



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
TALCA**

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

DFZ-2023-303-VII-NC

JULIO 2023

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodriguez	
Revisado	Isabel Leiva Campos	
Elaborado	Karin Salazar Navarrete	



CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	2
2.	INTRODUCCIÓN.....	5
3.	OBJETIVOS.....	6
4.	ALCANCE.....	6
5.	EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	7
5.1.	Estaciones declaradas como EMRP MP2,5 y MP10.....	7
5.2.	Descripción de los instrumentos de medición utilizados en la red de monitoreo.....	8
5.3.	Auditoría de datos.....	9
6.	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA NORMA.....	12
6.1.	Evaluación de la norma para MP2,5.....	12
6.1.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5.....	12
6.1.2.	Evaluación de la norma anual para MP2,5.....	14
6.2.	Evaluación de la norma para MP10.....	16
6.2.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....	16
6.2.2.	Evaluación de la norma anual para MP10.....	18
7.	CONCLUSIONES.....	21
8.	ANEXOS.....	23



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de una actividad de fiscalización ambiental consistente en evaluar el cumplimiento de la norma de calidad del aire para material particulado respirable MP10, contenida en el D.S. N° 12/2022 y la norma de material particulado fino respirable MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011, ambas del Ministerio del Medio Ambiente. Esta evaluación se enmarca de acuerdo con lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, que establece que “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 Ministerio del Medio Ambiente, para los contaminantes MP2,5 y MP10. Con la información remitida por el Ministerio de Medio Ambiente, se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a tres (3) estaciones de monitoreo de calidad del aire de la Región del Maule, ubicadas en la ciudad de Talca, denominadas “Universidad de Talca”, “La Florida de Talca” y “Universidad Católica del Maule”, pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente, declaradas con representatividad poblacional (EMRP) por MP2,5 y MP10.

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, datos medidos con instrumentos de medición con aprobación EPA.

Cabe señalar que, el 4 de febrero de 2010 mediante el Decreto Supremo N° 12, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se declaró zona saturada por material particulado respirable MP10, como concentración anual y de 24 horas, a las comunas de Talca y Maule. Y posteriormente a través del Decreto Supremo N° 49, de 28 de octubre de 2015, se establece el “Plan de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Talca y Maule”. Cabe señalar que el D.S. N° 90/2018 del MMA. Modifica PDA Talca- Maule (art 37) y el D.S N° 30/2019 del MMA. Modifica PDA Talca - Maule (art.40, 39 y 36).

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 MP10 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 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 2020, 2021 y 2022, superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma de MP2,5 en las tres (3) estaciones evaluadas. El análisis determinó que la concentración en la estación Universidad de Talca en el año 2020 fue de 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (128%), en el año 2021 fue de 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (138%) y en el año 2022 fue de 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%). El análisis en la estación Universidad Católica del Maule determinó que la concentración en el año 2020 fue de 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (134%), en el año 2021 la concentración fue de 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (152%) y en el año 2022 la concentración fue de 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%). Por último, la estación La Florida de Talca en el año 2020 la concentración fue de 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (234%), en el año 2021 la concentración fue de 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (248%) y en el año 2022 la concentración fue de 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (194%).

Complementariamente, se calculó en las tres (3) estaciones el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5, resultando en la estación Universidad de Talca para el año 2020, 19 días con excedencias, para el año 2021, 16 días y para el año 2022, 12 días. En relación con la estación Universidad Católica del Maule el número de excedencias el año 2020 fue de 20 días, el año 2021, 30 días y el año 2022, 9 días. Por último, la estación La Florida de Talca el número de excedencias el año 2020 fue de 54 días, el año 2021, 76 días y el 2022, 55 días.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, se requieren de tres años calendarios sucesivos para ser evaluada y comparada con límite normativo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio anual para el periodo comprendido entre los años 2020 y 2022, determinó que la norma anual fue superada en la estación La Florida con una concentración de 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 135% del límite de la norma anual. Respecto a la Universidad Católica del Maule con una concentración de 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (90%), superando el 80% del límite de la norma anual. Respecto de la estación Universidad de Talca se determinó una concentración de 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 80% del límite de la norma anual.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el análisis y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, determinó que para el año 2022 las estaciones evaluadas Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, no superaron el límite normativo de 24 horas, y solo La Florida de Talca superó el 80% del límite normativo con una concentración de 105 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (81%).



