

**CAMPAÑA DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO MP-10  
PROYECTO PUERTO MEJILLONES  
LOCALIDAD MEJILLONES**

*Preparado por:*



*Para:*



Enero, 2020

[www.algoritmospa.com](http://www.algoritmospa.com)


📍 Seminario N°180 - Providencia - Santiago. ☎ Mesa Central: (56-2) 23616601

INFORME RESULTADOS N°35  
MCA 033-17

**CAMPAÑA DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO MP-10  
PROYECTO PUERTO MEJILLONES  
LOCALIDAD MEJILLONES**

*Preparado para:*



Versión del Documento			1
<b>Responsable</b>	<b>Elaboración</b>	<b>Revisión</b>	<b>Aprobación</b>
Nombre:	Tomás Torrealba	Natalia Lisboa	Susan Saldaña
Cargo:	Ingeniero de proyectos	Encargado de proyectos	Jefe de Unidad de Monitoreo Atmosférico
Fecha:	25-02-2020	26-02-2020	26-02-2020
Firma:			

**Enero, 2020**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen Ejecutivo .....	i
1 Introducción .....	1
2 Objetivos .....	1
3 Materiales y Métodos .....	2
3.1 Descripción del área de Estudio.....	2
3.2 Ubicación .....	2
3.3 Características de la Estación.....	4
3.4 Monitoreo de Material Particulado Respirable MP-10 .....	6
3.5 Normativa Aplicable .....	7
3.5.1 Decreto 61/2008.....	7
3.5.2 Material Particulado Respirable MP-10.....	7
4 Resultados .....	9
4.1 Material Particulado Respirable MP-10.....	9
4.2 Análisis Químicos de Filtros .....	11
5 Discusiones .....	12
5.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Enero 2020, Estación Puerto Mejillones .....	12
5.2 Norma boliviana para Zinc.....	17
5.3 Análisis Químico de Filtros.....	19
6 Conclusiones .....	20
6.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Enero 2020 Estación Puerto Mejillones .....	20
6.2 Norma boliviana para Zinc.....	21
7 Referencias .....	22

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1 Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (exterior).....	4
Fotografía N° 2 Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (interior) .....	5

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Identificación Estaciones de monitoreo .....	2
Tabla N° 2	Concentración Diaria de MP-10 Estación Puerto Mejillones, Enero 2020 .....	9
Tabla N° 3	Concentración Diaria de Zinc, Cobre y Plomo Estación Puerto Mejillones, Enero 2020.....	11
Tabla N° 4	Concentración de MP-10 y Norma a comparar Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Enero 2020.....	12
Tabla N° 5	Concentración de Zinc y Norma a comparar Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Enero 2020.....	17

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Concentración de Material Particulado Respirable MP-10 Estación Puerto Mejillones, Enero 2020.....	10
Gráfico N° 2	Concentraciones Mensuales de MP-10, Estación Puerto Mejillones.....	16

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° I	NOMENCLATURA PARA INVALIDACIÓN O PÉRDIDA DE DATOS SEGÚN DTO, N° 61 .....	23
ANEXO N° II	TABLAS DE MATERIAL PARTICULADO MP-10 .....	25
ANEXO N° III	CERTIFICADO LABORATORIO .....	27
ANEXO N° IV	CERTIFICADO DE CHEQUEO DE FLUJO VFC HIGH VOLUME.....	37
ANEXO N° V	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS ACTIVIDADES DE MUESTREO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y/O CONTROL.....	40

## Resumen Ejecutivo

El presente documento corresponde al Informe Resultados N° 35 de la "Campaña de Monitoreo de Material Particulado MP-10, del Proyecto Puerto Mejillones, localidad Mejillones" el cual informa los resultados obtenidos durante el mes de Enero 2020.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo de calidad del aire:

### **Resumen Concentración de MP-10, Enero 2020**

<b>Estadístico</b>	<b>Estación Puerto Mejillones</b>
<b>Concentración Media (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	16
<b>Concentración Máxima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	22
<b>Concentración Mínima (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	8

## 1 Introducción

El presente documento corresponde al Informe Resultados N° 35 de la "Campaña de Monitoreo de Material Particulado MP-10, del Proyecto Puerto Mejillones", localidad de Mejillones, del mes de Enero 2020.

