorga EMRRN SO <sub>2</sub>	Aprobación de Red de Monitoreo de MPS
	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 Huasco**

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
	SM1	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 la red de calidad del aire de Huasco**



## 5.2. Descripción de instrumentos de medición utilizados en la Red de Vigilancia

De acuerdo a los antecedentes entregados por ambos titulares para los años 2019, 2020 y 2021, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear instrumentos 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, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2021.

**Tabla 4 Listado de estaciones, instrumentos y métodos de medición utilizados durante el 2021**

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 <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	Advanced Pollution Instr. 200A/200AU	RFNA – 1194 – 099
	SM1	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM2	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM3	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM4	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Dasibi/4108	EQSA – 1086 – 061
	SM5	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM6	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM7	SO <sub>2</sub>	Fluorescencia ultravioleta	Environnement S.A /AF21M	EQSA – 0292 – 084
	SM8	SO <sub>2</sub>	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<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> para el año 2021, 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<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> de cada estación, y su correspondiente registro de calibración de cero y span o multipunto. Para el caso de los datos diarios de MP10, 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 2019 y 2020 fueron auditados en los informes de fiscalización DFZ-2020-3852-III-NC y DFZ-2021-688-III-NC.

**Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2019, 2020 y 2021**

Estación	2019			2020			2021		
	MP10 % Diario	SO <sub>2</sub> % Horario	NO <sub>2</sub> % Horario	MP10 % Diario	SO <sub>2</sub> % Horario	NO <sub>2</sub> % Horario	MP10 % Diario	SO <sub>2</sub> % Horario	NO <sub>2</sub> % Horario
EME-F	26	No Aplica	27	3,2	No Aplica	7,0	0,3	No Aplica	0,6
EME-M	21	No Aplica	28	2,4	No Aplica	3,5	0	No Aplica	26
SM-1	No Aplica	1,2	No Aplica	No Aplica	1,9	No Aplica	No Aplica	3,5	No Aplica
SM-2	No Aplica	2,6	No Aplica	No Aplica	1,3	No Aplica	No Aplica	1,4	No Aplica
SM-3	No Aplica	3,9	No Aplica	No Aplica	25,7	No Aplica	No Aplica	4,6	No Aplica
SM-4	No Aplica	1,5	No Aplica	No Aplica	1,8	No Aplica	No Aplica	3,8	No Aplica
SM-5	No Aplica	4,7	No Aplica	No Aplica	1,6	No Aplica	No Aplica	2,2	No Aplica
SM-6	No Aplica	1,1	No Aplica	No Aplica	1,2	No Aplica	No Aplica	1,4	No Aplica
SM-7	No Aplica	1,4	No Aplica	No Aplica	1,8	No Aplica	No Aplica	1,5	No Aplica
SM-8	No Aplica	2,7	No Aplica	No Aplica	2,5	No Aplica	No Aplica	2,4	No Aplica
Huasco II	7	No Aplica	No Aplica	9	No Aplica	No Aplica	0,8	No Aplica	No Aplica

De la Tabla 5, se puede observar que para el año 2019 se determinó que las estaciones EME-F y EME-M presentaron porcentajes altos de datos inválidos para los contaminantes MP10 y NO<sub>2</sub>, en el caso del MP10 un 26% en estación EME-F y un 21% en estación EME-M, por otra parte, para el parámetro de NO<sub>2</sub>, se observa un porcentaje de datos inválidos de 27% en estación EME-F y de un 28% en estación EME-M para el mismo año. Respecto del año 2020, solo se observó un porcentaje alto de datos inválidos en la estación SM-3, con un 25,7%, para el parámetro de SO<sub>2</sub>, el resto de las estaciones presento porcentajes de datos inválidos inferiores al 9%. Finalmente, en el año 2021 solo se observa un porcentaje alto de datos inválidos en la estación EME-M con 26% en NO<sub>2</sub>.

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<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, 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<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, 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 SO<sub>2</sub> y MP10 en todas las estaciones para los años 2019, 2020 y 2021, excepto en la estación SM3 que presentó un porcentaje de 74% para SO<sub>2</sub> el año 2020 y EME-F el año 2019. En relación al NO<sub>2</sub> en el año 2019 se observa un porcentaje de datos validos inferior al 75% en las estaciones EME-M y EME- F, además, en el año 2021 la estación EME-M presenta un porcentaje de 74%.

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<sub>2</sub> por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

Red	Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Horarios) NO <sub>2</sub>	Porcentaje de datos (%)
Guacolda	EME-F	2019	94	74	6363	73
		2020	121	97	8166	93
		2021	119	97	8199	94
	EME-M	2019	99	79	6293	72
		2020	122	98	8474	96
		2021	122	100	6486	74
Huasco	Huasco II	2019	115	93	No Aplica	
		2020	120	91		
		2021	115	92		

**Tabla 7 Resumen de datos disponibles de SO<sub>2</sub> por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Horarios) SO <sub>2</sub>	Porcentaje de datos (%)
SM-1	2019	8658	99
	2020	8615	98
	2021	8455	97
SM-2	2019	8535	97
	2020	8673	99





Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Horarios) SO <sub>2</sub>	Porcentaje de datos (%)
	2021	8635	99
SM-3	2019	8415	96
	2020	6528	74
	2021	8358	95
SM-4	2019	8631	99
	2020	8630	98
	2021	8430	96
SM-5	2019	8352	95
	2020	8641	98
	2021	8571	98
SM-6	2019	8662	99
	2020	8676	99
	2021	8638	99
SM-7	2019	8637	99
	2020	8626	98
	2021	8629	99
SM-8	2019	8526	97
	2020	8566	98
	2021	8548	98

Para efectos de la evaluación anual de la norma de MP10, en la Tabla 8, se presenta un porcentaje de datos a nivel mensual superior al 75% en los años 2019, 2020 y 2021, a excepción de las estaciones EME-M y EME-F, que presentaron 3 meses cada una con porcentajes de datos válidos inferior al 75%; además del mes de enero del año 2020 la estación Huasco II con un 71% y en el mes de diciembre con 67%.

**Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	2019	75	82	100	80	9	91	100	91	100	9	60	100
	2020	100	100	91	100	100	83	100	92	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	80	100	90,9	100	100	100	100
EME-M	2019	91	100	91	91	27	100	100	91	100	9	60	100
	2020	92	100	100	91	100	100	100	100	100	100	91	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Estaciones CAP													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	2019	91	100	100	82	91	100	100	90	100	82	100	82
	2020	71	100	100	100	91	75	100	92	91	100	83	100
	2021	100	90	100	100	100	100	100	80	100	81,8	90	67

En relación al contaminante SO<sub>2</sub> para el mismo periodo en evaluación, el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, en Tabla 9, se puede observar un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales, a excepción de las estaciones SM3 y SM5 presentaron porcentajes inferiores al 75% en el mes de junio (73%) y abril (70%) en el año 2019, respectivamente. Para el año 2020 solo la estación SM3 presentó porcentajes inferiores al 75% en junio (20%), julio (0%) y agosto (13%). Finalmente, en el año 2021 se observan porcentajes de 74,2% en las estaciones de SM1 y SM4 en octubre, y diciembre en la estación SM3.



**Tabla 9 Porcentaje de datos válidos de SO<sub>2</sub> mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

MESES (%)													
Estaciones Guacolda													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
SM-1	2019	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	90,3	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	90	74,2	100	100
SM-2	2019	97	89	100	100	94	100	97	100	97	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	96,8
SM-3	2019	100	100	100	100	94	73	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	80,6	90	93,5	20	0	13	100	100	96,7	100
	2021	100	100	100	96,7	100	96,7	96,8	100	100	100	93,3	74,2
SM-4	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	96,8	96,8	100	74,2	100	100
SM-5	2019	97	100	90	70	100	100	100	100	97	100	97	100
	2020	100	100	100	100	100	100	93,5	100	100	100	96,7	100
	2021	96,8	100	100	100	90,3	100	96,8	100	100	100	100	100
SM-6	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100
SM-7	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100
	2020	100	100	93,5	100	100	100	100	100	100	100	96,7	100
	2021	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100	96,8	100	100
SM-8	2019	100	100	100	100	100	97	100	100	83	97	97	100
	2020	100	82,8	100	96,7	93,5	100	100	100	100	100	96,7	100
	2021	100	92,9	90,3	100	96,8	100	100	100	100	96,8	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 2020 y 2021**

MESES (%)													
Estaciones CAP													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huasco II	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Para efectos de la evaluación anual de la norma NO<sub>2</sub>, 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 2019 en la estación EME-F se observan 3 meses con datos validos inferior al 75% y en la estación EME-M se presentan 5 meses con datos validos por debajo del 75%. En relación al año 2020, solo la estación EME-F presentó datos validos inferior al 75% en el mes de enero. Por último, para el año 2021 solo la estación EME-M presentó 3 meses de datos validos inferior al 75%.



**Tabla 11 Porcentaje de datos válidos de NO<sub>2</sub> mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

		MESES (%)											
		Estaciones Guacolda											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EME-F	2019	100	100	100	80	10	100	100	81	87	0	40	81
	2020	68	100	94	87	100	97	97	100	100	100	97	97
	2021	97	100	100	87	84	93	97	100	100	100	77	90
EME-M	2019	58	100	100	97	35	100	100	100	100	10	20	45
	2020	84	100	97	100	100	100	100	100	100	84	97	100
	2021	87	79	87	100	97	90	97	100	100	39	0	0

Respecto del MPS se cuenta con una disponibilidad mensual de 100% en la mayoría de los meses, a excepción del 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 2019, 2020 y 2021**

		MESES (%)											
		Red de CAP											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. 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 2019, 2020 y 2021.

