



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 LOS ANGELES  
REGIÓN DEL BIOBIO**

**SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

**DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN**

**DFZ-2020-3954-VIII-NC  
DICIEMBRE 2020**

	Nombre	Cargo	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	Jefe de Sección de Calidad del Aire y Emisiones Atmosféricas	X  _____ Juan Pablo Rodríguez Jefe Sección de Calidad del Aire y Emisiones Firmado por: Juan Pablo Rodríguez Fernandez
Elaborado	Isabel Leiva Campos	Profesional División de Fiscalización	X  _____ Isabel Leiva Campos Profesional División de Fiscalización Firmado por: Isabel Leiva Campos

## CONTENIDO

<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
<b>4. ALCANCE</b> .....	<b>7</b>
<b>5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS</b> .....	<b>8</b>
<b>5.1 ESTACIONES DECLARADAS COMO EMRP-MP2,5 Y EMRP-MP10</b> .....	<b>8</b>
<b>5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE LA RED DE LOS ÁNGELES</b> .....	<b>10</b>
<b>5.3 AUDITORÍA DE DATOS</b> .....	<b>11</b>
<b>6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA</b> .....	<b>14</b>
<b>6.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP2,5</b> .....	<b>14</b>
6.1.1 EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS PARA MP2,5 .....	14
6.1.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP2,5 .....	16
<b>6.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP10</b> .....	<b>18</b>
6.2.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS MP10 .....	18
6.2.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP10 .....	21
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>25</b>

## 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 dos (2) estaciones de monitoreo de calidad del aire de la ciudad de Los Ángeles, Región de Biobío, denominadas “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”, ubicadas en la comuna de Los Ángeles, 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 mediante el Decreto Supremo N° 11, del 2 de marzo de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 11 de junio de 2015; se declaró Zona Saturada por Material Particulado Fino Respirable MP2,5, y por Material Particulado Respirable MP10, ambas como concentración diaria a la comuna de Los Ángeles.

Seguidamente por resolución exenta N° 499, de fecha 19 de junio de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 2 de julio de 2015, se dio inicio al proceso de elaboración del Plan Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles. Posteriormente a través de Decreto Supremo N° 4, del 22 de febrero de 2017, se establece el “Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Los Ángeles”

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 MP2,5**

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 concluyó 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. El análisis determinó que la concentración en la estación 21 de Mayo en el año 2017 fue de 124  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (248%), en el año 2018 fue de 189  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (378%) y en el año 2019 de 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (280%). En el caso de la estación Los Ángeles Oriente, fue posible evaluar los años 2018 y 2019, periodos en los que se dispone del porcentaje de datos permitidos por la norma, superando el valor normado con concentraciones de 102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (204%) en 2018 y de 69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (138%) para el año 2019.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que la estación 21 de mayo presenta un número superior a 7 excedencias, para los tres años en estudio, alcanzando 59 días en 2017, 71 días en 2018 y por último 62 días de excedencias en el año 2019, mientras tanto en la estación Los Ángeles Oriente de acuerdo a la disponibilidad de datos, se determinó que el número de excedencias a la norma de 24 horas para el año 2018 fue de 26 días y para el año 2019 fue de 13 días.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se pudo determinar el promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019 en la estación denominada 21 de Mayo. El promedio trianual para el periodo comprendido entre el año 2017 y el año 2019, concluyó que la norma anual fue superada con una concentración promedio de 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , correspondiente al 155% del límite de la norma anual.

### **Norma de calidad del aire para MP10**

El análisis de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, que establece como límite un valor de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , determinó mediante el análisis de los datos de MP10 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, que el valor límite fue superado en la estación 21 de Mayo para los tres años en estudio y las concentraciones obtenidas fueron en el año 2017 de 155  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (103%), en 2018 de 217  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (145%) y de 162  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (108%). En relación con la estación Los Ángeles Oriente que presenta mediciones validas solo para el año 2019, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvo una concentración de 87  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , correspondiente al 58% del límite de la norma de 24 horas, por lo tanto, se concluyó que no supera el valor límite de la norma.

En forma complementaria, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que la estación 21 de Mayo presentó un número mayor a 7 excedencias en todo el periodo evaluado, con 8 días en el año 2017, 24 días en el año 2018 y 11 días en el año 2019.

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 (2017-2018-2019), se concluyó que la norma anual de MP10 fue superada en la estación 21 de Mayo. Cabe señalar, que la estación presentó una concentración promedio trianual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 100% del límite de la norma anual.

Por otra parte, en la estación Los Ángeles Oriente, no fue posible de evaluar la norma anual de acuerdo con lo establecido en el artículo 2° de la norma de MP10.

## 2. INTRODUCCIÓN

Considerando lo establecido en el artículo 16 del Título II de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, corresponderá a esta Superintendencia fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad. 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.

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 Los Ángeles, de acuerdo con el programa de fiscalización de normas de calidad ambiental del año 2020.

