



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO  
CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE POR  
MP10, NO<sub>2</sub> Y CO**

**RED DE CALIDAD DEL AIRE DE MEJILLONES  
REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

**SECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN Y CONFORMIDAD AMBIENTAL**

**DFZ-2022-2616-II-NC**

**NOVIEMBRE 2022**

	Nombre	Firma
Aprobado	Claudia Quiroga M.	
Revisado	Isabel Leiva C.	
Elaborado	Karin Salazar N.	



## CONTENIDO

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-MP10 y EMRPG .....	6
5.2.	Descripción de instrumentos de medición de la red de monitoreo de la comuna de Mejillones ....	7
5.3.	Auditoría de datos .....	8
6.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERACIÓN DE NORMA.....	10
6.1.	Evaluación de la norma para MP10 .....	10
6.1.1.	Evaluación de la norma 24 horas para MP10.....	10
6.1.2.	Evaluación de la norma anual para MP10.....	11
6.1.	Evaluación de la norma NO <sub>2</sub> .....	12
6.1.1.	Evaluación de la norma 1 hora para NO <sub>2</sub> .....	12
6.1.2.	Evaluación de la norma anual para NO <sub>2</sub> .....	13
6.2.	Evaluación de la norma CO .....	14
6.2.1.	Evaluación de la norma 1 hora para CO .....	14
6.2.2.	Evaluación de la norma 8 horas para CO .....	15
7.	CONCLUSIONES.....	17
8.	ANEXOS.....	19



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento da cuenta de una actividad de fiscalización ambiental consistente en evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire para Material Particulado (MP10), contenida en el D.S. N° 59/1998, modificado por el D.S. N° 45/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (cabe destacar, que el 4 de junio de 2022, se publicó en el diario oficial el D.S. N° 12/2021 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP10, la cual es vigente a partir del día de su publicación en el diario oficial); norma primaria para dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), contenida en el D.S. N° 114/2002 del MINSEGPRES; y la norma primaria para monóxido de carbono (CO), contenida en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES. Lo anterior de acuerdo a 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 las normas de calidad del aire correspondió a un examen de información de los datos validados proporcionados por el titular Gas Atacama, para los contaminantes MP10, NO<sub>2</sub> y CO. Con la información remitida por el titular, se realizó una auditoría a los datos, correspondientes a la estación de monitoreo de calidad del aire “Compañía de Bomberos” de Mejillones, perteneciente al titular Gas Atacama S.A. (ENEL Generación Chile S.A.), y declarada con representatividad poblacional para MP10 (EMRP) y representatividad poblacional para gases (EMRPG)<sup>1</sup>.

El análisis de datos de MP10, NO<sub>2</sub> y CO se realizó con las mediciones del periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y 31 de diciembre de 2021, datos obtenidos a través de la utilización de instrumentos de medición con aprobación EPA.

Para la auditoría de los datos horarios se consideraron los criterios establecidos en las normas primarias, que indican que los datos deben ser reportados de acuerdo a 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). Para el cálculo del promedio diario en equipos de tipo gravimétrico, en el caso del MP10, se utilizó como criterio lo dispuesto en el decreto antes mencionado, que establece el cálculo diario sobre la base de 18 horas continuas de medición. En el caso del NO<sub>2</sub> se utilizó como criterio, para el cálculo del promedio anual las concentraciones mensuales y para el promedio de 24 horas los promedios horarios, de acuerdo a los criterios establecidos en la norma de NO<sub>2</sub>. En el caso del CO, se utilizó como criterio, para el cálculo de la concentración de 8 horas el promedio aritmético de los valores de concentración de 1 hora de monóxido de carbono correspondientes a 8 horas sucesivas, de acuerdo a los criterios

---

<sup>1</sup> Res. Exenta N° 4562, de 25 de octubre de 2004, de Servicio de Salud Antofagasta.



establecidos en la norma de CO. A continuación, se indican los resultados obtenidos de la evaluación de las normas de calidad del aire en la estación Compañía de Bomberos de Mejillones.

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

La evaluación de la norma 24 horas para MP10 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2019, 2020 y 2021 no superaron el límite de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  establecido en la norma. Para el año 2021 el valor de la concentración, obtenido mediante el cálculo del percentil 98, fue de  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  correspondiente al 24% del límite de la norma de 24 horas.

De la evaluación de la norma anual para MP10 se obtuvo que la concentración del promedio trianual de los años 2019, 2020 y 2021, no superó el límite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  establecido en la norma. La concentración obtenida mediante el cálculo del promedio trianual fue de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , correspondiente al 40% del límite de la norma anual.

### **Norma primaria de calidad del aire para NO<sub>2</sub>**

La evaluación de la norma 1 hora para NO<sub>2</sub>, obtuvo como resultado que los valores del promedio del percentil 99 de tres años de las concentraciones de 1 hora no superaron el límite de los 213 ppbv establecidos en la norma, alcanzando el promedio anual de 22,95 ppbv, equivalente al 11% del límite de la norma de 1 hora.

Con respecto a la evaluación de la norma anual para NO<sub>2</sub>, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones anuales, para el periodo entre el año 2019 y el año 2021, se obtuvo un promedio trianual de 2,74 ppbv encontrándose por debajo del 80% del límite normativo anual de NO<sub>2</sub> para el período en estudio.