Complementariamente, se realizó un análisis de las excedencias a la norma de 24 horas determinándose que las estaciones Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, solo presentaron 1 día con excedencia a la norma de 24 horas en el año 2021, y ninguna excedencia a la norma de 24 horas en los años 2020 y 2022. Por otra parte la estación La Florida de Talca presentó 3 días de excedencias el año 2020, 7 días de excedencias el año 2021 y 0 días de excedencias el año 2022.

El análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del promedio trianual para el periodo entre los años 2020 y 2022, se concluyó que la norma anual de MP10 no fue superada en las estaciones en estudio, las concentraciones obtenidas y expresada como promedio trianual fueron de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en las estaciones Universidad de Talca y Universidad de la Florida de Talca, equivalente al 76% del límite de la norma anual. Además, se obtuvieron $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la estación Univerdad Católica del Maule, equivalente al 70% del límite de la norma anual.



2. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Talca es la capital regional de la Región de Maule, la ciudad posee una población estimada de 203.873 habitantes (CENSO 2017, INE) y una superficie de 232 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 Superintendencia realizó una auditoría y análisis de los datos remitidos para los años 2020, 2021 y 2022, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP2,5 y MP10.

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP2,5 y MP10, en las estaciones de vigilancia de calidad del aire correspondiente a: “Universidad de Talca”, “Universidad Católica del Maule” y “La Florida de Talca”. Todas las estaciones informadas en este documento cuentan con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP2,5 y MP10.

El proceso de evaluación de la norma de MP2,5 y MP10 de las tres (3) estaciones consideró una auditoría y análisis de los datos con el objeto de dar cumplimiento a la norma primaria de calidad del aire para MP10, MP2,5, en conjunto al 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 de la actividad de fiscalización ambiental desarrollada es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primarias de 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 se cuente con representatividad poblacional para material particulado de 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 “Universidad de Talca”, “Universidad Católica del Maule” y “La Florida de Talca”, para los años 2020, 2021 y 2022, 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 “Universidad de Talca”, “Universidad Católica del Maule” y “La Florida de Talca”, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2022.

Las estaciones que se utilizan para la evaluación del cumplimiento de las normas primaria de MP2,5 y MP10, ubicadas en la comuna de Talca, denominadas “Universidad de Talca”, “Universidad Católica del Maule” y “La Florida de Talca” cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 y MP10.

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 2020, 2021 y 2022, remitidos por el Ministerio, corresponden a los datos validados horarios con sus respectivos códigos de invalidación. Los datos reportados a la Superintendencia del Medio Ambiente 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 MP10

En la Tabla 2 se describe las estaciones de la red de vigilancia, 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 MP10

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10
Universidad de Talca	Res. Exenta N° 382 de 29 de abril de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ¹	Res. Exenta N° 1648 de 28 de diciembre de 2018, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ²
Universidad Católica del Maule	Res. Exenta N° 71 de 26 de enero de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ³	Res. Exenta N° 1646 de 28 de diciembre de 2018, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁴
La Florida de Talca	Res. Exenta N° 1841 de 16 de septiembre de 2020, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁵	Res. Exenta N° 1840 de 16 de septiembre de 2020, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁶

Por su parte, en la Tabla 3 se detalla la ubicación georreferenciada de las estaciones de Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, además, se ilustran su sitio en el mapa de la Figura 1.

¹ Datos validos a partir de 7 de octubre de 2015.

² Datos validos a partir de 6 de junio de 2017.

³ Datos validos a partir de 28 de mayo de 2015.

⁴ Datos validos a partir de 28 de mayo de 2015.

⁵ Datos validos a partir de 1 de enero de 2017.

⁶ Datos validos a partir de 1 de enero de 2017.



Tabla 3 Georreferenciación de la estación de la red de monitoreo en la Región del Maule

Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m)	
Universidad de Talca	260.863 E	6.078.671 N
Universidad Católica del Maule	262.201 E	6.075.481 N
La Florida de Talca	256.884 E	6.075.404 N



Figura 1 Ubicación de las estaciones de calidad del aire en Talca⁷

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

De acuerdo a los antecedentes entregados por el Ministerio del Medio Ambiente, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP2,5 y MP10 en todas las estaciones de la Red de

⁷ Ref. Google Earth



Talca, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA⁸, establecido en las norma primaria de calidad del aire para MP2,5 y MP10. En la Tabla 4, se describen los instrumentos y métodos de medición.

