



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

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

RED DE CALIDAD DEL AIRE DE
TALCA

División de Fiscalización

DFZ-2020-2494-VII-NC

OCTUBRE 2020

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez	X  _____ Juan Pablo Rodríguez F. Jefe Sección Calidad Aire y Emisiones Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernandez
Revisado	Isabel Leiva C.	X  _____ Isabel Leiva C. Profesional División de Fiscalización Firmado por: isabel.leiva@sma.gob.cl
Elaborado	Karin Salazar N.	X  _____ Karin Salazar Navarrete Profesional División de Fiscalización Firmado por: KARIN LETICIA 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 MP10 y MP2,5.....	7
5.2.	Descripción de los instrumentos de medición utilizados en la red de monitoreo.....	8
5.3.	Auditoría de datos.....	9
6.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA.....	13
6.1.	Evaluación de la norma para MP10.....	13
6.1.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....	13
6.1.2.	Evaluación de la norma anual para MP10.....	15
6.2.	Evaluación de la norma para MP2,5.....	17
6.2.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5.....	17
6.2.2.	Evaluación de la norma anual para MP2,5.....	19
7.	CONCLUSIONES.....	22
8.	ANEXOS.....	24

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° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y la norma de material particulado fino respirable MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011 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 MP10 y MP2,5. 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 MP10 y MP2,5.

El análisis de datos de MP10 y MP2,5, se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2017 y 31 de diciembre de 2019, 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”.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias de calidad del aire para MP10 y MP2,5, 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 MP10 y MP2,5 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 MP10

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, determinó que para el año 2017 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 límite normativo con una concentración de $155 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (103%). En el año 2018 solo la estación La Florida de Talca superó el 80% de la norma con una concentración de $139 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (93%), y finalmente para el año 2019 ninguna de las estaciones evaluadas superó el 80% de la norma ni el límite normativo.

Complementariamente, se realizó un análisis de las excedencias a la norma de 24 horas determinándose que la estación Universidad de Talca no presentó excedencias a la norma de 24 horas en los años 2017, 2018 y 2019. La estación Universidad Católica del Maule solo presentó 3 días con excedencias a la norma de 24 horas en el año 2017, y ninguna excedencia a la norma de 24 horas en los años 2018 y 2019. Por otra parte la estación La Florida de Talca presentó 9 días de excedencias el año 2017, 5 días de excedencias el año 2018 y 3 días de excedencias el año 2019.

El análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, determinó que con los datos disponibles para el periodo comprendido entre el año 2017 y el año 2019, solo es posible evaluarla en las estaciones de Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca. Las concentraciones obtenidas y expresada como promedio trianual fueron de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Universidad Católica del Maule, equivalente al 76% de la norma anual y $42 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la estación La Florida de Talca, equivalente al 84% de la norma anual. De acuerdo al análisis, se concluye que la norma anual no fue superada en las estaciones en estudio y solo se superó el 80% de la norma anual. En relación con la estación Universidad de Talca con la información disponible solo se pudo determinar el promedio anual para los años 2018 y 2019, por lo tanto, con los datos disponibles no fue posible realizar el cálculo del promedio trianual; ya que no cumple con los criterios establecidos en la norma de MP10.

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 2017, 2018 y 2019, 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 2017 fue de $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (168%), en el año 2018 fue de $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (170%) y en el año 2019 fue de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (130%). El análisis en la estación Universidad Católica del Maule determinó que la concentración en el año 2017 fue de $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (168%), en el año 2018 la concentración fue de $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (158%) y en el año 2019 la concentración fue de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (126%). Por último, la estación La Florida de Talca en el año 2017 la concentración fue de $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (234%), en el año 2018 la concentración fue de $131 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (262%) y en el año 2019 la concentración fue de $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (184%).

Complementariamente, se calculó en las tres (3) estaciones el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5, resultando que los días con excedencias en la estación Universidad de Talca para el año 2017 fue de 21 días, para el año 2018 fue de 22 días y para el año 2019 fue de 13 días. En relación con la estación Universidad Católica del Maule el número de excedencias el año 2017 fue de 28 días, el año 2018 fue de 31 días y el año 2019 fue de 19 días. Por último, la estación La Florida de Talca el número de excedencias el año 2017 fue de 46 días, el año 2018 fue de 67 días y el año 2019 fue de 49 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 2017 y el año 2019, determinó que la norma anual fue superada en las estaciones de la estación La Florida con una concentración de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (125%) y la Universidad Católica del Maule con una concentración de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (100%). Respecto de la estación Universidad de Talca se determinó que esta supero el 80% de la norma anual con una concentración de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (85%).