### **Norma primaria de calidad del aire para CO**

De acuerdo al análisis efectuado para la norma de 1 hora de CO que establece como límite 26 ppmv, para el periodo 2019 al 2021, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos evaluada, obteniendo 0,84 ppmv y tampoco fue superado el 80% de la norma.

En la evaluación del cumplimiento de la norma de 8 horas de CO que establece como límite 9 ppmv, mediante el promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos y la concentración obtenida fue de 0,65 ppmv, encontrándose por debajo del 80% del límite normativo.



## 2. INTRODUCCIÓN

La comuna de Mejillones se ubica en la II Región de Antofagasta, a 65 km al norte de la ciudad de Antofagasta. La ciudad de Mejillones tiene una población estimada de 13.477 habitantes (CENSO 2017, INE)<sup>2</sup> y una superficie de 3.803,9 km<sup>2</sup>.

La creciente actividad económica de la Región de Antofagasta en especial el desarrollo de la gran minería, ha tenido como consecuencia un aumento de la actividad de importación y exportación, a través de los puertos y de la demanda de energía eléctrica.

La ciudad de Mejillones ha experimentado un sostenido aumento de proyectos, tanto de generación de energía eléctrica, de insumos para la minería y de servicios de importación y exportación, que se han ubicado en el sector industrial al Noroeste de la ciudad.

Desde la promulgación en el año 1994 de la Ley de Bases del Medio Ambiente y posteriormente del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la mayoría de los proyectos han sido sometidos a evaluación ambiental en el SEIA. Lo anterior, ha determinado que el componente ambiental aire, se mantenga con un programa de vigilancia que incorpora estaciones de monitoreo de la calidad del aire ubicadas en la ciudad de Mejillones.

Considerando lo establecido en el artículo 16 del Título II de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, corresponderá a esta Superintendencia fiscalizar el cumplimiento de las normas de calidad. Para lo anterior, la SMA realizó una auditoría y análisis de los datos para los años 2019, 2020 y 2021, con el fin de obtener información válida que permita evaluar las normas de calidad del aire.

La estación informada, denominada “Compañía de Bomberos” de Mejillones, cuenta con la calificación de representatividad poblacional (en adelante, EMRP) por MP10 y representatividad poblacional de gases (en adelante, EMRPG) por NO<sub>2</sub> y CO. El proceso de auditoría y análisis de los datos consideró la verificación del cumplimiento normativo de las normas primarias calidad del aire de cada contaminante y el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009, del Ministerio de Salud (en adelante MINSAL).

Estos antecedentes permitirán al Ministerio del Medio Ambiente activar los instrumentos de política pública que correspondan, de acuerdo con lo establecido en la Resolución Exenta N°503 de 2 de junio de 2021, del Subsecretario del Medio Ambiente, complementa circular N°0001, de 2005, de la comisión nacional del medio ambiente, que instruye sobre procedimiento para la declaración, modificación y derogación de zonas saturadas o latentes de carácter atmosférico, y deja sin efecto la resolución exento N°302, de 2011, y N°1121, de 2020, ambas del Ministerio del Medio Ambiente.

---

<sup>2</sup> De acuerdo al último censo de población y vivienda.



### 3. OBJETIVOS

El objetivo de la actividad de fiscalización ambiental desarrollada, es evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire primarias para MP10, NO<sub>2</sub> y CO; en su nivel horario, diario y anual, según corresponda, considerando el período de información comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021, en la estación que cuente con representatividad poblacional para material particulado MP10, gases NO<sub>2</sub> y CO.

Para lo anterior, se determinó la validez de las mediciones de MP10, NO<sub>2</sub> y CO, registrados por la estación de calidad del aire “Compañía de Bomberos” de Mejillones, para los años 2019, 2020 y 2021, en base a una auditoría de los datos.

### 4. ALCANCE

Los datos validados por esta Superintendencia corresponden a los registros de MP10, NO<sub>2</sub> y CO, de la Red de monitoreo, para el periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

La estación utilizada para la evaluación de datos de MP10, NO<sub>2</sub> y CO, y que cumple con ser una estación con la calificación EMRP para MP10 y EMRPG para NO<sub>2</sub> y CO, corresponde a la estación Compañía de Bomberos de Mejillones.

El presente documento evaluó el cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire vigentes para el periodo evaluado entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran los valores límite a nivel horario, 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	-----	150 µg/m <sup>3</sup> N	50 µg/m <sup>3</sup> N
D.S. N° 114/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	NO <sub>2</sub>	213 ppbv (1 Hora)	-----	53 ppbv
D.S. N° 115/2002 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.	CO	26 ppmv (1 Hora) 9 ppmv (8 Horas)	-----	-----



## 5. EVALUACIÓN DE VALIDEZ DE LOS DATOS

La información de las mediciones para los años 2019 y 2020 corresponden a los datos auditados y validados en el marco de los informes DFZ-2020-3604-II-NC y DFZ-2021-2793-II-NC, emitidos por la Superintendencia del Medio Ambiente para los años 2019 y 2020, respectivamente.

Por su parte, los datos para el año 2021 fueron remitidos por el titular Gas Atacama Chile S.A. (ENEL Generación Chile S.A.), de acuerdo con el requerimiento de información descrito en la Resolución Exenta N° 928 de 2015. Esta información contenía los datos crudos, datos validados y códigos de invalidación, en promedios horarios para NO<sub>2</sub> y CO, y la medición diaria para el material particulado (MP10) con una frecuencia cada tres días. Los datos se reportaron de acuerdo al formato establecido por la SMA, el cual incluye los códigos de invalidación establecidos en el D.S. N° 61/2008, modificado por el D.S. N° 30/2009, del MINSAL.