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 EMRPPM10, 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 2019 al 2021

Red	Estación	Percentil 98 Año 2019 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2020 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
Guacolda	EME-F	74	49	74	49	57	38
	EME-M	77	51	70	47	74	49
CAP	Huasco II	59	39	45	30	78	52

De acuerdo al análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10 para los años 2019, 2020 y 2021, se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas no superaron el límite de la norma 24 horas, se observó que 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% del límite de la norma de 24 horas. Respecto del año 2020 la evaluación de la norma de 24 horas determinó que no se superó el 80% de la norma en las estaciones de EME- F, EME- M y Huasco II, y las concentraciones obtenidas a través del percentil 98 fueron de 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , respectivamente. Finalmente, para el año 2021 las estaciones evaluadas Huasco II, EME- M y EME- F presentaron concentraciones de 78  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , 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.



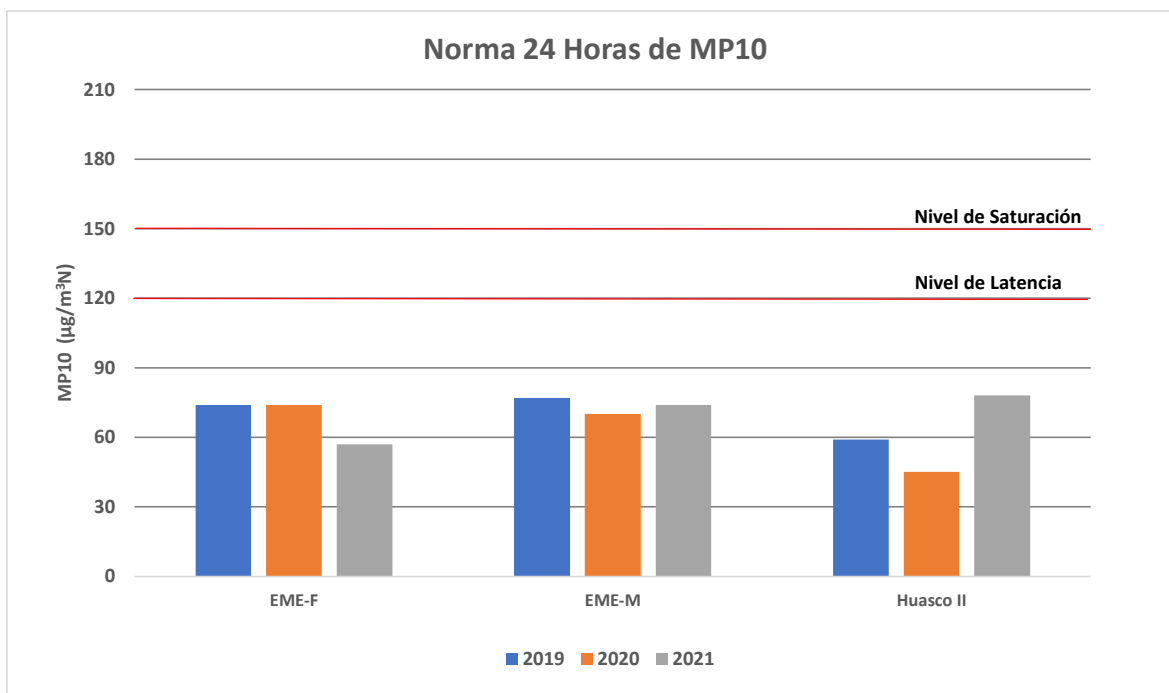


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10, período 2019 al 2021

### 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  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. 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 2019, 2020 y 2021, para las estaciones que conforman la red de monitoreo.

Tabla 14 Evaluación de la norma anual para MP10 durante el período 2019 al 2021

Red	Estación	Promedio Anual 2019 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Anual 2020 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Anual 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio Trianual 2019-2020-2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
Guacolda	EME-F	36	33	31	33	66
	EME-M	36	32	36	35	70
CAP	Huasco II	30	26	28	28	56

El promedio trianual, entre el año 2019 y 2021, de las concentraciones muestra que la norma anual de MP10 no fue superada en ninguna de las estaciones con EMRP, y las concentraciones determinadas mediante el promedio trianual en las estaciones EME-M y EME-F, correspondieron a  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalentes al 70% y 66% del límite de la norma anual, respectivamente.



Por otra parte, la estación Huasco II presentó una concentración promedio trianual de 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 56% del límite de la norma anual.

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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021, en comparación con el límite establecido en la normativa.

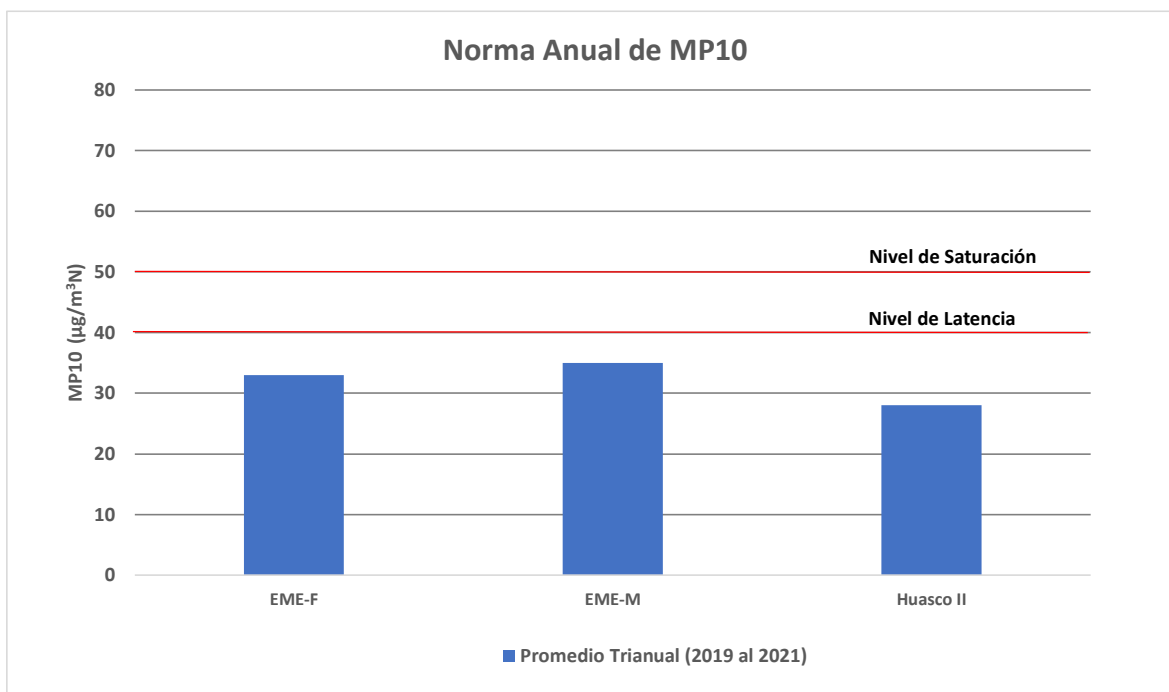


Gráfico 2. Norma anual para MP10, promedio trianual periodo 2019 al 2021

## 6.1. Evaluación de la norma $\text{NO}_2$

### 6.1.1. Evaluación de la norma horaria para $\text{NO}_2$

El periodo de evaluación de superación de la norma de 1 hora para  $\text{NO}_2$ , corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 15 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para  $\text{NO}_2$ , 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  $\text{NO}_2$  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 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

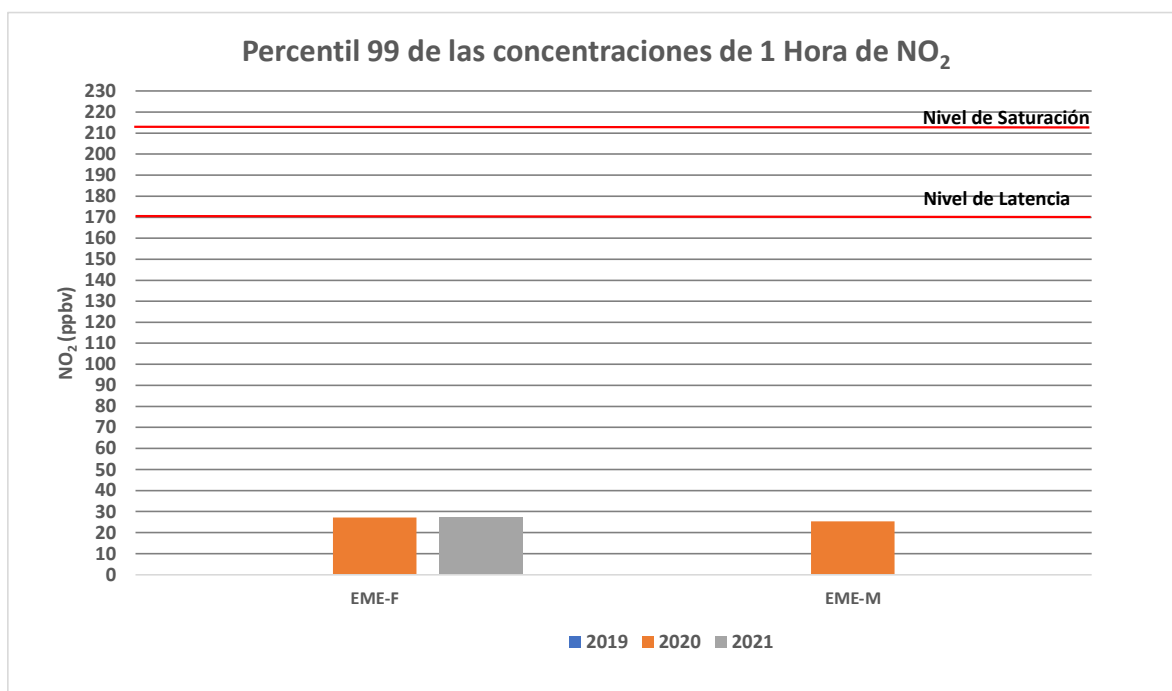


determinaron que la norma no fue posible evaluarla, debido a que no se cumple con el 75% de los datos a nivel anual para el año 2019 y en el año 2021 en la estación EME-M.

