



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 TEMUCO Y PADRE LAS CASAS
REGIÓN DE LA ARAUCANIA**

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

DFZ-2023-2129-IX-NC

JULIO 2024

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	
Elaborado	Karin Salazar Navarrete	



TABLA DE CONTENIDOS

	<i>Página</i>
1. RESUMEN EJECUTIVO	3
2. INTRODUCCIÓN	6
3. OBJETIVOS	8
4. ALCANCE	8
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS	9
5.1 ESTACIONES DECLARADAS COMO EMRP-MP2,5 Y EMRP-MP10.....	9
5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE TEMUCO Y PADRE LAS CASAS.....	11
5.3 AUDITORÍA DE DATOS	12
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA	14
6.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP2,5.....	14
6.1.1 <i>Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5</i>	14
6.1.2 <i>Evaluación de la norma anual para MP2,5</i>	16
6.2 EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10.....	18
6.2.1 <i>Evaluación de la norma 24 horas MP10</i>	18
6.2.2 <i>Evaluación de la norma anual para MP10</i>	20
7. CONCLUSIONES	22
8. ANEXOS	24



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de la norma de calidad del aire para material particulado fino respirable MP2,5 y MP10, contenidas en el D.S. N° 12/2011 y D.S. N° 12/2022 respectivamente, ambos del Ministerio del 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 y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización consideró la auditoría de los datos proporcionados por el Ministerio del Medio Ambiente, de las estaciones de la Región de la Araucanía, declaradas como estaciones de monitoreo con representatividad poblacional (en adelante, EMRP) para material particulado; MP2,5 y MP10. Con la información remitida se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a las estaciones de vigilancia de calidad del aire de la Región, ubicadas en la comuna de Temuco y Padre Las Casas denominadas “Las Encinas”, “Ñielol” y “Padre Las Casas”.

Cabe señalar que en el año 2005 a través del D.S. N° 35, del MINSEGPRES, se declara zona saturada por material particulado respirable MP10, como concentración de 24 horas, además en el año 2013 mediante Decreto Supremo N° 2, de 10 de enero de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, declaró Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable MP2,5, como concentración diaria, a las comunas de Temuco y Padre Las Casas.

El año 2005 se dio inicio a la elaboración del D.S. N° 78 de 2009, del MINSEGPRES, que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica, en adelante PDA; posteriormente además se estableció el "Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5 para las comunas de Temuco y Padre Las Casas y de actualización del Plan de Descontaminación por MP10, para las mismas comunas (en adelante, "PDA de Temuco y Padre Las Casas").

La actividad de fiscalización de la norma primaria de calidad del aire corresponde a un examen de información para MP2,5 y MP10, donde se consideraron los datos validados proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente, de las estaciones de la Región de la Araucanía. Dicha información fue sometida a una auditoría de validación y ratificación por parte de la SMA, además, se verificó el cumplimiento de los requerimientos de las normas primarias de MP2,5 y MP10, la representatividad poblacional de las estaciones para material particulado MP2,5 y MP10 y el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación EPA.

El análisis de datos de MP2,5 y MP10, se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2020 y 31 de diciembre de 2022, 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 las normas primarias de calidad del aire para MP2,5 y MP10, en esta última indica que todos los datos deben ser reportados de acuerdo con 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 (MINSAL). En el caso de los contaminantes de MP2,5 y M10 se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales de un año calendario y para el promedio de 24 horas los promedios horarios en base un número igual o mayor a 18 horas, de acuerdo con los criterios establecidos en las respectivas normas primarias antes mencionadas.

Norma de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mediante el análisis de los datos de MP2,5 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones, se determinó que la norma fue superada en todo el periodo evaluado en las tres (3) estaciones calificadas como EMRP para MP2,5, las concentraciones determinadas para el año 2022 correspondieron a $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (226%) en Las Encinas, a $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (156%) en estación Ñielol y a $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (340%) en Padre Las Casas. Cabe señalar que, mediante el cálculo del percentil 98 para el año 2020 se obtuvieron las siguientes concentraciones: la estación Las Encinas presentó una concentración de $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Ñielol fue de $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en estación Padre Las Casas fue de $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 198%, 156% y 298%, respecto del valor límite de la norma de 24 horas. Para el año 2021 las concentraciones obtenidas fueron las siguientes: en estación Las Encinas $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Ñielol $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Padre Las Casas $161 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 250%, 182% y 322%, respecto del valor límite de la norma de 24 horas.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que todas las estaciones presentaron un número superior a 7 excedencias anuales, siendo la estación Padre Las Casas la que presentó el mayor número de excedencias con 84 días para el año 2022, seguido de estación Las Encinas con 47 días y finalmente estación Ñielol con 23 días de excedencias el año 2022.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, se concluyó que la norma fue superada en dos (2) de las tres (3) estaciones analizadas, encontrándose la estación Padre Las Casas con una concentración de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (185%) y la estación Las Encinas con una concentración de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (130%). En relación con la estación Ñielol se superó el 80% de la norma anual obteniendo una concentración de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 90% del valor límite de la norma.



Norma de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ desde el año 2022, concluyó, mediante el cálculo del percentil 98 que la norma fue superada en la estación Padre Las Casas durante el periodo en estudio. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a: $123 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Las Encinas, $88 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Ñielol y $173 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Padre Las Casas, equivalentes, respecto del valor límite de la norma de 24 horas a un 95%, 68% y 133%, respecto del límite de la norma de 24 horas.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que para el año 2022 la estación de Padre Las Casas presentó un número de 16 días de excedencias, seguido de estación Las Encinas con 7 días y finalmente estación Ñielol con 2 días de excedencias el año 2022.