Los datos evaluados de MP10, NO<sub>2</sub> y CO, corresponden a las mediciones realizadas en la estación declarada con representatividad poblacional para material particulado y gases, indicadas en el punto 5.1 de este documento.

### 5.1. Estaciones declaradas como EMRP-MP10 y EMRPG

En la Tabla 2 se describe la estación de la Red de monitoreo, y la respectiva resolución que la califica como estación de monitoreo con representatividad poblacional para material particulado (MP10) y representatividad poblacional para gases (NO<sub>2</sub> y CO).

**Tabla 2 Estaciones declaradas como EMRP-MP10 y EMRPG**

Estación de Monitoreo	Resolución que otorga EMRP para MP10	Resolución que otorga EMRPG para NO <sub>2</sub>	Resolución que otorga EMRPG para CO
Compañía de Bomberos	Res. N° 4562, del 25 de octubre de 2004, del Servicio de Salud de Antofagasta.	Res. N° 4562, del 25 de octubre de 2004, del Servicio de Salud de Antofagasta.	Res. N° 4562, del 25 de octubre de 2004, del Servicio de Salud de Antofagasta.

Por su parte, en la Tabla 3 se describe la georreferenciación de la estación de vigilancia de calidad del aire de la comuna de Mejillones, cuya representación gráfica se ilustra en la Figura 1.

**Tabla 3 Georreferenciación de la estación de calidad del aire**

Estación de Monitoreo	Coordenadas UTM (m) <sup>3</sup>	
Compañía de Bomberos	351.468 E	7.444.654 N

<sup>3</sup> Ref. Resoluciones de calificación como EMRP y EMRPG, Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19 Sur.





Ref. Google Earth

**Figura 1 Ubicación de la estación de calidad del aire de la Red**

## 5.2. Descripción de instrumentos de medición de la red de vigilancia de la comuna de Mejillones

De acuerdo con los antecedentes entregados por el titular de la estación, los instrumentos de medición utilizados para el monitoreo de MP10, NO<sub>2</sub> y CO, en la estación evaluada, cumplen con el requisito de emplear equipos con aprobación USEPA, establecido en las normas primarias. En la Tabla 4 se describen los instrumentos y métodos de medición de MP10, NO<sub>2</sub> y CO.

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

Estación	Parámetro	Método de Medición	Marca/Modelo	Método de Referencia o Equivalente EPA
Compañía de Bomberos	MP10	Método Gravimétrico de Muestreador de Alto Volumen	Tisch Environmental Model TE-6070	RFPS-0202-141
	NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia	Thermo Environmental Instr. 42, 42C, 42i	RFNA-1289-074
	CO	Fotometría Infrarroja de filtro de correlación de gas	Thermo Electron or Thermo Environmental Instruments 48, 48C, 48i, 48iTLE	RFCA-0981-054



### 5.3. Auditoría de datos

Los datos de MP10, NO<sub>2</sub> y CO, para el año 2021, validados previamente por el titular, fueron sometidos a una revisión usando como criterio lo establecido en las normas primarias de calidad del aire respectivas para cada contaminante. Además, se evaluó el comportamiento de los datos para el periodo en estudio a través de gráficas de series de tiempo para la estación.

La auditoría de los datos consideró una revisión de los códigos de invalidación horarios reportados para los contaminantes gaseosos NO<sub>2</sub> y CO de la estación, y su correspondiente registro de calibración de cero y span o multipunto. Para el caso de los datos diarios de MP10, medidos con equipos de tipo discreto, se evaluó el número de días sin dato o dato inválido. El porcentaje de datos válidos se presenta en la Tabla 5, la que incluye los resultados de la auditoría de datos para los años 2019 y 2020, contenidos en los expedientes DFZ-2020-3604-II-NC y DFZ-2021-2793-II-NC, respectivamente.

**Tabla 5 Porcentaje de datos inválidos horarios y diarios por contaminante para los años 2019, 2020 y 2021**

Estación	2019			2020			2021		
	MP10 % Diario	NO <sub>2</sub> % Horario	CO % Horario	MP10 % Diario	NO <sub>2</sub> % Horario	CO % Horario	MP10 % Diario	NO <sub>2</sub> % Horario	CO % Horario
Compañía de Bomberos	0,8	4,1	3,7	1,7	4,2	3,6	0,8	4,9	5,8

El análisis de datos inválidos para el año 2021 en la estación Compañía de Bomberos, determinó que para el contaminante MP10 la invalidación se debió principalmente por fallas de equipo. En el caso del NO<sub>2</sub> y CO, los datos inválidos muestran que estos se debieron principalmente a mantención en terreno, fallas de energía, datos fuera de rango y fallas en el equipo.