**Tabla 15 Evaluación de la norma horaria para NO<sub>2</sub> durante el período 2019 al 2021**

Estación	Percentil 99 Año 2019 (ppbv)	Percentil 99 Año 2020 (ppbv)	Percentil 99 Año 2021 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2019-2020-2021 (ppbv)	% de la Norma 1 hora (213 ppbv)
EME-F	----	27,2	27,5	----	----
EME-M	----	25,4	----	----	----

En el Gráfico 3, se observa el percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO<sub>2</sub> en las estaciones en estudio, EME-F y EME-M, para el periodo comprendido entre el año 2019 y 2021.



**Gráfico 3 Percentil 99 de las concentraciones de 1 hora para NO<sub>2</sub>, período 2019 al 2021**

### 6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para NO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021.

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<sub>2</sub> como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitorea 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<sub>2</sub> para los años 2019, 2020 y 2021. De acuerdo a los valores obtenidos se

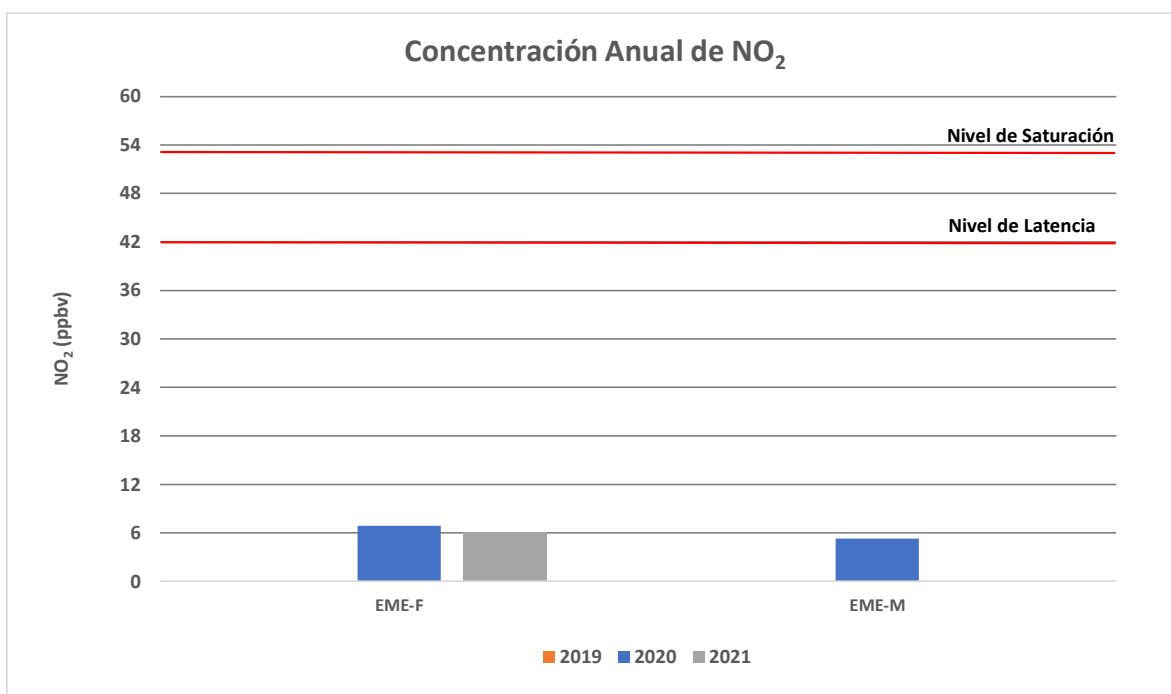


determinó que la norma anual para NO<sub>2</sub> no pudo ser evaluada, esto debido a que, en ambas estaciones en estudio en los años 2019 y 2021, presentan en uno o dos trimestres un porcentaje inferior al 75% de los datos válidos, esto de acuerdo a lo requerido en el artículo 10° de la norma de NO<sub>2</sub>.

**Tabla 16 Evaluación de la norma anual para NO<sub>2</sub> durante el período 2019 al 2021**

Estación	Concentración Promedio Año 2019 (ppbv)	Concentración Promedio Año 2020 (ppbv)	Concentración Promedio Año 2021 (ppbv)	Promedio Trianual (2019-2020-2021) (ppbv)	% de la Norma anual (53 ppbv)
EME-F	---	6,86	6,12	---	---
EME-M	---	5,27	---	---	---

El Gráfico 4, muestra el comportamiento del promedio anual de las concentraciones de NO<sub>2</sub> por cada estación evaluada.



**Gráfico 4 Concentración anual para NO<sub>2</sub>, periodo 2019 al 2021**

## 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 (µg/m<sup>3</sup>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 supere 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 2020 y el día 31 de diciembre de 2021. En la 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 0,002  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , correspondiente al 0,4% del límite de la norma anual de plomo.

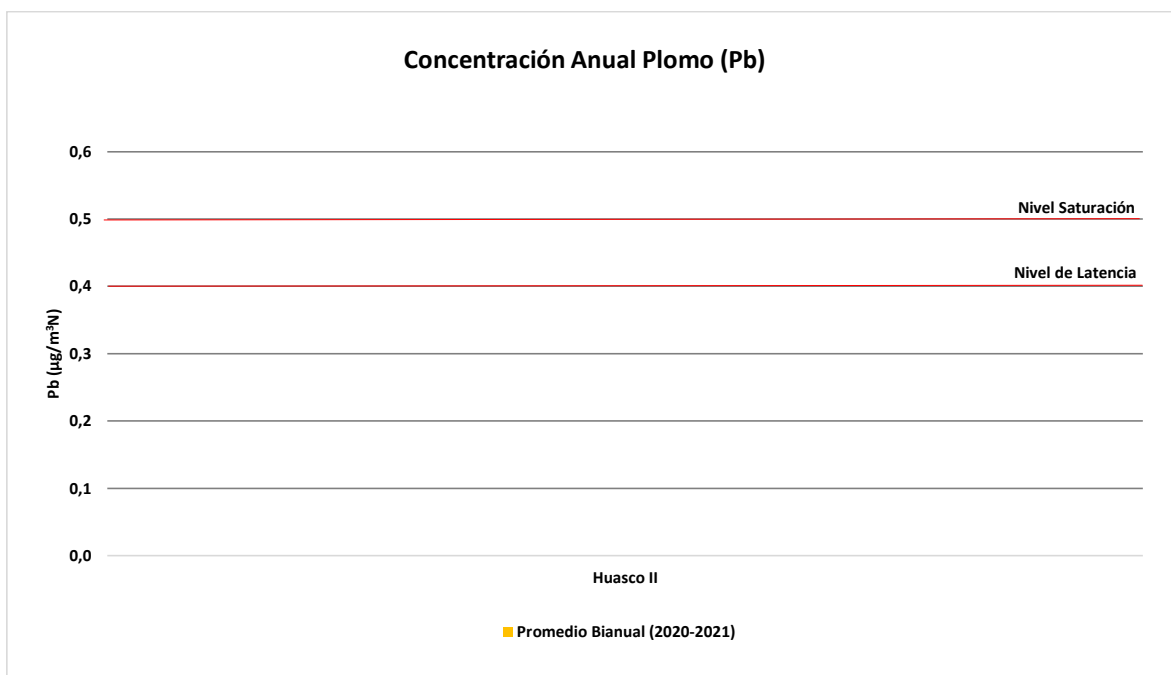
Tabla 17 se presenta un resumen con las concentraciones anuales para plomo en la estación de monitoreo Huasco II.

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 0,002  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , correspondiente al 0,4% del límite de la norma anual de plomo.

**Tabla 17 Evaluación de la norma anual para Pb durante el período 2020 al 2021**

Estación	Concentración Anual 2020 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Concentración Anual 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio bianual 2020-2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Anual
Huasco II	0,002	0,001	0,002	0,4

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 2020 al 2021**



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

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

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,73 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRRN, fuere mayor o igual a 382 ppbv. 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 SO<sub>2</sub>, 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 en los últimos años. Del mismo modo, se evaluó la concentración anual para cada año, donde se obtuvo que, durante el periodo analizado, las concentraciones en las estaciones evaluadas se encontraron por debajo del 80% del límite de 764 ppbv. Cabe señalar que, en la estación SM3 no fue posible realizar la evaluación de la norma horaria por presentar un porcentaje de datos validos inferior al 75%.

En la Tabla 18 se presenta un resumen con el cálculo del percentil 99,73 de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub> en todas las estaciones de monitoreo analizadas.

**Tabla 18 Evaluación de la norma secundaria horaria para SO<sub>2</sub> durante el período 2019 al 2021**

Estación	Percentil 99,73 Año 2019 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2019 (764 ppbv)	Percentil 99,73 Año 2020 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2020 (764 ppbv)	Percentil 99,73 Año 2021 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2021 (764 ppbv)	Promedio Trianual 2019-2020-2021 (ppbv)	% de la Norma Horaria Promedio Trianual (382 ppbv)
SM-1	3,50	0,5	3,20	0,4	3,30	0,4	3,33	0,9
SM-2	8,90	1,2	5,20	0,7	7,50	1,0	7,20	1,9
SM-3	2,90	0,4	----	----	3,70	0,5	----	----
SM-4	7,70	1,0	6,20	0,8	7,60	1,0	7,17	1,9
SM-5	8,30	1,1	5,70	0,7	7,40	1,0	7,13	1,9
SM-6	4,20	0,5	5,30	0,7	4,00	0,5	4,50	1,2
SM-7	7,30	1,0	3,80	0,5	4,10	0,5	5,07	1,3
SM-8	3,60	0,5	8,60	1,1	4,20	0,5	5,47	1,4