2. INTRODUCCIÓN

De acuerdo Of. Ord. N° 200923, del Ministerio del Medio Ambiente, se le solicitó a la Superintendencia la evaluación del cumplimiento normativo de las estaciones de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Talca, para el programa de fiscalización de normas de calidad ambiental del año 2020.

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 2017, 2018 y 2019, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP10 y MP2,5.

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP10 y MP2,5, 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 MP10 y MP2,5.

El proceso de evaluación de la norma de MP10 y MP2,5 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° 302 de 7 de marzo de 2011 del Subsecretario del Medio Ambiente, que instruye sobre modificaciones al procedimiento de declaración de zona saturada y latente, a partir de la entrada en vigencia de la nueva Institucionalidad Ambiental, modificada por la Resolución Exenta N° 422 de 2012.

3. OBJETIVOS

El objetivo de la actividad de fiscalización ambiental desarrollada es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primarias de MP10 y MP2,5; en su nivel diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019, en las estaciones que se cuente con representatividad poblacional para material particulado de MP10 y MP2,5.

Para lo anterior, se determinó la validez de las mediciones de MP10 y MP2,5, registrados por las estaciones de calidad del aire de “Universidad de Talca”, “Universidad Católica del Maule” y “La Florida de Talca”, para los años 2017, 2018 y 2019, en base a una auditoría de los datos.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10 y MP2,5 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 2017 y el 31 de diciembre de 2019.

Las estaciones que se utilizan para la evaluación del cumplimiento de las normas primaria de MP10 y MP2,5, 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 MP10 y MP2,5.

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° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	MP10	150 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

La información de las mediciones de MP10 y MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019, 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 MP10 y MP2,5 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 MP10 y MP2,5

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 MP 10 y MP2,5.

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

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRP para MP2,5
Universidad de Talca	Res. Exenta N° 1648 de 28 de diciembre de 2018, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ¹	Res. Exenta N° 382 de 29 de abril de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ²
Universidad Católica del Maule	Res. Exenta N° 1646 de 28 de diciembre de 2018, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ³	Res. Exenta N° 71 de 26 de enero de 2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁴
La Florida de Talca	Res. Exenta N° 1840 de 16 de septiembre de 2020, de la Superintendencia del Medio Ambiente. ⁵	Res. Exenta N° 1841 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 6 de junio de 2017.

² Datos validos a partir de 7 de octubre de 2015.

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

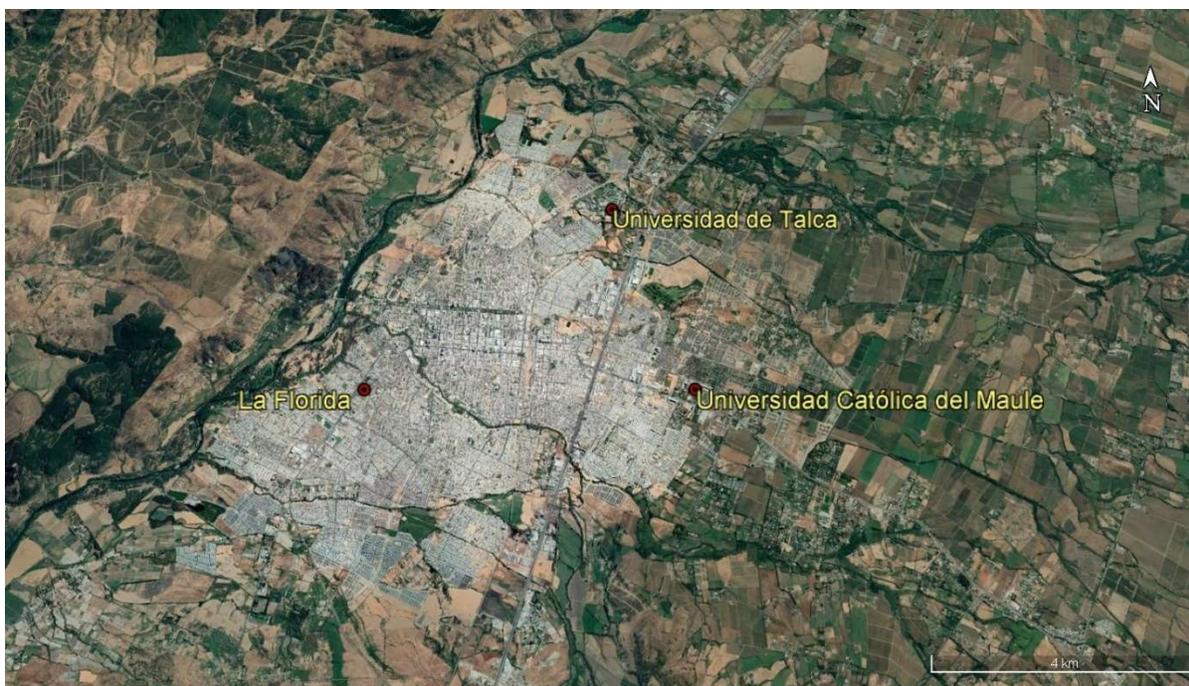


Figura 1 Ubicación de las estaciones de calidad del aire en Talca⁷.