La Ciudad de Los Ángeles, perteneciente a la Región del Biobío es capital de provincia, su población comunal alcanzó los 202.331 habitantes (CENSO 2017, INE), posee una superficie de 1748,2 Km<sup>2</sup>, limita al norte con las comunas de Cabrero, Yumbel, Tucapel y Yungay, al sur con la comuna Mulchén, Negrete y Santa Bárbara, al oeste con la comuna de Laja y Nacimiento y al este con la comuna de Quilleco.

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 correspondientes a: “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”. Estaciones que 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 dos (2) 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 general 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 2017 y el 31 de diciembre de 2019, 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, registrados por las estaciones de calidad del aire “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”, para los años 2017, 2018 y 2019, en base a una auditoría de los datos reportados.

### 4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5 y MP10 de las estaciones de calidad del aire “21 de Mayo” y “Los Ángeles Oriente”, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2017 y el 31 de diciembre de 2019.

Las estaciones utilizadas para la evaluación del cumplimiento de las normas primarias de MP10 y MP2,5, ubicadas en la comuna de Los Ángeles, que cumplen con ser estaciones con EMRP para MP2,5 y MP10 corresponden a 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

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 horario, diario y anual**

Norma	Contaminante	Límite Concentración Horaria	Límite Concentración 24 horas	Límite Concentración Anual
D.S. N° 59/1998, modificado por D.S. N° 45/2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República	MP10	No aplica	150 µg/m <sup>3</sup> N	50 µg/m <sup>3</sup> N
D.S. N° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	No aplica	50 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>

## 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones de MP2,5 y MP10 para los años 2017, 2018 y 2019, se reportó a esta Superintendencia por parte del Ministerio del Medio Ambiente, mediante el Of. Ord. N° 202482 del 30 de junio de 2020, incluyendo 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.

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

En la Tabla 2 se describen 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.

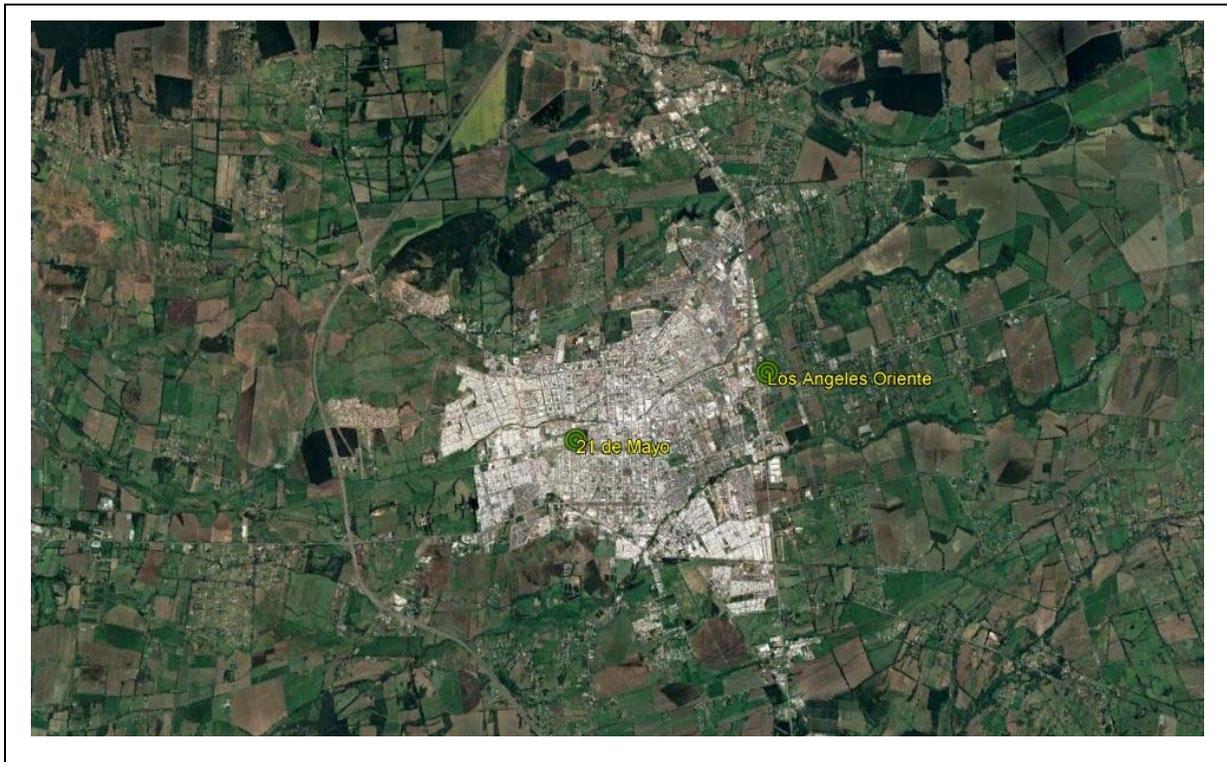
**Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5 y EMRP-MP10**

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP2,5	Resolución que otorga EMRP para MP10
21 de mayo	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.
Los Ángeles Oriente	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.	Res. Exenta N° 02462 del 31 julio de 2012, de la Secretaria Regional Ministerial de Salud. Región de Biobío.