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



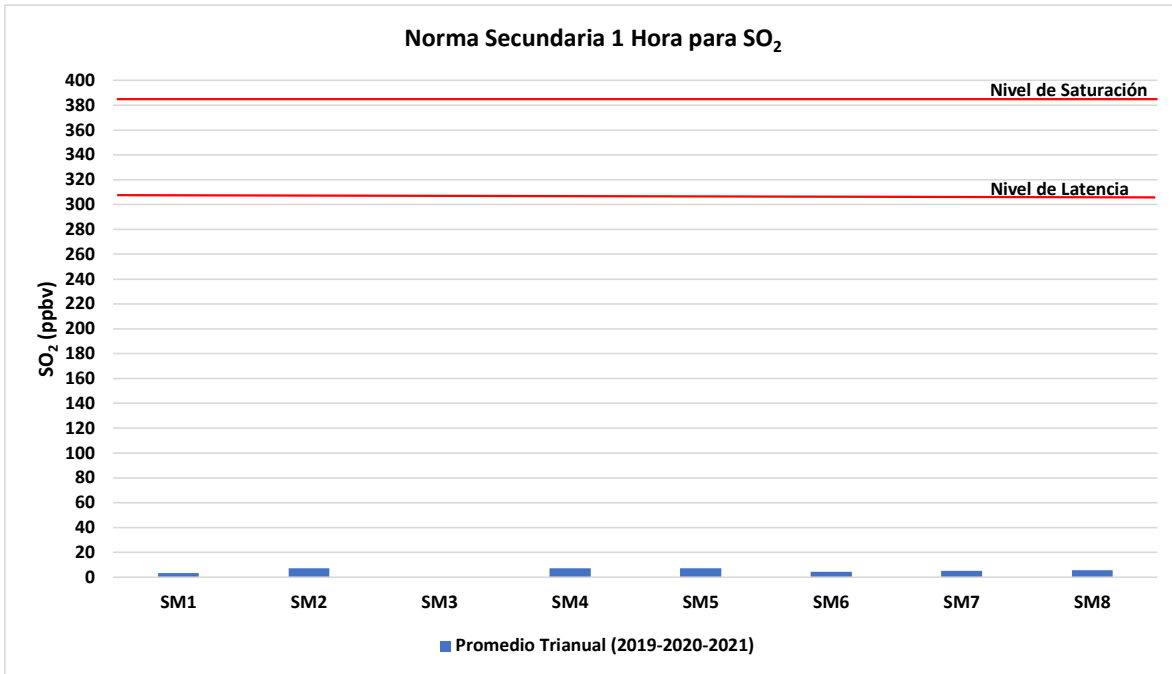


Gráfico 6 Norma secundaria 1 hora para SO<sub>2</sub>, promedio trianual durante el período 2019 al 2021.

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.

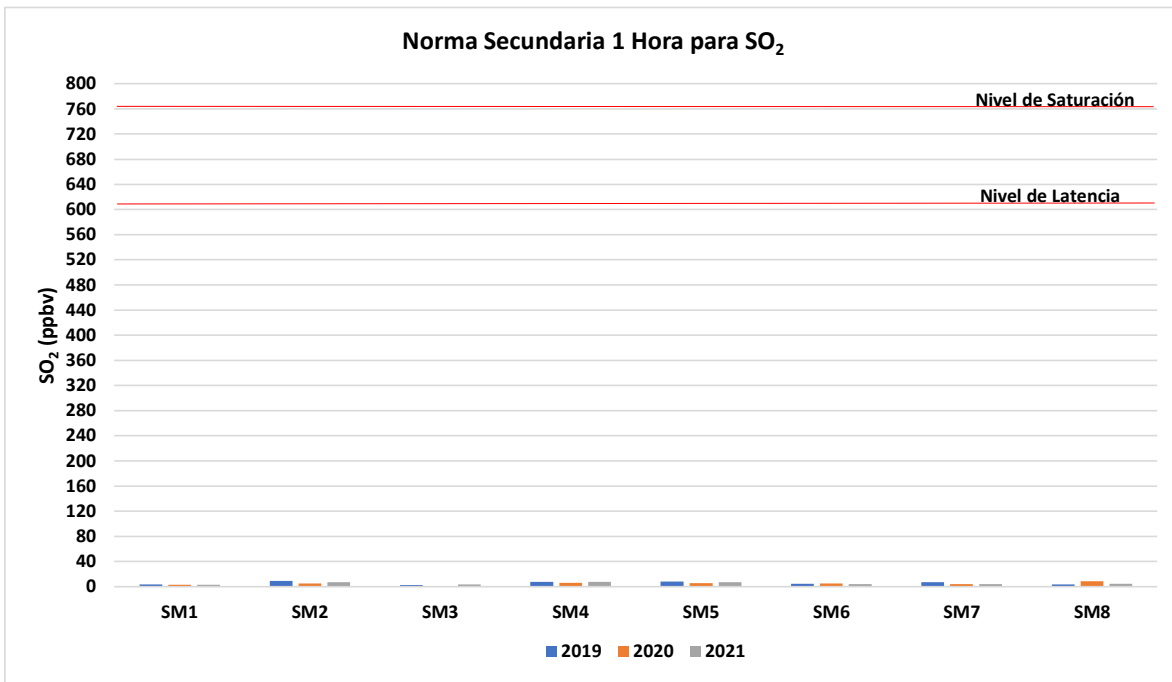


Gráfico 7 Norma secundaria 1 hora para SO<sub>2</sub>, período 2019 al 2021



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

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria para SO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 99,7 de las concentraciones de 24 horas registradas cada año, en cualquier estación 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 2019 al 2021, como promedio trianual y el porcentaje respecto a la norma 24 horas, constatándose que la mayoría de las estaciones registraron porcentajes por debajo del 80% del límite de la norma de 24 horas, solo en la estación SM3 no fue posible realizar la evaluación por presentar un porcentaje de datos validos inferior al 75%. 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 24 horas para SO<sub>2</sub> durante el período 2019 al 2021**

Estación	Percentil 99,7 Año 2019 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2019 (280 ppbv)	Percentil 99,7 Año 2020 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2020 (280 ppbv)	Percentil 99,7 Año 2021 (ppbv)	% de la Norma 24 horas 2021 (280 ppbv)	Promedio Trianual 24 horas 2019-2020-2021 (ppbv)	% de la Norma 24 horas (140 ppbv)
SM-1	2,68	1,0	2,48	0,9	3,29	1,2	2,82	2,0
SM-2	7,43	2,7	3,44	1,2	4,62	1,6	5,16	3,7
SM-3	2,66	1,0	---	---	2,31	0,8	---	---
SM-4	4,20	1,5	5,04	1,8	3,93	1,4	4,39	3,1
SM-5	4,32	1,5	3,08	1,1	3,55	1,3	3,65	2,6
SM-6	2,36	0,8	2,67	1,0	2,38	0,9	2,47	1,8
SM-7	3,85	1,4	2,63	0,9	2,88	1,0	3,12	2,2
SM-8	2,04	0,7	5,83	2,1	2,80	1,0	3,56	2,5

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



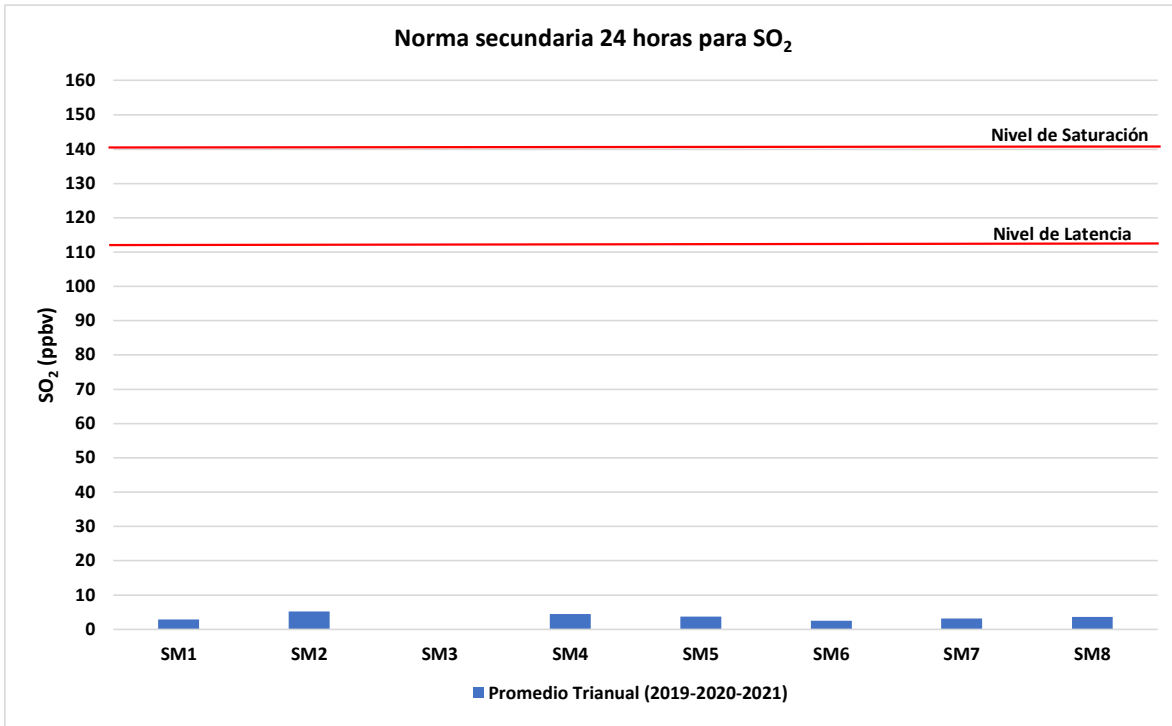


Gráfico 8 Norma secundaria 24 horas para SO<sub>2</sub>, promedio trianual período 2019 al 2021

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.