Se determinó estadísticamente la cantidad de datos horarios disponibles para el cálculo de los promedios horarios de NO<sub>2</sub>, CO y de días disponibles para MP10. La construcción de los promedios diarios (24 horas) se realizó en base a la disponibilidad de datos horarios por día, considerando como mínimo el 75% de datos efectivamente medidos de acuerdo a lo descrito en el D.S. N° 61/2008, modificado por D.S. N° 30/2009 de MINSAL. En los casos de días con un porcentaje menor al 75% de datos horarios, éstos se invalidaron de acuerdo a lo descrito en el decreto mencionado, sin perjuicio de lo dispuesto en cada una de las normas primarias y secundarias de calidad del aire correspondiente a cada contaminante en evaluación. Para los datos obtenidos de equipos gravimétricos se consideró la cantidad de horas de funcionamiento del equipo de alto volumen o bajo volumen, MP10, específicamente, con un mínimo de 18 horas continuas de medición.

En la Tabla 6, se resumen los días y horas con datos válidos por año para cada contaminante de la estación de monitoreo de la Red. Se puede observar un porcentaje de datos válidos superior al 75% para los contaminantes de MP10, NO<sub>2</sub> y CO en la estación Compañía de Bomberos de Mejillones.



**Tabla 6 Resumen de datos disponibles para los años 2019, 2020 y 2021**

Estación	Año	N° de Datos Disponibles (Días) MP10	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Horarios) NO <sub>2</sub>	Porcentaje de datos (%)	N° de Datos Disponibles (Horarios) CO	Porcentaje de datos (%)
Compañía de Bomberos	2019	121	99	8.402	96	8.432	96
	2020	119	98	8.411	96	8.465	96
	2021	122	99	8.328	95	8.250	94

Para efectos de la evaluación anual de las normas respectivas, en las Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9, se resume el porcentaje de datos disponibles a nivel mensual de la estación Compañía de Bomberos de Mejillones, observándose un cumplimiento superior al 75% en todos los meses para el contaminante de MP10. De igual modo para el contaminante NO<sub>2</sub> y CO se presentaron porcentajes de datos válidos superiores al 75 % durante el periodo evaluado.

**Tabla 7 Porcentaje de datos válidos de MP10 mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

		MESES (%)											
		Red de monitoreo											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Compañía de Bomberos	2019	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91	100	100
	2020	91	100	91	90	100	100	100	100	100	100	100	100
	2021	100	100	91	91	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tabla 8 Porcentaje de datos válidos de NO<sub>2</sub> mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

		MESES (%)											
		Red de monitoreo											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Compañía de Bomberos	2019	100	100	100	100	100	93	97	97	93	81	97	100
	2020	94	100	97	100	100	83	97	90	97	100	100	100
	2021	90	93	100	93	77	100	100	94	100	97	97	97

**Tabla 9 Porcentaje de datos válidos de CO mensuales por estación para los años 2019, 2020 y 2021**

		MESES (%)											
		Red de monitoreo											
Estación	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Compañía de Bomberos	2019	100	100	100	100	100	77	100	100	100	100	93	100
	2020	100	100	97	100	100	83	100	100	90	100	100	97
	2021	81	96	97	87	84	100	100	94	100	97	87	97



## 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

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 10 se presenta un resumen de los valores calculados del percentil 98 de la concentración 24 horas de la norma de MP10, para los años 2019, 2020 y 2021, de la estación de monitoreo de la Red.

Cabe señalar que, de acuerdo con los límites establecidos en el D.S. N° 59/1998, modificado por 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  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .
- 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  $150 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$  mayor que siete (7).

**Tabla 10 Evaluación de la norma 24 horas para MP10 para el período 2019 al 2021**

Estación	Percentil 98 Año 2019 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2020 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Percentil 98 Año 2021 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% de la Norma 24 horas ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
Compañía de Bomberos	43	29	36	24	36	24

De acuerdo con el análisis efectuado en la Tabla 10, el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas para los años 2019, 2020 y 2021, se determinó que el valor de la norma de MP10 como concentración de 24 horas no fue superada en la estación Compañía de Bomberos y los valores calculados se encontraron por debajo del 80% de la norma durante el período analizado.

El valor obtenido del percentil 98 para el año 2021 correspondió al  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , equivalente al 24% del límite de la norma de 24 horas de MP10.

El Gráfico 1 muestra la distribución temporal a nivel anual del percentil 98 de la Norma 24 horas para MP10, comparado con la normativa.