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la ubicación georreferenciada de las estaciones 21 de Mayo y de Los Ángeles Oriente, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

**Tabla 3 Ubicación de las estaciones de la Red de vigilancia de Los Ángeles**

Propietario	Estación	Coordenadas UTM (m) Datum WGS84, Huso 18 S*	
		E	N
MMA	21 de Mayo	733.331 E	5.849.585 N
MMA	Los Ángeles Oriente	736.622 E	5.850.392 N



**Figura 1 Ubicación de estaciones de calidad del aire del aire de Los Ángeles, Región del Biobío.**

## 5.2 Descripción de los instrumentos de medición de la Red de Los Ángeles.

De acuerdo con los antecedentes entregados por el Ministerio de Medio ambiente, para los años 2017, 2018 y 2019, 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<sup>(1)</sup>, 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 2019.

**Tabla 4 Listado de estaciones, instrumentos y método de medición.**

Estación de Monitoreo	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
21 de Mayo	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One / BAM 1020 MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Met One / BAM 1020MP10	EQPM-0798-122
Los Ángeles Oriente	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One /BAM 1020 MP2,5	EQPM-0308-170
	MP10	Basado en el principio de atenuación beta	Thermo 5014i	EQPM-1102-150

<sup>(1)</sup> [https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated\\_reference\\_and-equivalent\\_methods.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/designated_reference_and-equivalent_methods.pdf)

### 5.3 Auditoría de datos

Los datos de MP2,5 y MP10 para los años 2017, 2018 y 2019, validados por el MMA, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en la norma primaria de calidad del aire para dichos contaminantes y de acuerdo con 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. En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por estación y contaminante para el año 2017, 2018 y 2019.

El análisis de datos inválidos para el contaminante MP2,5 entre los años 2017, 2018 y 2019, en las estaciones 21 de mayo y Los Ángeles Oriente, determinó que ambas estaciones registran menos del 25% de sus datos inválidos, sin embargo, la estación Los Ángeles Oriente presenta un porcentaje de datos inválidos para 2017 de un 38,2% debido a que solo tiene datos validos durante 7 meses.

El análisis de datos inválidos para el contaminante MP10 entre los años 2017, 2018 y 2019, determinó que la estación 21 de mayo registró menos del 25% de sus datos inválidos, por otra parte, la estación Los Ángeles Oriente no presenta mediciones para los años 2017 y 2018, respecto al año 2019 presenta menos del 25% de datos inválidos.

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

Estación	2017		2018		2019	
	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario	MP2,5 % Horario	MP10 % Horario
21 de Mayo	1,7	0,6	1,9	1,1	1,7	0,6
Los Ángeles Oriente	38,2	---	14,9	---	3,3	4,0

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios, lo que permitió la construcción de los promedios diarios (24 horas) en base a la disponibilidad de datos por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo con lo descrito en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S N° 30/2009 de MINSAL. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de horas, éstos se invalidaron de acuerdo con lo descrito en el decreto mencionado.

En la tabla 6, se resumen los días válidos por año y estación para los contaminantes MP2,5 y MP10, según corresponda a cada estación. De la tabla 6, se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75%, en la estación 21 de Mayo para los años 2017, 2018 y 2019, de MP2,5 y MP10, en tanto, Los Ángeles Oriente cuenta con disponibilidad de datos válidos para los años 2018 y 2019 para el contaminante MP2,5 y para el contaminante MP10 solo para el año 2019.

El resumen de datos disponibles permite concluir que, se dispone o no 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 (2017-2018-2019)**

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)
21 de Mayo	2017	358	98	364	100
	2018	359	98	362	99
	2019	359	98	364	100
Los Ángeles Oriente	2017	224	61	---	---
	2018	310	85	---	---
	2019	349	96	345	95

Para efectos de la evaluación anual de las normas primarias de MP2,5 y MP10, a continuación, en las Tablas 7 y Tabla 8, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de las estaciones denominadas 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

Para el contaminante MP2,5 en la tabla 7, en la estación 21 de Mayo se observa un cumplimiento superior al 75%, para cada uno de los meses del periodo evaluado. En el caso de Los Ángeles Oriente para el año 2017 se observan solo 7 meses de datos disponibles, para el año 2018 se presentaron porcentajes inferiores al 75% de datos validos entre enero y marzo, con porcentajes de 58,1%, 0% y 71%, respectivamente y en el año 2019 se observan porcentajes superiores al 75% en cada mes.

**Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019**

		MESES (%)											
		Ciudad de Los Ángeles											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
21 de Mayo	2017	93,5	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	87,1
	2018	100	100	100	100	100	96,7	96,8	100	100	100	93	93,5
	2019	100	100	96,8	100	100	100	100	100	100	83,9	100	100
Los Ángeles Oriente	2017*	100	82,1	51,6	0	0	0	10,0	100	100	100	93,3	100
	2018	58,1	0	71,0	100	96,8	93,3	100	100	100	93,5	100	100
	2019	100	100	100	83,3	87,1	93,3	100	96,8	100	100	86,7	100

\*La estación Los Ángeles Oriente presentó 5 meses de datos por debajo del 75%, siendo el periodo menos representativo para ser evaluado.

Para el contaminante MP10, en la tabla 8, se observa un porcentaje superior al 75% en la estación 21 de Mayo, para todos los meses de los años 2017, 2018 y 2019, por su parte, la estación Los Ángeles Oriente no presenta mediciones para MP10 durante los años 2017 y 2018, para el año 2019 registró un porcentaje superior al 75% durante todos los meses.

**Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2017, 2018 y 2019**

		MESES (%)											
Red de Los Ángeles													
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
21 de Mayo	2017	100	100	100	100	100	100	96,8	100	100	100	100	100
	2018	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90,0	100
	2019	100	100	96,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Los Ángeles Oriente	2017	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2018	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2019	87,1	100	100	86,7	96,8	80,0	100	93,5	93,3	100	100	96,8

## 6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE 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 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 9, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire, 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

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.

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019, se determinó que el valor de la norma de MP2,5 de 24 horas para MP2,5, fue superada en todos los años de estudio por la estación 21 de Mayo, las concentraciones obtenidas fueron para el año 2017, de 124  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (248%), en el año 2018 presentó una concentración de 189  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (378%) y 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (280%) en 2019. En el caso de la estación Los Ángeles Oriente solo se pudo calcular el percentil 98 para los años 2018 y 2019, ya que en dichos años se contó con la disponibilidad de datos de acuerdo con lo establecido en la norma, las concentraciones obtenidas fueron de 102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (204%), en el año 2018 y de 69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (138%) para 2019. Cabe destacar que la estación que presenta concentraciones más altas en todo el periodo en estudio, respecto del límite de la norma de 24 horas, es la estación 21 de Mayo.

Tabla 9 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
21 de Mayo	124	248	189	378	140	280
Los Ángeles Oriente	--	--	102	204	69	138

Adicionalmente en el Gráfico 1, se muestran los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP2,5, por estación, para los años 2017, 2018 y 2019.

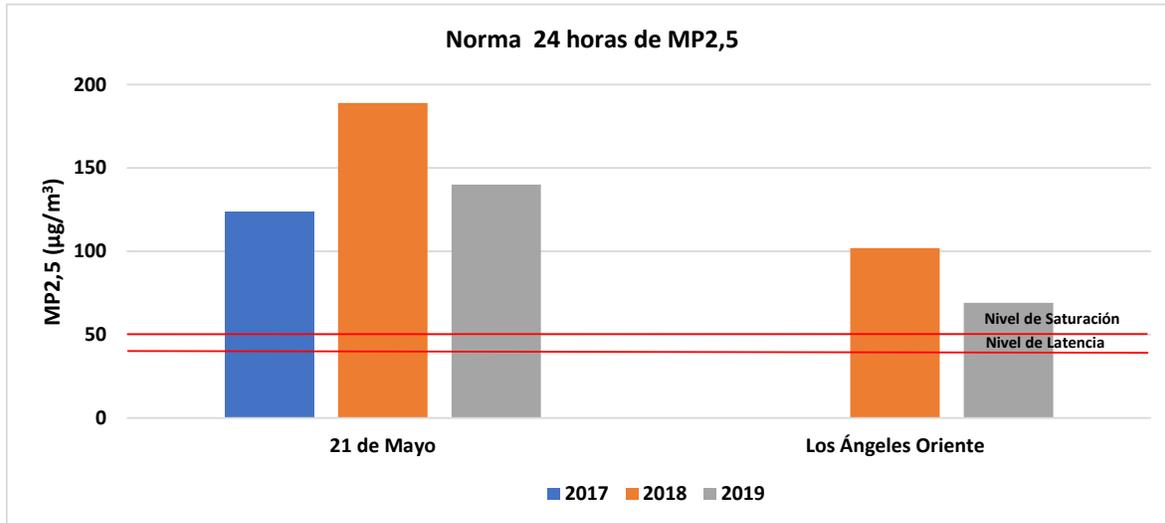


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019.

Cabe señalar que al considerar las concentraciones diarias de MP2,5 para un año calendario (365 o 366 días), el cálculo del percentil 98 permite un máximo de 7 excedencias, es decir 7 días con registros mayores a 50 µg/m<sup>3</sup> como concentración de 24 horas.