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 MP10 y MP2,5 en las estaciones de Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, cumplen con el requisito de emplear equipos con

⁷ Ref. Google Earth

aprobación USEPA⁸, establecido en las norma primaria de calidad del aire para MP10 y MP2,5. 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	MP10	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0798-122
	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0308-170
Universidad Católica del Maule	MP10	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0798-122
	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0308-170
La Florida de Talca	MP10	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0715-266
	MP2,5	Atenuación Beta	MetOne / BAM1020	EQPM-0308-170

5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP10 y MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019, 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 MP10 y MP2,5. 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 MP10 y MP2,5, 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 2017, 2018 y 2019.

⁸ https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.pdf

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP10 y MP2,5, para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	2017		2018		2019	
	MP10 Diario (%)	MP2,5 Diario (%)	MP10 Diario (%)	MP2,5 Diario (%)	MP10 Diario (%)	MP2,5 Diario (%)
Universidad de Talca	44	4	1	2	4	4
Universidad Católica de Maule	4	3	3	2	3	2
La Florida de Talca	4	6	3	2	1	2

El análisis de datos inválidos para el contaminante MP10 entre los años 2017, 2018 y 2019, en las estaciones Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca, determinó que la estación Universidad de Talca solo tiene datos validos durante 7 meses del año 2017, con un porcentaje de 44% sin datos válidos como se indica en la Tabla 5, esto debido a que la calificación como EMRP por MP10 se otorgó a partir del día 6 de junio de 2017. Para el año 2018 presentó un porcentaje de datos inválidos de 1%, y el año 2019 presentó un 4% de datos inválidos. En relación con la estación Universidad Católica del Maule para MP10 presento en el año 2017 un porcentaje de datos inválidos de 4%, en los años 2018 y 2019, presentó un 3%, estos porcentajes presentados de días sin datos fueron principalmente por falla de energía y por las mantenciones en terreno. Respecto a la estación La Florida de Talca presento en el año 2017 un porcentaje de datos inválidos de 4%, en el año 2018 un porcentaje de datos inválidos de 3% y el año 2019 un 1% de datos inválidos; el mayor porcentaje de datos inválidos el año 2017 se debió al cambio del instrumento de medición realizado en mayo de ese año.

El análisis de datos inválidos de MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019, en las estaciones, determinó que la estación Universidad de Talca tiene un 4% de días sin datos el año 2017, en su gran mayoría correspondió a falla de energía y mantención en terreno. Para el año 2018 tuvo un porcentaje de datos inválidos de 2% y de 4% de datos inválidos para el año 2019. Respecto de la estación Universidad Católica del Maule para MP2,5 los años 2017, 2018 y 2019, presentando un 3%, 2% y 2%, de días sin datos, respectivamente. En relación a la estación La Florida de Talca presento en el año 2017 un porcentaje de datos inválidos de 6%, un 3% el año 2018 y el año 2019 un 2% de datos inválidos; el mayor porcentaje de datos inválidos el año 2017 se debió al cambio del instrumento de medición realizado en mayo de ese año.

Por otra parte, se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios horarios disponibles para MP10 y MP2,5. 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 MP10 y MP2,5.

En la Tabla 6, se resumen los días con datos válidos disponibles y el porcentaje, por año y estación para el contaminante MP10 y MP2,5. De la Tabla 6, se observan un porcentaje de datos válidos superior a 75% para los años 2017, 2018 y 2019, excepto en el año 2017 para la estación Universidad de Talca para el parámetro MP10 en que solo presentó un porcentaje de 56%.

Tabla 6 Resumen de datos disponibles para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días)	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días)	Porcentaje de Datos (%)
		MP10	MP10	MP2,5	MP2,5
Universidad de Talca	2017	203	56	349	96
	2018	363	99	359	98
	2019	350	96	350	96
Universidad Católica del Maule	2017	351	96	353	97
	2018	354	97	358	98
	2019	354	97	359	98
La Florida de Talca	2017	352	96	343	94
	2018	353	97	358	98
	2019	360	99	356	98

Para efectos de la evaluación de la norma anual de MP10 y MP2,5, 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 MP10, en la Tabla 7, en la estación de monitoreo de la calidad del aire denominada 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. En el caso de la Universidad de Talca se observan solamente 7 meses de datos disponibles entre los meses de junio a diciembre de 2017, por contar con la calificación EMRP a partir del 6 de junio de 2017, para los años 2018 y 2019 se observan porcentajes superiores al 75% en cada mes.

Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales en los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Universidad de Talca	2017	-	-	-	-	-	83	100	90	100	100	90	100
	2018	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100
	2019	100	100	97	100	84	93	97	100	100	100	87	94
Universidad Católica del Maule	2017	87	89	100	100	100	90	100	100	100	100	100	87
	2018	100	100	100	90	94	97	100	94	100	100	100	90
	2019	100	100	94	90	100	100	97	100	100	100	83	100
La Florida de Talca	2017	97	100	94	100	77	97	100	100	100	100	100	94
	2018	84	100	100	100	94	90	94	100	100	100	100	100
	2019	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100

Para el contaminante de MP2,5, en la Tabla 8, se observa un porcentaje superior al 75% en casi todos los meses de los años 2017, 2018 y 2019, solo se observa que en el año 2017 en el mes de

enero un porcentaje de 74% en la estación Universidad de Talca y en el mes de mayo un porcentaje de 74% en la estación La Florida de Talca.

Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales en los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Universidad de Talca	2017	74	100	100	97	100	100	100	90	100	100	100	87
	2018	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	97	87
	2019	97	100	97	100	97	90	87	100	100	100	87	97
Universidad Católica del Maule	2017	97	100	100	97	97	93	100	100	100	90	100	87
	2018	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	87
	2019	100	100	100	100	100	100	97	100	100	100	83	100
La Florida de Talca	2017	81	100	97	93	74	90	100	100	100	94	100	100
	2018	100	100	100	93	94	90	100	100	100	100	100	100
	2019	100	100	100	97	97	100	97	100	100	100	80	100

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP10

6.1.1. Evaluación de la norma 24 horas para MP10

De acuerdo con los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del MINSEGPRES, la norma de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada en las siguientes condiciones:

- Quando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un período anual en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPMP10, sea mayor o igual a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- Asimismo, se considerará superada la norma, si antes que concluyese el primer período anual de mediciones certificadas por el Servicio de Salud competente se registrare en alguna de las estaciones monitoras de material particulado respirable MP10 clasificada como EMRP, un número de días con mediciones sobre el valor de $150 \text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ mayor que siete (7).

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

En la Tabla 9, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de las concentraciones 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire de Universidad de Talca, Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca.

Tabla 9 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Percentil 98 Año 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma 24 horas $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Percentil 98 Año 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
Universidad de Talca	77	51	95	63	100	67
Universidad Católica del Maule	101	67	95	63	87	58
La Florida de Talca	155	103	139	93	117	78

De acuerdo con la condición (a), la evaluación determinó que para el año 2017 las estaciones Universidad de Talca y Universidad Católica del Maule, no superaron el límite normativo de 24 horas, y solo La Florida de Talca superó el límite normativo con una concentración de $155 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (103%). En el año 2018 solo la estación La Florida de Talca superó el 80% de la norma con una

concentración de 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (93%), y finalmente para el año 2019 ninguna de las estaciones evaluadas supero el 80% de la norma ni el limite normativo.

Por otra parte, el Gráfico 1 muestra que la concentración determinada a través del percentil 98 en la estación Universidad de Talca ha ido en aumento en los años analizados sin superar el 80% de norma 24 horas; en oposición a la estación Universidad Católica de Maule y la estación La Florida de Talca, que la concentración determinada mediante el cálculo del percentil 98, presentó un comportamiento decreciente desde al año 2017 al año 2019. Además, para la estación La Florida de Talca se observa gráficamente que el año 2019 no se supera el 80% de la norma 24 horas.

El Gráfico 1, que se observa a continuación, muestra la distribución temporal a nivel anual del percentil 98 de la Norma 24 horas para MP10, comparado con el límite normativo.