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

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Universidad de Talca	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0308-170
	MP10	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0798-122
Universidad Católica del Maule	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0308-170
	MP10	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0798-122
La Florida de Talca	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0308-170
	MP10	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0715-266

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2020, 2021 y 2022, validados previamente por el Ministerio del Medio Ambiente, 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, se evaluó el número de días sin dato y datos inválidos. En la Tabla 5, se presenta el porcentaje de datos inválidos para los años 2020, 2021 y 2022.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP2,5 y MP10, para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	2020		2021		2022	
	MP2,5 Diario (%)	MP10 Diario (%)	MP2,5 Diario (%)	MP10 Diario (%)	MP2,5 Diario (%)	MP10 Diario (%)
Universidad de Talca	2,0	2,3	2,1	1,7	2,0	2,0
Universidad Católica de Maule	3,9	2,3	2,2	1,5	2,0	1,5
La Florida de Talca	1,8	2,0	1,,6	2,1	1,4	2,9

⁸ https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-06/List_of_FRM_FEM_%20June%202023_Final.pdf



El análisis de datos inválidos de MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022, en las estaciones, determinó que la estación Universidad de Talca presentó un porcentaje de datos inválidos igual o inferior a 2,1 %, en su gran mayoría correspondió a falla de energía, falla de equipo, mantención en terreno, exceso de tiempo de muestreo y valor fuera de rango. Respecto de la estación Universidad Católica del Maule para MP2,5 para el mismo periodo, se observaron porcentajes de datos inválidos inferiores al 4%, esto debido a fallas de energía, falla de equipo, mantención en terreno y valor fuera de rango. En relación a la estación La Florida de Talca se presentó un porcentaje de datos inválidos igual o inferior al 1,8%.

El análisis de datos inválidos para el contaminante MP10 entre los años 2020, 2021 y 2022, en la estación Universidad de Talca, presentó un porcentaje de datos inválidos igual o inferior al 2,3%, esto debido en su gran mayoría a falla de energía, falla de equipo, mantención en terreno, fuera de rango de temperatura de operación, exceso de tiempo de muestreo y valor fuera de rango. En relación con la estación Universidad Católica del Maule para MP10, durante el periodo presentó un porcentaje de datos inválidos igual o inferior a 2,3 %, esto se debió principalmente a falla de energía, falla de equipo, mantención en terreno y valor fuera de rango. Respecto a la estación La Florida de Talca presentó para el periodo un porcentaje de datos inválidos igual o inferior a 2,9%.

Por otra parte, se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios horarios disponibles para MP2,5 y MP10. Esta información permitió la construcción de los promedios diarios (24 horas), considerando como mínimo el 75% de datos horarios 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, éstos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en cada una de la norma primaria de MP2,5 y MP10.

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 observa un porcentaje de datos válidos superior a 75% para los años 2020, 2021 y 2022.

Tabla 6 Resumen de datos disponibles para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días)	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días)	Porcentaje de Datos (%)
		MP2,5	MP2,5	MP10	MP10
Universidad de Talca	2020	360	98	357	98
	2021	361	99	361	99
	2022	359	98	360	99
Universidad Católica del Maule	2020	350	96	356	97
	2021	358	98	359	98
	2022	360	99	361	99
La Florida de	2020	359	98	359	98



Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%) MP2,5	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de Datos (%) MP10
Talca	2021	361	99	358	98
	2022	360	99	351	96

Para efectos de la evaluación de la norma anual de MP2,5 y MP10, en las Tabla 7 y Tabla 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual de las estaciones Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca.

Para el contaminante de MP2,5, en la Tabla 7 se observa un porcentaje superior al 75% en casi todos los meses de los años 2020, 2021 y 2022, para todas las estaciones de la Red de Talca.

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

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Universidad de Talca	2020	97	100	100	100	100	100	100	100	100	84	100	100
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	100	100
	2022	100	93	100	100	100	100	100	100	100	87	100	100
Universidad Católica del Maule	2020	94	90	100	100	100	100	100	97	100	100	80	87
	2021	94	100	100	100	100	100	100	100	97	100	87	100
	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	100
La Florida de Talca	2020	87	100	100	100	97	100	100	94	100	100	100	100
	2021	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2022	90	96	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100

Para el contaminante de MP10, en la Tabla 8, en la estación de monitoreo de la calidad del aire denominada Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y la estación La Florida de Talca se observa un cumplimiento superior al 75% para cada uno de los meses en los tres años evaluados.