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 (2020-2021-2022), se determinó que la norma anual de MP10 supera el 80% de la norma en la estación Padre Las Casas con una concentración trianual de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 94% del límite de la norma. Respecto a estación Las Encinas se obtuvo una concentración trianual de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y estación Padre Las Casas obtuvo una concentración trianual de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalentes a un 70% y 54% del valor de la norma anual, respectivamente.



2. INTRODUCCIÓN

El área metropolitana de la Ciudad de Temuco o Gran Temuco está conformada por las áreas urbanas de dos comunas, Temuco y Padre Las Casas, ambas pertenecientes a la Región de la Araucanía.

Las comunas de Temuco y Padre Las Casas se localizan en la Región de la Araucanía, provincia de Cautín, a 689,95 y 684,3 km de Santiago respectivamente; entre ellas la distancia corresponde a 5,65 km. La comuna de Temuco, es la capital regional de La Araucanía, y sus límites administrativos son: hacia el norte con las comunas de Galvarino y Chol-Chol; al sur con la comuna de Padre Las Casas; al oeste con Nueva Imperial; y al este con las comunas de Lautaro y Vilcún.

Los límites administrativos de la comuna de Padre Las Casas que señalan su ubicación son los siguientes: Norte: Río Cautín. Oeste: Comuna de Nueva Imperial. Este: Río Huichahue y Río Quepe. Sur: Río Quepe hasta la confluencia con el Estero Puello, hacia el SE el límite queda definido por el Río Huichahue.

Temuco y Padre Las Casas, poseen una superficie de 50,9 y 6,13 km² respectivamente, su población total es de 358,541 habitantes, que corresponden a 282,415 habitantes para Temuco y una población de 76.126 habitantes de Padre Las Casas (CENSO 2017, INE).

En el año 2005 a través del D.S. N° 35, del MINSEGPRES, se declara zona saturada por material particulado respirable MP10, como concentración de 24 horas, a las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Una vez declarada las mencionadas comunas como zona saturada, y conforme a lo establecido en los artículos 32 y 44 de la Ley 19.300, consecutivamente el mismo año se dio inicio a la elaboración del D.S. N° 78 de 2009, del MINSEGPRES, que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica, en adelante PDA (modificado posteriormente por el D.S. N°8 de 2015, del MMA).

En el año 2013 mediante Decreto Supremo N° 2, de 10 de enero de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, declaró Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable MP2,5, como concentración diaria, a las comunas de Temuco y Padre Las Casas. Seguidamente el mismo año se inició al proceso de actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas por MP10, ya mencionado, seguido al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por Material Particulado Fino Respirable MP2,5.

Posteriormente, mediante D.S. N° 8, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, se estableció el "Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5 para las comunas de Temuco y Padre Las Casas y de actualización del Plan de Descontaminación por MP10, para las mismas comunas (en adelante, "PDA de Temuco y Padre Las Casas"). Finalmente se publica el 10 de marzo de 2018 la "modificación artículos 43 y 44 del Decreto Supremo N° 8, DE 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, en el sentido que indica.



Normas primarias de calidad ambiental

El 18 de enero de 2011 el Ministerio del Medio Ambiente estableció la norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP2,5, D.S. N° 12/2011 del MMA, con entrada en vigencia a partir del 1° de enero de 2012. En ella se establecen los límites de calidad primaria para MP2,5, con un máximo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración anual y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como concentración de 24 horas.

En el año 2018 la Superintendencia del Medio Ambiente realizó una fiscalización ambiental a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Temuco y Padre Las Casas, con el objeto de evaluar la representatividad poblacional para MP2,5 y MP10 de la Estación de monitoreo “Ñielol”, ubicada en la comuna de Temuco. Producto de esta fiscalización en el año 2019, se calificó como EMRP por MP10 y MP2,5.

Cabe señalar que, para evaluar la calidad del aire por MP2,5 y MP10 se utilizaron las estaciones de monitoreo con Representatividad Poblacional (EMRP) correspondientes a Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.

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 los años 2020, 2021 y 2022, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire.

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 es 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 2020 y el 31 de diciembre de 2022, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP2,5 y MP10.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5 y MP10, realizadas por la Red de vigilancia de Calidad del Aire de Temuco y Padre Las Casas, en base a una auditoría de los datos reportados para los años 2021 y 2022; para el año 2020 se utilizaron los datos validos en el informe DFZ-2021-2555-VIII-NC.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5 y MP10 de la red de vigilancia de calidad del aire de la Región La Araucanía, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2022.

Las estaciones utilizadas para la evaluación de datos de MP10, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 y MP10 corresponden a Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primarias de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2022. 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° 12/2022 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP10	130 µg/m ³ N	50 µg/m ³ N
D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	50 µg/m ³	20 µg/m ³



5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

Para la evaluación de los datos de MP2,5 y MP10 en los años 2020, 2021 y 2022, el Ministerio remitió a esta Superintendencia, los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios y en el formato establecido en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N°30/2009, del MINSAL. Los datos evaluados de MP2,5 y 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.

El periodo de datos de MP2,5 y MP10 auditado, corresponde a las mediciones realizadas entre el 1° de enero de 2020 y 31 de diciembre de 2022, para las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado MP2,5 y MP10, en base a una auditoría de los datos reportados el año 2022 y 2021. Para el año 2020 se utilizaron los datos validos en el informe DFZ-2021-2555-VIII-NC.