La Resolución Exenta N°19 con fecha 28 de Enero 2015, califica favorablemente el Proyecto "Ampliación de las instalaciones portuarias de Puerto Mejillones", la cual incorpora en el *Artículo N° 10*, un programa de seguimiento de calidad del aire donde se incluye la variable ambiental MP10, junto con el análisis químico de Pb y Zn durante toda la vida útil del proyecto.

En la Localidad de Mejillones se instaló el equipamiento requerido para realizar los monitoreos de material particulado MP-10 comprometidos, los cuales consistieron en la estación denominada Estación Puerto Mejillones.

Cabe señalar que el muestreador de MP-10 cumple con las exigencias definidas por la agencia ambiental *USEPA (Environmental Protection Agency)* para este tipo de equipo.

El muestreador de MP-10, en adelante estación Puerto Mejillones, comenzó sus mediciones el día 01 de Mayo de 2008. A partir de Marzo 2017, Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA está a cargo del análisis de filtros y reporte de resultados. Desde 19 de Junio 2017, se hace cargo de la estación de monitoreo, operación y mantención de los equipos, análisis de filtros y reporte de resultados.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Evaluar el potencial impacto del proceso productivo en el componente aire y por consecuencia, en la salud de la población.

### 2.2 Objetivo Específico

Entregar los resultados del Monitoreo de calidad de aire realizado por la estación Puerto Mejillones, en la localidad de Mejillones, para el mes de Enero 2020.

### 3 Materiales y Métodos

#### 3.1 Descripción del área de Estudio

La Estación Puerto Mejillones fue instalada en una zona representativa del Proyecto, la cual se encontraba libre de elementos naturales y artificiales que pudieran alterar las concentraciones de Material Particulado Respirable MP-10.

La ubicación de los muestreadores de material particulado MP-10 fue definida por el cliente.

#### 3.2 Ubicación

En la Tabla N° 1 se presentan las coordenadas<sup>a</sup> de la estación de monitoreo Material Particulado de estación Puerto Mejillones.