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales en los años 2020, 2021 y 2022

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Universidad de Talca	2020	97	100	100	97	100	97	100	100	100	84	100	97
	2021	97	96	97	100	100	100	97	100	100	100	100	100
	2022	100	96	100	100	100	100	100	100	100	87	100	100
Universidad Católica del Maule	2020	97	90	100	100	100	100	100	100	100	100	87	94
	2021	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	100
	2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	100
La Florida de Talca	2020	84	100	100	100	100	100	100	94	100	100	100	100
	2021	90	93	100	97	100	100	97	100	100	100	100	100
	2022	77	86	97	100	100	100	100	97	100	100	97	100



6. RESULTADOS DE 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, para los años 2020, 2021 y 2022, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca.

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 monitora calificada como EMRP MP2,5.

Tabla 9 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	Percentil 98 Año 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Universidad de Talca	64	128	69	138	52	104
Universidad Católica del Maule	67	134	76	152	52	104
La Florida de Talca	117	234	124	248	97	194

De acuerdo con el análisis efectuado del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2020, 2021 y 2022, 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 Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca. El análisis concluyó que en el año 2020 la concentración en estación Universidad de Talca fue de 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (128%), en el año 2021 presentó una concentración de 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (138%) y 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%) el año 2022. Mediante el cálculo del percentil 98 en la estación Universidad Católica del Maule se determinó que, en el año 2020 la concentración fue de 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (134%), 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (152%) el año 2021 y 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%) el año 2022. Finalmente, la estación que presenta mayores porcentajes de superación a la norma de MP2,5 como concentración de 24 horas fue La Florida de Talca, en el año 2020 la concentración fue de 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (234%), 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (248%) el año 2021 y 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (194%) el año 2022.



En 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, el cual fue superado en cada uno de los años analizados y en todas las estaciones.

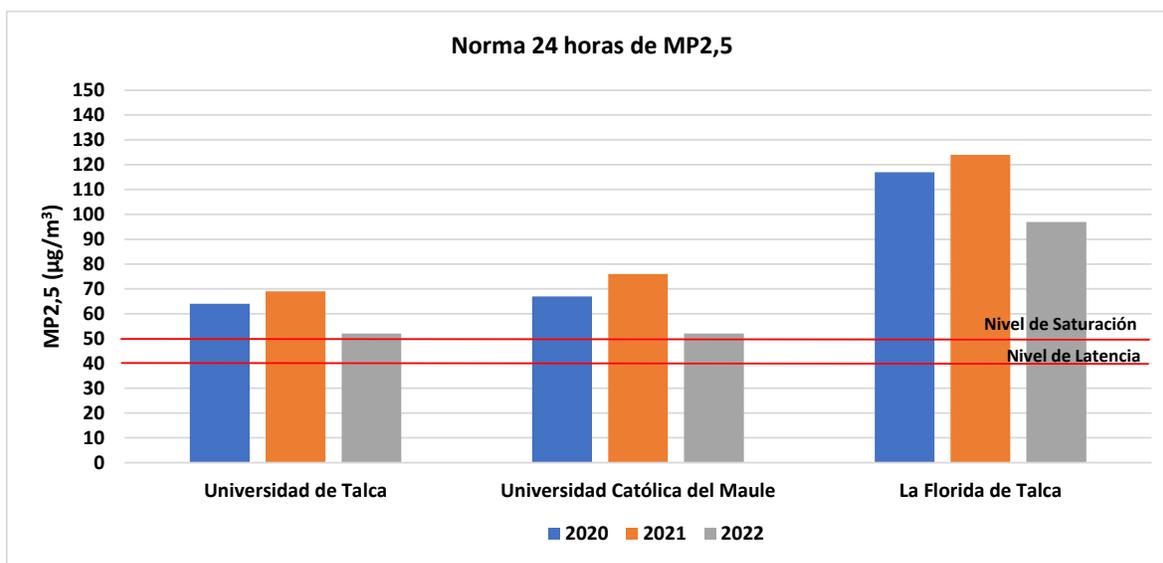


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

En la Tabla 10 se resume el número de días de excedencias a la norma de 24 horas para las estaciones Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca, durante los años 2020, 2021 y 2022. El número de días con excedencias a la norma de 24 horas en la estación Universidad de Talca en el año 2020 fue de 19 días, para el año 2021 fue de 16 días y para el año 2022 fue de 12 días. En la estación Universidad Católica del Maule el número de excedencias en el año 2020 fue de 20 días, en el año 2021 fue de 30 días y en el año 2022 fue de 9 días. En relación a la estación La Florida de Talca que tiene todos los años mayor cantidad de superaciones en comparación a las otras estaciones, el número de excedencias el año 2020 fue de 54 días, el año 2021 fue de 76 días y el año 2022 fue de 55 días.