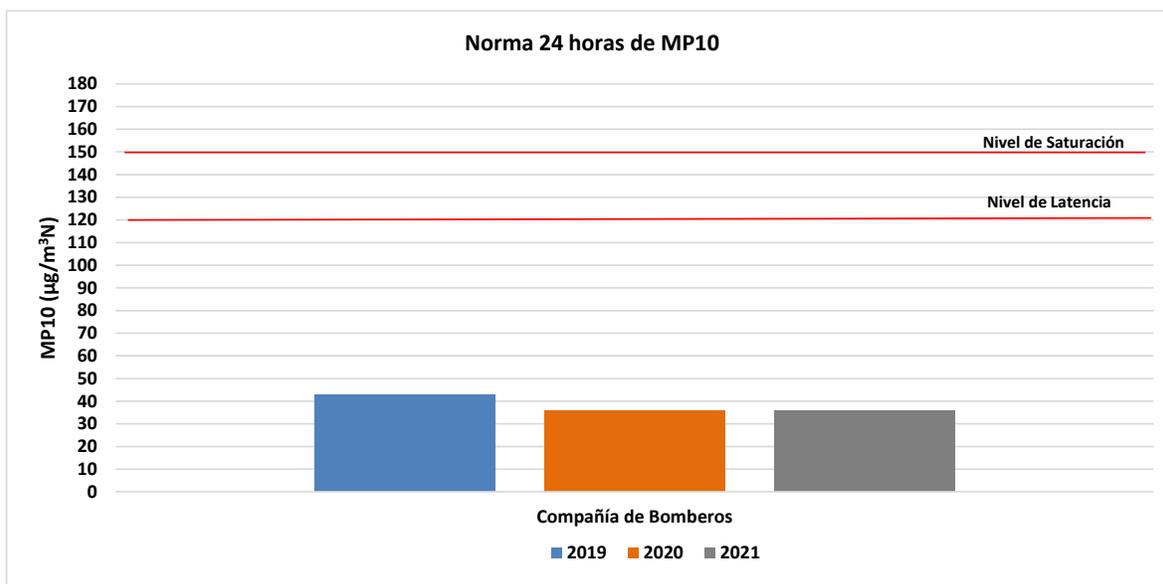


Gráfico 1 Norma 24 horas para MP10 para el período 2019 al 2021

### 6.1.2. Evaluación de la norma anual para MP10

El periodo de evaluación de superación de la norma para MP10, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. 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 2019, 2020 y 2021, para la estación de monitoreo.

De acuerdo a los límites establecido en el D.S. N° 59/1998, modificado por 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/m³N.

El resultado del promedio trianual, expresado en porcentaje, muestra que la norma anual de MP10 no fue superada en la estación Compañía de Bomberos durante el período analizado, y la concentración trianual se situó por debajo del 80% de la norma anual. El valor obtenido mediante el cálculo del promedio trianual fue de 20 µg/m³N, correspondiente al 40% del valor límite de la norma anual.

Tabla 11 Evaluación de la norma anual para MP10 para el período 2019 al 2021

Estación	Promedio Anual 2019 (µg/m³N)	Promedio Anual 2020 (µg/m³N)	Promedio Anual 2021 (µg/m³N)	Promedio Trianual 2019-2020-2021 (µg/m³N)	% de la Norma Anual 50 (µg/m³N)
Compañía de Bomberos	22	18	19	20	40



Complementariamente, en el Gráfico 2, se puede observar la concentración media anual de la estación, para el período comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021.

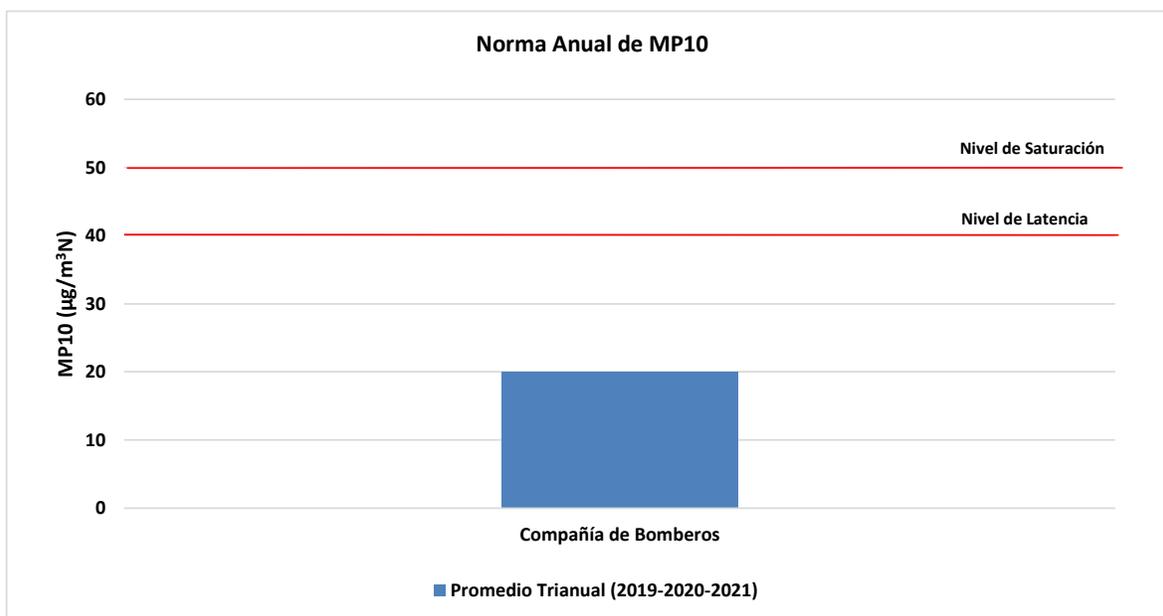


Gráfico 2 Norma anual para MP10 promedio trianual para el período 2019 al 2021

## 6.1. Evaluación de la norma NO<sub>2</sub>

### 6.1.1. Evaluación de la norma 1 hora para NO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de superación de la norma 1 hora para NO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 12 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para NO<sub>2</sub>, en la estación de monitoreo de la Red.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 114/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para NO<sub>2</sub> como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 213 ppbv.

