



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

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

**RED DE CALIDAD DEL AIRE DE LA UNIÓN
REGIÓN DE LOS RÍOS**

SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS

DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN

DFZ-2025-1612-XIV-NC

MAYO 2025

	Nombre	Firma
Aprobado	Juan Pablo Rodríguez F.	
Revisado	Isabel Leiva Campos	
Elaborado	Karin Salazar Navarrete	



TABLA DE CONTENIDOS

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	2
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS.....	5
4. ALCANCE.....	5
5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS.....	6
5.1 ESTACIONES DECLARADAS COMO EMRP-MP2,5	6
5.2 DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS EN LA ESTACIÓN.....	7
5.3 AUDITORIA DE DATOS.....	8
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA	9
6.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA PARA MP2,5	9
6.1.1. EVALUACIÓN DE LA NORMA 24 HORAS PARA MP2,5	9
6.1.2. EVALUACIÓN DE LA NORMA ANUAL PARA MP2,5	11
7. CONCLUSIONES.....	13
8. ANEXOS.....	14



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para material particulado fino respirable MP2,5, contenida en el D.S. N° 12/2011, del Ministerio del Medio Ambiente. Lo anterior de acuerdo con lo establecido en el Artículo 16° del párrafo II, de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente: “Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad y normas de emisión de cada región, incluida la Metropolitana.”

La actividad de fiscalización 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 el contaminante MP2,5. Con la información remitida por el Ministerio de Medio Ambiente, se realizó una auditoría a los datos validados, correspondiente a la estación de vigilancia de calidad del aire de la Región Los Ríos, ubicada en la comuna de La Unión y denominada “La Unión”, perteneciente al Ministerio del Medio Ambiente y declarada con representatividad poblacional (EMRP) por MP2,5 por la SMA.

El análisis de datos de MP2,5 se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024, datos medidos con instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en la norma primaria de calidad del aire para MP2,5 en que los datos deben ser reportados de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos, R.E. N°1.449 de la SMA. En el caso del contaminante de 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 primaria de calidad del aire para MP2,5

El análisis de la norma de MP2,5 de 24 horas, que establece como límite una concentración de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concluyó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias en la estación de La Unión superaron el límite de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los años 2022, 2023 y 2024. Se debe señalar que, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvieron las siguientes concentraciones; para el año 2022 fue de 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente a 236% respecto del límite de la norma de 24 horas, para el año 2023 fue de 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a 144% del límite de la norma de 24 horas y por último para el año 2024 una concentración de 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 174% del límite de la norma de 24 horas.



Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5; determinándose que el número de excedencias para el año 2022 fue de 63 días, para el año 2023 fue de 28 días y para el año 2024 fue de 51 días con excedencias al límite de la norma de 24 horas.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, que establece como límite $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se determinó mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, entre el año 2022 y el año 2024, concluyendo que la norma fue superada en la estación La Unión, registrándose un promedio trianual de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondiente a un 120% del límite establecido de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



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 2022, 2023 y 2024, con el fin de obtener información válida que permita evaluar la norma primaria de calidad del aire de MP2,5.

La comuna de La Unión, perteneciente a la provincia de Ranco de la Región de Los Ríos, se encuentra emplazada en los 40°17' Latitud Sur y 73°04' Longitud Oeste, a una distancia de 892 Km al sur de Santiago, la comuna de La Unión tiene una superficie total de 2137 km². Limita al Norte con la comuna de Corral y Paillaco, al Oeste con la localidad de Mashue, al Este con la comuna de Río Bueno y al Sur con la comuna de San Pablo. Posee una población de 39.447 habitantes (2017, Instituto Nacional de Estadísticas).

El presente documento da cuenta de la evaluación de la norma para MP2,5, en la estación de monitoreo de calidad del aire de la comuna de La Unión, denominada estación “Red de Calidad del Aire de La Unión”, estación que cuenta con calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP2,5.

El proceso de evaluación de la norma de MP2,5 de la estación de monitoreo consideró una auditoría y análisis de los datos con el objeto de dar cumplimiento a la norma primaria de calidad del aire para MP2,5, en conjunto a la R.E. N°1.449 de la SMA.

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 exenta N°302, de 2011, y N°1121, de 2020, ambas del Ministerio del Medio Ambiente.