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

En la Tabla 2 se describen las estaciones de la red de monitoreo de calidad del aire de la Región de la Araucanía, comunas Temuco y Padre Las Casas, y sus respectivas resoluciones que las califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado 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
Las Encinas	Res. Exenta N° 12495 del 14 de agosto de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Araucanía	Res. Exenta N° 1480 del 02 de mayo de 2005, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Araucanía
Ñielol	Res. Exenta N° 280 del 22 de febrero de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁽¹⁾	Res. Exenta N° 279 del 22 de febrero de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁽¹⁾
Padre Las Casas	Res. Exenta N° 8961 del 05 de junio de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Araucanía	Res. Exenta N° 8959 del 05 de junio de 2012, de la Secretaría Regional Ministerial de Salud. Araucanía

¹ Datos validos a partir del 20 de julio de 2017, según Resoluciones Exenta N° 280 para MP2,5 y Resolución N° 279 para MP10 (SMA).



Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación de las estaciones de la Red de monitoreo de la Región de la Araucanía, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

Tabla 3 Georreferenciación de las estaciones de la Red Temuco y Padre Las Casas

Propietario	Estación	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84, Huso 19 S*	
		E	N
MMA	LAS ENCINAS	706.759 E	5.708.423 N
MMA	ÑIELOL	710.378 E	5.710.745 N
MMA	PADRE LAS CASAS	708.625 E	5.706.593 N

*Referencia de las resoluciones EMRP.

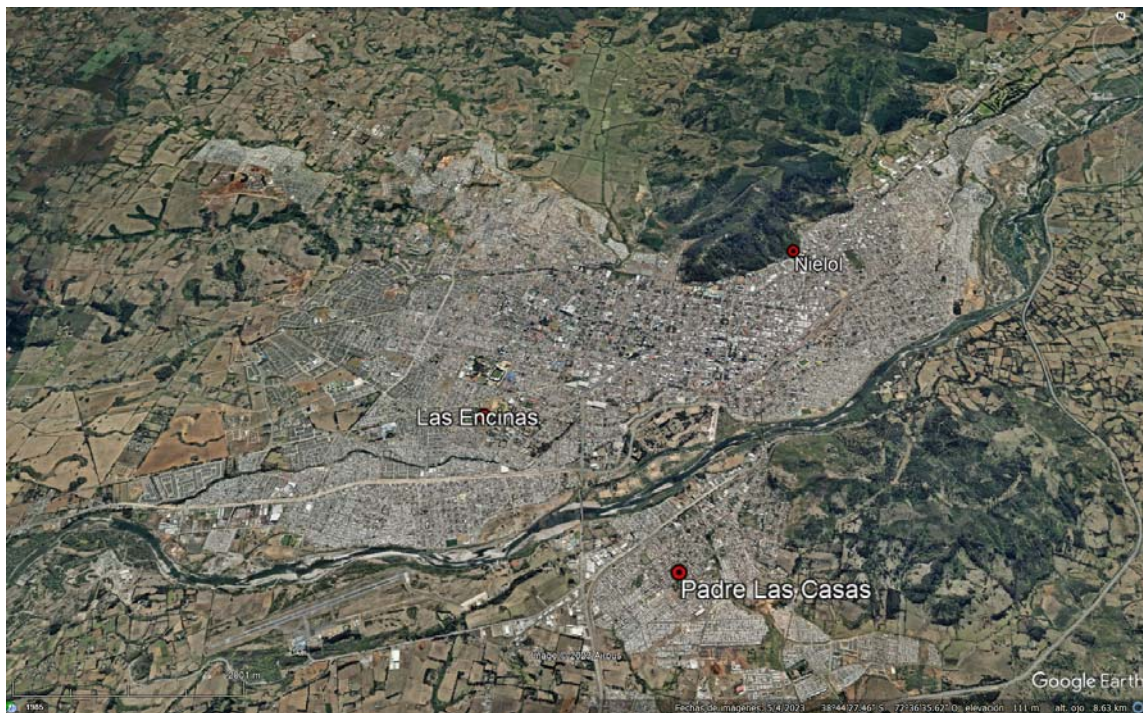


Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire del aire de Temuco y Padre Las Casas



5.2 Descripción de los instrumentos de medición de la Red de Temuco y Padre Las Casas

De acuerdo con los antecedentes entregados por el Ministerio de Medio Ambiente, para los años 2020, 2021 y 2022, respecto de los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5 y MP10 en las estaciones evaluadas, cumplen con el requisito de emplear instrumentos de medición con aprobación USEPA⁽¹⁾, establecido en la norma primaria de calidad del aire.

A continuación, en la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP2,5 y MP10, utilizados en las estaciones de calidad del aire analizadas, durante el año 2022.

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

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Las Encinas	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122
Ñielol	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122
Padre Las Casas	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP10	EQPM-0798-122

¹ https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/List_of_FRM_FEM_%20June%202023_Final.pdf



5.3 Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2020, 2021 y 2022, validados por el MMA, fueron sometidos a una revisión usando los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire para dichos contaminantes y de acuerdo a lo indicado en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009 de MINSAL. 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 medidos con instrumentos de medición continuo, consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para el contaminante MP2,5 y MP10 de cada estación, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. De este análisis se presentó el siguiente porcentaje de datos inválidos para los años 2020, 2021 y 2022.