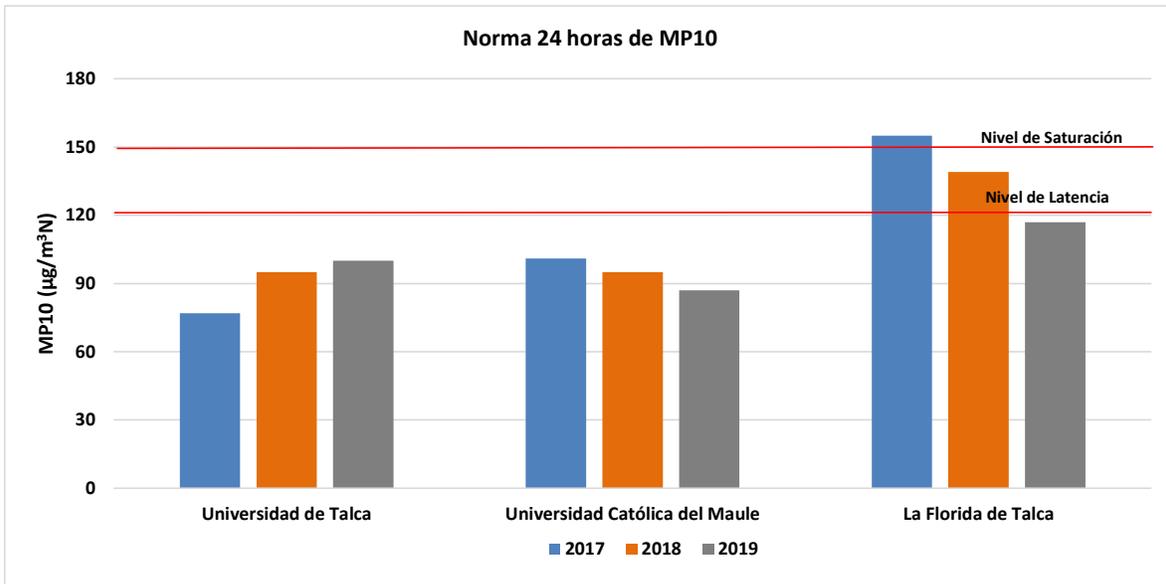


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10 para los años 2017, 2018 y 2019.

En la Tabla 10, 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 la estación Universidad de Talca. La estación Universidad Católica del Maule solo presentó 3 días con excedencias a la norma de 24 horas en el año 2017, y ninguna excedencia a la norma de 24 horas en los años 2018 y 2019. Por otra parte, la estación La Florida de Talca presentó 9 días de excedencias el año 2017, 5 días de excedencias el año 2018 y 3 días de excedencias el año 2019.

Tabla 10 Días superación norma 24 horas de MP10 para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Días superación Norma 24 horas 2017	Días superación Norma 24 horas 2018	Días superación Norma 24 horas 2019
Universidad de Talca	0	0	0
Universidad Católica del Maule	3	0	0
La Florida de Talca	9	5	3

6.1.2. 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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 2017, 2018 y 2019, 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° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001, del MINSEGPRES, la norma primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitora clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

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.

La evaluación de los datos válidos de MP10, periodo 2017, 2018 y 2019, determinó que la norma anual de MP10 no fue superada en la estación Universidad Católica de Maule, presentando una concentración como promedio trianual de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (76%), y para la estación La Florida de Talca obtuvo una concentración como promedio trianual de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (84%), superando el 80% de la norma anual de MP10. Por otra parte, la evaluación de los promedios anuales de la estación de Universidad de Talca no fue posible determinar debido a que no cumple con los criterios que exige la norma, ya que la calificación ERMP por MP10 fue obtenida en el mes de junio del año 2017, contando solamente con 2 años de mediciones año calendario.

A continuación, en la Tabla 11 se presentan las concentraciones de MP10 como promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019, y el promedio trianual.

Tabla 11 Evaluación de los promedios anuales de MP10 para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Promedio Anual 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio Anual (2017-2018-2019) ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	% de la Norma Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
Universidad de Talca	-	38	42	-	-
Universidad Católica del Maule	40	33	42	38	76
La Florida de Talca	46	39	41	42	84

Complementariamente, en el Gráfico 2, 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 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