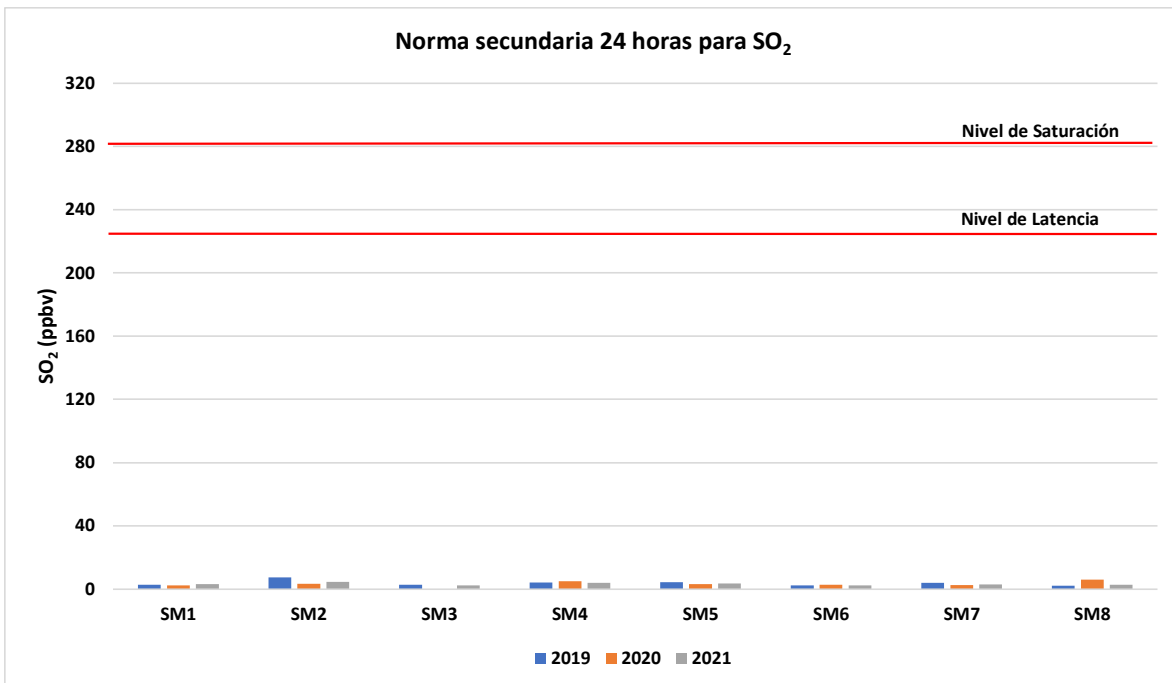


Gráfico 9 Norma secundaria 24 horas para SO<sub>2</sub>, período 2019 al 2021



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

El periodo de evaluación de superación de la norma secundaria de calidad del aire de SO<sub>2</sub> como concentración anual, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. Se debe señalar que se considerará sobrepasada la norma secundaria de calidad de aire para SO<sub>2</sub> como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores de concentración anual, en cualquier estación monitorea 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 monitorea 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, 2019 al 2021, y el porcentaje respecto de la norma anual, constatándose que la mayoría de las estaciones registraron porcentajes por debajo del 80% del límite (31 ppbv) de la norma anual, y solo en la estación SM3 no fue posible realizar la evaluación por presentar un porcentaje de datos validos inferior al 75%. 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<sub>2</sub> durante el período 2019 al 2021**

Estación	Concentración Anual 2019 (ppbv)	% de la Norma Anual 2019 (62 ppbv)	Concentración Anual 2020 (ppbv)	% de la Norma Anual 2020 (62 ppbv)	Concentración Anual 2021 (ppbv)	% de la Norma Anual 2021 (62 ppbv)	Promedio Trianual (2019-2020-2021) (ppbv)	% de la Norma Anual (31 ppbv)
SM-1	1,62	2,6	1,50	2,4	1,27	2,1	1,46	4,7
SM-2	1,40	2,3	2,34	3,8	3,17	5,1	2,30	7,4
SM-3	2,00	3,2	---	---	2,24	3,6	---	---
SM-4	2,21	3,6	1,44	2,3	1,32	2,1	1,66	5,3
SM-5	2,29	3,7	2,37	3,8	1,91	3,1	2,19	7,1
SM-6	1,67	2,7	1,80	2,9	1,93	3,1	1,80	5,8
SM-7	1,92	3,1	2,08	3,4	2,22	3,6	2,07	6,7
SM-8	1,45	2,3	2,04	3,3	2,28	3,7	1,92	6,2

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



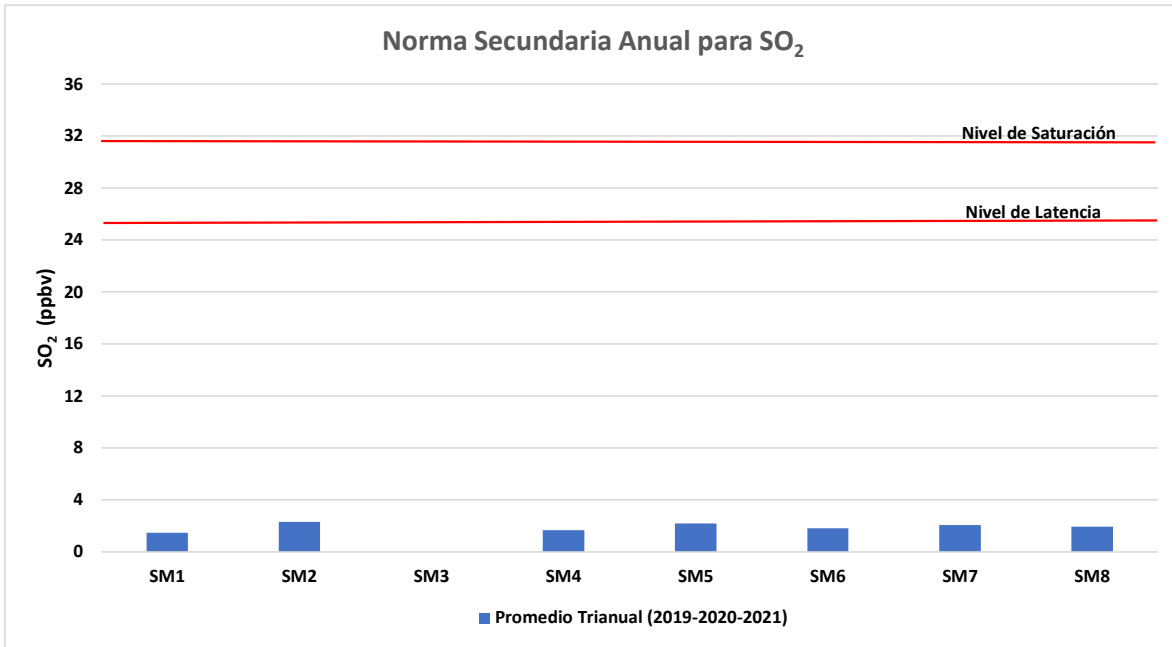


Gráfico 10 Norma secundaria anual para SO<sub>2</sub>, promedio trianual período 2019 al 2021

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

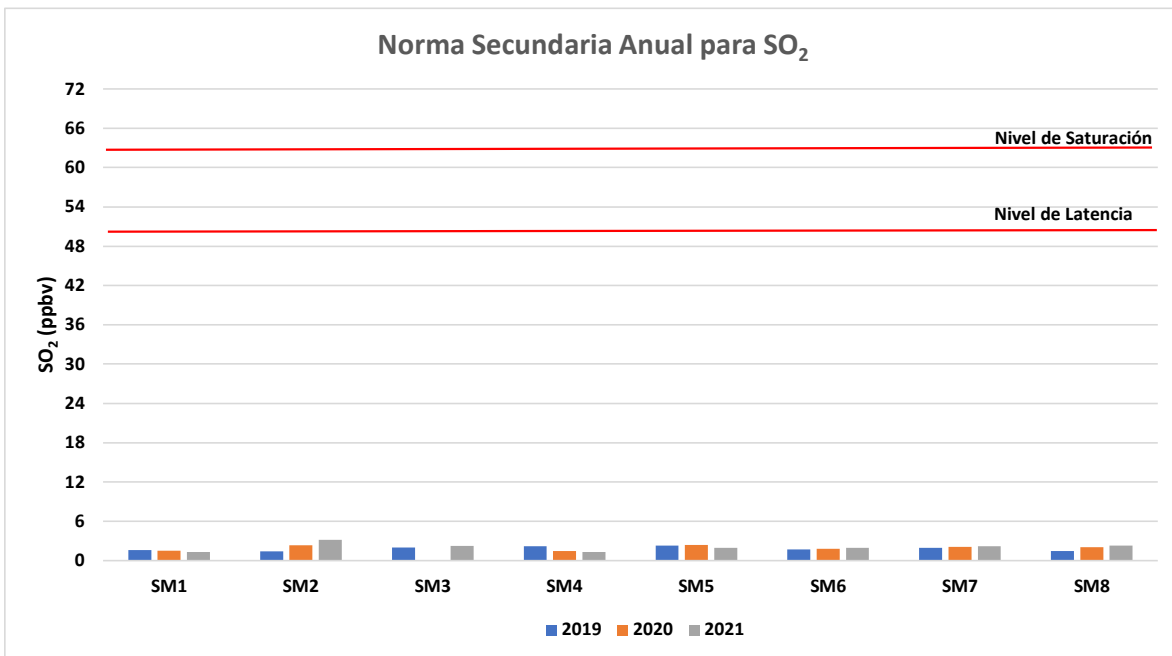


Gráfico 11 Norma secundaria anual para SO<sub>2</sub>, período 2019 al 2021



## 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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En las tablas, Tabla 21 y Tabla 22, 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<sup>2</sup>día, como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 21, 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/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta observada en la estación 6 en el mes de diciembre con 262 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 175% de la norma mensual.

**Tabla 21 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 <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> 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, por reposición de embudos sustraídos, se ingresan nuevos valores del área.

Por su parte, en la Tabla 22, se observa que para el año 2020 en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no fue superada, a excepción del mes de octubre en la estación 1, noviembre en estación 6 y diciembre en 4 estaciones, se superó la norma de 150 mg/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta observada la de estación 6 en el mes de noviembre con 226,1 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 151% de la norma mensual.