En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por estación y contaminante para el año 2020, 2021 y 2022. En ésta se observa que la mayoría de las estaciones registra menos del 25% de sus datos inválidos.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP2,5 y MP10, para el periodo de 2020 al 2022

Estación	2020		2021		2022	
	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario
Las Encinas	2,2	2,5	1,5	2,1	4,3	4,4
Ñielol	6,3	2,7	1,4	1,6	1,4	1,4
Padre Las Casas	1,1	1,4	1,5	2,6	1,8	1,3

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos 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 horas, éstos se invalidaron de acuerdo a lo descrito en el decreto mencionado.

En las tablas siguientes, se resumen los días válidos por año y estación para los contaminantes MP2,5 y MP10, en la tabla se puede observar que el porcentaje de datos válidos es superior al 75%, en las estaciones Las Encinas y Padre Las Casas para los años 2020, 2021 y 2022.

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 Porcentaje de datos válidos por año para MP2,5 y MP10 (2020-2021-2022)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
Las Encinas	2020	358	97,8	357	97,5
	2021	359	98,4	357	97,8
	2022	347	95,1	348	95,3
Ñielol	2020	343	93,7	356	97,3
	2021	361	98,9	359	98,4
	2022	360	98,6	360	98,6
Padre Las Casas	2020	362	98,9	361	98,6
	2021	365	98,6	356	97,5
	2022	356	97,5	361	98,9

Para efectos de la evaluación anual de las normas primarias de MP2,5 y MP10, a continuación, en las Tabla 7 y Tabla 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas, observándose una disponibilidad de datos mensuales superior al 75% para los tres (3) años en evaluación.

Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2020, 2021 y 2022

		MESES (%)											
		Red Temuco y Padre Las Casas											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Las Encinas	2020	87,1	93,1	93,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	87,1	100	100	100	100	100	93,3	100	100	100	100	100
	2022	87,1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96,8	93,3
Ñielol	2020	83,9	100	58,1	96,7	100	100	96,8	100	96,7	100	96,7	96,8
	2021	87,1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2022	87,1	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100
Padre Las Casas	2020	100	86,2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	85,7	100	96,7	100	100	100	100	100	100	100	100
	2022	100	82,1	100	100	100	100	96,7	100	96,8	100	93,5	100

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2020, 2021 y 2022

		MESES (%)											
		Red Temuco y Padre Las Casas											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Las Encinas	2020	87,1	93,1	100	100	100	100	100	96,8	93,3	100	100	100
	2021	87,1	100	93,5	100	100	100	93,3	100	100	100	100	100
	2022	87,1	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	96,8	100
Ñielol	2020	83,9	100	100	96,7	100	100	96,8	100	96,7	100	96,7	96,8
	2021	87,1	92,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2022	87,1	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100
Padre Las Casas	2020	100	82,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	89,3	96,8	83,3	100	100	100	100	100	100	100	100
	2022	100	96,4	90,3	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 2020 y el día 31 de diciembre de 2022. En la Tabla 9, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de MP2,5, para los años 2020, 2021 y 2022, de las estaciones de la red de vigilancia de calidad del aire de Temuco y Padre Las Casas.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5.

Tabla 9 Percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP2,5

Estación	Percentil 98 Año 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2020 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2021 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2022 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Las Encinas	99	198	125	250	113	226
Ñielol	78	156	91	182	78	156
Padre Las Casas	149	298	161	322	170	340

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2020, 2021 y 2022, determinó que el valor de la norma 24 horas para MP2,5, fue superada en las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas. Para el periodo en evaluación 2020 al 2022, los valores obtenidos en todas las estaciones de monitoreo se encontraron por sobre el 100% de la norma de 24 horas, siendo la Estación Padre Las Casas la que presentó las concentraciones más altas para todo el periodo en estudio. Para el año 2020 las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a 149 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Padre Las Casas, a 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Las Encinas, y a 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Ñielol, concentraciones equivalentes a 298%, 198% y 156% respectivamente, con respecto del límite de la norma de 24 horas. En relación con el año 2021 las concentraciones obtenidas correspondieron a 161 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (322%) en estación Padre Las Casas, a 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (250%) en estación Las Encinas, y a 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (182) en estación Ñielol. Cabe señalar que, para el año 2022 las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Padre Las Casas, a 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en



estación Las Encinas, y a $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en estación Ñielol, concentraciones equivalentes a 340%, 226% y 156% del límite de la norma 24 horas, respectivamente.

El Gráfico 1, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP2,5, por estación, para los años 2020, 2021 y 2022.