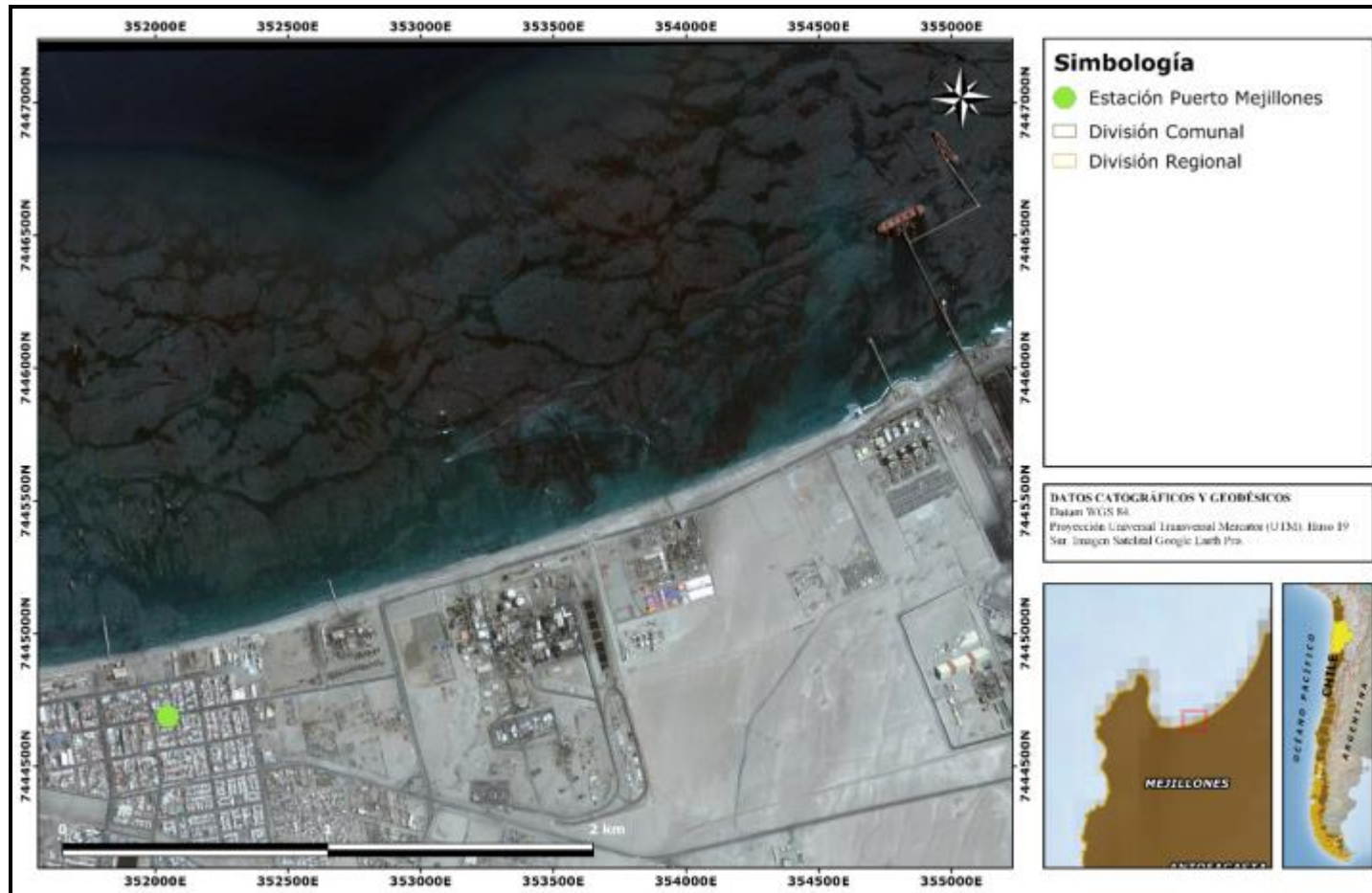
**Tabla N° 1**  
**Identificación Estaciones de monitoreo**

<b>Estación</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
<b>Estación Puerto Mejillones</b>	7.444.688	352.047

A continuación, en la Figura N° 1 se presenta la ubicación espacial de la Estación Puerto Mejillones.

<sup>a</sup> Coordenadas utilizando como referente Datum: WGS84 y Huso: 19-K  
**Informe Resultados N° 35 MCA033-17, Campaña de Monitoreo de material particulado MP-10. Proyecto Puerto Mejillones**  
Versión 1

**Figura N° 1**  
**Ubicación Espacial de las Estaciones de Monitoreo**





### 3.3 Características de la Estación

El muestreador de MP-10 High Vol, Venturi P7014 X, está instalado sobre el techo de una sede social, a más de 2 metros desde el suelo. Los colectores de muestra de MP-10 están instalados en una zona libre de elementos naturales y artificiales que pudieran alterar las concentraciones.

A continuación, en la Fotografía N° 1 y Fotografía N° 2 se presenta el Muestreador de la Estación Puerto Mejillones, desde el exterior y desde el interior.

**Fotografía N° 1**  
**Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (exterior)**



**Fotografía N° 2**  
**Muestreador MP-10, Estación Puerto Mejillones (interior)**



### 3.4 Monitoreo de Material Particulado Respirable MP-10

El material particulado respirable MP-10 se determina mediante la instalación de un muestreador de alto volumen, en el cual se expone un filtro de muestreo durante 24 horas. Dicho filtro es pesado previamente en condiciones estándar de temperatura y humedad, siguiendo la metodología establecida por la normativa ambiental vigente y la *USEPA*.

Una vez terminado el muestreo, el filtro se retira del monitor y es pesado nuevamente en idénticas condiciones estándar a las consideradas en el pesaje inicial, para así obtener, mediante diferencia de peso, la concentración de material particulado respirable MP-10 medido durante las 24 horas del muestreo.

