



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO
CUMPLIMIENTO DE NORMA DE CALIDAD DEL AIRE POR
MP2,5 Y MP10**

**RED DE CALIDAD DEL AIRE DE PUERTO MONTT
REGIÓN DE LOS LAGOS**

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

DFZ-2024-2114-X-NC

AGOSTO 2024

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez	
Revisado	Isabel Leiva C.	
Elaborado	Karin Salazar N.	



CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	2
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
3.	OBJETIVOS.....	5
4.	ALCANCE.....	5
5.	EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	6
5.1.	Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10.....	6
5.2.	Descripción de los instrumentos de medición utilizados en la Red de monitoreo.....	7
5.3.	Auditoría de datos.....	8
6.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA.....	10
6.1.	Evaluación de la norma para MP2,5.....	10
6.1.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5.....	10
6.1.2.	Evaluación de la norma anual para MP2,5.....	12
6.2.	Evaluación de la norma para MP10.....	14
6.2.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....	14
6.2.2.	Evaluación de la norma anual para MP10.....	15
7.	CONCLUSIONES.....	17
8.	ANEXOS.....	19



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para material particulado respirable MP10 y material particulado fino respirable MP2,5, contenidas en el D.S. N° 12/2022 y D.S. N° 12/2011, ambas del Ministerio del Medio Ambiente. Cabe señalar que, el presente informe de fiscalización incluye a nivel informativo la evaluación de los datos de MP2,5, a pesar de que la zona no presenta superaciones de la norma y tampoco el contaminante se encuentra incluido en el Decreto Supremo N° 57/2009, del MINSEGPRES.

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 y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización de la norma de calidad del aire correspondió a un examen de información de los datos validados y proporcionados por el MMA, para el contaminante MP2,5 y MP10. Con la información remitida por el MMA, se realizó una auditoría a los datos, correspondiente a las tres (3) estaciones de monitoreo de calidad del aire, una ubicada en la ciudad de Puerto Varas, denominada Puerto Varas, y dos estaciones ubicadas en la ciudad de Puerto Montt, denominadas Alerce y Mirasol, todas pertenecientes al MMA, y declaradas con representatividad poblacional por MP2,5 y MP10.

El análisis de datos de MP2,5 se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023, datos medidos con instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos se consideraron los criterios establecidos en la norma primaria de calidad del aire para MP2,5 y MP10, y además se consideraron las pautas del Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, de Ministerio de Salud. Para el cálculo del promedio diario en equipos de tipo gravimétrico, en el caso del MP2,5 y MP10, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición.

Norma primaria de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2021, 2022 y 2023 superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma de MP2,5. El análisis determinó que en el año 2021 la concentración en estación la Puerto Varas fue de 154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (308%), Alerce fue de 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (220%) y Mirasol fue de 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (224%); en el año 2022 en la estación Puerto Varas se determinó una concentración de 149 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (298%), Alerce se determinó una concentración de 136 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (272%) y Marisol se determinó una concentración de 141 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (282%). Finalmente, para el año 2023 la



concentración determinada mediante el cálculo del percentil 98 fue de 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (290%) en estación la Puerto Varas, de 88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (176%) en estación Alerce, y de 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (220%) en estación Marisol.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se determinó el promedio trianual para los años 2021, 2022 y 2023, en las estaciones Puerto Varas, Alerce y Mirasol. Se concluyó que la norma fue superada en las estaciones de la Red de Puerto Montt, respecto del límite establecido de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones obtenidas como promedio anual fueron de: 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (165%) en estación Puerto Varas, y 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (120%) para las estaciones de Alerce y Marisol.

Norma primaria de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, y que fija como límite un valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (dicho límite rige desde el año 2022), se determinó mediante el análisis y el cálculo del percentil 98, que la norma de 24 horas fue superada y las concentraciones obtenidas estuvieron por sobre del límite de la norma de 24 horas para los años 2022 y 2023. Cabe señalar que, para el año 2022 las concentraciones obtenidas, mediante el cálculo del percentil 98, fueron las siguientes: 156 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la estación Puerto Varas equivalente al 120% del límite de la norma. Por otra parte, para el año 2023 la concentración obtenida, mediante el cálculo del percentil 98, fue de 148 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la estación Puerto Varas (114%).

Complementariamente, se realizó el análisis del número de excedencias a la norma de 24 horas de MP10 y se concluyó que la estación de Puerto Varas tuvo 21 días sobre el límite de la norma de 24 horas para el año 2022 y 14 días sobre el límite de la norma de 24 horas para el año 2023.

