



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMA DE CALIDAD DEL AIRE POR
MP10 Y SO₂

RED DE CALIDAD DEL AIRE DE CATEMU
REGIÓN DE VALPARAÍSO

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN Y CUMPLIMIENTO AMBIENTAL

DFZ-2022-273-V-NC

MARZO 2022

	Nombre	Firma
Aprobador	Juan Pablo Rodríguez	<input checked="" type="checkbox"/>  Juan Pablo Rodríguez Fernandez Jefe Sección Calidad Aire y Cambio Climático
Revisor	Karin Salazar N.	<input checked="" type="checkbox"/>  Karin Salazar N. Profesional División de Fiscalización Firmado por: KARIN LETICIA SALAZAR NAVARRETE
Elaborador	Isabel Leiva Campos	<input checked="" type="checkbox"/>  Isabel Leiva C. Profesional División de Fiscalización Firmado por: isabel.leiva@sma.gob.cl

TABLA DE CONTENIDOS

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
1. RESUMEN EJECUTIVO	3
2. INTRODUCCIÓN	5
3. OBJETIVOS.....	7
4. ALCANCE	7
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS	8
5.1. ESTACIONES DECLARADAS COMO EMRP DE MP10 Y SO ₂	8
5.2. DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE CATEMU.....	10
5.3. AUDITORÍA DE DATOS	11
6. RESULTADOS	15
6.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10.....	15
6.1.1. <i>Evaluación de la norma 24 horas para MP10</i>	<i>15</i>
6.1.2. <i>Evaluación de la norma anual para MP10</i>	<i>16</i>
6.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA PRIMARIA SO ₂	17
6.2.1. <i>Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO₂.....</i>	<i>17</i>
6.2.2. <i>Evaluación de la norma primaria 24 horas SO₂.....</i>	<i>21</i>
6.2.3. <i>Evaluación de la norma primaria anual de SO₂.....</i>	<i>23</i>
7. CONCLUSIONES	26
8. ANEXOS	28

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para MP10, contenida en el D.S. N° 59/1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y la norma primaria para SO₂, contenida en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente. Lo anterior de acuerdo con 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, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización de la norma primaria de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP10 y SO₂, donde se consideraron los datos validados proporcionados por el titular Anglo American Sur S.A. Se realizó una auditoría de validación de los datos enviados por el titular, correspondientes a los datos registrados por las estaciones calificadas como de representatividad poblacional para MP10 (EMRP) y representatividad poblacional para SO₂ (EMRPG). Las 4 estaciones declaradas con representatividad poblacional corresponden a: Catemu, Lo Campo, Romeral y Santa Margarita.

El análisis de datos de MP10 y SO₂, se realizó con las mediciones correspondiente al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021, periodo en el cual se utilizaron instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en la norma primaria de calidad del aire para MP10, que indica que los datos deben ser reportados de acuerdo con lo establecido el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, de Ministerio de Salud. Para el cálculo del promedio diario en instrumentos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado. En el caso del SO₂ se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, de acuerdo con los criterios establecidos en la norma de SO₂.

Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2019, 2020 y 2021, y que fija como límite un valor de 150 µg/m³N, determinó mediante el análisis de los datos de MP10 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas en las 2 estaciones que cuentan con EMRP por MP10, lo que concluyó que la norma de 24 horas no fue superada en el periodo evaluado. Cabe señalar que, las concentraciones en la estación Catemu sobrepasaron el 80 % del límite de la norma de 24 horas, en el año 2019 con una concentración de 146 µg/m³N, en tanto, en el año 2020 y 2021 el valor de la norma para 24 horas no fue superado y las concentraciones obtenidas fueron de

117 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (78%) y 116 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (77%). Por otra parte, las concentraciones en la estación Lo Campo, no superaron la norma de 24 horas ni el 80% del valor límite de la norma en todo el periodo evaluado.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del promedio trianual (2019-2020-2021). De acuerdo con el análisis, se determinó que la norma anual de MP10 fue superada en la estación de Catemu, con una concentración promedio trianual de 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 134% del valor límite de la norma anual. Por otra parte, en la estación Lo Campo se determinó una concentración promedio trianual fue de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente a un 82% del valor establecido en la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂, que establece como límite 134 ppbv (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 98,5 de tres años calendario sucesivos, entre el año 2019 y el año 2021, se determinó que la Norma primaria horaria no fue superada. Respecto al análisis de los valores obtenidos del cálculo del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora de cada uno de los años de periodo analizado, el cual establece que la norma se considerará sobrepasada si fuere mayor o igual al doble del valor de la norma, bajo esta segunda condición (b) ninguna de las estaciones presenta superación. Cabe señalar que, la concentración más alta se registró en la estación Santa Margarita con 94,62 ppbv, correspondiente al 71% del valor límite de la norma horaria.

Por otra parte, la evaluación de la norma primaria de SO₂, de 24 horas, que establece como límite de 57 ppbv (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) para tres años consecutivos, determinó que la norma no fue superada y tampoco el 80% del valor límite de la norma de 24 horas. La concentración más alta se observa en la estación Santa Margarita con una concentración promedio trianual de 40,72 ppbv, equivalente al 71% del valor límite de la norma de 24 horas. Respecto del análisis en un año calendario, la norma señala que podrá considerarse superada si la concentración determinada mediante el percentil 99 fuere mayor o igual al doble del valor de la norma, de acuerdo con esta segunda condición (b) la norma de 24 horas no fue superada durante el periodo en estudio.

Respecto de la norma anual, al analizar el período comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021, cuyo límite de la norma anual es de 23 ppbv (60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$) como promedio trianual de tres años consecutivos, se determinó que la norma anual no fue superada. Sin embargo, la estación Santa Margarita supero el 80% del valor establecido, con una concentración promedio trianual de 19,14 ppbv, equivalente al 83% del valor límite de la norma anual. La evaluación realizada para un año calendario tal como lo describe la norma, que señala que se considera sobrepasada si fuere mayor o igual al doble del valor de la norma, tanto para el año 2019, 2020, como el año 2021 no presentan superación para la segunda condición (b) descrita.

2. INTRODUCCIÓN

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.

En este orden de ideas, dentro del Programa de Fiscalización Ambiental de Normas de Calidad Ambiental para el año 2022, se presenta el informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2022-273-V-NC, en el cual se señalan los resultados de la auditoría de datos de los años 2019, 2020 y 2021, de las estaciones de la Red de Catemu y la evaluación de las normas de calidad primaria para MP10 y SO₂.

La comuna de Catemu pertenece a la provincia de San Felipe de Aconcagua en la Región de Valparaíso. La comuna de Catemu se ubica a 85 km de Santiago y a 95 km del puerto de Valparaíso, y posee una superficie de 361,6 km² con una población de 13.998 habitantes (CENSO 2017, INE).