En la Tabla 12, se muestra la evaluación de la norma de 1 hora mediante el promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios, y cuya concentración obtenida fue de 22,95 ppbv, equivalente



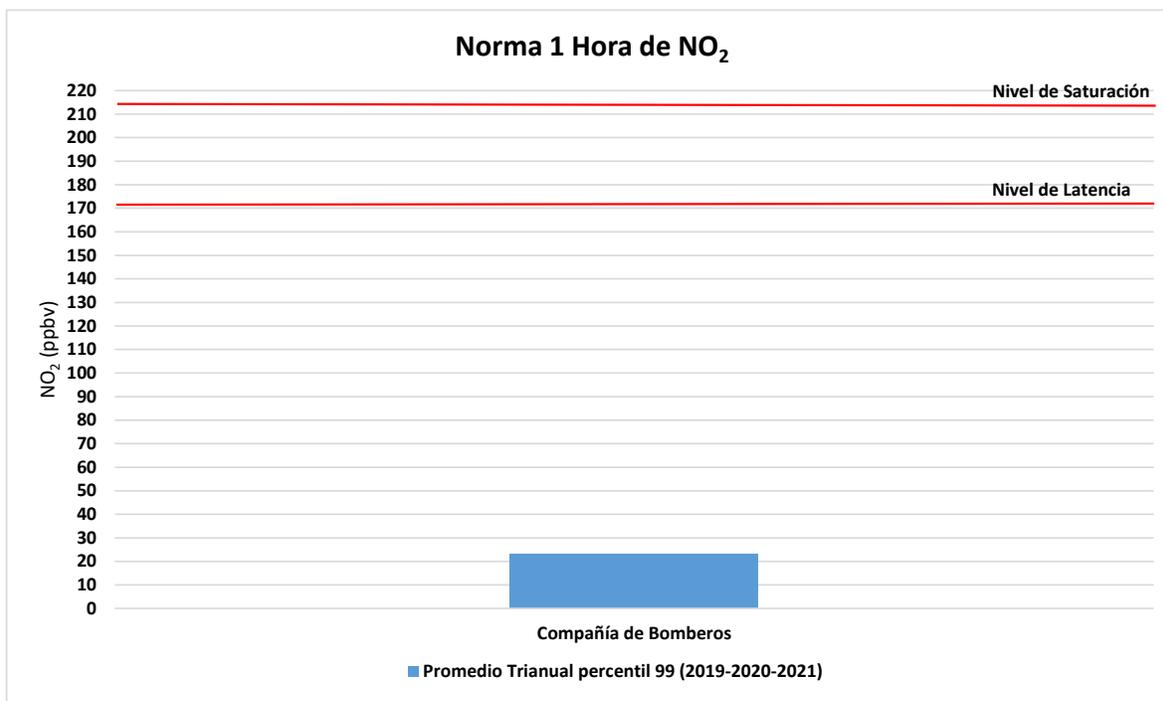
al 11% del valor límite de la norma de 1 hora. Por lo anterior, se concluye que la norma a nivel de 1 hora no fue superada en la estación Compañía de Bomberos.

Además, de la tabla se puede observar que el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, para el año 2020, fue de 24,35 ppbv; dicha concentración es la más alta observada en los 3 últimos años en la estación en estudio.

**Tabla 12 Evaluación de la norma de 1 hora para NO<sub>2</sub> para el período 2019 al 2021**

Estación	Percentil 99 2019 (ppbv)	Percentil 99 2020 (ppbv)	Percentil 99 2021 (ppbv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2019-2020-2021 (ppbv)	% de la Norma 1 hora (213 ppbv)
Compañía de Bomberos	20,49	24,35	24,00	22,95	11

En el Gráfico 3, se observa el comportamiento del promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, registrados durante el periodo 2019 al 2021 y su comparación con el límite normativo.



**Gráfico 3 Norma 1 hora para NO<sub>2</sub>, promedio trianual para el período 2019 al 2021**

### 6.1.2. Evaluación de la norma anual para NO<sub>2</sub>

El periodo de evaluación de superación de la norma anual para NO<sub>2</sub>, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 13 se presenta un



resumen con los valores del percentil 99 de la norma anual para NO<sub>2</sub>, en la estación Compañía de Bomberos.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 114/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para NO<sub>2</sub>, como concentración anual, cuando el promedio aritmético de los valores de concentración anual de tres años calendarios sucesivos, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual a 53 ppbv.

A continuación, en la Tabla 13 se resumen los valores obtenidos del promedio anual de las concentraciones de NO<sub>2</sub> para los años 2019, 2020 y 2021. Cabe señalar, que el análisis de la información permitió determinar que se dispone de más de un 75% de los datos válidos en todos los trimestres para el periodo de estudio, lo anterior es requisito de acuerdo con lo establecido en el artículo 10° de la norma de NO<sub>2</sub>. Con respecto al cálculo de la concentración como promedio trianual de NO<sub>2</sub>, se obtuvo una concentración de 2,74 ppbv, para el periodo correspondiente entre los años 2019 y 2021.

**Tabla 13 Evaluación de la norma anual para NO<sub>2</sub> para el período 2019 al 2021**

Estación	Concentración Anual 2019 (ppbv)	Concentración Anual 2020 (ppbv)	Concentración Anual 2021 (ppbv)	Promedio Trianual 2019-2020-2021 (ppbv)	% de la Norma anual (53 ppbv)
Compañía de Bomberos	2,66	2,65	2,90	2,74	5

## 6.2. Evaluación de la norma CO

### 6.2.1. Evaluación de la norma 1 hora para CO

El periodo de evaluación de superación de la norma 1 hora para CO, corresponde a aquel comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En la Tabla 14 se presenta un resumen con los valores del percentil 99 de la norma de 1 hora para CO, en la estación Compañía de Bomberos.

Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para CO como concentración de 1 hora, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere mayor o igual a 26 ppmv.