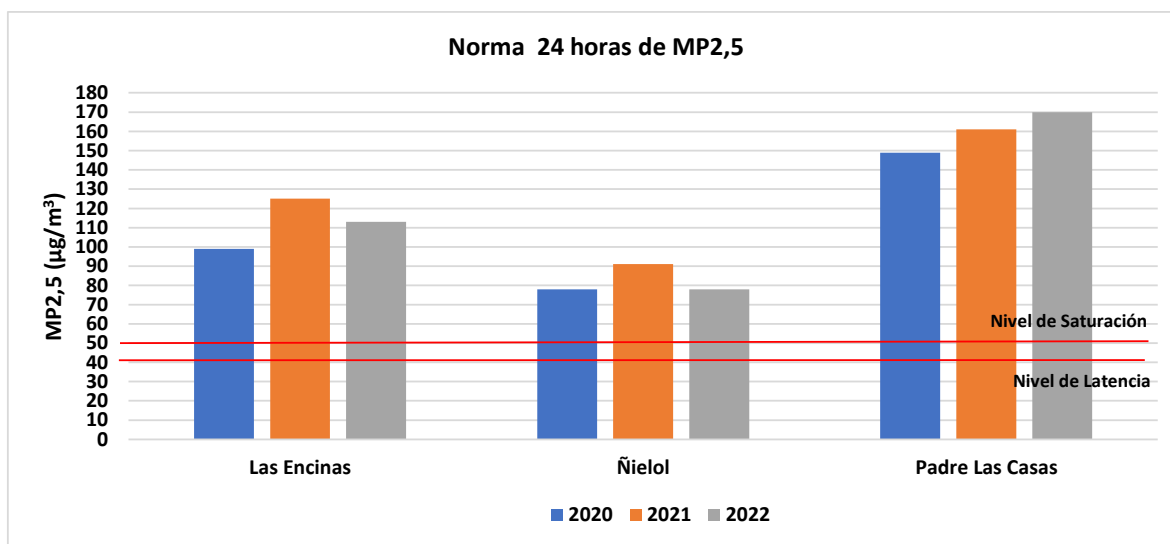


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 por año

En la Tabla 10 se resume el número de días de excedencias a la norma de 24 horas por estación durante el año 2020, 2021 y 2022, la cual muestra que el mayor número de días con excedencias se presentó en las estaciones de Padre Las Casas con 84 días, Las Encinas con 47 días y Ñielol con 23 días.

Tabla 10 N° de Excedencias a la norma 24 horas de MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	Días superación Norma 24 horas año 2020	Días superación Norma 24 horas año 2021	Días superación Norma 24 horas año 2022
Las Encinas	53	54	47
Ñielol	28	27	23
Padre Las Casas	87	81	84

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias por estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre el año 2020 y 2022. Se observa que, los días en los cuales se excede la norma, se distribuyen en su mayoría entre los meses de abril y agosto. El año 2020, el número de días con excedencias en las estaciones de Padre Las Casas se obtiene 87 días, Las Encinas con 53 días y Ñielol con 28 días. Para el año 2021, el número de días con excedencias en las estaciones de Padre Las Casas se obtiene 81 días, Las Encinas con 54 días y Ñielol con 27 días. Finalmente, el año



2022, el número de días con excedencias en las estaciones de Padre Las Casas se obtiene 84 días, Las Encinas con 47 días y Ñielol con 23 días. Cabe destacar que la estación de Padre Las Casas y Las Encinas, son las que presentaron el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas.

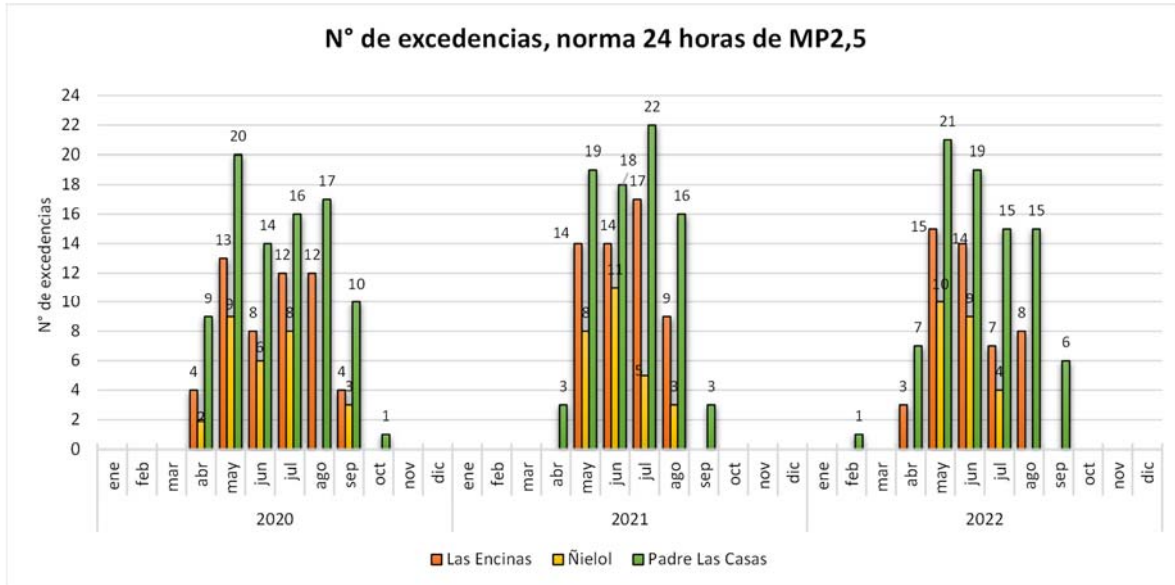


Gráfico 2 Excedencias a la norma 24 Horas MP2,5 para el año 2020, 2021 y 2022

6.1.2 Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de la norma anual para MP2,5, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022. En la Tabla 11, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo de la media anual de las concentraciones de 24 horas de MP2,5, para los años 2020, 2021 y 2022, en las estaciones de monitoreo de la Red de monitoreo de Temuco y Padre Las Casas.

De acuerdo a los límites establecidos 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.

Cabe señalar que la norma anual para MP2,5 requiere determinar el promedio aritmético de 3 años calendario consecutivos de las concentraciones anuales. Si al cabo de un año, en alguna de las estaciones de monitoreo de calidad del aire clasificadas como EMRP, se verifica la superación de la norma, su frecuencia de medición deberá ser diaria.