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 (2021, 2022 y 2023), no pudo ser determinada, debido a que en el año 2021 solo se cuenta con 10 meses de datos válidos.



2. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Puerto Montt es la capital regional de la décima Región de Los Lagos, la cual posee una población estimada de 213.119 habitantes (CENSO 2017, INE) y una superficie de 1.673 km². Por otra parte, la ciudad de Puerto Varas posee una población de 44.578 habitantes (CENSO 2017, INE) y una superficie de 4.065 km².

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 remitidos para los años 2021, 2022 y 2023, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP2,5 y de MP10.

Las estaciones informadas corresponden a “Puerto Varas”, “Mirasol” y “Alerce”, estaciones que cuenta con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP2,5, además la estación Puerto Varas cuenta con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP10. El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de la norma primaria calidad del aire para MP2,5 y el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud (en adelante MINSAL).

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 de la presente actividad consistió en evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP2,5 y MP10, en su nivel diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado por MP2,5 y MP10.

Para lo anterior, se determinó la validez de las mediciones de MP2,5 y MP10, registrados por las estaciones de calidad del aire de “Puerto Varas”, “Mirasol” y “Alerce”, para los años 2021, 2022 y 2023, en base a una auditoría de los datos.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP2,5 y MP10, de las estaciones de calidad del aire “Puerto Varas”, “Mirasol” y “Alerce”, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP2,5 y MP10, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 corresponde a las estaciones “Puerto Varas”, “Mirasol” y “Alerce”, además la estación “Puerto Varas” tiene calificación EMRP para MP10.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primaria de calidad del aire para MP2,5 y MP10, vigente para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel diario y anual, por contaminante y cuerpo normativo:

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

Norma	Contaminante	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	50 µg/m ³	20 µg/m ³
D.S. N° 12/2022, del Ministerio del Medio Ambiente.	MP10	130 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N



5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones de MP2,5 y MP10 para los años 2021, 2022 y 2023, remitidos por el MMA, corresponden a los datos crudos y datos validados horarios con sus respectivos códigos de invalidación. Los datos reportados a la SMA incluyen los códigos de invalidación establecidos en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del MINSAL. Finalmente, dichos datos fueron auditados y validados por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Los datos evaluados de MP2,5 y MP10 corresponden a las mediciones realizadas en las estaciones calificadas con representatividad poblacional para material particulado, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10

En la Tabla 2 se describe las estaciones de la Red de monitoreo, y las respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP2,5 y MP10.

Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10
Puerto Varas	Res. Exenta N° 2675 del 22 de diciembre de 2021, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ¹	Res. Exenta N° 2676 del 22 de diciembre de 2021, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ²
Alerce	Res. Exenta N° 9 del 3 de enero de 2018, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ³	---
Mirasol	Res. Exenta N° 170 del 8 de febrero de 2018, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁴	---

Por su parte, en la Tabla 3 se detalla la ubicación georreferenciada de las estaciones de Puerto Varas, Alerce y Mirasol, además, se ilustra en la Figura.

Tabla 3 Georreferenciación de la estación de la Red de monitoreo

Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)	
Puerto Varas	669783 E	5422635 N

¹ Datos validos a partir de 31 de enero de 2021.