3. OBJETIVOS

El objetivo general es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primaria para MP2,5 en su nivel diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024, en las estaciones que cuentan con representatividad poblacional para material particulado MP2,5.

Para lo anterior se determinó la validez de las mediciones de MP2,5 realizadas por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de la comuna de La Unión, Región de Los Ríos, en base a una auditoría de los datos reportados para los años 2022, 2023 y 2024.

4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia en el presente informe corresponden a los registros de MP2,5 de la estación La Unión, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024.

Cabe destacar que La estación La Unión utilizada para la evaluación de datos de MP2,5, cumple con ser estación con EMRP para MP2,5.

El presente documento evaluó el cumplimiento de la norma primaria de calidad vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024. A continuación, en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel diario y anual, por contaminante y cuerpo normativo:

Tabla 1 Norma 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° 12/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.	MP2,5	No aplica	50 µg/m³	20 µg/m³



5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones realizadas en la estación de La Unión para los contaminantes MP2,5 se reportó a esta Superintendencia por parte del Ministerio del Medio Ambiente, mediante correo electrónico, incluyendo los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios y en el formato establecido en la R.E. N°1.449 de la SMA.

El periodo de datos de MP2,5 auditado, corresponde a las mediciones realizadas entre el 1° de enero de 2022 y 31 de diciembre de 2024, para las estaciones declaradas con representatividad poblacional para material particulado MP2,5, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

5.1 Estaciones declaradas como EMRP-MP2,5

En la Tabla 2, se describe la respectiva resolución de la estación La Unión que la califican como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado MP2,5.

Tabla 2 Estación declarada como EMRP-MP2,5

Estación	Resolución que otorga EMRP para MP2,5
La Unión	Res. Exenta N° 186 de 4 de febrero de 2022, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por su parte, en la Tabla 3 se describen las coordenadas geográficas de la estación de vigilancia de calidad del aire de La Unión, ubicada Calle Esmeralda N°1495, comuna de La Unión, región de Los Ríos, la que se observa gráficamente en la Figura 1.

Tabla 3 Ubicación de la estación de calidad del aire de La Unión Georreferenciadas

Propietario	Estación	Coordenadas UTM (m)	
		Datum WGS84,	Huso 18
MMA	La Unión	663.455 E	5.538.655 N





Figura 1 Ubicación de la estación de calidad del aire La Unión en la Región de Los Ríos

5.2 Descripción de instrumentos de medición utilizados en la estación

De acuerdo con los antecedentes entregados por el Ministerio de Medio Ambiente, para los años 2022, 2023 y 2024, respecto del instrumento de medición utilizado para el monitoreo de MP2,5 en la estación evaluada, cumple con el requisito de emplear instrumentos de medición con aprobación USEPA, 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 utilizados en la estación de calidad del aire de La Unión para el periodo señalado anteriormente.

Tabla 4 Descripción de la estación, instrumento y método de medición

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
La Unión	MP2,5	Basado en el principio de atenuación beta	Met One MP2,5	EQPM-0308-170



5.3 Auditoria de datos

Los datos de MP2,5 para los años 2022, 2023 y 2024, validados previamente 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 R.E. N°1.449 de la SMA. Conjuntamente, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio, a través de gráficas de series de tiempo.

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, además se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. En la Tabla 5 se recopilan los porcentajes de datos inválidos por contaminante para el año 2022, 2023 y 2024. En ésta se observa que la estación registra un porcentaje menor al 25% de sus datos inválidos.

Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios para MP2,5 para el periodo de 2022 al 2024

	2022	2023	2024
Estación	MP2,5 % Horario	MP2,5 % Horario	MP2,5 % Horario
La Unión	2	1,2	3,2

Mediante el análisis estadístico se determinó la cantidad de datos disponible para el cálculo de los promedios diarios. La construcción de los promedios de 24 horas (diarios) se realizó en base a la disponibilidad de datos por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo con lo descrito en la R.E. N°1.449 de la SMA. 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 presentan el número de días válidos y el porcentaje de datos disponibles para el período 2022 al 2024, para el contaminante MP2,5, según corresponda. De la Tabla 6, se puede concluir que la estación presenta un porcentaje de datos válidos superior al 75% para el periodo. El resumen de datos validos permite concluir que, se dispone de la información suficiente para realizar un análisis estadístico, aplicando los criterios especificados en cada norma primaria de calidad del aire.