En la Tabla 10, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas por estación para todo el periodo en evaluación. El análisis determinó que para la estación 21 de Mayo el número de excedencias para el año 2017 fue de 59 días, para el año 2018 fue de 71 días y para el año 2019 fue de 62 días. Por otra parte, en la estación Los Ángeles el número de excedencias para el año 2018 fue de 26 días y para el año 2019 fue de 13 días.

Tabla 10. N° de Excedencias a la norma 24 horas de MP2,5 para los años 2017, 2018 y 2019.

Estación	N° de Excedencias Norma 24 horas 2017	N° de Excedencias Norma 24 horas 2018	N° de Excedencias Norma 24 horas 2019
21 de Mayo	59	71	62
Los Ángeles Oriente	--	26	13

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias por cada estación, desgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre enero y diciembre del año 2019, donde se observa que los días en los cuales se excede la norma se distribuyen en su mayoría entre abril y agosto, siendo la estación 21 de Mayo, la que presentó el mayor número de excedencias a la norma de 24 horas, con un total de 62 días, por su parte Los Ángeles Oriente presentó 13 días de excedencias.

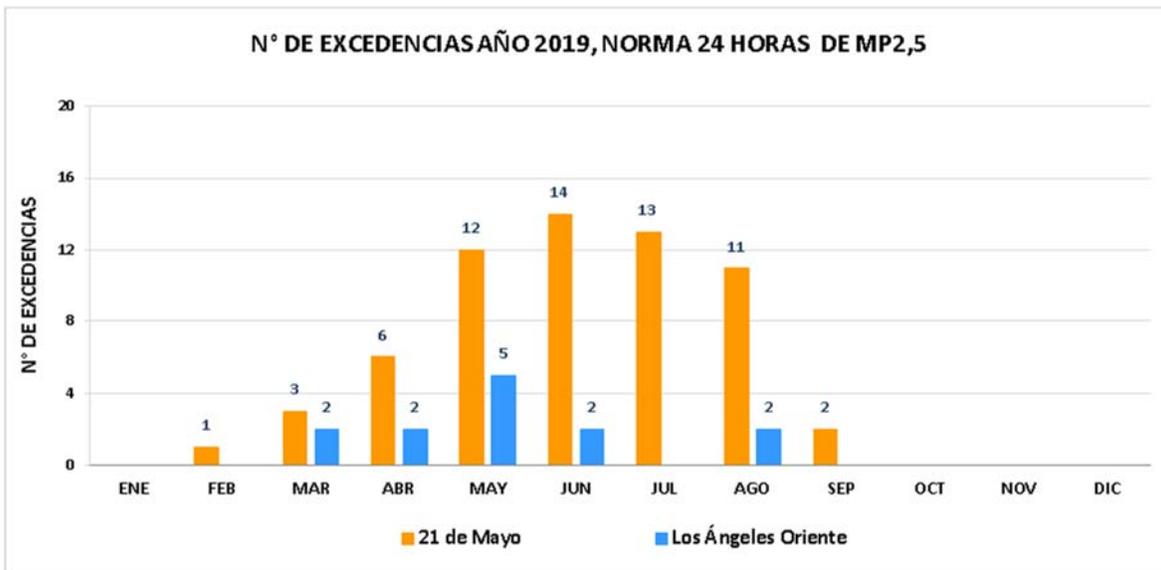


Gráfico 2 Excedencias norma 24 Horas MP2,5 para el año 2019

### 6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP2,5

El periodo de evaluación de superación de la norma anual 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 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 de monitoreo 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

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/m<sup>3</sup>, 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 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente, solo fue posible evaluar la norma anual en la estación 21 de Mayo que cumple con el porcentaje de datos validos establecido en la norma.

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

**Tabla 11 Concentración trianual y porcentaje de la norma**

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 Trianual (2017-2018-2019) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% de la Norma Anual 20 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
21 de Mayo	28	35	29	31	155
Los Ángeles Oriente	--	22	16	--	--

La evaluación de la norma anual, con la información disponible para los años 2017, 2018 y 2019, concluye que la norma fue superada en la estación 21 de Mayo. El promedio trianual determinado fue de  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (155%), superando el límite normativo de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Complementariamente, en el Gráfico 3, se pueden observar las concentraciones de la media anual por estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019.