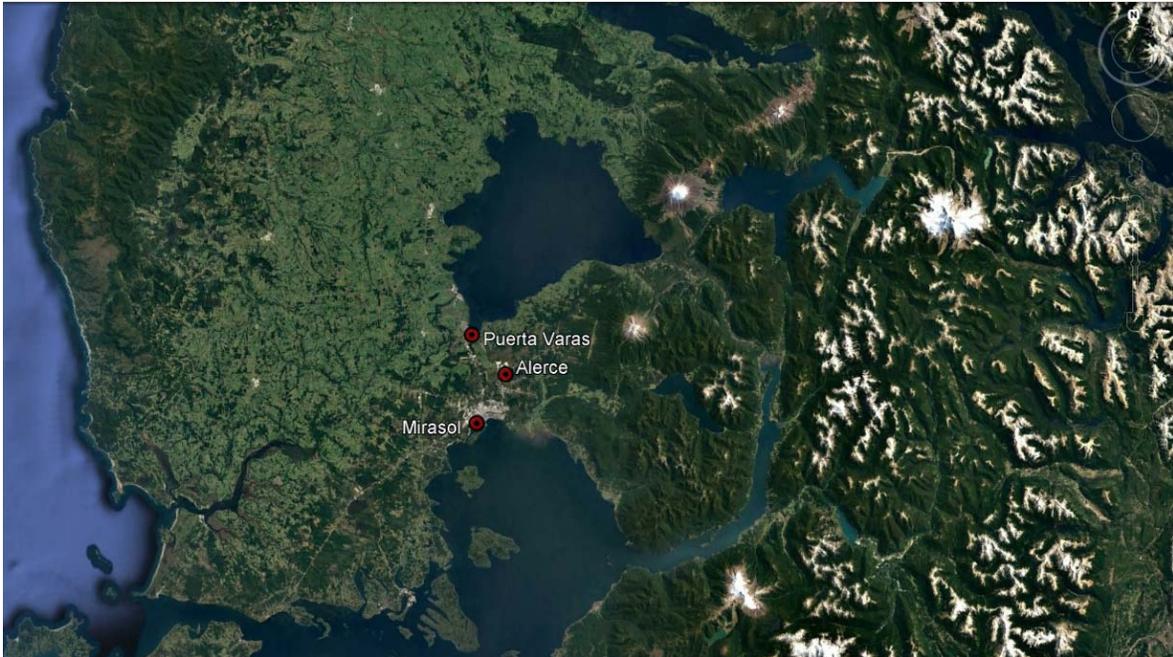
² Datos validos a partir de 19 de febrero de 2021.

³ Datos validos a partir de 26 de agosto de 2017.

⁴ Datos validos a partir de 22 de febrero de 2017.



Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)	
Alerce	675589 E	5414794 N
Mirasol	669585 E	5406017 N



Ref. Google Earth

Figura 1 Ubicación de las estaciones de calidad del aire en Puerto Montt y Puerto Varas

5.2. Descripción de los instrumentos de medición utilizados en la Red de monitoreo

De acuerdo a los antecedentes entregados por el MMA, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5 y MP10 en las estaciones de Alerce y Mirasol, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en la norma primaria de calidad del aire para ambos parámetros (MP2,5 y MP10). En la Tabla 4, se describen los instrumentos y métodos de medición.



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

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Puerto Varas	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne/BAM1020	EQPM-0715-266
Puerto Varas	MP10	Atenuación Beta	Thermo /BAM1020	EQPM-0798-122
Alerce	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne/BAM1020	EQPM-0308-170
Mirasol	MP2,5	Atenuación Beta	Thermo /BAM1020	EQPM-0609-183

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2021, 2022 y 2023, validados previamente por el MMA, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en la norma primaria de calidad del aire para MP2,5 y MP10. 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 horarios de MP2,5 y MP10, medidos con instrumentos de medición continuo, evaluó el número de días sin dato y datos inválidos. En la Tabla 5, se presenta el porcentaje de datos inválidos para los años 2021, 2022 y 2023.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos diario y horarios, para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	2021		2022		2023	
	MP2,5 % Horario (Continuo)	MP10 % Horario (Continuo)	MP2,5 % Horario (Continuo)	MP10 % Horario (Continuo)	MP2,5 % Horario (Continuo)	MP10 % Horario (Continuo)
Puerto Varas	11,6	18,6	2,5	3,2	1,3	1,5
Alerce	3,3	No Aplica	2,9	No Aplica	3,7	No Aplica
Mirasol	2,5	No Aplica	3,4	No Aplica	4,0	No Aplica

El análisis de datos inválidos para los años 2021, 2022 y 2023, en las estaciones Puerto Varas, Alerce y Mirasol, determinó que la estación Puerto Varas para el año 2021 presentó un 11,6% de horas sin datos para MP2,5 y 18,6% para MP10, debido principalmente a que las calificaciones de EMRP fueron otorgadas el 31 de enero y el 19 de febrero de 2021. Respecto del año 2023 la estación Puerto Varas presentó un porcentaje de 1,3% y 1,5% de horas de datos inválidos para MP2,5 y MP10, respectivamente; la estación Alerce para el año 2023 tuvo un 3,7% de datos horarios inválidos y la estación Mirasol para el año 2023 tuvo un 4,0% de datos inválidos.



Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios respecto del MP10 continuo. 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 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 la norma primaria. Para los datos obtenidos en instrumentos de tipo gravimétricos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del equipo de alto volumen, MP10, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

En la Tabla 6, se resumen los días con datos válidos disponibles y el porcentaje, por año y estación para el contaminante MP2,5 y MP10. De la Tabla 6, se observan un porcentaje de datos válidos superior al 75% para los años 2021, 2022 y 2023.