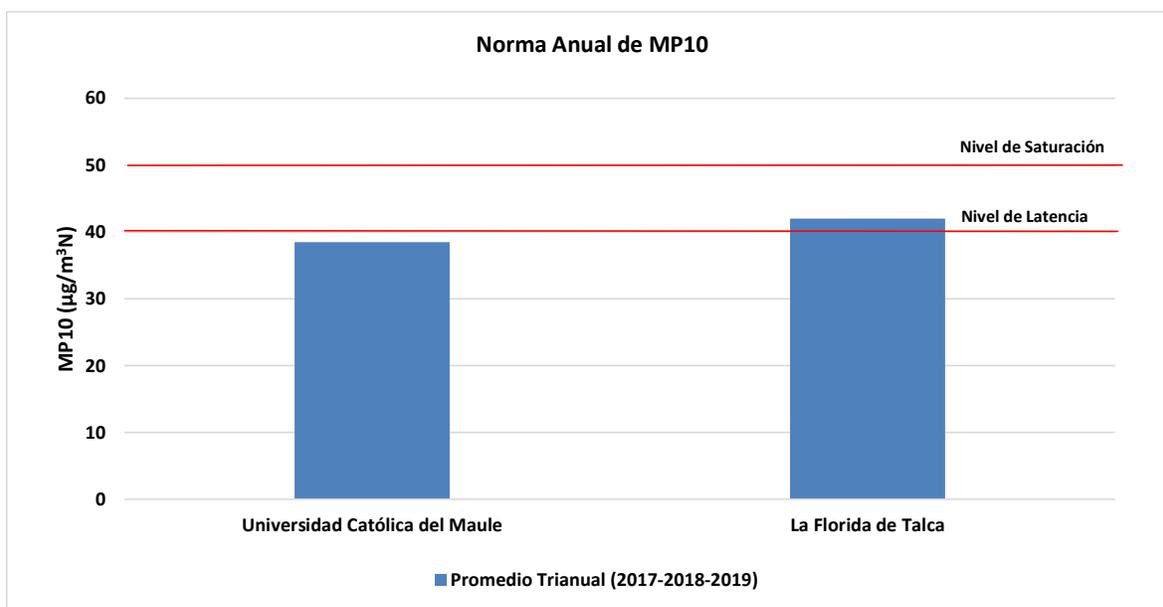


Gráfico 2 Promedio trianual de MP10 para los años 2017, 2018 y 2019.

6.2. Evaluación de la norma para MP2,5

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

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

En la Tabla 12, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas, para los años 2017, 2018 y 2019, 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 monitorea calificada como EMRP MP2,5.

Tabla 12 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Percentil 98 Año 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentil 98 Año 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Universidad de Talca	84	168	85	170	65	130
Universidad Católica del Maule	84	168	79	158	63	126
La Florida de Talca	117	234	131	262	92	184

De acuerdo con el análisis efectuado del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019, 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 determinó que en el año 2017 la concentración en estación Universidad de Talca fue de 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (168%), en el año 2018 presentó una concentración de 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (170%) y 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (130%) el año 2019. Mediante el cálculo del percentil 98 en la estación Universidad Católica del Maule se determinó que, en el año 2017 la concentración fue de 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (168%), 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (158%) el año 2018 y 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (126%) el año 2019. Finalmente, la estación que presenta mayores porcentajes de superación a la norma de MP2,5 como concentración de 24 horas es La Florida de Talca, en el año 2017 la concentración fue de 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (234%), 131 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (262%) el año 2018 y 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (184%) el año 2019.

En el Gráfico 3, 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 es superado en cada uno de los años analizados y en ambas estaciones.

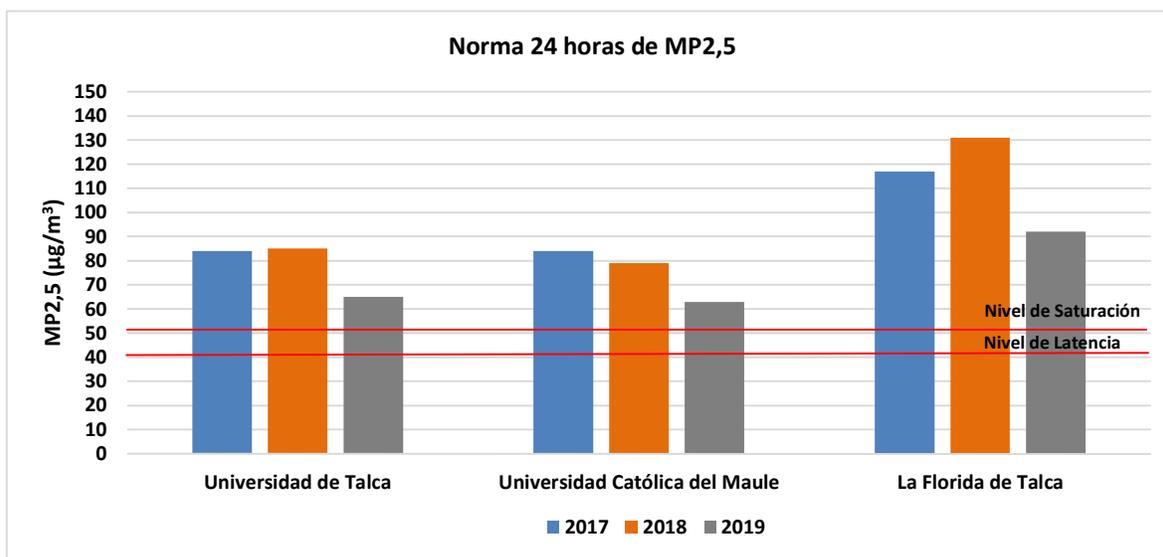


Gráfico 3 Norma 24 horas para MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019.

En la Tabla 13 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 2017, 2018 y 2019; la Tabla 13 muestra el número de excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5 por estación y año. De esta forma los días con excedencias en la estación Universidad de Talca para el año 2017 fue de 21 días, para el año 2018 fue de 22 días y para el año 2019 fue de 13 días. La estación Universidad Católica del Maule el número de excedencias el año 2017 fue de 28 días, el año 2018 fue de 31 días y el año 2019 fue de 19 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 2017 fue de 46 días, el año 2018 fue de 67 días y el año 2019 fue de 49 días.