Tabla 11 Concentración trianual de MP2,5 y porcentaje de la norma para el periodo 2020 al 2022

Estación	Promedio Anual 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2020-2021-2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Las Encinas	25	26	26	26	130
Ñielol	19	19	17	18	90
Padre Las Casas	36	37	36	37	185

La evaluación de la norma anual, con la información disponible para los años 2020, 2021 y 2022, indica que ésta fue superada en las estaciones Las Encinas y Padre Las Casas, encontrándose las estaciones de Padre Las Casas con una concentración de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (185%), Las Encinas con una concentración de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (130%) y estación Ñielol con $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondiente al 90% de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 3, se pueden observar las concentraciones de la media trianual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022.

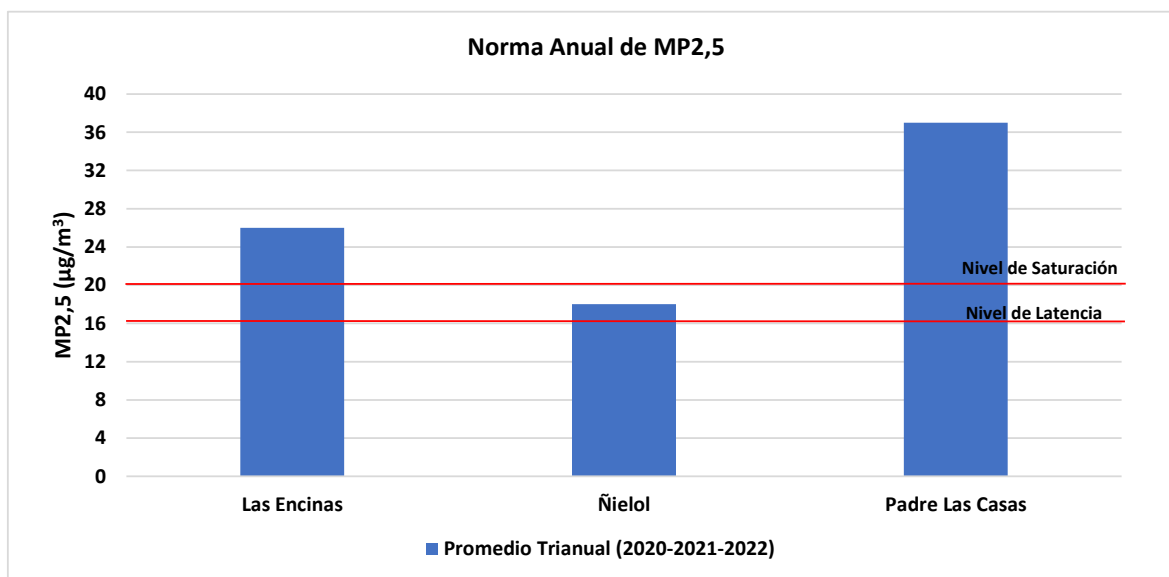


Gráfico 3 Norma Anual para MP2,5, Promedio trianual periodo 2020 al 2022



6.2 Evaluación de la norma para MP10

6.2.1 Evaluación de la norma 24 horas MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022.

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 2020, 2021 y 2022, de las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.

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

Estación	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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas 2022 130 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Las Encinas	109	73	132	88	123	95
Ñielol	87	58	97	65	88	68
Padre Las Casas	154	103	175	117	173	133

El análisis de la norma de 24 horas de MP10 para el año 2022, que establece como límite un valor de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ desde el año 2022, mediante el análisis y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, se determinó que el valor límite fue superado en la estación Padre Las Casas para el año 2022 con una concentración de 173 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 133% del límite de la norma de 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En relación con la estación Las Encinas, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvo una concentración de 123 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el año 2022, superando el 80% del valor límite de la norma con un 95%. Finalmente, estación Ñielol presentó concentraciones inferiores al 80% de la norma de 24 horas, las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a 88 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ equivalente al 68% del límite de la norma 24 horas.



El Gráfico 4, muestra las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para el contaminante MP10, por estación, para el año 2022.