Tabla 6 Porcentaje de datos válidos por año para MP2,5 (2022-2023-2024)

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP2,5	Porcentaje de datos (%)
La Unión	2022	354	97
	2023	361	99
	2024	351	96

Para efectos de la evaluación anual de la norma primaria de MP2,5, a continuación, en las Tabla 7, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual, de la estación La Unión, observándose una disponibilidad de datos mensuales de al menos el 75% para MP2,5 en la totalidad del periodo.

Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP2,5 mensuales para la estación para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	Año	MESES (%)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
La Unión	2022	100	100	100	100	100	100	100	97	100	75	100	94
	2023	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	100	100
	2024	100	100	100	90	100	93	87	94	100	87	100	100

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA NORMA

6.1. Evaluación de la norma para MP2,5

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

El periodo de evaluación de la norma para MP2,5, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 8, se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP2,5, para los años 2022, 2023 y 2024, de la estación La Unión.

De acuerdo con el límite establecido en el D.S. N° 12/2011 del MMA, se considerará sobrepasada la norma para MP2,5 cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea mayor a 50 µg/m³, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP-2,5.



Tabla 8 Evaluación de la norma 24 horas para MP2,5 para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	Año	Percentil 98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma 24 horas 50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
La Unión	2022	118	236
	2023	72	144
	2024	87	174

De acuerdo con el análisis efectuado y la determinación del percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2022, 2023 y 2024, se concluyó que el valor de la norma 24 horas para MP2,5, fue superado en la estación de La Unión, en todo el periodo en estudio. Cabe destacar que, las concentraciones obtenidas mediante el cálculo del percentil 98 fueron de: $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2022, equivalente a un 236% respecto del límite de la norma de 24 horas, $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2023, correspondiente a un 144% del límite de la norma de 24 horas y $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2024, correspondiente a un 174% del límite establecido en la norma de 24 horas.

El Gráfico 1, muestra los valores obtenidos del cálculo del percentil 98 de las concentraciones diarias para el contaminante MP2,5, para la estación La Unión, para los años 2022, 2023 y 2024.

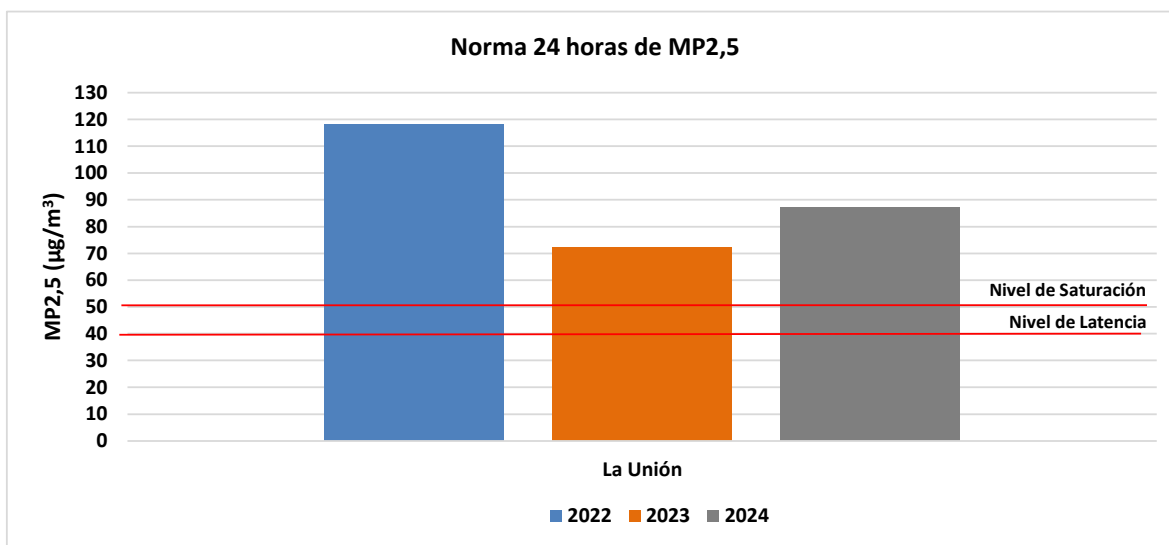


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP2,5 por año

Adicionalmente, en la Tabla 9, se resume el número de días con excedencias a la norma de 24 horas, para el periodo en evaluación en la estación de La Unión, para el año 2022 el número de excedencias fue de 63 días, en el año 2023 fue de 28 días y en el año 2024 fue de 51 días de excedencias sobre el valor normado.