Tabla 10 Días de excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

Estación	Días Excedencias Norma 24 horas 2020	Días Excedencia Norma 24 horas 2021	Días Excedencia Norma 24 horas 2022
Universidad de Talca	19	16	12
Universidad Católica del Maule	20	30	9
La Florida de Talca	54	76	55



El Gráfico 2, muestra el número de excedencias por estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero de 2020 y diciembre del 2022, donde se observa que la estación Universidad de Talca excede la norma al igual que la estación Universidad Católica del Maule y la estación La Florida de Talca. Las excedencias de la norma se distribuyen el año 2020 y el año 2021 en su mayoría entre los meses de abril y agosto, y el año 2022 entre los meses de febrero y agosto.

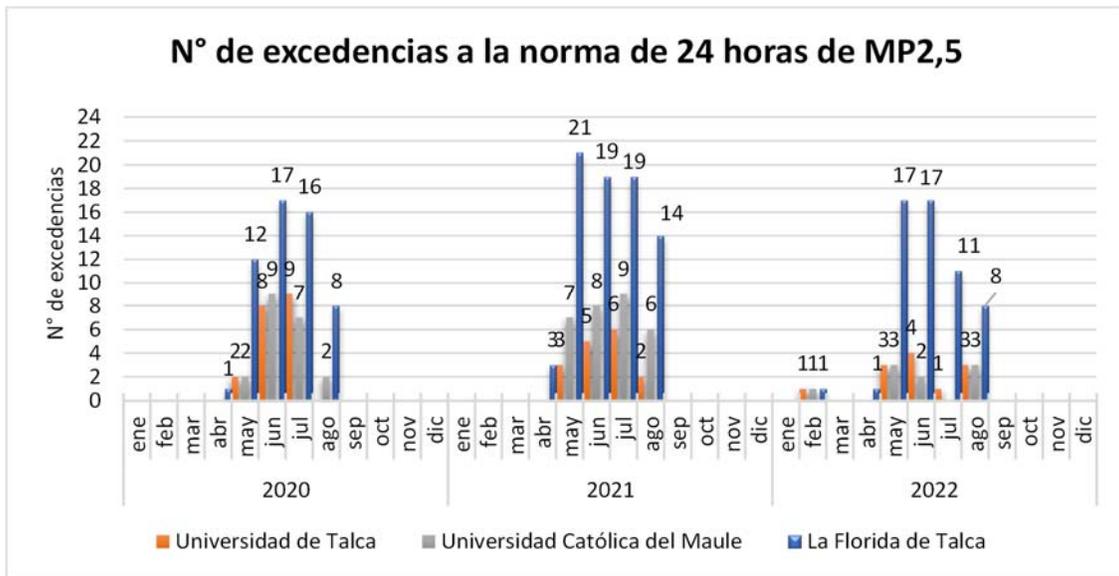


Gráfico 2 Excedencias norma 24 Horas MP2,5 para los años 2020, 2021 y 2022

6.1.2. Evaluación de la norma anual 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 11, 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 Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca.

De acuerdo con 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 monitora calificada como EMRP MP2,5.

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, con la información disponible en las estaciones Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca fue posible evaluarlas. A continuación, en la Tabla 11 se presentan los valores como promedio anual para los años 2020, 2021 y 2022, y el promedio trianual.

Tabla 11 Evaluación de los promedios anuales de MP2,5 para los años 2020, 2021 y 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 Anual (2020-2021-2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Universidad de Talca	15	17	15	16	80
Universidad Católica del Maule	16	21	17	18	90
La Florida de Talca	26	30	24	27	135

La evaluación de la norma anual determinó que la estación de monitoreo de La Florida de Talca superó la norma anual de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una concentración promedio trianual de 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 135% del límite de la norma anual. Respecto de la estación Universidad de Talca y la estación Universidad Católica del Maule solo superaron el 80% de la norma anual con un promedio trianual de 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (80%) y el promedio trianual de 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (90%), respectivamente.