Tabla 13 Días de superación a la norma de 24 horas de MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Días superación	Días superación	Días superación
	Norma 24 horas	Norma 24 horas	Norma 24 horas
	2017	2018	2019
Universidad de Talca	21	22	13
Universidad Católica del Maule	28	31	19
La Florida de Talca	46	67	49

El Gráfico 4, muestra el número de excedencias por estación, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero de 2017 y diciembre del 2019, 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 2017 en su mayoría entre los meses de mayo y agosto, el año 2018 entre los meses de abril y agosto, y el año 2019 entre los meses de marzo y agosto.

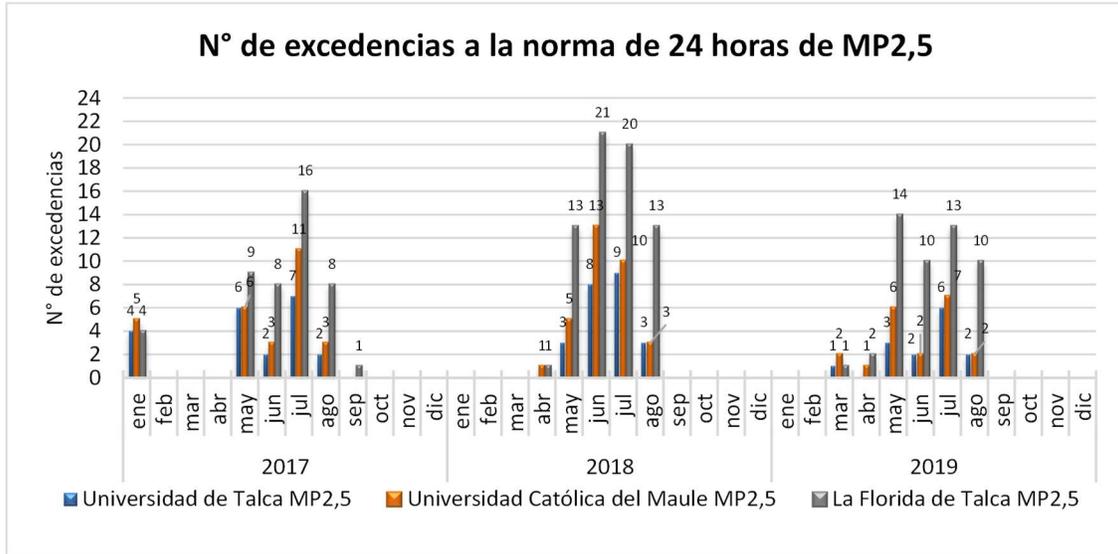


Gráfico 4 Excedencias norma 24 Horas MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019.

6.2.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. 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 2017, 2018 y 2019, para las estaciones 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, 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 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 14 se presentan los valores como promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019, y el promedio trianual.

Tabla 14 Evaluación de los promedios anuales de MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	Promedio Anual 2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2019 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual (2017-2018-2019) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Universidad de Talca	16	17	17	17	85
Universidad Católica del Maule	20	20	20	20	100
La Florida de Talca	22	29	24	25	125

La evaluación de la norma anual determino que, dos de las tres estaciones de monitoreo de la comuna de Talca superaron la norma anual de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, estas correspondieron a la estación de La Florida de Talca con una concentración promedio trianual de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (125%) y la estación Universidad Católica del Maule con un promedio trianual de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100%). Respecto de la estación Universidad de Talca el promedio trianual fue de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (85%), superando el 80% de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 5, se pueden observar las concentraciones como promedio trianual para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