Tabla 9 N° de Excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5 para los años 2022, 2023 y 2024

Estación	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2022	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2023	N° Días excedencias a la Norma 24 horas 2024
La Unión	63	28	51

El Gráfico 2 muestra el número de excedencias, disgregada a nivel mensual, para el período comprendido entre el 1° enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024, donde se observa que los días en los cuales se excede la norma se distribuyen en su mayoría entre abril y octubre.

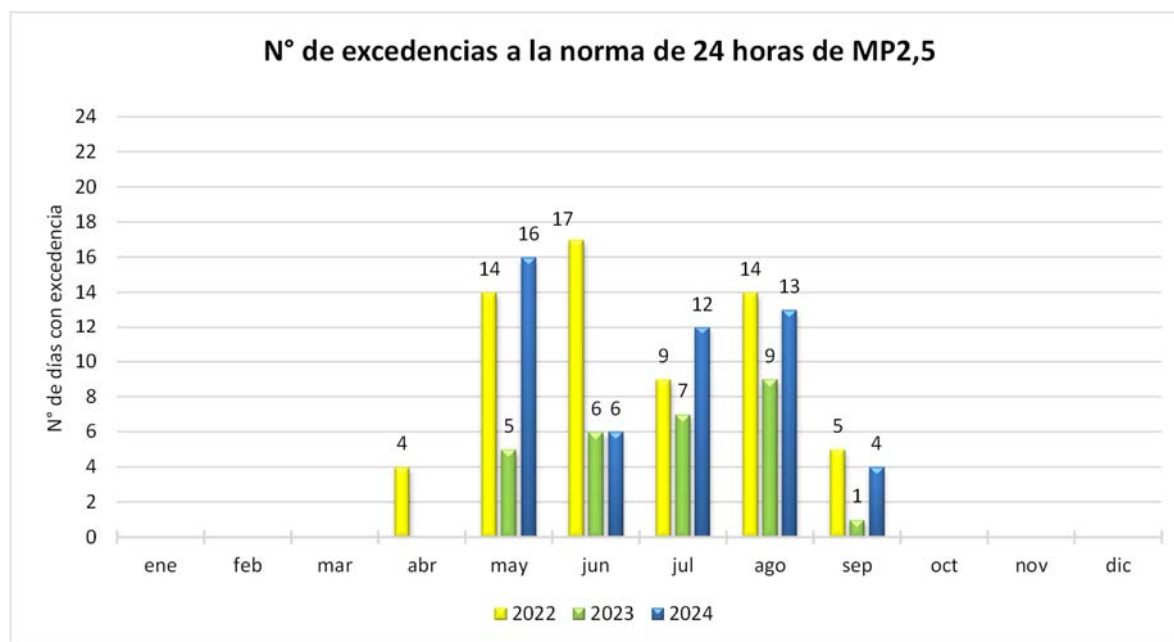


Gráfico 2 Número de Excedencias a la norma 24 Horas MP2,5 para los años 2022, 2023 y 2024

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 2022 y el día 31 de diciembre de 2024. En la Tabla 10, se presenta un resumen de los valores obtenidos a través del cálculo del promedio aritmético de las concentraciones de los años 2022, 2023 y 2024, para la estación de monitoreo de la comuna de La Unión.



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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en cualquier estación monitorea calificada como EMRPMP2,5. Cabe señalar que la norma anual para MP2,5 requiere determinar el promedio aritmético de 3 años calendario consecutivos de las concentraciones anuales.

A continuación, en la Tabla 10 se presentan los valores como promedio anual para los años 2022, 2023 y 2024, y el promedio trianual.

Tabla 10 Concentración trianual y porcentaje de la norma MP2,5

Estación	Promedio Anual 2022 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Anual 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio Trianual (2022-2023-2024) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de la Norma Anual 20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
La Unión	27	21	24	24	120

La evaluación de la norma anual concluyó que ésta fue superada en la estación La Unión, alcanzando una concentración de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 120% del límite de la norma anual.

Complementariamente, en el Gráfico 3, se puede observar el promedio trianual determinado en la estación La Unión para el periodo evaluado.