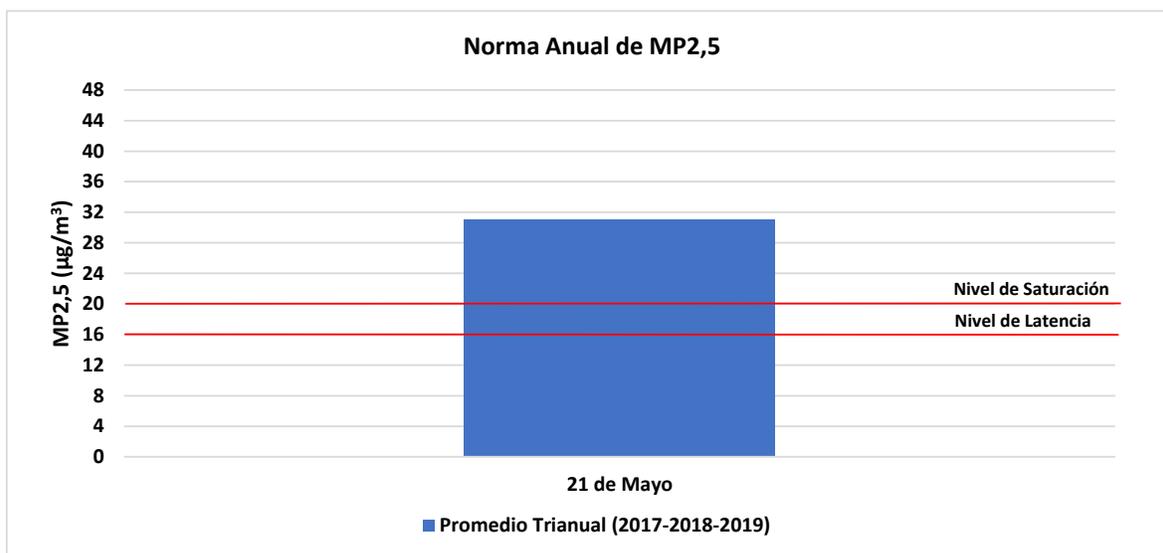


Gráfico 3 Norma Anual para MP2,5, periodo 2017 al 2019

## 6.2. Evaluación de la norma para MP10

### 6.2.1. Evaluación de la norma 24 horas MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde al 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 de la norma de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

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

- a) Cuando 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 µg/m<sup>3</sup>N.
- b) 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 µg/m<sup>3</sup>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.

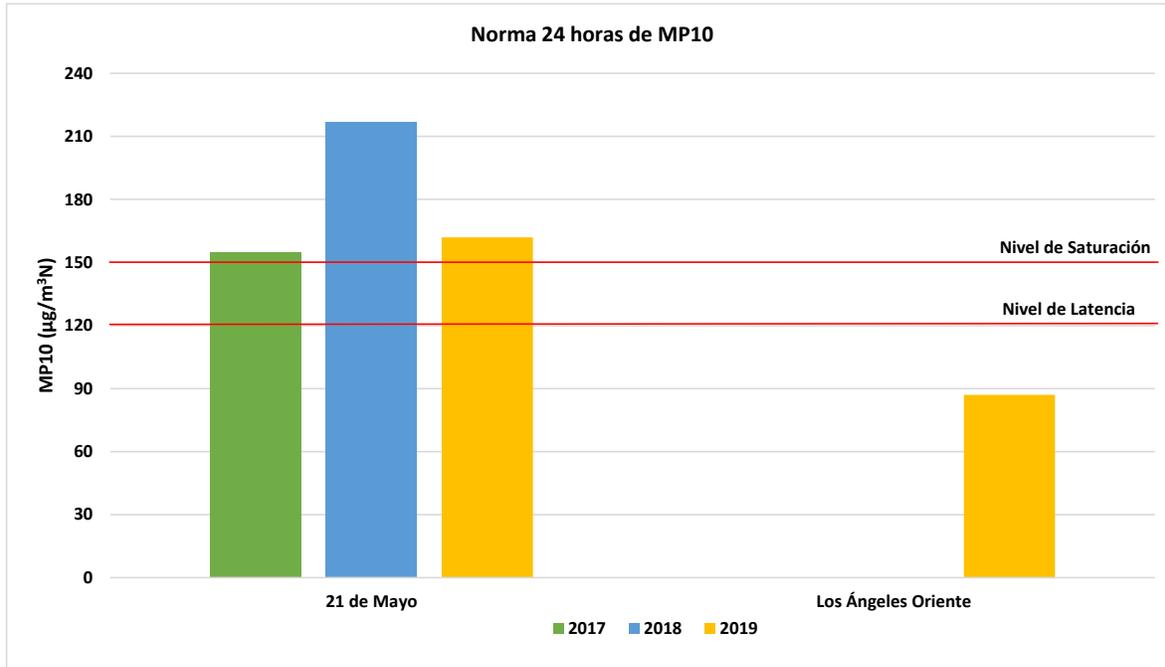
En la Tabla 12, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de las concentraciones 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, de las estaciones de vigilancia de calidad del aire 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

De acuerdo con la condición a) permitió la determinación del percentil 98 con las concentraciones de 24 horas para los años 2017, 2018 y 2019 en la estación 21 de Mayo, determinándose que el valor de la norma para MP10, fue superado en todo el periodo, con una concentración de 155  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (103%) para el año 2017, en 2018 se obtuvo una concentración 217  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (145%), finalmente en 2019 alcanzó una concentración de 162  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (108%). Por otra parte, La Estación Los Ángeles Oriente solo pudo ser evaluada para el año 2019, debido a que no presenta mediciones para los años 2017 y 2018, determinándose una concentración de 87  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (58%) no superando el límite normativo para el año 2019.