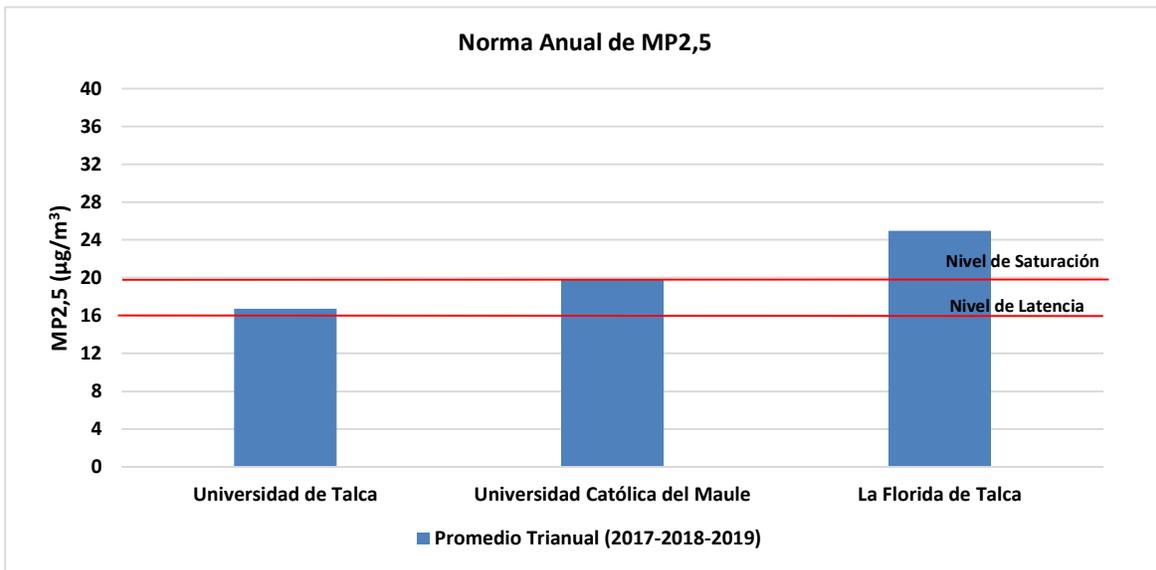


Gráfico 5 Promedio anual de MP2.5 para los años 2017, 2018 y 2019.

7. CONCLUSIONES

La revisión de la norma primaria de calidad del aire de MP10 y MP2,5, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019, considerándose válidos los datos generados de las mediciones de MP10 y MP2,5, 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 MP10 y MP2,5, se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10 y MP2,5) 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 2017, 2018 y 2019.

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 MP10

El análisis de la norma de MP10 de 24 horas, que establece como límite una concentración mayor o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, determinó que para el año 2017 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 límite normativo con una concentración de 155 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (103%). En el año 2018 solo la estación La Florida de Talca superó el 80% de la norma con una concentración de 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (93%), y finalmente para el año 2019 ninguna de las estaciones evaluadas superó el 80% de la norma ni el límite normativo.

Complementariamente, se realizó un análisis de las excedencias a la norma de 24 horas determinándose que la estación Universidad de Talca no presentó excedencias a la norma de 24 horas en los años 2017, 2018 y 2019. La estación Universidad Católica del Maule solo presentó 3 días con excedencias a la norma de 24 horas en el año 2017, y ninguna excedencia a la norma de 24 horas en los años 2018 y 2019. Por otra parte la estación La Florida de Talca presentó 9 días de excedencias el año 2017, 5 días de excedencias el año 2018 y 3 días de excedencias el año 2019.

El análisis de la norma anual de MP10, que establece como límite 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, determinó que con los datos disponibles para el periodo comprendido entre el año 2017 y el año 2019, solo es posible evaluarla en las estaciones de Universidad Católica del Maule y La Florida de Talca. Las concentraciones obtenidas y expresada como promedio trianual fueron de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en estación Universidad Católica del Maule, equivalente al 76% de la norma anual y 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, en la estación La Florida de Talca, equivalente al 84% de la norma anual. De acuerdo al análisis, se concluye que

la norma anual no fue superada en las estaciones en estudio y solo se superó el 80% de la norma anual. En relación con la estación Universidad de Talca con la información disponible solo se pudo determinar el promedio anual para los años 2018 y 2019, por lo tanto, con los datos disponibles no fue posible realizar el cálculo del promedio trianual; ya que no cumple con los criterios establecidos en la norma de MP10,

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 2017, 2018 y 2019, 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 2017 fue de 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (168%), en el año 2018 fue de 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (170%) y en el año 2019 fue de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (130%). El análisis en la estación Universidad Católica del Maule determinó que la concentración en el año 2017 fue de 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (168%), en el año 2018 la concentración fue de 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (158%) y en el año 2019 la concentración fue de 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (126%). Por último, la estación La Florida de Talca en el año 2017 la concentración fue de 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (234%), en el año 2018 la concentración fue de 131 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (262%) y en el año 2019 la concentración fue de 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (184%).

Complementariamente, se calculó en las tres (3) estaciones el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5, resultando que los días con excedencias en la estación Universidad de Talca para el año 2017 fue de 21 días, para el año 2018 fue de 22 días y para el año 2019 fue de 13 días. En relación con la estación Universidad Católica del Maule el número de excedencias el año 2017 fue de 28 días, el año 2018 fue de 31 días y el año 2019 fue de 19 días. Por último, la estación La Florida de Talca el número de excedencias el año 2017 fue de 46 días, el año 2018 fue de 67 días y el año 2019 fue de 49 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 2017 y el año 2019, determinó que la norma anual fue superada en las estaciones de la estación La Florida con una concentración de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (125%) y la Universidad Católica del Maule con una concentración de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100%). Respecto de la estación Universidad de Talca se determinó que esta superó el 80% de la norma anual con una concentración de 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (85%).

8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP
2	Datos validados de calidad del aire para los años 2017, 2018 y 2019