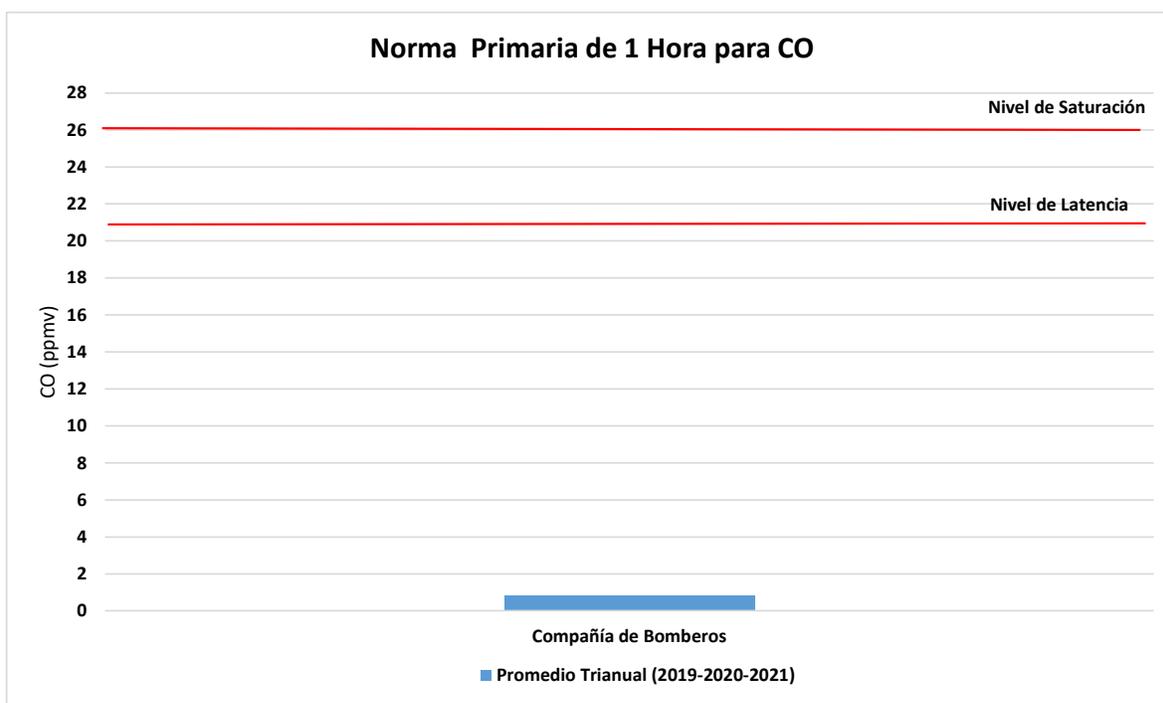
De acuerdo con el análisis efectuado para el periodo de 2019 al 2021, se determinó que la norma de 1 hora para CO no fue superada en la estación Compañía de Bomberos, obteniendo una concentración de 0,84 ppmv correspondiente al 3% del límite de la norma como concentración de 1 hora, del promedio aritmético de tres años sucesivos.



**Tabla 14 Evaluación de la norma 1 hora de CO para el período 2019 al 2021**

Estación	Percentil 99 2019 (ppmv)	Percentil 99 2020 (ppmv)	Percentil 99 2021 (ppmv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2019-2020-2021 (ppmv)	% de la Norma 1 hora (26 ppmv)
Compañía de Bomberos	0,88	0,78	0,85	0,84	3

En el Gráfico 4, se observa el comportamiento del promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 1 hora, registrados durante el año 2019 y el año 2021 en la estación Compañía de Bomberos y su comparación con el límite normativo.



**Gráfico 4 Norma 1 hora para CO, promedio trianual para el período 2019 al 2021**

### 6.2.2. Evaluación de la norma 8 horas para CO

El periodo de evaluación de la norma 8 horas para CO, corresponde al comprendido entre el día 1° de enero de 2019 y el día 31 de diciembre de 2021. En el periodo de estudio se determinó el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, debido a que en el periodo de evaluación presentó un porcentaje de datos válidos superior al 75% establecido en la norma de CO.