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



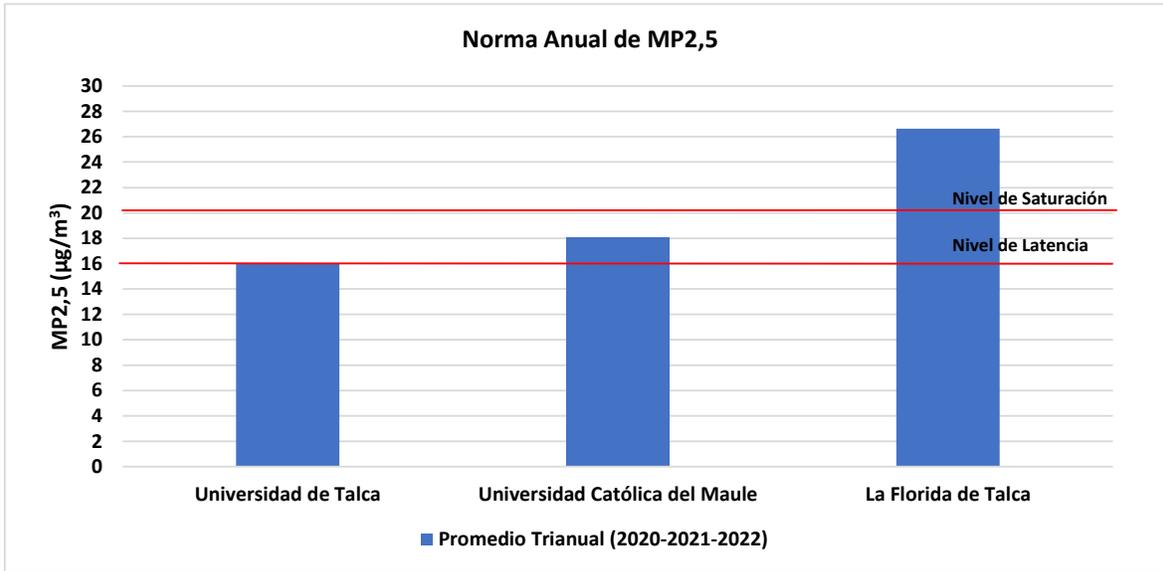


Gráfico 3 Promedio anual de MP2.5 para los años 2020, 2021 y 2022

6.2. Evaluación de la norma para MP10

6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10

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

Cabe resaltar que 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. En la Tabla 12, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de las concentraciones 24 horas de MP10, para los años 2020, 2021 y 2022, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca.



Tabla 12 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para los años 2020, 2021 y 2022

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2021 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Percentil 98 Año 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 2022 $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
Universidad de Talca	82	55	96	64	87	67
Universidad Católica del Maule	84	56	95	63	68	52
La Florida de Talca	119	79	142	95	105	81

El análisis para los años 2020 y 2021, con límite normativo de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, determinó que para el año 2020 las estaciones Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca, no superaron el límite normativo de 24 horas, ni el 80% de la norma de 24 horas. En el año 2021 solo la estación La Florida de Talca superó el 80% de la norma con una concentración de $142 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 95% del límite normativo.

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 cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, se determinó que la norma no fue superada y solo se observó que se superó el 80% del límite de la norma en la estación La Florida de Talca con una concentración de $105 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 81% del límite de la norma de $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. En relación con la estación Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvo una concentración de $87 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (67%) y $68 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (52%), respectivamente. En el año 2022, no superaron el límite normativo de 24 horas.

El Gráfico 4 que se observa a continuación, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para el año 2022.