Tabla 22 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2020

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)
ENE	64,7	43	96,2	64	75,9	51	113,4	76	87,8	59	77,4	52
FEB	47,1	31	56,5	38	48,4	32	124,7	83	57,3	38	90,8	61
MAR	54,4	36	75,7	50	45,7	30	59,2	39	48,8	33	46,8	31
ABR	44,5	30	55,9	37	43,5	29	53,4	36	55,9	37	45,1	30
MAY	50,7	34	51,4	34	44,3	30	46	31	60,5	40	47,8	32
JUN	50,6	34	61,1	41	40,3	27	41,7	28	54,8	37	43,3	29
JUL	71	47	80,8	54	67,4	45	93,1	62	77,4	52	57,0	38
AGO	53,2	35	65,7	44	54,2	36	58,9	39	87,0	58	55,4	37
SEP	22,7	15	76,5	51	56,7	38	84,1	56	84,1	56	65,6	44
OCT	197	131	105,9	71	79,5	53	114,9	77	81,0	54	96,6	64
NOV	102,8	69	134,0	89	80,0	53	116,9	78	90,9	61	226,1	151
DIC	189,9	127	205,9	137	136,4	91	169,1	113	147,6	98	157,6	105

Finalmente, en la Tabla 23, se observa que para el año 2021 en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no fue superada, a excepción del mes de marzo en la estación 4, noviembre en estación 2 y diciembre en todas estaciones, se superó la norma de 150 mg/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta observada en la estación 2 en el mes de diciembre con 377,7 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 252% de la norma mensual.

Tabla 23 Concentración mensual para MPS para el periodo del 2021

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 150 (mg/m <sup>2</sup> día)
ENE	95,0	63	126,1	84	72,8	49	92,5	62	74,1	49	88,8	59
FEB	79,1	53	66,5	44	51,1	34	63,8	43	48,8	33	64	43
MAR	73,1	49	104,5	70	77,2	51	158,7	106	81,2	54	85,8	57
ABR	55,6	37	82,8	55	67,4	45	96,3	64	59,9	40	61,9	41
MAY	69,5	46	107,6	72	58	39	51,2	34	62,6	42	50,6	34
JUN	30,8	21	38,6	26	45,4	30	56,3	38	29,4	20	25,1	17
JUL	27,8	19	26,8	18	46,5	31	33,2	22	23,6	16	35,6	24
AGO	38,9	26	97,1	65	35,6	24	51,1	34	39,9	27	37,3	25
SEP	70,8	47	100,5	67	74,8	50	79,9	53	77,1	51	84,3	56
OCT	61,3	41	127,8	85	64,6	43	84,8	57	142,3	95	89,7	60
NOV	64,9	43	151,6	101	93,7	62	114,5	76	104,2	69	127,9	85
DIC	175,6	117	377,7	252	240,9	161	228,2	152	229,0	153	236,1	157



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.

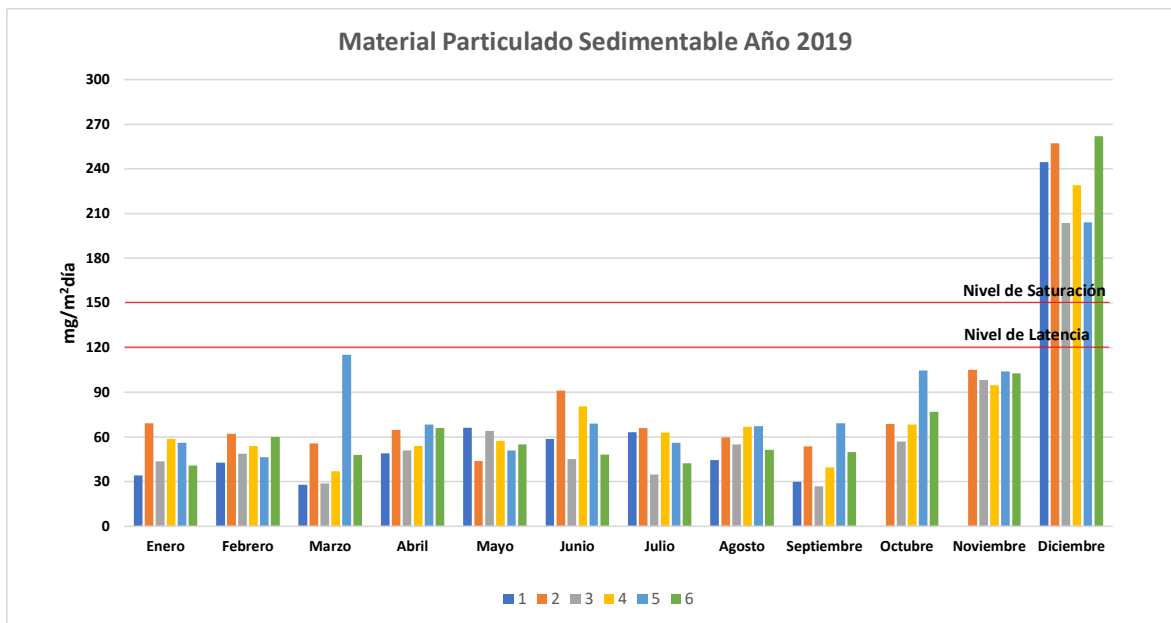


Gráfico 12 Concentración mensual de MPS para el año 2019

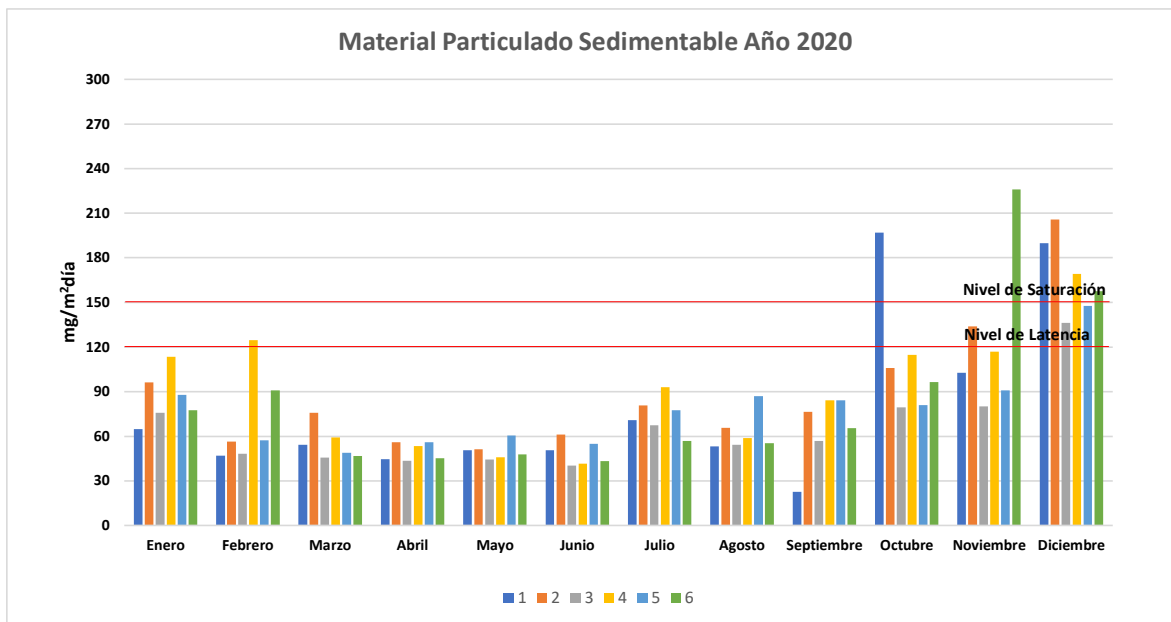
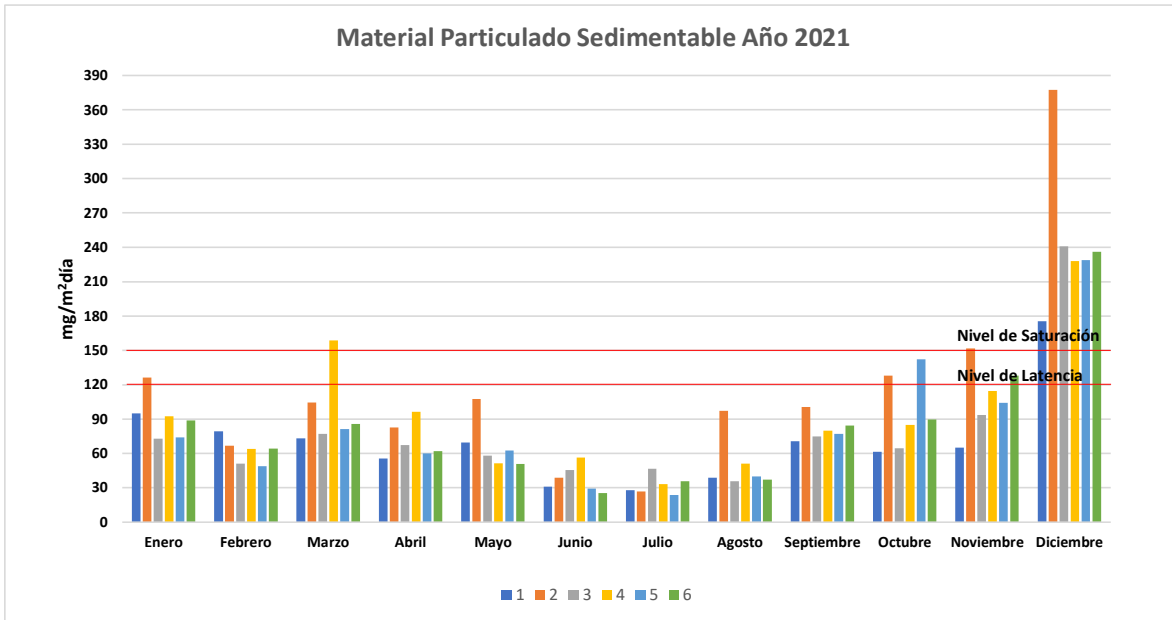


Gráfico 13 Concentración mensual de MPS para el año 2020





**Gráfico 14 Concentración mensual de MPS para el año 2021**



#### 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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. 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<sup>2</sup>día, como concentración media aritmética anual. De la Tabla 24, se observa que la norma anual por MPS no fue superada en los años 2019 y 2020, pero si se observa superación al 80% del límite de la norma anual. En el año 2021 se observa que la norma anual por MPS fue superada en la estación 2 con una concentración de 117,3 mg/m<sup>2</sup>día, por otra parte, en tres (3) estaciones se observa superación al 80% de la norma anual.