Tabla 6 Resumen de datos disponibles para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
Puerto Varas	2021	321	87,9	293	80,3
	2022	354	97,0	349	95,6
	2023	361	98,9	361	98,9
Alerce	2021	350	95,9	No Aplica	No Aplica
	2022	351	96,2	No Aplica	No Aplica
	2023	347	95,1	No Aplica	No Aplica
Mirasol	2021	354	97,0	No Aplica	No Aplica
	2022	348	95,3	No Aplica	No Aplica
	2023	349	95,6	No Aplica	No Aplica

Para efectos de la evaluación de la norma anual, en la Tabla 7, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual de las estaciones Puerto Varas, Alerce y Mirasol, observándose un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los meses para el contaminante de MP2,5, a excepción del mes de enero de 2021 en estación Puerto Varas con un 3% y el mes de octubre de 2023 con 74% en estación Mirasol.

Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Puerto Varas	2021	3	100	97	77	100	100	100	100	100	94	100	87
	2022	100	79	87	100	100	100	100	100	100	97	100	100
	2023	100	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Alerce	2021	87	89	100	100	100	97	100	100	87	94	97	100
	2022	87	100	87	100	97	100	97	100	97	94	97	100
	2023	84	100	100	87	94	97	100	100	100	94	93	94



Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Marisol	2021	87	100	87	100	97	100	100	100	97	97	100	100
	2022	84	100	94	100	100	93	100	100	87	97	90	100
	2023	87	100	97	100	97	97	100	100	100	74	97	100

En la Tabla 8 se presentan los datos disponibles a nivel mensual de la estación Puerto Varas, en la tabla se observa un cumplimiento superior al 75% en la mayoría de los meses para el contaminante de MP10, a excepción del mes de enero y febrero de 2021 en la estación con un 0% y 21%.

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Puerto Varas	2021	0	21	90	77	100	90	100	100	100	94	100	87
	2022	100	79	87	97	100	100	100	100	97	100	97	90
	2023	100	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP2,5

6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5

El periodo de evaluación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 9, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP2,5, para los años 2021, 2022 y 2023, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la red de Puerto Montt.

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, se considerará sobrepasada la norma para MP2,5 cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 µg/m³, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

Tabla 9 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Percentil 98 Año 2021 (µg/m ³)	% de la Norma 24 horas (50 µg/m ³)	Percentil 98 Año 2022 (µg/m ³)	% de la Norma 24 horas (50 µg/m ³)	Percentil 98 Año 2023 (µg/m ³)	% de la Norma 24 horas (50 µg/m ³)
Puerto Varas	154	308	149	298	145	290
Alerce	110	220	136	272	88	176
Mirasol	112	224	141	282	110	220

De acuerdo con el análisis efectuado del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2021, 2022 y 2023, se determinó que el valor de la norma de MP2,5 como concentración de 24 horas fue superada en todos los años en estudios para las estaciones de Puerto Varas, Alerce y



Mirasol. El análisis determino que en el año 2021 la concentración en estación Puerto Varas fue de $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (308%), Alerce fue de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (220%) y estación Marisol presentó una concentración de $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (224%). Para el año 2022 la concentración en estación Puerto Varas fue de $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (298%), Alerce fue de $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (272%) y estación Marisol presentó una concentración de $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (282%). Finalmente, en el año 2023 la concentración determinada mediante el cálculo del percentil 98 fue de $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (290%) en Puerto Varas, $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (176%) en Alerce y $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (220%) en Mirasol.

El Gráfico 1 muestra la distribución temporal a nivel anual del percentil 98 de la Norma 24 horas para MP2,5, comparado con el límite normativo.