En la comuna de Catemu se encuentra ubicada la localidad de Chagres, la que se encuentra declarada como zona latente para dióxido de azufre (SO₂), según el D.S. N° 185/1991 del Ministerio de Minería.

Por otra parte, a fines del año 2018, mediante el D.S. N°107, el Ministerio del Medio Ambiente declaró la provincia de Quillota y las comunas de Catemu, Panquehue y Llay-Llay, como zona saturada por material particulado MP10 a nivel anual, y latente a nivel diario (24 horas). Posteriormente, el 10 de marzo de 2021, mediante el D.S. N° 11 del Ministerio del Medio Ambiente, se declara Zona Latente por dióxido de azufre (SO₂) como concentración anual y de 24 horas, a la comuna de Catemu.

Otro antecedente relevante es que, a fines de 2018 se publicó la nueva norma de dióxido de azufre (SO₂), contenida en el D.S. N° 104, del Ministerio del Medio Ambiente, dicha norma establece límites de concentración a nivel de 24 horas y anual más restrictivos que la anterior norma D.S. N° 113/2002, del MINSEGPRES. Además, al comparar la nueva norma para SO₂ y la antigua norma (derogada), podemos indicar que esta nueva norma implementa un límite de concentración horaria que antes no existía.

Por lo antes expuesto, el presente informe da cuenta de la calidad del aire para MP10 y SO₂, para la comuna de Catemu. Corresponde manifestar que para este último contaminante se realiza una evaluación con los nuevos límites establecidos en el D.S. N°104/2018 del MMA, lo que permite conocer el estado actual de la calidad del aire en la comuna de Catemu.

Además, en el presente informe se realiza un análisis de la validez de las mediciones de MP10 y SO₂, informadas por el titular Anglo American Sur S.A, responsable de la red de vigilancia de calidad del

aire de Chagres y cuyas estaciones corresponden a: Catemu (El Arrayán), Lo Campo, Romeral y Santa Margarita. Cabe señalar que, las estaciones de Catemu (El Arrayán) y Lo Campo cuentan con calificación de representatividad poblacional (EMRP en adelante) por MP10 y las cuatro estaciones mencionadas cuentan con la calificación de representatividad poblacional para SO₂ (EMRPG).

En el proceso de auditoría y análisis de los datos se consideró la verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias de MP10 y SO₂; y el cumplimiento de las exigencias del D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N°30/2009, del Ministerio de Salud.

Estos antecedentes permitirán al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, de acuerdo 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 la norma de calidad del aire primaria para MP10 en su nivel diario y anual, además de la norma de calidad del aire primaria para SO₂ en su nivel horario, diario y anual; 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 y dióxido de azufre SO₂. Para evaluación de la normativa como promedio de tres años consecutivos, las concentraciones del año 2019 y 2020 de MP10 y SO₂, son obtenidas de los datos validados por esta Superintendencia y publicadas en el informe de fiscalización DFZ-2021-149-V-NC.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP10 y SO₂, realizadas por la red de vigilancia de calidad del aire de Catemu, en base a una auditoría de los datos del año 2021 y el informe de fiscalización DFZ-2021-149-V-NC.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP10 y SO₂ de la red de vigilancia de calidad del aire de Catemu, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP10 son: Catemu (El Arrayán) y Lo Campo. Por otra parte, las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de SO₂, que cumplen con ser estaciones con EMRPG para SO₂ son: Catemu (El Arrayán), Lo Campo, Romeral y Santa Margarita.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primarias de calidad vigentes para el periodo evaluado 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 y anual, según corresponda por contaminante y cuerpo normativo evaluado:

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

Norma	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República	MP10	No aplica	150 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N

Norma	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
D.S. N° 104/2018 del Ministerio de Medio Ambiente	SO ₂	134 ppbv (350 µg/m ³ N) (promedio del percentil 98,5 de 3 años)	57 ppbv (150 µg/m ³ N) (promedio del percentil 99 de 3 años)	23 ppbv (60 µg/m ³ N) (promedio trianual)

5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones de MP10 para el año 2019 y 2020, corresponden a los datos auditados y validados en el marco del informe DFZ-2021-149-V-NC, emitido por la Superintendencia del Medio Ambiente durante el año 2021.

Para las mediciones del año 2021 se utilizó la información remitida por el titular responsable de la Red de Chagres de la comuna de Catemu. La información de calidad del aire recepcionada incluyó los datos crudos (minutos), datos validados (horarios o diario) y códigos de invalidación. Adicionalmente, el titular remitió las calibraciones realizadas a los instrumentos de medición durante el periodo en estudio. Cabe señalar que la información enviada se reportó de acuerdo con el 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, corresponden a las mediciones realizadas en las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

5.1. Estaciones declaradas como EMRP de MP10 y SO₂

En la Tabla 2 se describen las estaciones de la Red de Calidad del Aire de Catemu y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP10 y SO₂.

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP de MP10 y SO₂

Estación	EMRP	Resolución que otorga EMRP
Catemu (El Arrayán)	MP10	Res. Exenta N° 480 de 21 de enero de 2002, del Servicio de Salud de Aconcagua
	SO ₂	Res. Exenta N° 12.480 de 26 de noviembre de 2003, del Servicio de Salud de Aconcagua

Estación	EMRP	Resolución que otorga EMRP
Lo Campo	MP10	Res. Exenta N° 480 de 21 de enero de 2002, del Servicio de Salud de Aconcagua
	SO ₂	Res. Exenta N° 12.480 de 26 de noviembre de 2003, del Servicio de Salud de Aconcagua
Romeral	SO ₂	Res. Exenta N° 12.480 de 26 de noviembre de 2003, del Servicio de Salud de Aconcagua
Santa Margarita	SO ₂	Res. Exenta N° 12.480 de 26 de noviembre de 2003, del Servicio de Salud de Aconcagua

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

Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la Red de Calidad del Aire de Catemu

Estación	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84, Huso 19 S*	
	E	N
Catemu (El Arrayán)	316.312 E	6.371.160 N
Lo Campo	322.075 E	6.369.208 N
Romeral	311.981 E	6.366.107 N
Santa Margarita	318.267 E	6.371.490 N

*Referencia de las resoluciones EMRP.