**Tabla 12 Evaluación de la norma anual para MP10 para el periodo 2017 al 2019**

Estación	Percentil 98 Año 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas 2017 150 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2018 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas 2018 150 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2019 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas 2019 150 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
21 de Mayo	155	103	217	145	162	108
Los Ángeles Oriente	---	---	---	---	87	58

El Gráfico 4, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP10, por estación, para los años 2017, 2018 y 2019.



**Gráfico 4 Norma 24 horas para MP10 por año**

De acuerdo a la condición b) en la Tabla 13, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas, en la que se observa para la estación 21 de Mayo presentó un número de 8 días para el año 2017, 24 días para el año 2018 y 11 días en el año 2019. Por otra parte, en la estación Los Ángeles Oriente para el año evaluado presento 2 días con excedencia a la norma de 24 horas en el año 2019.

**Tabla 13 N° de excedencias a la norma 24 horas de MP10 para el año 2019**

Estación	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2017	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2018	N° de excedencias a la Norma 24 horas 2019
21 de Mayo	8	24	11
Los Ángeles Oriente	-----	-----	2

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 2019, donde se aprecia que el número de días con excedencias a la norma se presenta mayoritariamente entre los meses de mayo y agosto.

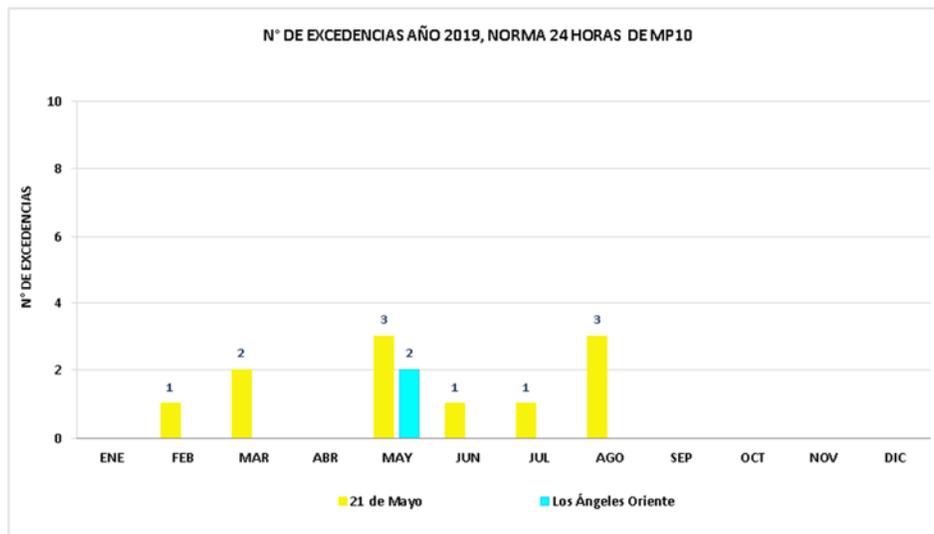


Gráfico 3 Excedencias a la Norma de 24 horas de MP10 en el año 2019

### 6.2.2. Evaluación de la norma anual 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 primaria anual de calidad del aire para material particulado respirable MP10, se considerará sobrepasada, cuando la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos en cualquier estación monitorea clasificada como EMRP, sea mayor o igual que 50 µg/m<sup>3</sup>N.

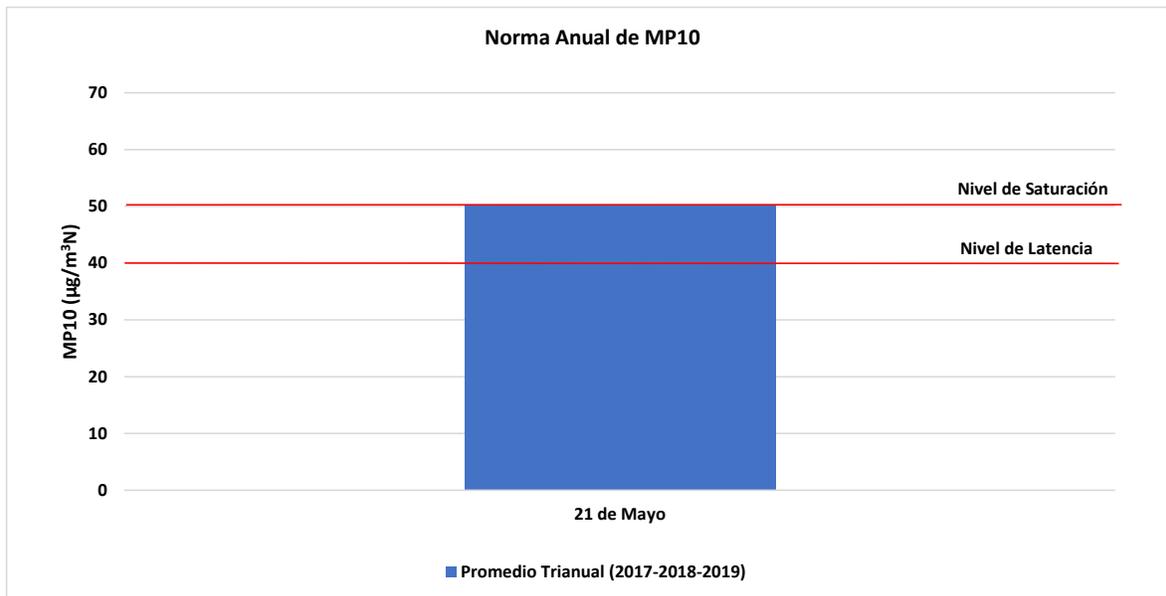
El periodo de evaluación de la norma para MP10, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019. En la Tabla 14, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2017, 2018 y 2019, para las estaciones 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente.