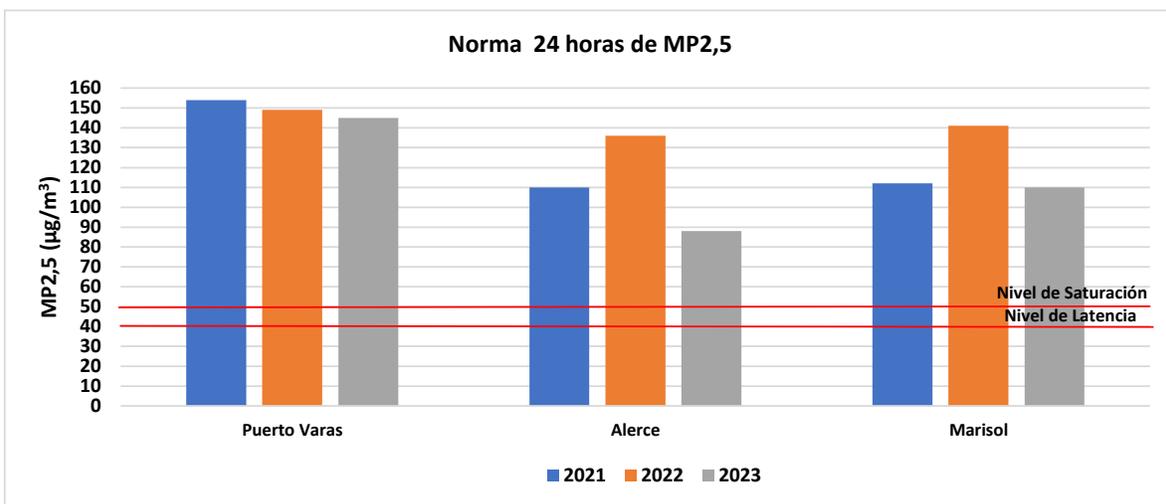


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

Adicionalmente, en la Tabla 10, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación durante los años 2021, 2022 y 2023 registrándose los mayores números de excedencias todos los años en la estación Puerto Varas, con 55 días de excedencias el año 2021, con 85 días de excedencias el año 2022 y con 61 días de excedencias sobre el valor normado el año 2023.

Tabla 10 Número de días de excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5

Estación	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2021	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2022	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2023
Puerto Varas	55	85	61
Alerce	43	45	29
Mirasol	43	56	32



El Gráfico 2 muestra el número de excedencias, disgregada a nivel mensual y para los últimos tres años. Para el período comprendido entre el 1° enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023, las excedencias se producen entre los meses de marzo a octubre.

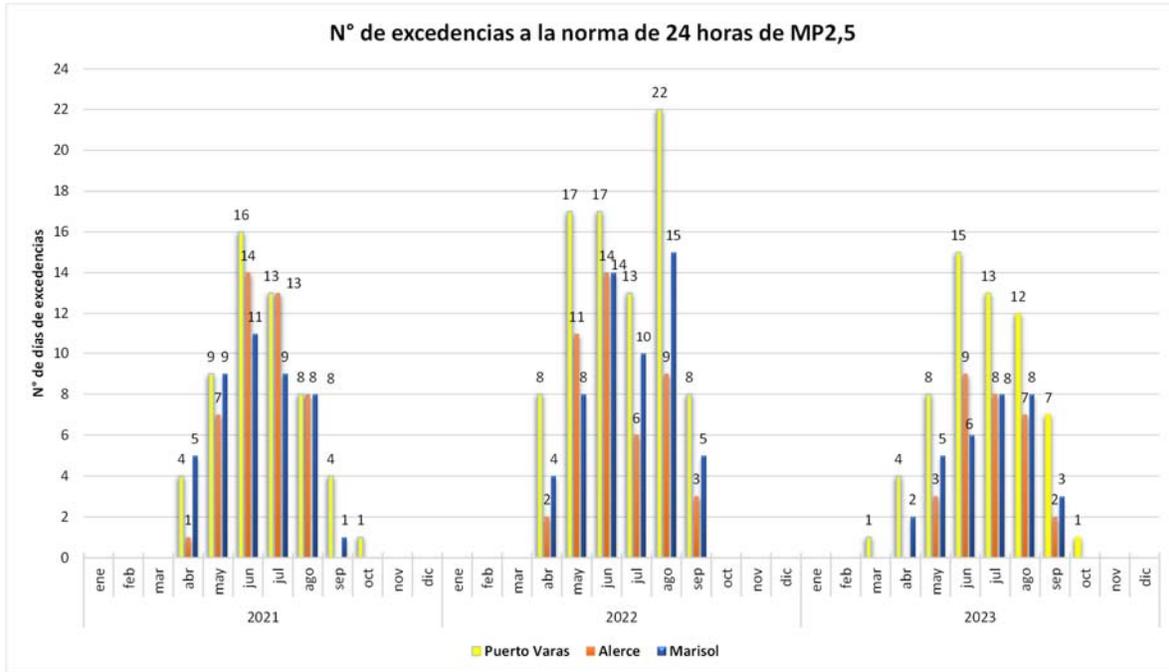


Gráfico 2 Número de excedencias a la norma 24 Horas de MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5

El período de evaluación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. En la Tabla 11, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2021, 2022 y 2023, para las estaciones Puerto Varas, Alerce y Mirasol.