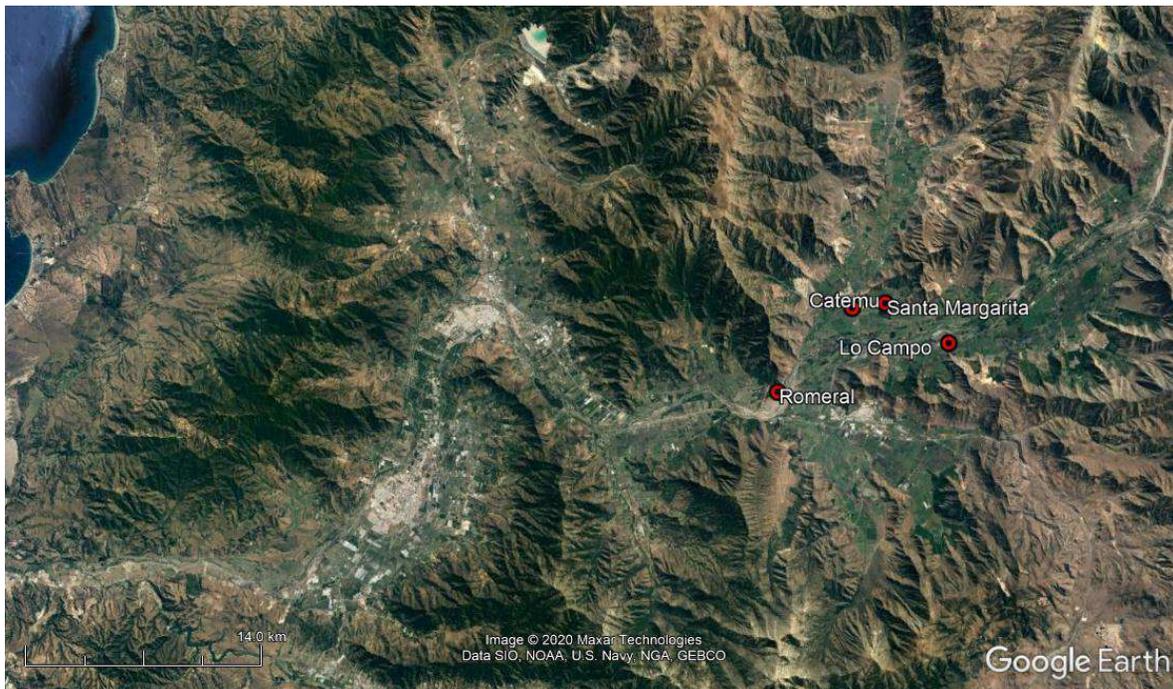


Figura 1 Ubicación de estaciones de la red calidad del aire de Catemu.

5.2. Descripción de instrumentos de medición de la Red de Catemu

De acuerdo con los antecedentes entregados por el titular de las Red de Chagres de la comuna de Catemu, los instrumentos de medición utilizados para medir MP10 en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear instrumentos de medición con aprobación USEPA, establecido en las normas primaria y secundaria de calidad del aire.

A continuación, en la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10 y SO₂, utilizados actualmente en las estaciones de calidad del aire analizadas.

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

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Catemu (El Arrayán)	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Tisch Environmental Model TE-6070	RFPS-0202-141
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne Advanced Pollution Inst. T100	EQSA-0495-0100
Lo Campo	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Tisch Environmental Model TE-6070	RFPS-0202-141
	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne Advanced Pollution Inst. T100	EQSA-0495-0100
Romeral	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne Advanced Pollution Inst. T100	EQSA-0495-0100
Santa Margarita	SO ₂	Fluorescencia ultravioleta	Teledyne Advanced Pollution Inst. T100	EQSA-0495-0100

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP10 y SO₂ para los años 2019, 2020 y 2021, validados previamente por el titular de la red, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias de calidad del aire para cada contaminante. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo para cada una de las estaciones.

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para el contaminante MP10 y SO₂, de las estaciones correspondientes a Catemu (El Arrayán), Lo Campo, Romeral y Santa Margarita. Para el caso de los datos diarios de MP10, medidos con instrumentos de tipo discreto, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos (Tabla 5):

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para el periodo de 2019 al 2021

Estación	Contaminante	2019		2020		2021	
		% Diario	% Horario	% Diario	% Horario	% Diario	% Horario
Catemu (El Arrayán)	MP10	2,5	No Aplica	1,6	No Aplica	2,5	No Aplica
	SO ₂	No Aplica	4,7	No Aplica	3,2	No Aplica	2,1
Lo Campo	MP10	0	No Aplica	4,9	No Aplica	3,3	No Aplica
	SO ₂	No Aplica	1,7	No Aplica	1,5	No Aplica	1,7
Romeral	SO ₂	No Aplica	5,6	No Aplica	4,0	No Aplica	3,2
Santa Margarita	SO ₂	No Aplica	4,0	No Aplica	2,3	No Aplica	1,3

La invalidación de datos para el contaminante MP10 (discreto) se debió principalmente a falla en los instrumentos. En las estaciones que miden SO₂ continuo, la invalidación de datos horarios se debió a mantenciones en terreno, cortes de energía eléctrica, valor fuera de rango y fallas en los instrumentos.

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios respecto del MP10 en base a la disponibilidad de datos, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo con lo descrito en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S N° 30/2009 de MINSAL. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de datos horarios, estos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en cada una de las normas primarias. Para los datos obtenidos de instrumentos de medición continuos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del instrumento, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

En las tablas siguientes, se resumen los días válidos por año y estación para el contaminante MP10 y SO₂. Se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75% para los contaminantes, en las estaciones de la red en análisis para los años 2019, 2020 y 2021.

El resumen de datos disponibles permite concluir que se dispone de la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios especificados en cada norma primaria de calidad del aire.

Tabla 6 Estación Catemu (El Arrayán) porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Catemu (El Arrayán)	2019	118	97	344	94
	2020	120	98	354	97
	2021	119	97,5	363	99

Tabla 7 Estación Lo Campo porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Lo Campo	2019	121	99	362	99
	2020	116	95	365	99,7
	2021	118	97	363	99

Tabla 8 Estación Romeral porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Romeral	2019	339	93
	2020	352	96
	2021	355	97

Tabla 9 Estación Santa Margarita porcentaje de datos válidos por año (1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) SO ₂	Porcentaje de datos (%)
Santa Margarita	2019	352	96
	2020	360	98
	2021	365	100

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, a continuación, en la Tabla 10, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de la red de Catemu, observándose una disponibilidad superior al 75% en la mayoría de los datos mensuales para el contaminante MP10, a excepción del mes de abril 2021 en la estación Lo Campo.

Tabla 10 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Catemu	2019	100	100	100	100	100	100	100	91	90	100	90	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100
	2021	100	100	100	100	91	100	100	90	100	100	100	90
Lo Campo	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2020	100	100	91	100	90	100	80	91	90	100	100	100
	2021	100	100	100	70	100	100	90	100	100	100	100	100

En relación con el parámetro SO₂ se observa en la Tabla 11, que el porcentaje de datos es menor al 75% en algunos meses, como en el caso de estación Catemu en enero del año 2019 con 68% y agosto del año 2020 con un 71%, en estación Romeral en el año 2019 en agosto con 68%, y por último en estación Santa Margarita con 68% en julio del año 2019. Complementariamente, se realizó un análisis del porcentaje de datos validos disponibles por trimestre y se determinó que el porcentaje de datos es superior al 75% en el año 2021.