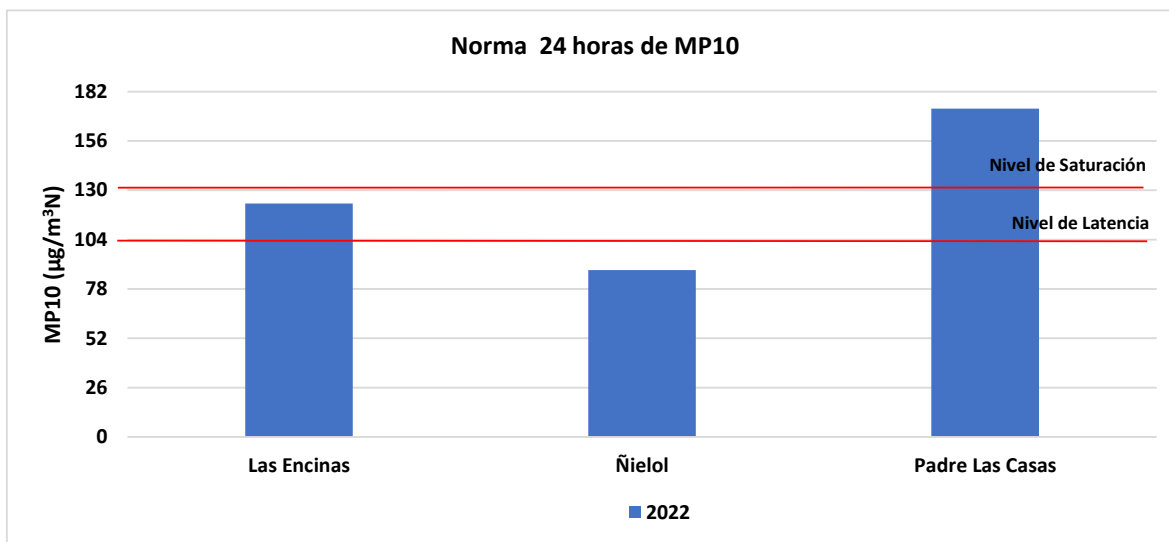


Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10, para el año 2022

En la Tabla 13, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación, para los años 2020 y 2021, se utilizó el límite de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, obteniéndose en el año 2020 en estación Padre Las Casas un número de 10 días de excedencias a la norma de 24 horas. En el año 2021 se observa que la estación Padre Las Casas presentó un número de 15 días con excedencias y la estación Las Encinas 6 días de excedencias a la norma de 24 horas. Para el año 2022 se observa un mayor número de días con excedencias, cabe destacar que desde el año 2022 se establece como límite un valor de $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, por lo que la estación Padre Las Casas presentó 16 días de excedencias, Las Encinas tiene 7 días de excedencias y estación Ñielol 2 días de excedencias.

Tabla 13 N° de Excedencias a la norma de 24 horas de MP10 por año

Estación	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2020 (Limite $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2021 (Limite $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2022 (Limite $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Las Encinas	0	6	7
Ñielol	0	0	2
Padre Las Casas	10	15	16

Adicionalmente, en el Gráfico 5, se recopila el número de excedencias de la norma de 24 horas por MP10, a nivel mensual y por estación durante el año 2022, en el gráfico se aprecia un número de días con excedencias entre los meses de mayo a julio, en las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.



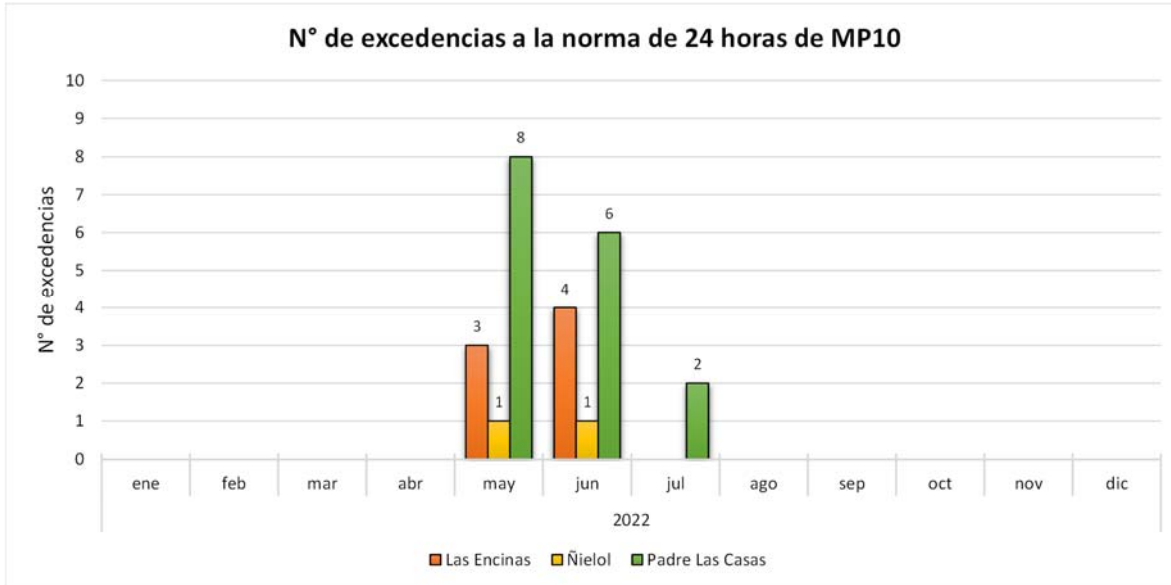


Gráfico 5 Excedencias a la Norma de 24 horas de MP10, para el año 2022

6.2.2 Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022. 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 2020, 2021 y 2022, para las estaciones de vigilancia de la Red de Temuco y Padre Las Casas.

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 monitora calificada como EMRP, sea mayor o igual a 50 µg/m³N.



Tabla 14 Concentración trianual y porcentaje de la norma

Estación	Promedio Anual 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Trianual (2020-2021-2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Las Encinas	34	36	35	35	70
Ñielol	27	28	27	27	54
Padre Las Casas	46	49	45	47	94

Del análisis de evaluación de la norma anual para MP10, expresada como promedio trianual, se concluyó que la norma no fue superada en las estaciones en estudio, sin embargo, se supera el 80% de la norma en el periodo entre el año 2020 y el 2022. El análisis determinó que la estación Padre Las Casas superó el 80% de la norma anual con un promedio trianual de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y alcanzando un porcentaje de 94% de la norma. Por otra parte, la estación Las Encinas presentó una concentración de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (70%) y la estación Ñielol una concentración de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (54%).

Complementariamente, en el Gráfico 6, 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 2020 y el día 31 de diciembre de 2022, de las estaciones Las Encinas, Ñielol y Padre Las Casas.