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N°12/2011 del MMA, la norma para MP2,5 se considerará sobrepasada cuando el promedio trianual de las concentraciones anuales sea mayor a 20 µg/m³, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

Por otra parte, se considerará como valor de concentración anual, aquel determinado a partir de promedios mensuales medidos durante a lo menos 11 meses del año calendario. En caso de que durante un año calendario se disponga de mediciones para más de 8 y menos de 11 meses, para completar el período mínimo señalado, se considerará como valor mensual de cada mes faltante, la concentración mensual más alta medida en los 12 meses anteriores a cada mes faltante. Si se



dispone de valores sólo para 8 o menos meses, no se podrá calcular un valor de concentración anual para la estación de monitoreo correspondiente.

De acuerdo con el cálculo del promedio trianual, para la evaluación de la norma anual de MP2,5, todas las estaciones de la red superan el límite de la norma anual Cabe señalar que, las concentraciones medias anuales de MP2,5 para la estación Puerto Varas fue de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondiente a un 165% del límite de la norma anual, para la estación Alerce y Mirasol de 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (120%) en el periodo de evaluación. A continuación, en la tabla se presentan los valores como promedio anual.

Tabla 11 Evaluación de los promedios anuales de MP2,5 para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2021-2022-2023) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Puerto Varas	34	37	30	33	165
Alerce	25	27	22	24	120
Mirasol	23	28	21	24	120

Complementariamente, en el Gráfico 3, se pueden observar las concentraciones anuales por año y estación para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023.

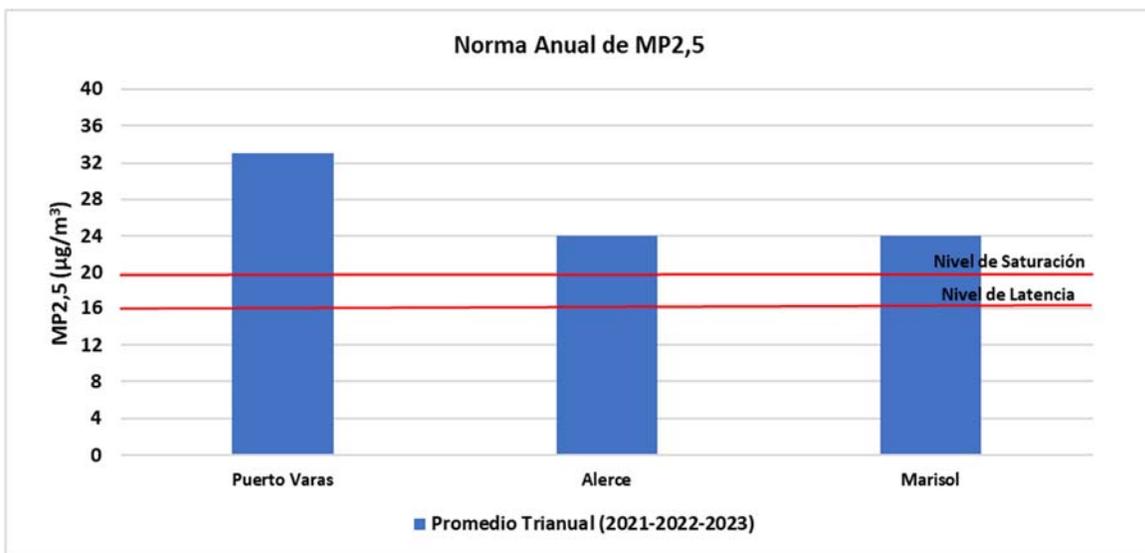


Gráfico 3 Promedio anual de MP2.5 para los años 2021 y 2023



6.2. Evaluación de la norma para MP10

6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023.

Cabe señalar que, de acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2022, del Ministerio del Medio Ambiente, la norma de calidad del aire para material particulado respirable (MP10), se considerará sobrepasada en las siguientes condiciones:

- a) En un año calendario, el valor correspondiente al percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas, sea mayor o igual a 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- b) Si antes que concluya un año calendario, el número de días con mediciones sobre el valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, sea mayor que siete.

El nuevo límite establecido en la norma es aplicable a partir del año 2022, y para el periodo anterior se encontraba vigente la norma de MP10, D.S. 59/1998, del MINSEGPRES. A continuación, 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 2021, 2022 y 2023, de la estación de monitoreo de la Red.