Tabla 11 Porcentaje de datos válidos de SO₂ mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Catemu	2019	68	93	100	100	100	100	97	100	90	97	100	87
	2020	100	100	100	100	100	100	90	71	100	100	100	100
	2021	100	96,4	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lo Campo	2019	100	100	100	100	100	97	100	100	97	97	100	100
	2020	100	100	100	100	100	100	100	97	100	100	100	100
	2021	100	100	96,8	100	100	100	100	100	96,7	100	100	100
Romeral	2019	97	82	100	100	100	87	81	68	100	100	100	100
	2020	100	100	100	100	94	100	97	100	100	84	100	81
	2021	100	100	87,1	100	100	86,7	100	100	100	100	100	93,5
Santa Margarita	2019	100	100	100	100	100	97	68	97	100	97	100	100
	2020	100	100	100	100	84	97	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

6. RESULTADOS

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 12 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, de las estaciones de vigilancia de la Red.

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

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2019, 2020 y 2021, las estaciones Catemu y Lo Campo no presentaron superación a la norma. Respecto de la estación Catemu, esta supero el 80% de la norma en el año 2019, presentando una concentración de 146 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (97%), mientras que en los años 2020 y 2021 concentraciones fueron de 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (78%) y 116 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (77%), respectivamente, concentraciones que no superan el valor de la norma de 24 horas ni el 80% del valor límite de la norma. En tanto, la estación Lo Campo no presenta superaciones al valor que fija la norma para 24 horas ni el 80% del valor límite de la norma en todo el período analizado.

Tabla 12 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10

Estación	Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2019 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 2020 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 2021 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Catemu (El Arrayán)	146	97	117	78	116	77
Lo Campo	75	50	82	55	70	46

El Gráfico 1 muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para los años 2019, 2020 y 2021.

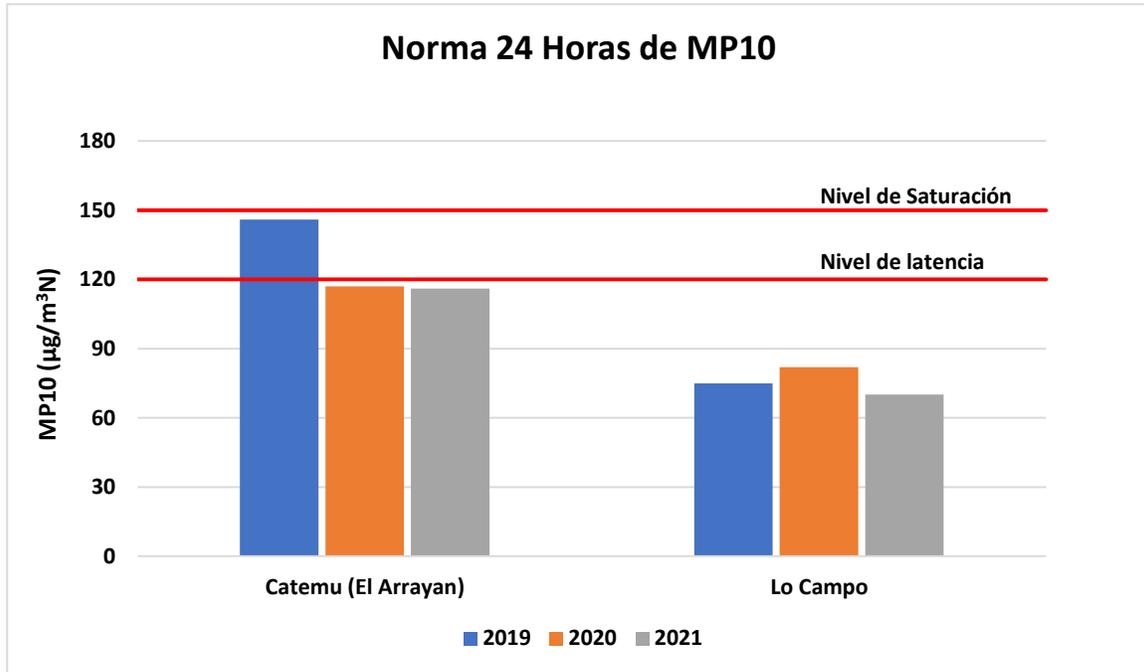


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10 por año

6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 13 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 de vigilancia de la Red.

De acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del MINSEGPRES, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m³N.

Tabla 13 Concentración trianual y porcentaje de la norma

Estación	Promedio Anual 2019 (µg/m³N)	Promedio Anual 2020 (µg/m³N)	Promedio Anual 2021 (µg/m³N)	Promedio Trianual (2019-2020-2021) (µg/m³N)	% de la Norma Anual 50 (µg/m³N)
Catemu (El Arrayán)	73	63	64	67	134
Lo Campo	42	41	39	41	82

El promedio trianual (2019, 2020 y 2021), expresado en porcentaje, muestra que en la estación de Catemu se supera la norma anual de MP10, con una concentración de 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente a un 134% del valor del límite de la norma. Por otra parte, lo Campo presentó una concentración de 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente a un 82%, encontrándose por sobre el 80% del límite de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 2, se pueden observar las concentraciones correspondientes al promedio aritmético de tres años calendario consecutivo, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021.