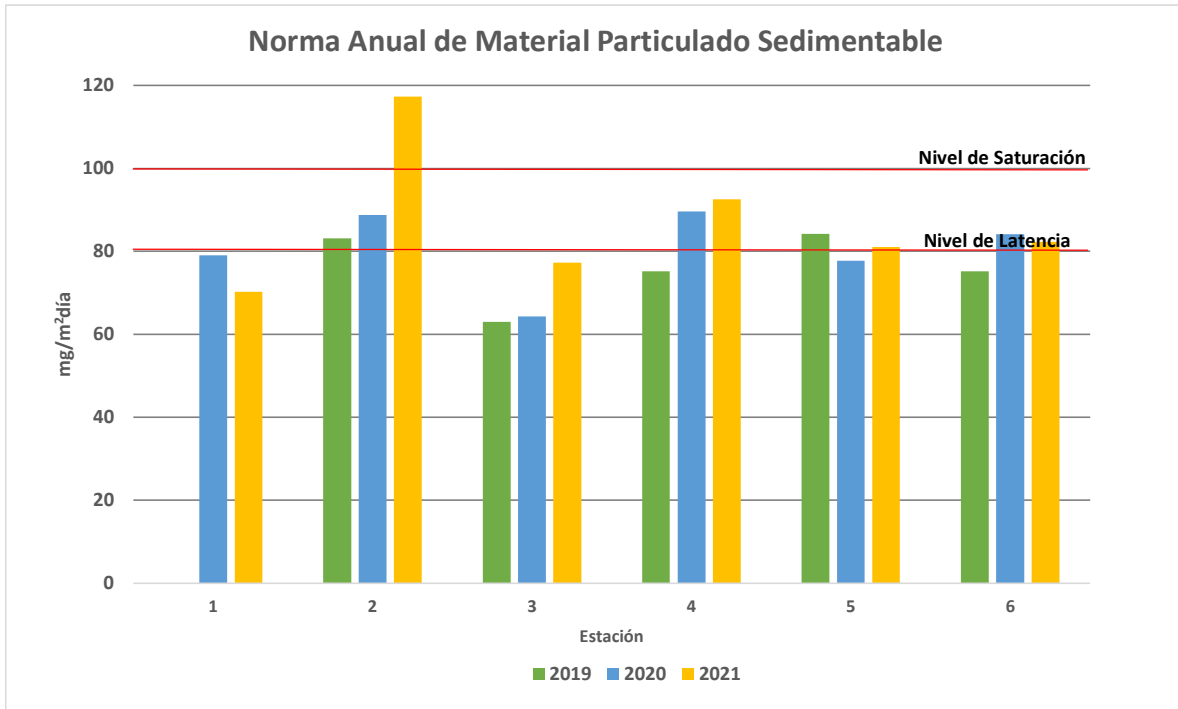
**Tabla 24 Concentración anual de MPS para el periodo del 2019 al 2021**

Estación	Concentración Anual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Anual 2019 100 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Anual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Anual 2020 100 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Anual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Anual 2021 100 (mg/m <sup>2</sup> día)
1	(*)	(*)	79,1	79,1	70,2	70,2
2	83,1	83,1	88,8	88,8	<b>117,3</b>	<b>117,3</b>
3	63,0	63,0	64,4	64,4	77,3	77,3
4	75,2	75,2	89,6	89,6	92,5	92,5
5	84,2	84,2	77,8	77,8	81,0	81,0
6	75,2	75,2	84,1	84,1	82,3	82,3

\*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 2019, 2020 y 2021.





**Gráfico 15 Concentración anual de MPS para los años 2019, 2020 y 2021**



### 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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021.

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<sup>2</sup>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<sup>2</sup>día como concentración media aritmética mensual.

En la Tabla 25, 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/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día 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 observa superación al 80% de la norma.

**Tabla 25 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 <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> 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 <sup>1</sup>	20,82	69,4	17,63	58,8	20,43	68,1	16,48	54,9	18,68	62,3	16,16	53,9
DIC <sup>2</sup>	28,49	47,5	25,71	42,9	24,26	40,4	25,22	42,0	23,89	39,8	19,34	32,2

\*: 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, por reposición de embudos sustraídos, se ingresan nuevos valores del área. <sup>1</sup>Reporte de primera quincena de diciembre. <sup>2</sup>Reporte de segunda quincena de diciembre.



En la Tabla 26, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2020, 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/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS no fue superada, pero se observa superación al 80% del límite de la norma en noviembre en las estaciones 2, 3 y 4, con concentraciones de 24,64 mg/m<sup>2</sup>día, 26,3 mg/m<sup>2</sup>día y 25,6 mg/m<sup>2</sup>día, respectivamente.

**Tabla 26 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2020**

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)
ENE	18,39	31	18,26	30	20,6	34	24,33	41	20,95	35	13,95	23
FEB	4,98	8	3	5	4,33	7	15,44	26	5,70	10	5,07	8
MAR	9,29	15	3,47	6	9,14	15	10,17	17	9,19	15	7,63	13
ABR	9,92	17	9,79	16	11,06	18	13,05	22	15,2	25	10,72	18
MAY	8,88	15	9,11	15	11,34	19	9,18	15	12,27	20	9,16	15
JUN	10,66	18	10,52	18	10,31	17	8,32	14	11,11	19	8,30	14
JUL	16,54	28	14,64	24	10,78	18	13,84	23	11,39	19	11,09	18
AGO	5,98	10	7,27	12	7,78	13	7,85	13	7,86	13	6,73	11
Mes	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)
SEP	3,95	13	7,91	26	9,8	33	8,76	29	9,49	32	9,68	32
OCT	16,57	55	7,7	26	12,55	42	11,3	38	6,88	23	12,56	42
NOV	17,72	59	24,64	82	26,3	88	25,6	85	22,55	75	9,52	32
DIC <sup>1</sup>	17,30	58	16,47	55	15,58	52	14,57	49	14,11	47	13,25	44
DIC <sup>2</sup>	11,97	20	7,49	12	11,7	20	8,31	14	12,14	20	10,32	17

<sup>1</sup>Reporte de primera quincena de diciembre. <sup>2</sup>Reporte de segunda quincena de diciembre.

En la Tabla 27, se calcularon las concentraciones mensuales de Hierro en MPS para el año 2021, 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/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue superada solo en la estación 2 en la segunda quincena de diciembre con 76,6 mg/m<sup>2</sup>día, y también se observa superación al 80% del límite de la norma en noviembre y primera quincena de diciembre en la estación 6, con concentraciones de 27,2 mg/m<sup>2</sup>día y 24,9 mg/m<sup>2</sup>día, respectivamente.



Tabla 27 Concentración mensual para Hierro en MPS para el periodo del 2021

Mes	Estación 1		Estación 2		Estación 3		Estación 4		Estación 5		Estación 6	
	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 60 (mg/m <sup>2</sup> día)
ENE	17,57	29	18,52	31	17,12	29	16,11	27	19,06	32	19,69	33
FEB	11,86	20	4,63	8	7,52	13	10,16	17	7,66	13	8,48	14
MAR	11,55	19	17,06	28	19,02	32	28,2	47	14,69	24	16,52	28
ABR	10,8	18	12,1	20	16	27	13,5	23	13,1	22	10,2	17
MAY	12,9	22	13,3	22	12,9	22	10,9	18	11,6	19	11,2	19
JUN	9,6	16	4,6	8	2	3	5,5	9	3,8	6	3,5	6
JUL	1	2	4,2	7	6	10	7	12	5,7	10	4,4	7
AGO	10,2	17	14,1	24	10	17	0,5	1	7,9	13	10,1	17
Mes	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Mensual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Mensual 30 (mg/m <sup>2</sup> día)
SEP	17,2	57	13,7	46	20,1	67	14,2	47	13,2	44	14,8	49
OCT	6,8	23	7,9	26	8,7	29	6,6	22	8,9	30	6	20
NOV	3,8	13	11,9	40	3,6	12	15,6	52	13,6	45	27,2	91
DIC <sup>1</sup>	16,5	55	18,2	61	15,9	53	19,9	66	22,2	74	24,9	83
DIC <sup>2</sup>	1,7	3	76,6	128	13,4	22	9,2	15	11,8	20	31,1	52

<sup>1</sup>Reporte de primera quincena de diciembre. <sup>2</sup>Reporte de segunda quincena de diciembre





#### 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 2019 y el día 31 de diciembre de 2021.

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<sup>2</sup>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 fue superada en ninguna de las estaciones en los años 2019, 2020 y 2021. Cabe señalar que, la concentración más alta durante el año 2021 se observa en la estación 2 con 18,1 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente al 60% de valor límite de la norma anual de hierro en MPS.