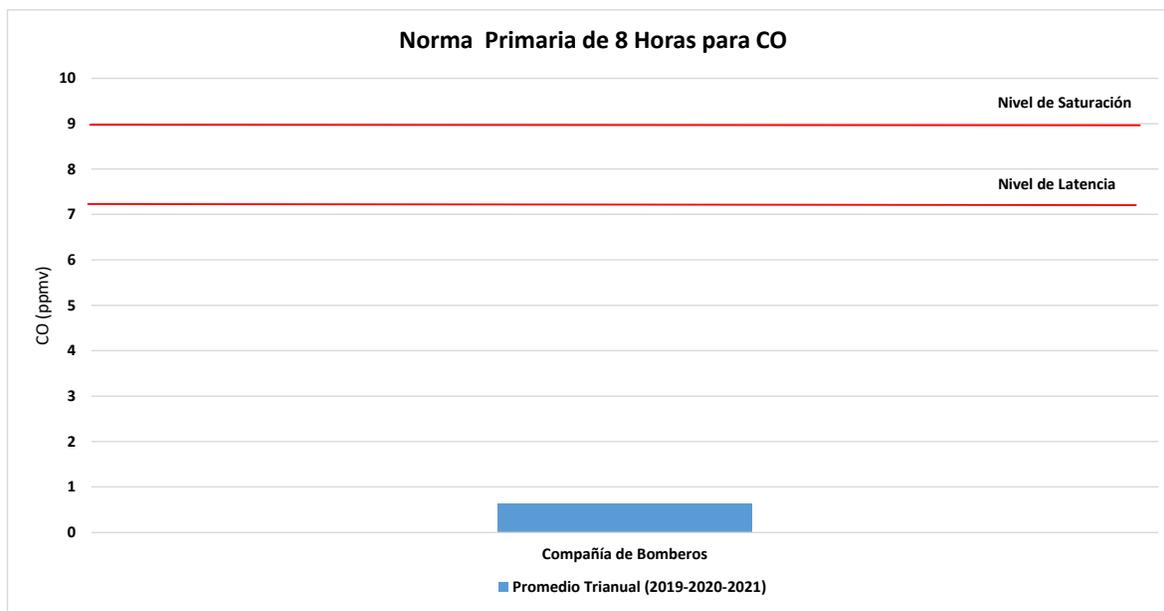
Se debe señalar que, de acuerdo a los límites establecidos en el D.S. N° 115/2002 del MINSEGPRES, se considerará sobrepasada la norma primaria de calidad de aire para CO, como concentración de 8 horas, cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas registrados durante un año calendario, en cualquier estación monitora EMRPG, fuere mayor o igual a 9 ppmv.

De la Tabla 15, es posible observar que el percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, para el periodo 2019 al 2021, fue de 0,65 ppmv, correspondiente al 7% del límite de la norma como concentración de 8 horas.

**Tabla 15 Evaluación de la norma 8 horas de CO para el período 2019 al 2021**

Estación	Percentil 99 2019 (ppmv)	Percentil 99 2020 (ppmv)	Percentil 99 2021 (ppmv)	Percentil 99 Promedio Trianual 2019-2020-2021 (ppmv)	% de la Norma 8 horas (9 ppmv))
Compañía de Bomberos	0,81	0,42	0,71	0,65	7

El Gráfico 5, presenta el promedio trianual del percentil 99 de las concentraciones de 8 horas para CO por estación para el período 2019 al 2021.



**Gráfico 5 Norma 8 horas para CO, promedio trianual para el período 2019 al 2021**



## 7. CONCLUSIONES

La revisión de las normas primarias de calidad del aire, se realizó en base al periodo comprendido entre el 1° de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2021, considerándose válidos los datos generados de las mediciones de MP10, NO<sub>2</sub> y CO, de la estación “Compañía de Bomberos” perteneciente al titular Gas Atacama Chile S.A (ENEL Generación Chile S.A.). Para verificar el cumplimiento de las normas, se tomó en cuenta la representatividad poblacional para material particulado (MP10), la representatividad poblacional para gases NO<sub>2</sub> y CO, y 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 por parte del titular para los años de estudio 2019, 2020 y 2021. A continuación, se indican los resultados obtenidos de la evaluación de las normas de calidad del aire en la estación Compañía de Bomberos de Mejillones.

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

La evaluación de la norma 24 horas para MP10 determinó que los valores correspondientes al percentil 98 de las concentraciones diarias para los años 2019, 2020 y 2021 no superaron el límite de 150 µg/m<sup>3</sup>N establecido en la norma. Para el año 2021 el valor de la concentración, obtenido mediante al cálculo del percentil 98, fue de 36 µg/m<sup>3</sup>N correspondiente al 24% del límite de la norma de 24 horas.

De la evaluación de la norma anual para MP10 se obtuvo que la concentración del promedio trianual de los años 2019, 2020 y 2021, no superó el límite de 50 µg/m<sup>3</sup>N establecido en la norma. La concentración obtenida mediante el cálculo del promedio trianual fue de 20 µg/m<sup>3</sup>N, correspondiente al 40% del límite de la norma anual.

### **Norma primaria de calidad del aire para NO<sub>2</sub>**

La evaluación de la norma 1 hora para NO<sub>2</sub>, obtuvo como resultado que los valores del promedio del percentil 99 de tres años de las concentraciones de 1 hora no superaron el límite de los 213 ppbv establecidos en la norma, alcanzando el promedio anual de 22,95 ppbv, equivalente al 11% del límite de la norma de 1 hora.

Con respecto a la evaluación de la norma anual para NO<sub>2</sub>, mediante el cálculo del promedio trianual de las concentraciones anuales, para el periodo entre el año 2019 y el año 2021, se obtuvo un promedio trianual de 2,74 ppbv encontrándose por debajo del 80% del límite normativo anual de NO<sub>2</sub> para el periodo en estudio.



### **Norma primaria de calidad del aire para CO**

De acuerdo al análisis efectuado para la norma de 1 hora de CO que establece como límite 26 ppmv, para el periodo 2019 al 2021, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos evaluada, obteniendo 0,84 ppmv y tampoco fue superado el 80% de la norma.

En la evaluación del cumplimiento de la norma de 8 horas de CO que establece como límite 9 ppmv, mediante el promedio trianual del percentil 99 de los máximos diarios de concentración de 8 horas, se determinó que la norma no fue superada en la estación Compañía de Bomberos y la concentración obtenida fue de 0,65 ppmv, encontrándose por debajo del 80% del límite normativo.



## 8. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resoluciones EMRP y EMRPG
2	Datos de calidad del aire para el año 2021