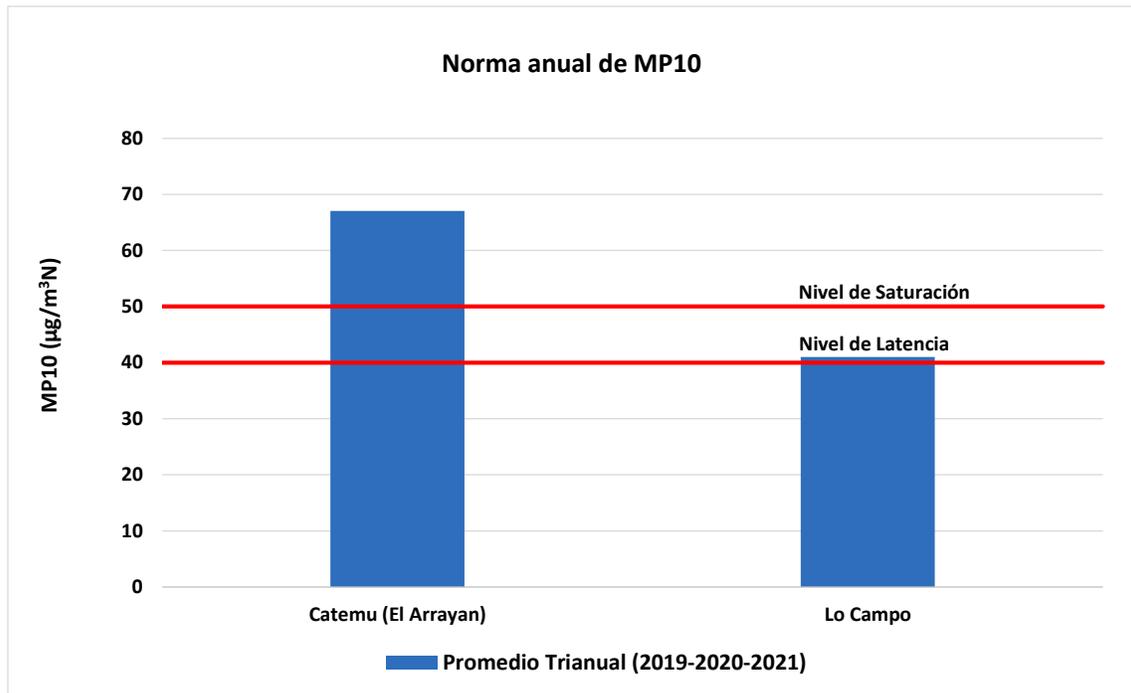


Gráfico 2 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2019, 2020 y 2021

6.2. Evaluación de la norma primaria SO_2

6.2.1. Evaluación de la norma primaria de 1 hora SO_2

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria de 1 hora para SO_2 , 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 con los valores del percentil 98,5 de la norma de 1 hora para SO_2 , en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, deben cumplir con las siguientes condiciones:

- a. Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, fuere mayor o igual a 134 ppbv (350 µg/m³N). A partir del cuarto año calendario de publicada la norma en el diario oficial, se considerará un percentil 99 para evaluar esta condición.
- b. Se considerará superada la norma de 1 hora, si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece. A partir del cuarto año calendario año de publicada la norma en el Diario Oficial, se considera un percentil 99 para evaluar esta condición.

Tabla 14 Evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂ para el período 2019 al 2021

Estación	Percentil 98,5 2019 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2019 (268 ppbv)	Percentil 98,5 2020 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2020 (268 ppbv)	Percentil 98,5 2021 (ppbv)	% de la Norma Horaria 2021 (268 ppbv)	Promedio Trianual (ppbv)	% de la Norma Horaria (134 ppbv)
Catemu (El Arrayán)	25,20	9	22,30	8	21,77	8	23,09	17
Lo Campo	64,40	24	56,60	21	49,96	19	56,99	43
Romeral	33,47	12	26,10	10	30,98	12	30,18	23
Santa Margarita	109,45	41	89,00	33	85,42	32	94,62	71

Respecto a la condición (a) se observó, en las estaciones para el período en estudio, que la norma horaria que establece como límite 134 ppbv no fue superada en ninguna de las estaciones evaluadas para el periodo 2019 a 2021. En relación con la evaluación de acuerdo con la condición (b), Tabla 14, se determinó que la norma de 1 hora no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio y la concentración más alta se registró en la estación Santa Margarita con 94,62 ppbv, correspondiente al 71% del valor límite de la norma horaria.

El Gráfico 3 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 98,5 del periodo como promedio trianual (condición a).

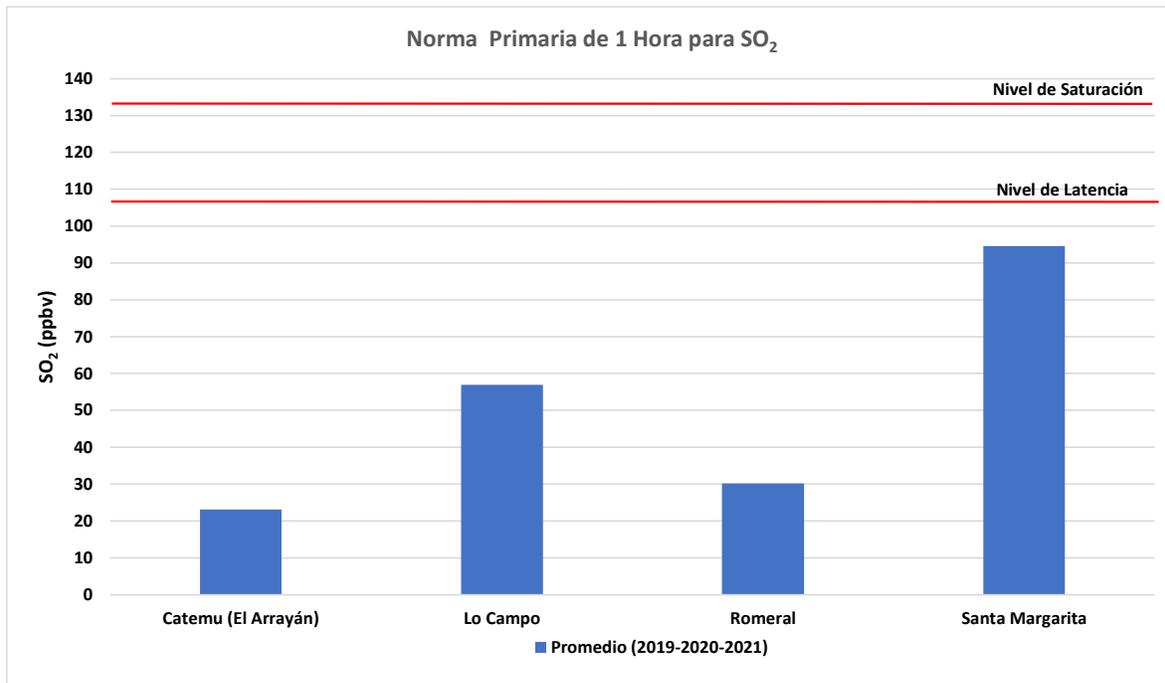


Gráfico 3 Norma primaria de 1 hora para SO₂, promedio trianual periodo 2019 al 2021 (condición a)

El Gráfico 4 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora para cada uno de los años del periodo analizado (condición b).