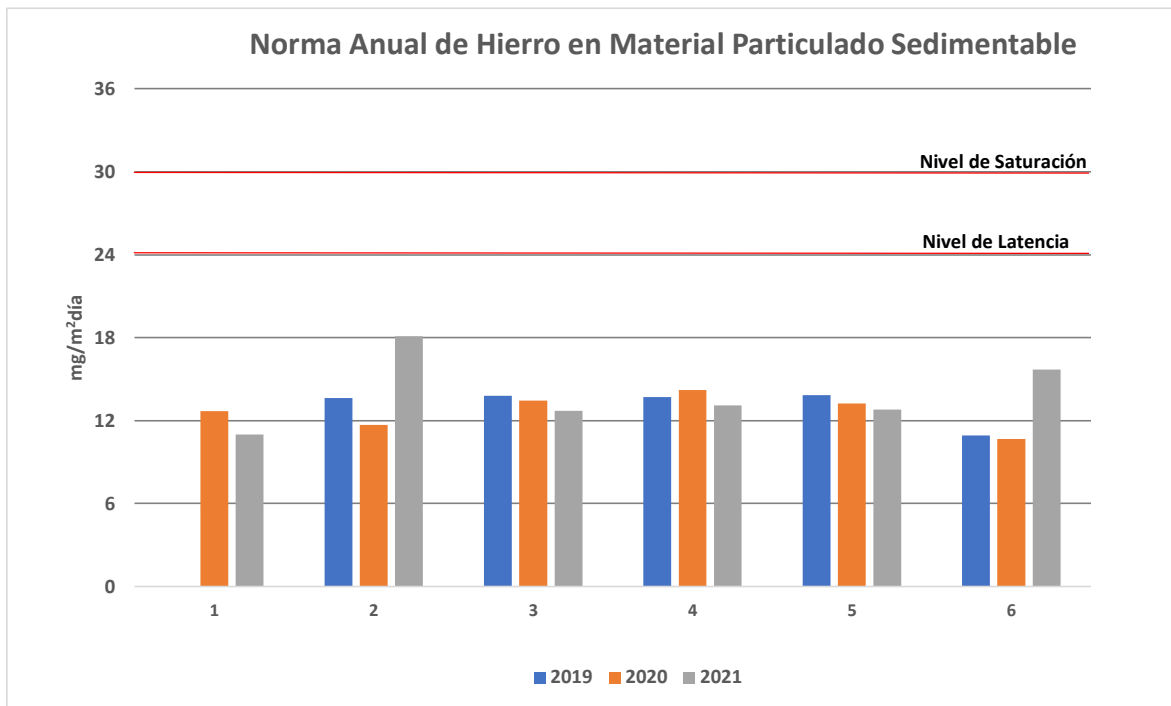
**Tabla 28 Concentración anual para Hierro en MPS para el periodo del 2019-2021**

Estación	Concentración Anual 2019 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Anual 2019 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Anual 2020 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Anual 2020 30 (mg/m <sup>2</sup> día)	Concentración Anual 2021 (mg/m <sup>2</sup> día)	% de la Norma Anual 2021 30 (mg/m <sup>2</sup> día)
1	(*)	(*)	12,7	42,3	11,0	37
2	13,6	45,5	11,7	39,0	18,1	60
3	13,8	46,0	13,4	44,8	12,7	42
4	13,7	45,7	14,2	47,4	13,1	44
5	13,9	46,2	13,2	44,1	12,8	43
6	11,0	36,7	10,7	35,6	15,7	52

\*El número de meses es menor a lo requerido en la norma y no es posible 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 2019, 2020 y 2021**



## 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 2019 y el 31 de diciembre de 2021, considerándose válida la información generada de las mediciones de MP10, Pb, MPS, Hierro en MPS, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, 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<sub>2</sub>) y representatividad para recursos naturales en el caso de la norma secundaria (SO<sub>2</sub>), 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 2018 y 2019 se utilizaron los datos auditados por esta Superintendencia y publicados en los informes de fiscalización DFZ-2019-256-III-NC y DFZ-2020-3852-III-NC, respectivamente.

### Norma de calidad del aire para MP10

A partir de la evaluación de la de norma de MP10 de 24 horas (150 µg/m<sup>3</sup>N), se concluyó que los valores de las concentraciones obtenidas para el periodo analizado entre los años 2019 al 2021, no superaron el límite de la norma 24 horas ni el 80% de la norma. La evaluación determinó que para el año 2019, las estaciones evaluadas EME- M, EME- F y Huasco II, presentaron concentraciones de 77 µg/m<sup>3</sup>N, 74 µg/m<sup>3</sup>N y 59 µg/m<sup>3</sup>N, respectivamente, concentraciones por debajo del 80% del límite de la norma de 24 horas. Respecto del año 2020 la evaluación de la norma de 24 horas determinó que no se superó el 80% de la norma en las estaciones de EME- F, EME- M y Huasco II, y las concentraciones obtenidas a través del percentil 98 fueron de 74 µg/m<sup>3</sup>N, 70 µg/m<sup>3</sup>N y 45 µg/m<sup>3</sup>N, respectivamente. Finalmente, para el año 2021 las estaciones evaluadas Huasco II, EME- M y EME- F presentaron concentraciones de 78 µg/m<sup>3</sup>N, 74 µg/m<sup>3</sup>N y 57 µg/m<sup>3</sup>N, respectivamente, concentraciones por debajo del 80% del límite de la norma de 24 horas.

Respecto del cumplimiento de la norma anual de MP10, que establece como límite una concentración de 50 µg/m<sup>3</sup>N, se concluye que ésta no fue superada en ninguna de las estaciones con calificación EMRP, para el periodo comprendido entre los años 2019 y 2021. Y las concentraciones determinadas mediante el promedio trianual en las estaciones EME-F y EME-M, correspondieron a 35 µg/m<sup>3</sup>N y 33 µg/m<sup>3</sup>N, equivalentes al 70% y 66% del límite de la norma anual, respectivamente. Por otra parte, la estación Huasco II presentó una concentración promedio trianual de 28 µg/m<sup>3</sup>N, equivalente al 56% del límite de la norma anual.

### Norma primaria de calidad del aire para NO<sub>2</sub>

La evaluación de la norma de 1 hora para NO<sub>2</sub> 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 y 2021.

Para el caso de la norma NO<sub>2</sub> a nivel anual, que establece como límite 53 ppbv, con los valores obtenidos se determinó que la norma anual para NO<sub>2</sub> no fue posible evaluarla, esto debido a que en ambas estaciones en estudio en el año 2019 y 2021, presentaron 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 NO<sub>2</sub>.

### **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<sup>3</sup>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 (2020-2021) fue de 0,002 µg/m<sup>3</sup>N, correspondiente al 0,4% de la norma anual de plomo.

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

La evaluación del cumplimiento de la norma secundaria de SO<sub>2</sub> como concentración horaria (382 ppbv), para el periodo entre 2019 y 2021, concluye que en las 7 estaciones de la red la norma horaria no fue superada, registrando concentraciones como promedio trianual, de los percentiles 99,73, menor o igual al 2% 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 SO<sub>2</sub>.

La evaluación de la norma secundaria de 24 horas, que establece como límite 140 ppbv, en las 7 estaciones de la red muestra que el promedio trianual de los percentiles 99,7 para el periodo entre el 2019 y 2021, 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% del límite de la norma.

Del análisis de la norma anual secundaria, que establece como límite 31 ppbv, se constató que las 7 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 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.



Cabe señalar que, solo en la estación SM3 no fue posible evaluar la norma secundaria de SO<sub>2</sub> a nivel horario, 24 horas y anual, esto debido a que presento un porcentaje de datos validos menor al 75% y no cumple con lo requerido en el artículo 9° del D.S. N°22/2010 del MINSEGPRES.

### **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 las 6 estaciones de la red, para el año 2019 se determinó que en la mayoría de los meses la norma no fue superada, a excepción del mes de diciembre que en las 6 estaciones se superó la norma de 150 mg/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta la observada en la estación 6 en el mes de diciembre con 262 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 175% del límite de la norma mensual.

Por su parte, la evaluación de la normal de MPS a nivel mensual en las 6 estaciones de la red, para el año el 2020 también se observó que en la mayoría de los meses la norma mensual de MPS no fue superada, a excepción del mes de octubre en la estación 1, noviembre en estación 6 y diciembre en 4 estaciones, se superó la norma de 150 mg/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta observada la de estación 6 en el mes de noviembre con 226,1 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 151% de la norma mensual.

Finalmente, para el año 2021 la evaluación de la norma mensual de MPS en las 6 estaciones de la red, determinó que la mayoría de los meses la norma no fue superada, a excepción del mes de marzo en la estación 4, noviembre en estación 2 y diciembre en todas estaciones, se superó la norma de 150 mg/m<sup>2</sup>día, siendo la concentración más alta observada en la estación 2 en el mes de diciembre con 377,7 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente a 252% 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<sup>2</sup>día, determinó que para los años 2019 y 2020 no se observó superación a la norma anual, pero si se observa superación al 80% del límite de la norma anual. Finalmente, para el año 2021 se observa que la norma anual por MPS fue superada en la estación 2, con una concentración de 117,3 mg/m<sup>2</sup>día.

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

La evaluación de la norma mensual de Hierro en MPS en las 6 estaciones de la red, determinó que para el año 2019 la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día 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 observa superación al 80% de la norma.

Por su parte, la evaluación de Hierro en MPS en las 6 estaciones de la red, para el año 2020 determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS no fue superada, pero se observa superación al 80% del límite de la norma en



noviembre en las estaciones 2, 3 y 4, con concentraciones de 24,64 mg/m<sup>2</sup>día, 26,3 mg/m<sup>2</sup>día y 25,6 mg/m<sup>2</sup>día, respectivamente.

Finalmente, para el año 2021, la evaluación de Hierro en MPS en las 6 estaciones de la red, determinó que la norma mensual no fue superada entre los meses de enero a agosto al compararla con el límite de 60 mg/m<sup>2</sup>día. En relación con el límite de 30 mg/m<sup>2</sup>día para los meses de septiembre, octubre, noviembre y primera mitad de diciembre, se determinó que la norma de Hierro en MPS fue superada solo en la estación 2 en la segunda quincena de diciembre con 76,6 mg/m<sup>2</sup>día, y también se observa superación al 80% del límite de la norma en noviembre y primera quincena de diciembre en la estación 6, con concentraciones de 27,2 mg/m<sup>2</sup>día y 24,9 mg/m<sup>2</sup>día, respectivamente.

El cálculo y análisis de la norma anual de Hierro en MPS, que establece como límite 30 mg/m<sup>2</sup>día de Hierro, determinó que la norma no fue superada en ninguna de las 6 estaciones en los años 2019, 2020 y 2021. Cabe señalar que, la concentración más alta durante el año 2021 se observa en la estación 2 con 18,1 mg/m<sup>2</sup>día, equivalente al 60% de valor límite de la norma anual de hierro en MPS.



## 8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP, EMRPG y EMRRN.
2	Datos de calidad del aire para el año 2021.