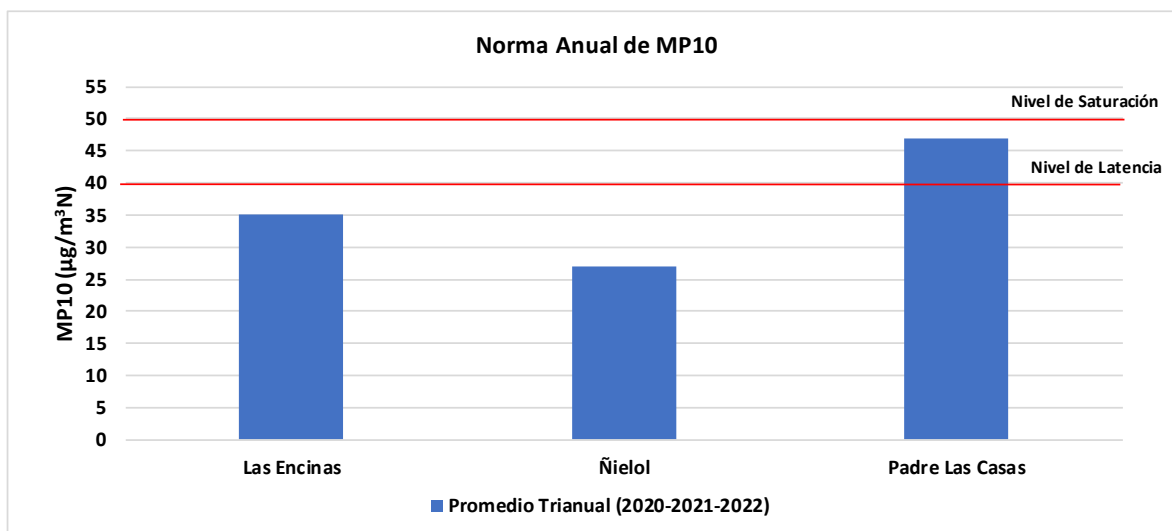


Gráfico 6 Norma Anual para MP10, Promedio trianual periodo 2020 al 2022



7. CONCLUSIONES

El análisis de los datos de calidad del aire de la Red de monitoreo de calidad del aire Temuco y Padre Las Casas, consideró la información válida generada de las mediciones de MP2,5 y MP10, en base al período comprendido entre el 1° de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2022, de las estaciones de la Red de monitoreo de la Región de la Araucanía, comunas de Temuco y Padre Las Casas con representatividad poblacional por material particulado MP2,5 y MP10, período en el cual se utilizó en forma continua un instrumento de medición con aprobación EPA.

Para este informe de examen de información se consideraron como requisitos; la representatividad poblacional por MP2,5 y MP10 de acuerdo a la Tabla 2 del informe, 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 2020, 2021 y 2022, por parte del MMA.

Para la auditoría de los datos de mediciones horarias y diarios se consideraron los criterios establecidos en cada una de las normas primarias y aquellos contenidos en el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, D.S. N°61/2008, modificado por el D.S. N°30/2009, de MINSAL.

Norma de calidad del aire para MP2,5

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mediante el análisis de los datos de MP2,5 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones, se determinó que la norma fue superada en todo el periodo evaluado en las tres (3) estaciones calificadas como EMRP para MP2,5, las concentraciones determinadas para el año 2022 correspondieron a $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (226%) en Las Encinas, a $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (156%) en estación Ñielol y a $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (340%) en Padre Las Casas. Cabe señalar que, mediante el cálculo del percentil 98 para el año 2020 se obtuvieron las siguientes concentraciones: la estación Las Encinas presentó una concentración de $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Ñielol fue de $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en estación Padre Las Casas fue de $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente al 198%, 156% y 298%, respecto del valor límite de la norma de 24 horas. Para el año 2021 las concentraciones obtenidas fueron las siguientes: en estación Las Encinas $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en estación Ñielol $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en Padre Las Casas $161 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 250%, 182% y 322%, respecto del valor límite de la norma de 24 horas.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que todas las estaciones presentaron un número superior a 7 excedencias anuales, siendo la estación Padre Las Casas la que presentó el mayor número de excedencias con 84 días para el año 2022, seguido de estación Las Encinas con 47 días y finalmente estación Ñielol con 23 días de excedencias el año 2022.

En relación a la evaluación de la norma anual para MP2,5, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, se concluyó que la norma fue superada en dos (2) de las tres (3) estaciones



analizadas, encontrándose la estación Padre Las Casas con una concentración de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (185%) y la estación Las Encinas con una concentración de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (130%). En relación con la estación Ñielol se superó el 80% de la norma anual obteniendo una concentración de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 90% del valor límite de la norma.

Norma de calidad del aire para MP10

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ desde el año 2022, concluyó, mediante el cálculo del percentil 98 que la norma fue superada en la estación Padre Las Casas durante el periodo en estudio. Cabe señalar que, las concentraciones obtenidas en las estaciones de la red, mediante el cálculo del percentil 98, correspondieron a: $123 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Las Encinas, $88 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Ñielol y $173 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en Padre Las Casas, equivalentes, respecto del valor límite de la norma de 24 horas a un 95%, 68% y 133%, respecto del límite de la norma de 24 horas.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que para el año 2022 la estación de Padre Las Casas presentó un número de 16 días de excedencias, seguido de estación Las Encinas con 7 días y finalmente estación Ñielol con 2 días de excedencias el año 2022.

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 (2020-2021-2022), se determinó que la norma anual de MP10 supera el 80% de la norma en la estación Padre Las Casas con una concentración trianual de $47 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 94% del límite de la norma. Respecto a estación Las Encinas se obtuvo una concentración trianual de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y estación Padre Las Casas obtuvo una concentración trianual de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalentes a un 70% y 54% del valor de la norma anual, respectivamente.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP
2	Datos de calidad del aire para los años 2021 y 2022