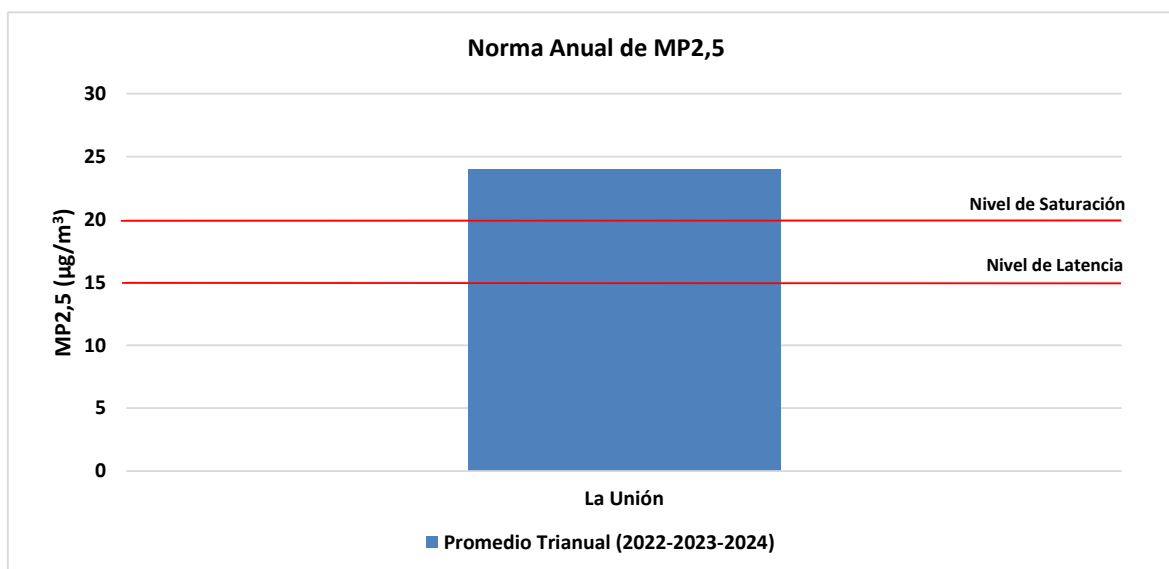


Gráfico 3 Concentración anual para MP2,5 estación La Unión para los años 2022, 2023 y 2024



7. CONCLUSIONES

El análisis de los datos de calidad del aire de la estación La Unión perteneciente a la Red de vigilancia de calidad del aire de La Unión de la Región de Los Ríos, se consideró la información válida generada de las mediciones de MP2,5, en base al período comprendido entre el 1° de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2024.

Para este informe se consideraron como requisitos la representatividad poblacional por MP2,5, el empleo de instrumentos de medición de contaminantes atmosféricos con aprobación USEPA y la constatación por parte de la SMA de la correcta validación de los datos para los años 2022, 2023 y 2024 por parte del MMA.

Para la auditoría de los datos de mediciones horarias y diarios se consideraron los criterios establecidos en cada una de las normas primarias y aquellos contenidos establecidos en la “Instrucción requisitos técnicos para la instalación, funcionamiento y operación de los instrumentos en estaciones de muestreo y medición de calidad del aire y meteorología”, R.E. N°1.449/2023 de la SMA.

Norma primaria de calidad del aire para MP2,5

El análisis de la norma de MP2,5 de 24 horas, que establece como límite una concentración de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concluyó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias en la estación de La Unión superaron el límite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en los años 2022, 2023 y 2024. Se debe señalar que, mediante el cálculo del percentil 98 se obtuvieron las siguientes concentraciones; para el año 2022 fue de $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente a 236% respecto del límite de la norma de 24 horas, para el año 2023 fue de $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a 144% del límite de la norma de 24 horas y por último para el año 2024 una concentración de $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 174% del límite de la norma de 24 horas.

Complementariamente, se calculó el número de días con excedencias a la norma de 24 horas de MP2,5; determinándose que el número de excedencias para el año 2022 fue de 63 días, para el año 2023 fue de 28 días y para el año 2024 fue de 51 días con excedencias al límite de la norma de 24 horas.

En relación con la evaluación de la norma anual para MP2,5, que establece como límite $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se determinó mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones, entre el año 2022 y el año 2024, concluyendo que la norma fue superada en la estación La Unión, registrándose un promedio trianual de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondiente a un 120% del límite establecido de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resolución EMRP.
2	Datos de calidad del aire para el año 2022, 2023 y 2024.