Del análisis de evaluación de la norma anual para MP10, expresada como promedio trianual, se observa que la estación 21 de Mayo alcanza el 100% de la norma anual de MP10, con una concentración de 50 µg/m<sup>3</sup>N (100%). En el caso de la estación Los Ángeles Oriente, no fue posible evaluar la norma anual debido a que no cumple con 3 años calendarios de mediciones consecutivas de acuerdo al artículo 2° de la norma de MP10.

**Tabla 14 Evaluación de la norma anual para MP10 para el periodo 2017 al 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 Trianual (2017-2018-2019) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma Anual 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
21 de Mayo	46	55	50	50	100
Los Ángeles Oriente	---	---	33	---	---

Complementariamente, en el Gráfico 5, se puede observar la concentración correspondiente al promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2017 y el día 31 de diciembre de 2019, de la estación 21 de Mayo.



**Gráfico 5 Promedio trianual 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 21 de Mayo y Los Ángeles Oriente de la Ciudad de Los Ángeles, pertenecientes 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 MP2,5**

La evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 concluyó 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. El análisis determinó que la concentración en la estación 21 de Mayo en el año 2017 fue de 124  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (248%), en el año 2018 fue de 189  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (378%) y en el año 2019 de 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (280%). En el caso de la estación Los Ángeles Oriente, fue posible evaluar los años 2018 y 2019, periodos en los que se dispone del porcentaje de datos permitidos por la norma, superando el valor normado con concentraciones de 102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (204%) en 2018 y de 69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (138%) para el año 2019.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que la estación 21 de mayo presenta un número superior a 7 excedencias, para los tres años en estudio, alcanzando 59 días en 2017, 71 días en 2018 y por último 62 días de excedencias en el año 2019, mientras tanto en la estación Los Ángeles Oriente de acuerdo a la disponibilidad de datos, se determinó que el número de excedencias a la norma de 24 horas para el año 2018 fue de 26 días y para el año 2019 fue de 13 días.

La evaluación de la norma anual para MP2,5, con la información disponible se pudo determinar el promedio anual para los años 2017, 2018 y 2019 en la estación denominada 21 de Mayo. El promedio trianual para el periodo comprendido entre el año 2017 y el año 2019, concluyó que la

norma anual fue superada con una concentración promedio de  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , correspondiente al 155% del límite de la norma anual.

### **Norma de calidad del aire para MP10**

El análisis de la norma de 24 horas de MP10, para los años 2017, 2018 y 2019, que establece como límite un valor de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , determinó mediante el análisis de los datos de MP10 y el cálculo del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas, que el valor límite fue superado en la estación 21 de Mayo para los tres años en estudio y las concentraciones obtenidas fueron en el año 2017 de  $155 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (103%), en 2018 de  $217 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (145%) y de  $162 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  (108%). En relación con la estación Los Ángeles Oriente que presenta mediciones validas solo para el año 2019, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvo una concentración de  $87 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , correspondiente al 58% del límite de la norma de 24 horas, por lo tanto, se concluyó que no supera el valor límite de la norma.

En forma complementaria, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas para cada estación, determinándose que la estación 21 de Mayo presentó un número mayor a 7 excedencias en todo el periodo evaluado, con 8 días en el año 2017, 24 días en el año 2018 y 11 días en el año 2019.

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 (2017-2018-2019), se concluyó que la norma anual de MP10 fue superada en la estación 21 de Mayo. Cabe señalar, que la estación presentó una concentración promedio trianual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 100% del límite de la norma anual.

Cabe destacar que, la estación Los Ángeles Oriente, no fue posible de evaluar la norma anual de acuerdo con lo establecido en el artículo 2° de la norma de MP10.

## 8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP
2	Datos de calidad del aire para el año 2019