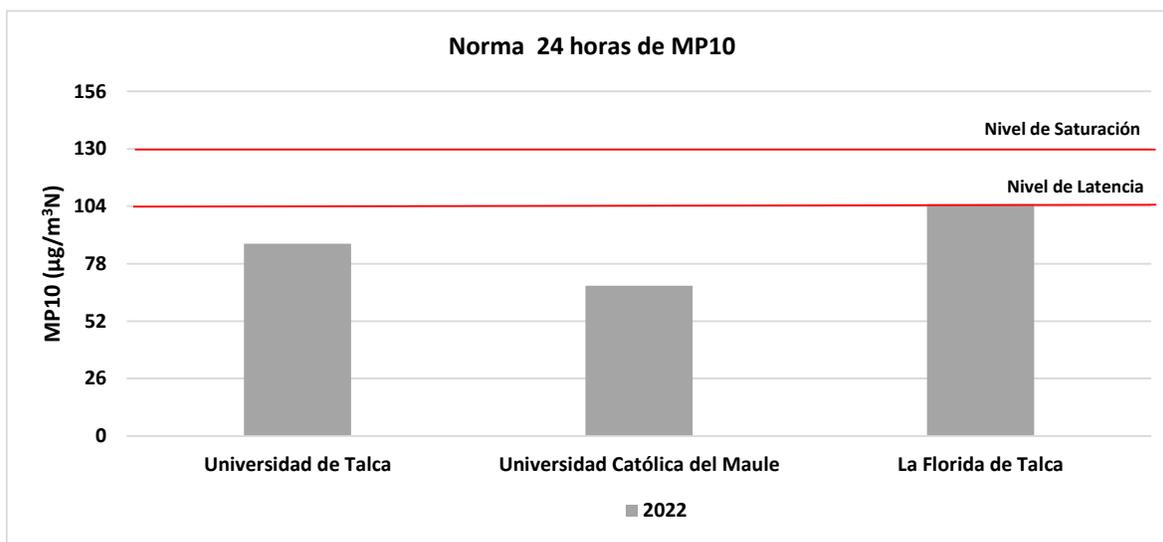


Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10 para los años 2020, 2021 y 2022

En la Tabla 13, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación, se observa que no existen días con excedencias a la norma de 24 horas en todas las estaciones el año 2022. Por otra parte, para los años 2020 y 2021, y utilizando como límite $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, se determinó en la estación La Florida de Talca 3 días con excedencias para el año 2020 y 7 días de excedencias en el año 2021, también se determinó que en las estaciones Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule presentaron solo 1 excedencia en el año 2021.

Tabla 13 Días excedencia norma 24 horas de MP10 para los años 2020, 2021 y 2022.

Estación	Días Excedencia Norma 24 horas 2020 (límite $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Días Excedencia Norma 24 horas 2021 (límite $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Días Excedencia Norma 24 horas 2022 (límite $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Universidad de Talca	0	1	0
Universidad Católica del Maule	0	1	0
La Florida de Talca	3	7	0

6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde a aquel 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 Universidad de Talca, Universidad Católica de Maule y La Florida de Talca.



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

La evaluación de los datos válidos de MP10, periodo 2020, 2021 y 2022, determinó que la norma anual de MP10 no fue superada en ninguna de las estaciones de la red de monitoreo. La estación Universidad Católica de Maule, presentó una concentración como promedio trianual de 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, correspondiente al 70% del límite de la norma anual. La estación Universidad de Talca y La Florida de Talca obtuvieron una concentración como promedio trianual de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, equivalente al 76% del límite de la norma anual.

A continuación, en la Tabla 14 se presentan las concentraciones de MP10 como promedio anual para los años 2020, 2021 y 2022, y el promedio trianual.

Tabla 14 Evaluación de los promedios anuales de MP10 para los años 2020, 2021 y 2022

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 Anual (2020-2021-2022) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Universidad de Talca	32	42	41	38	76
Universidad Católica del Maule	35	37	32	35	70
La Florida de Talca	38	40	35	38	76

Complementariamente, en el Gráfico 5 se pueden observar las concentraciones como promedio trianual para las estaciones Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2020 y el día 31 de diciembre de 2022.