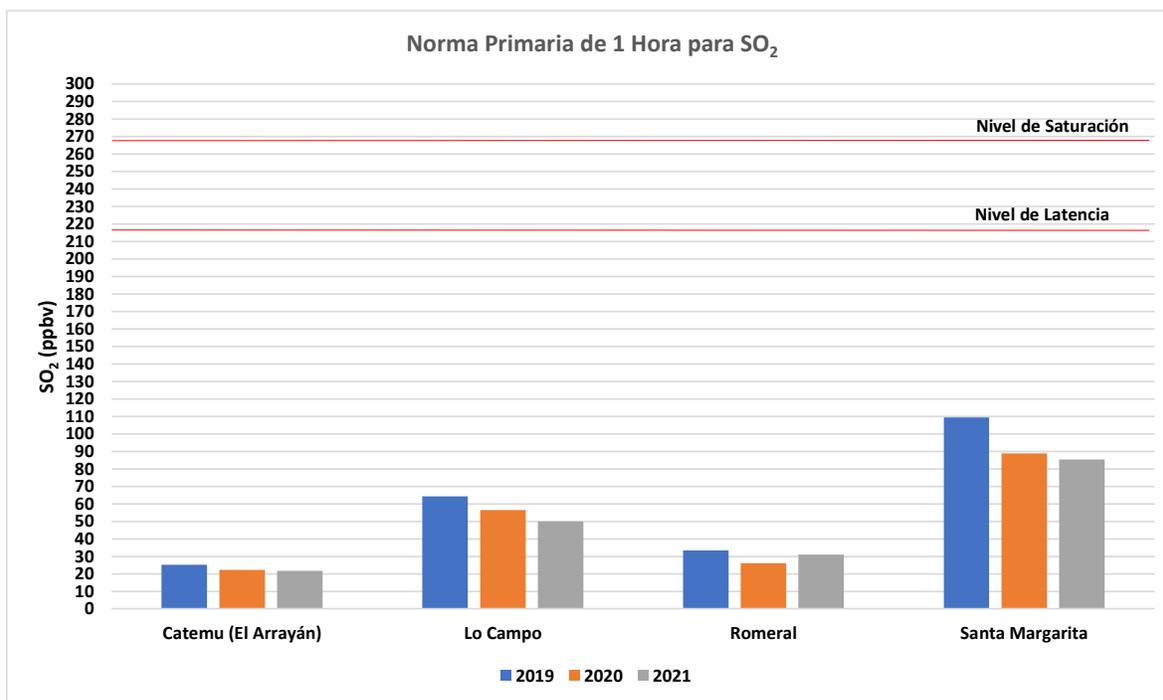


Gráfico 4 Norma primaria de 1 hora para SO₂, por año para el periodo 2019 al 2021 (condición b)

En la Tabla 15, se resume el número de días de excedencias a la norma de 1 hora de SO₂ por estación, durante los años 2019, 2020 y 2021, considerando el valor límite de 134 ppbv. Para todo el periodo evaluado, la estación Santa Margarita presenta el mayor número de excedencias a la norma en el año 2019 con 32 días, siendo el año 2021 el que presenta solo 1 excedencia a norma de 1 hora en la estación Santa Margarita.

Tabla 15 N° de Excedencias a la norma de 1 Hora de SO₂ por estación para el año 2019 al 2021

Estación	N° de Excedencia Horarias		
	2019	2020	2021
Catemu (El Arrayán)	0	1	0
Lo Campo	5	5	0
Romeral	3	1	0
Santa Margarita	32	8	1

6.2.2. Evaluación de la norma primaria 24 horas SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria de 24 horas para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 16, se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 24 horas para SO₂, en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración de 24 horas, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos, de los valores del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual a 57 ppbv (150 µg/m³N).
- Se considerará superada la norma 24 horas también, si en un año calendario, el valor correspondiente al percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

Tabla 16 Evaluación de la norma primaria de 24 horas para SO₂ durante el período 2019 al 2021

Estación	Percentil 99 2019 (ppbv)	Percentil 99 2020 (ppbv)	Percentil 99 2021 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Trianual (2019-2020-2021) (ppbv)	% de la Norma 24 horas 57 ppbv
Catemu (El Arrayán)	10,68	14,28	12,35	12,44	22
Lo Campo	25,42	21,27	17,67	21,45	38
Romeral	13,04	14,93	20,64	16,20	28
Santa Margarita	47,16	39,34	35,67	40,72	71

De acuerdo con lo calculado, Tabla 16, se determinó respecto a la condición (a) que la norma de 24 horas no fue superada, y tampoco se superó el 80% del valor límite de la norma de 24 horas en las estaciones de la red. Y la concentración más alta se observa en la estación Santa Margarita con una concentración promedio trianual de 40,72 ppbv, equivalente al 71% del valor límite de la norma de 24 horas. Por otra parte, la evaluación de la norma 24 horas de acuerdo con la condición (b), determinó que la norma no fue superada en ninguna de las estaciones para el período en estudio.

El Gráfico 5 muestra los valores obtenidos del análisis del percentil 99 del periodo como promedio trianual (condición a).

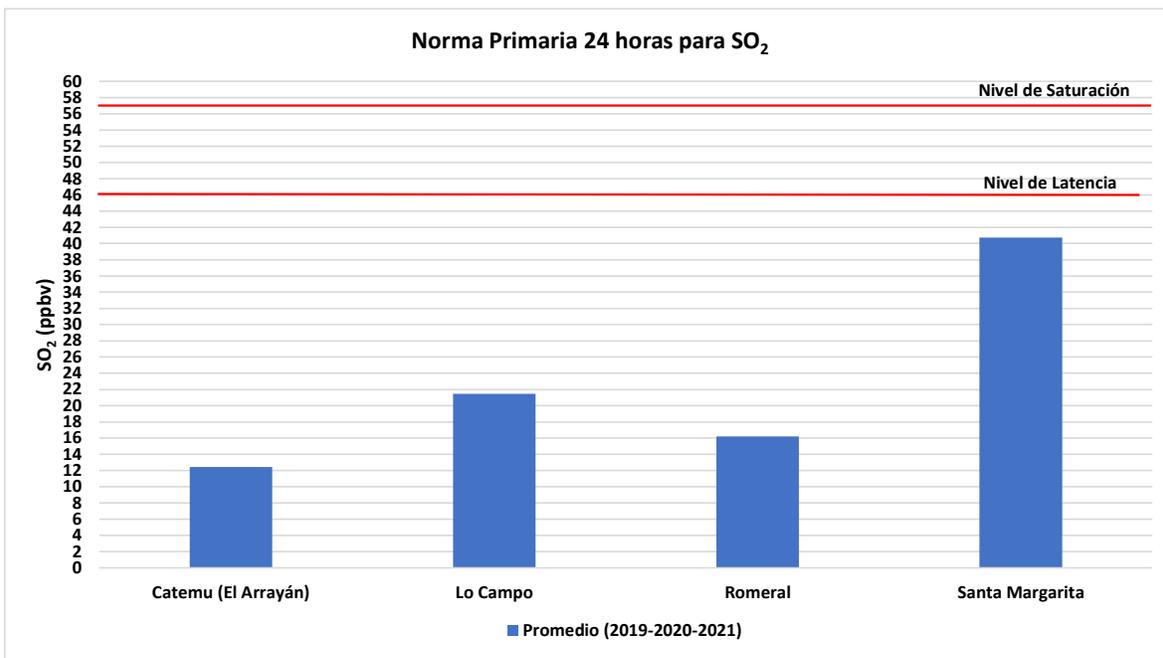


Gráfico 5 Norma primaria 24 horas para SO₂, promedio trianual periodo 2019 al 2021 (condición a)

El Gráfico 6 presenta los valores obtenidos del cálculo del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas para cada uno de los años del periodo analizado (condición b).