Tabla 12 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para los años 2021, 2022 y 2023

Estación	Percentil 98 Año 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2021 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2022 130 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2023 130 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Puerto Varas	167	111	156	120	148	114

El análisis de la norma de 24 horas de MP10 para el año 2022 y 2023, que establece como límite un valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ desde el año 2022, se determinó mediante el análisis y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, que el valor límite fue superado en la estación. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas en la estación Puerto Varas en el año 2022, mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a: 156 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ equivalente respecto del límite de la norma de 24 horas a un 120%; para el año 2023 fue de 148 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ equivalente a un 114% del límite de la norma de 24 horas.

El Gráfico 4, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para los años 2022 y 2023.



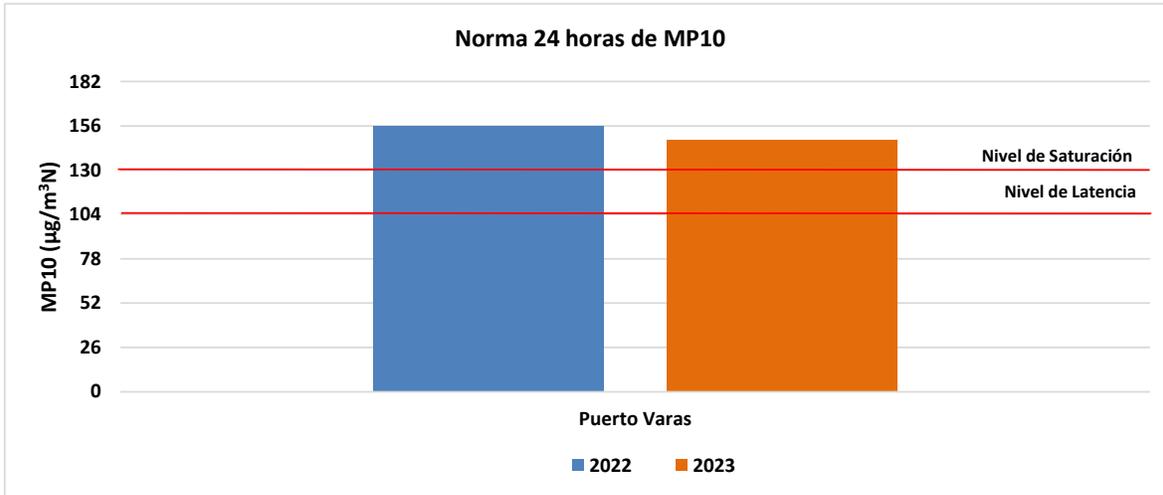


Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10 para los años 2022 y 2023

Complementariamente, se determinó el número de excedencias a la norma de 24 horas para el año 2022 y 2023, cabe destacar que desde el año 2022 se establece como límite un valor de 130 µg/m³N; del análisis se concluye que la estación de Puerto Varas tiene 21 días sobre el límite de la norma de 24 horas para el año 2022 y 14 días sobre el límite de la norma de 24 horas para el año 2023.

Tabla 13 Número de días de excedencias a la norma de 24 horas de MP10

Estación	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2022 (Limite 130 µg/m ³ N)	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2023 (Limite 130 µg/m ³ N)
Puerto Varas	21	14

6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, correspondió al comprendido entre el día 1° de enero de 2021 y el día 31 de diciembre de 2023. 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 2021, 2022 y 2023, para las estaciones de monitoreo de la red.

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 12/2022, del Ministerio del Medio Ambiente, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10 como concentración anual, cuando el promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, en cualquier estación monitorea calificada como EMRP, sea mayor o igual a 50 µg/m³N.



Tabla 14 Concentración trianual y porcentaje de la norma de MP10

Estación	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Trianual (2021-2022-2023) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Puerto Varas	-	45	36	-	-

El resultado del cálculo del promedio anual para los años 2021, 2022 y 2023, muestra que en la estación Puerto Varas, no fue posible evaluar la norma anual (promedio trianual), por no contar con la cantidad de meses válidos para el año 2021. A continuación, en el Gráfico 5 se muestra las concentraciones anuales para los años 2022 y 2023.