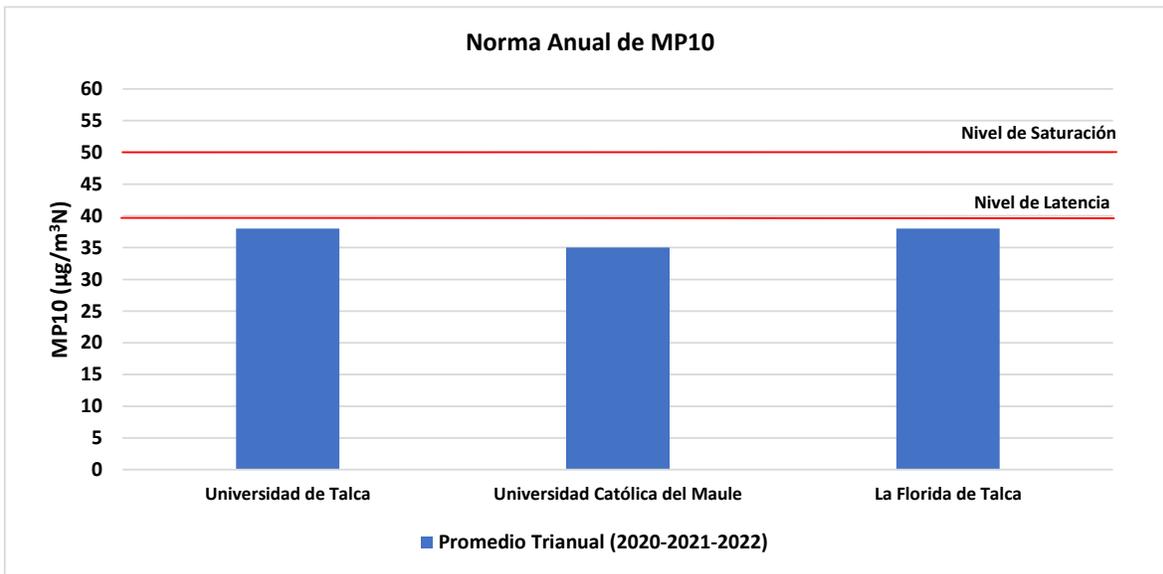


Gráfico 5 Promedio trianual de MP10 para los años 2020, 2021 y 2022



7. CONCLUSIONES

La revisión de la norma primaria de calidad del aire de MP2,5 y MP10, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2020 y el 31 de diciembre de 2021, considerándose válidos los datos generados de las mediciones de MP2,5 y MP10, de las estaciones de Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca, perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente. Para verificar el cumplimiento de la norma de MP2,5 y MP10, se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP2,5 y MP10) y el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente de la correcta validación de los datos para los años 2020, 2021 y 2022.

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 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 2020, 2021 y 2022, superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido en la norma de MP2,5 en las tres (3) estaciones evaluadas. El análisis determinó que la concentración en el año 2020 en las estaciones fue de: 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (128%) en Universidad de Talca, 67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (134%) en la Universidad Católica del Maule y de 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (234%) en La Florida de Talca. En el año 2021 el cálculo del percentil 98 determinó una concentración de 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (138%) en Universidad de Talca, 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (152%) en la Universidad Católica del Maule y de 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (248%) en La Florida de Talca. Finalmente, en el año 2022 el valor obtenido en estación Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule fue de 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (104%), para la estación La Florida de Talca la concentración fue de 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (194%).

Complementariamente, se calculó en las tres (3) estaciones el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5, resultando en la estación Universidad de Talca para el año 2020, 19 días con excedencias, para el año 2021, 16 días y para el año 2022, 12 días. En relación con la estación Universidad Católica del Maule el número de excedencias el año 2020 fue de 20 días, el año 2021, 30 días y el año 2022, 9 días. Por último, la estación La Florida de Talca el número de excedencias el año 2020 fue de 54 días, el año 2021, 76 días y el 2022, 55 días.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, se requieren de tres años calendarios sucesivos para ser evaluada y comparada con límite normativo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio anual



para el periodo comprendido entre el año 2020 y el año 2022, determinó que la norma anual fue superada en la estación La Florida con una concentración de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 135% del límite de la norma. Respecto a la Universidad Católica del Maule con una concentración de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (90%), superando el 80% del límite de la norma. Respecto de la estación Universidad de Talca se determinó una concentración de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 80% del límite de la norma anual.

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 $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el análisis y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas de MP10, determinó que para el año 2022 las estaciones evaluadas Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, no superaron el límite normativo de 24 horas, y solo La Florida de Talca superó el 80% del límite normativo con una concentración de $105 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (81%).

Complementariamente, se realizó un análisis de las excedencias a la norma de 24 horas determinándose que las estaciones Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, solo presentaron 1 día con excedencia a la norma de 24 horas en el año 2021, y ninguna excedencia a la norma de 24 horas en los años 2020 y 2022. Por otra parte la estación La Florida de Talca presentó 3 días de excedencias el año 2020, 7 días de excedencias el año 2021 y 0 días de excedencias el año 2022.

El análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, mediante el cálculo del promedio trianual para el periodo entre los años 2020 y 2022, se concluyó que la norma anual de MP10 no fue superada en las estaciones en estudio, las concentraciones obtenidas y expresada como promedio trianual fueron de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en las estaciones Universidad de Talca y Universidad de la Florida de Talca, equivalente al 76% del límite de la norma anual. Además se obtuvieron $35 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la estación Universidad Católica del Maule, equivalente al 70% del límite de la norma anual.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP.
2	Datos validados de calidad del aire para los años 2020, 2021 y 2022.