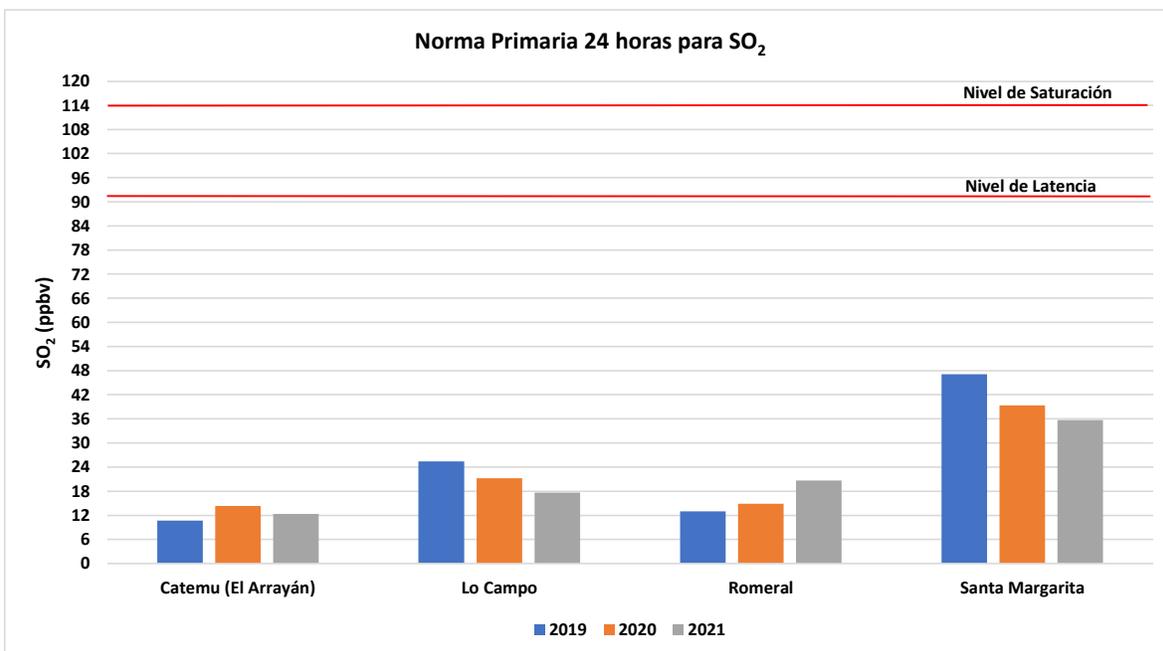


Gráfico 6 Norma primaria 24 horas para SO₂, por año para el periodo 2019 al 2021 (condición b)

En la Tabla 17, se resume el número de días de excedencias a la norma de 24 horas de SO₂, por estación, durante los años 2019, 2020 y 2021; la cual muestra el número de días con excedencias, considerando el valor límite de concentración de 57 ppbv. En la Tabla 17 se presentan los días con excedencia a la norma por año y estación, observándose que no existen excedencias a la norma de 24 horas en todo el periodo.

Tabla 17 N° de Excedencias a la norma de 24 Horas de SO₂ por estación para el año 2019 al 2021

Estación	N° de Excedencia Horarias 2019	N° de Excedencia Horarias 2020	N° de Excedencia Horarias 2021
Catemu (El Arrayán)	0	0	0
Lo Campo	0	0	0
Romeral	0	0	0
Santa Margarita	0	0	0

6.2.3. Evaluación de la norma primaria anual de SO₂

El periodo de evaluación de superación de la norma primaria anual para SO₂, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 18, se presenta un resumen con los promedios anuales de SO₂ en todas las estaciones de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 104/2018 del Ministerio del Medio Ambiente, deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para SO₂ como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios sucesivos de los valores de concentración anual, fuere mayor o igual a 23 ppbv (60 µg/m³N).
- Si en un año calendario, el valor de la concentración anual, fuere mayor o igual al doble del valor de la norma que se establece.

Tabla 18 Evaluación de la norma primaria anual para SO₂ durante el período 2019 al 2021

Estación	Concentración Anual 2019 (ppbv)	Concentración Anual 2020 (ppbv)	Concentración Anual 2021 (ppbv)	Promedio Trianual (2019-2020-2021) (ppbv)	% de la Norma Anual 23 (ppbv)
Catemu (El Arrayán)	4,15	4,10	4,32	4,19	18
Lo Campo	8,75	7,86	6,56	7,72	34

Estación	Concentración Anual 2019 (ppbv)	Concentración Anual 2020 (ppbv)	Concentración Anual 2021 (ppbv)	Promedio Trianual (2019-2020-2021) (ppbv)	% de la Norma Anual 23 (ppbv)
Romeral	4,48	4,18	5,20	4,62	20
Santa Margarita	21,86	18,45	17,11	19,14	83

Los resultados de la evaluación de la norma anual, presentados en la Tabla 18, indican que de acuerdo con la condición (a), la norma anual no fue superada, solo en la estación Santa Margarita se superó el 80% de la norma, con una concentración promedio trianual de 19,14 ppbv, equivalente al 83% del límite de la norma anual. Respecto de la evaluación de acuerdo con la condición (b) se determinó que la norma no fue superada.

El Gráfico 7 muestra el promedio trianual de los años 2019, 2020 y 2021, para cada una de las estaciones de la red (condición a).

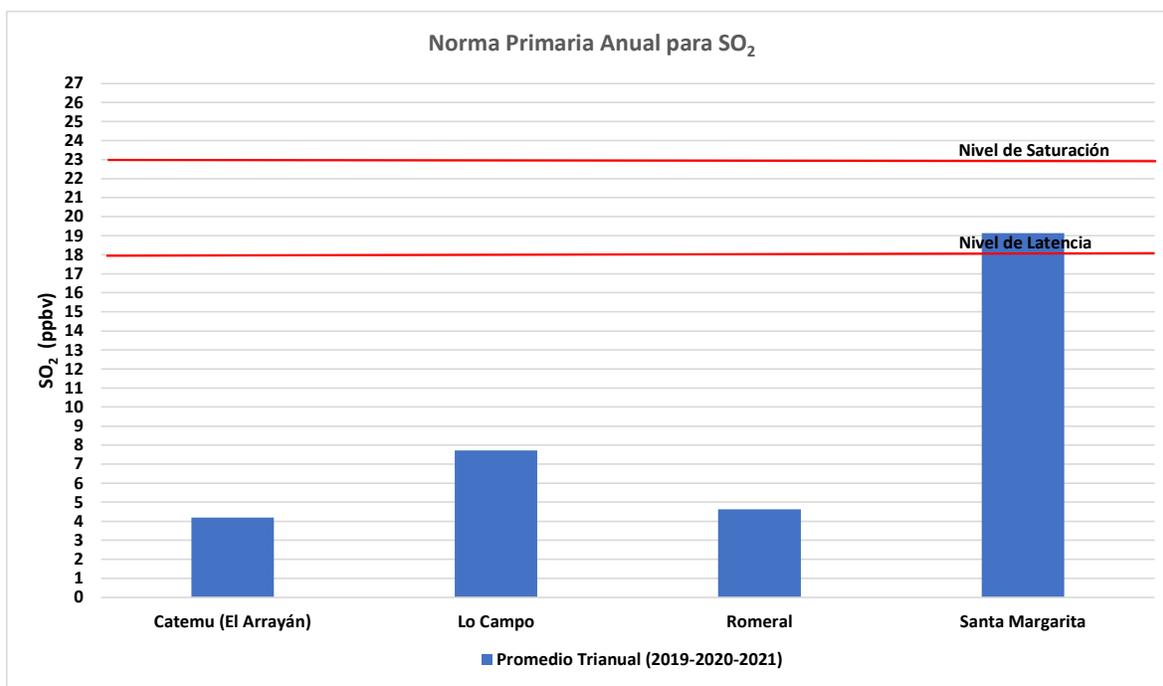


Gráfico 7 Norma primaria anual para SO₂, promedio trianual periodo 2019 al 2021 (condición a)

El Gráfico 8 presenta las concentraciones como promedio anual para cada uno de los años de periodo analizado (condición b).