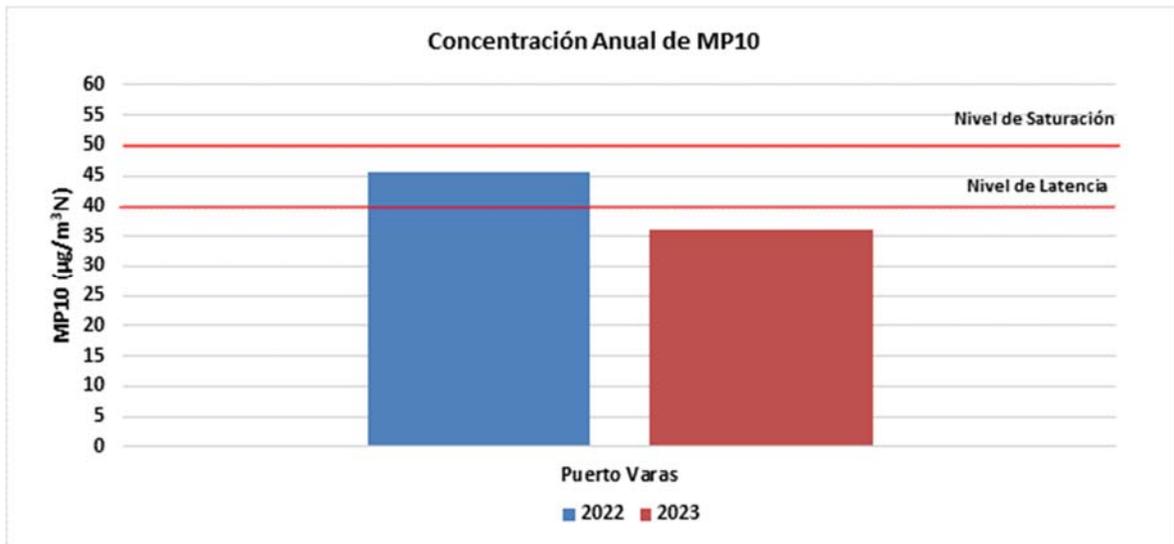


Gráfico 5 Concentración anual de MP10 en estación Puerto Varas



7. CONCLUSIONES

La revisión de la norma primaria de calidad del aire para el contaminante MP2,5 y MP10, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2023, considerándose válidos los datos generados de las mediciones de MP2,5 y MP10, de las estaciones Puerto Varas, Alerce y Mirasol, perteneciente al MMA. Para verificar el cumplimiento de las normas de MP2,5, se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP2,5 y MP10), 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 para los años 2021, 2022 y 2023.

Norma primaria de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2021, 2022 y 2023 superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma de MP2,5. El análisis determinó que en el año 2021 la concentración en estación la Puerto Varas fue de 154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (308%), Alerce fue de 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (220%) y Mirasol fue de 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (224%); en el año 2022 en la estación Puerto Varas se determinó una concentración de 149 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (298%), Alerce se determinó una concentración de 136 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (272%) y Marisol se determinó una concentración de 141 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (282%). Finalmente, para el año 2023 la concentración determinada mediante el cálculo del percentil 98 fue de 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (290%) en estación la Puerto Varas, de 88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (176%) en estación Alerce, y de 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (220%) en estación Marisol.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se determinó el promedio trianual para los años 2021, 2022 y 2023, en las estaciones Puerto Varas, Alerce y Mirasol. Se concluyó que la norma fue superada en las estaciones de la Red de Puerto Montt, respecto del límite establecido de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones obtenidas como promedio anual fueron de: 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (165%) en estación Puerto Varas, y 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (120%) para las estaciones de Alerce y Marisol.

Norma primaria de calidad del aire para MP10

La evaluación de la norma de 24 horas de MP10, y que fija como límite un valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (dicho límite rige desde el año 2022), se determinó mediante el análisis y el cálculo del percentil 98, que la norma de 24 horas fue superada y las concentraciones obtenidas estuvieron por sobre del límite de la norma de 24 horas para los años 2022 y 2023. Cabe señalar que, para el año 2022 las concentraciones obtenidas, mediante el cálculo del percentil 98, fueron las siguientes: 156 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la estación Puerto Varas equivalente al 120% del límite de la norma. Por otra parte, para el año 2023 la concentración obtenida, mediante el cálculo del percentil 98, fue de 148 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en la estación Puerto Varas (114%).



Complementariamente, se realizó el análisis del número de excedencias a la norma de 24 horas de MP10 y se concluyó que la estación de Puerto Varas tuvo 21 días sobre el límite de la norma de 24 horas para el año 2022 y 14 días sobre el límite de la norma de 24 horas para el año 2023.

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 (2021, 2022 y 2023), no pudo ser determinada, debido a que en el año 2021 solo se cuenta con 10 meses de datos válidos.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP
2	Datos de calidad del aire para el año 2021, 2022 y 2023