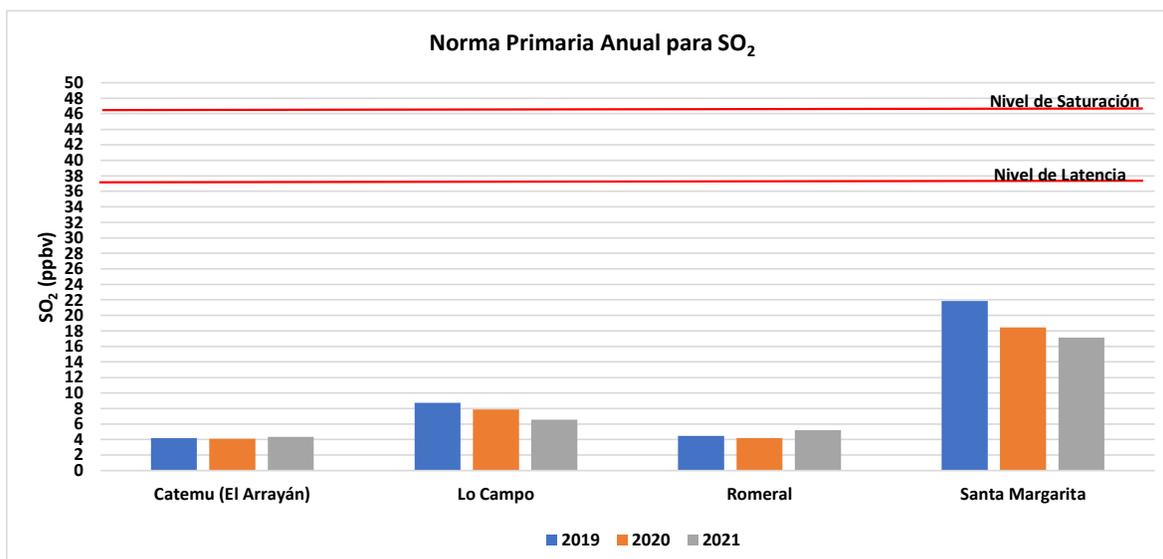


Gráfico 8 Norma primaria anual para SO₂, promedio anual por año para periodo 2019 al 2021 (condición b).

7. CONCLUSIONES

La revisión de la norma primaria de calidad del aire para el contaminante MP10, 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 y SO₂ de las 4 estaciones de la Red Catemu; denominadas Catemu, Lo Campo, Romeral y Santa Margarita. Para verificar el cumplimiento de las normas se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado respirable MP10 y dióxido de azufre (SO₂), además del 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 los años 2019, 2020 y 2021.

Norma de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2019, 2020 y 2021, y que fija como límite un valor de 150 µg/m³N, determinó mediante el análisis de los datos de MP10 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas en las 2 estaciones de la red, que la norma de 24 horas no fue superada en el periodo evaluado. Cabe señalar que, las concentraciones en la estación Catemu sobrepasaron el 80 % del límite de la norma de 24 horas, en el año 2019 con una concentración de 146 µg/m³N, en tanto, en el año 2020 y 2021 el valor de la norma para 24 horas no fue superado y las concentraciones obtenidas fueron de 117 µg/m³N (78%) y 116 µg/m³N (77%). Por otra parte, las concentraciones en la estación Lo Campo, no superaron la norma de 24 horas ni el 80% del valor límite de la norma en todo el periodo evaluado.

Respecto de la norma anual de MP10 que establece como límite una concentración de 50 µg/m³N, mediante el cálculo del promedio trianual (2019-2020-2021). De acuerdo con el análisis, se determinó que la norma anual de MP10 fue superada en la estación de Catemu, con una concentración promedio trianual de 67 µg/m³N, equivalente al 134% del valor límite de la norma anual. Por otra parte, en la estación Lo Campo se determinó una concentración promedio trianual fue de 41 µg/m³N, equivalente a un 82% del valor establecido en la norma anual.

Norma primaria de calidad del aire para SO₂

La evaluación de la norma primaria de 1 hora de SO₂, que establece como límite 134 ppbv (350 µg/m³N), mediante el cálculo del promedio aritmético del percentil 98,5 de tres años calendario sucesivos, entre el año 2019 y el año 2021, se determinó que la Norma primaria horaria no fue superada. Respecto al análisis de los valores obtenidos del cálculo del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora de cada uno de los años de periodo analizado, el cual establece que la norma se considerará sobrepasada si fuere mayor o igual al doble del valor de la norma, bajo esta segunda condición (b) ninguna de las estaciones presenta superación. Cabe señalar que, la

concentración más alta se registró en la estación Santa Margarita con 94,62 ppbv, correspondiente al 71% del valor límite de la norma horaria.

Por otra parte, la evaluación de la norma primaria de SO₂, de 24 horas, que establece como límite de 57 ppbv (150 µg/m³N) para tres años consecutivos, determinó que la norma no fue superada y tampoco el 80% del valor límite de la norma de 24 horas. La concentración más alta se observa en la estación Santa Margarita con una concentración promedio trianual de 40,72 ppbv, equivalente al 71% del valor límite de la norma de 24 horas. Respecto del análisis en un año calendario, la norma señala que podrá considerarse superada si la concentración determinada mediante el percentil 99 fuere mayor o igual al doble del valor de la norma, de acuerdo con esta segunda condición (b) la norma de 24 horas no fue superada durante el periodo en estudio.

Respecto de la norma anual, al analizar el período comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021, cuyo límite de la norma anual es de 23 ppbv (60 µg/m³N) como promedio trianual de tres años consecutivos, se determinó que la norma anual no fue superada. Sin embargo, la estación Santa Margarita supero el 80% del valor establecido, con una concentración promedio trianual de 19,14 ppbv, equivalente al 83% del valor límite de la norma anual. La evaluación realizada para un año calendario tal como lo describe la norma, que señala que se considera sobrepasada si fuere mayor o igual al doble del valor de la norma, tanto para el año 2019, 2020, como el año 2021 no presentan superación para la segunda condición (b) descrita.

8. ANEXOS

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