Durante la campaña, se consideró la exposición de cada filtro con una frecuencia de cada 3 días, de esta forma se obtuvo un total de 11 muestreos durante el mes de Diciembre 2019, cumpliendo así con el estándar establecido por el D.S. N° 20 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), que establece en su Artículo 6 lo siguiente: *"el monitoreo se deberá efectuar a lo menos una vez cada tres días y realizarse en concordancia con los requerimientos para instalación, calibración y operación de los equipos de muestreo y análisis, aprobados por el Servicio de Salud competente"*.

Para dar cumplimiento a lo indicado anteriormente, se realizaron mediciones de MP-10 durante los siguientes días: 01, 04, 07, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28 y 31 de Enero 2020.

Luego del monitoreo de material particulado respirable MP-10, se analizó cada filtro para los metales Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Cobre (Cu). En el caso del Plomo, los resultados obtenidos fueron comparados con el límite máximo establecido en el D.S. N° 136/00 del MINSEGPRES, el cual corresponde a  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Para el caso del Zinc, las concentraciones máximas diarias se compararon con límite de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma canadiense, Ontario) y la media anual con el límite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma boliviana). Para el cobre no se utilizará norma de referencia para su comparación.

## 3.5 Normativa Aplicable

### 3.5.1 Decreto 61/2008

El DTO. N° 61 de 2008 del Ministerio de Salud, aprueba el Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos; y se aplica a las condiciones de instalación y funcionamiento de las estaciones de medición de contaminantes atmosféricos, para efectos de que sus mediciones sean consideradas válidas para la autoridad respectiva.

Toda instalación destinada a la verificación del cumplimiento de una norma primaria de calidad de aire y que deba ser calificada como de representación poblacional por la autoridad sanitaria, debe ser instalada considerando los criterios establecidos en las normas primarias de calidad de aire vigente.

De acuerdo a lo establecido en la norma, los datos deben ser validados por el personal autorizado. En caso de existir datos inválidos o datos perdidos, éstos se deberán informar en una base o planilla diferente a la de los datos válidos, creada para tal efecto, que contenga solamente los códigos de aquellas horas o días en que se produjo la invalidación o pérdida de la información. En ella los datos inválidos o perdidos serán reemplazados por los códigos presentados en el Anexo I.

### 3.5.2 Material Particulado Respirable MP-10

D.S. 20/2013 del Ministerio de Medio Ambiente modificado por el D.S. 57/2013 del Ministerio de Medio Ambiente: Norma de calidad primaria para material particulado respirable MP-10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia y deroga decreto N°59, de 1998, de Ministerio Secretaría General de la Presidencia, establece la norma primaria de calidad del aire para MP-10 como concentración de 24 horas en  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Se considerará superada la norma de calidad del aire para MP-10 como concentración de 24 horas cuando el valor del percentil 98 de los valores de 24 horas, medidos durante 1 año calendario, supere el valor  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

Según lo definido en los Considerando del Decreto Supremo D.S N°59, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión de Medio Ambiente. Establece Norma de calidad Primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.

Es importante mencionar que a contar del 17 de Noviembre de 2015, entró en vigencia el Decreto N°59 del Ministerio del Medio Ambiente, modificado por la sentencia S/N del Segundo Tribunal Ambiental, el cual anula el decreto supremo N°20, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente.

El límite como concentración de 24 horas establecido por el Decreto N°59 es de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , y se considerará superado cuando el percentil 98 de las concentraciones de 24 horas medidas en un año calendario sean superiores al valor indicado en la norma.

El límite como concentración anual es de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , y se considerará superado cuando el promedio de tres años calendarios consecutivos sea mayor o igual al valor indicado en la norma.

En el caso del plomo, los resultados obtenidos se comparan con el límite máximo establecido en el D.S. N° 136/00 del MINSEGPRES, el cual corresponde a  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Para el caso del Zinc, las concentraciones máximas diarias se comparan con límite de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma canadiense, Ontario) y la media anual con el límite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (norma boliviana). Para el cobre no se utiliza norma de referencia para su comparación.

## 4 Resultados

### 4.1 Material Particulado Respirable MP-10

Los resultados obtenidos durante el mes de monitoreo son presentados en la Tabla N° 2. Posteriormente, estos valores son representados en el Gráfico N° 1.

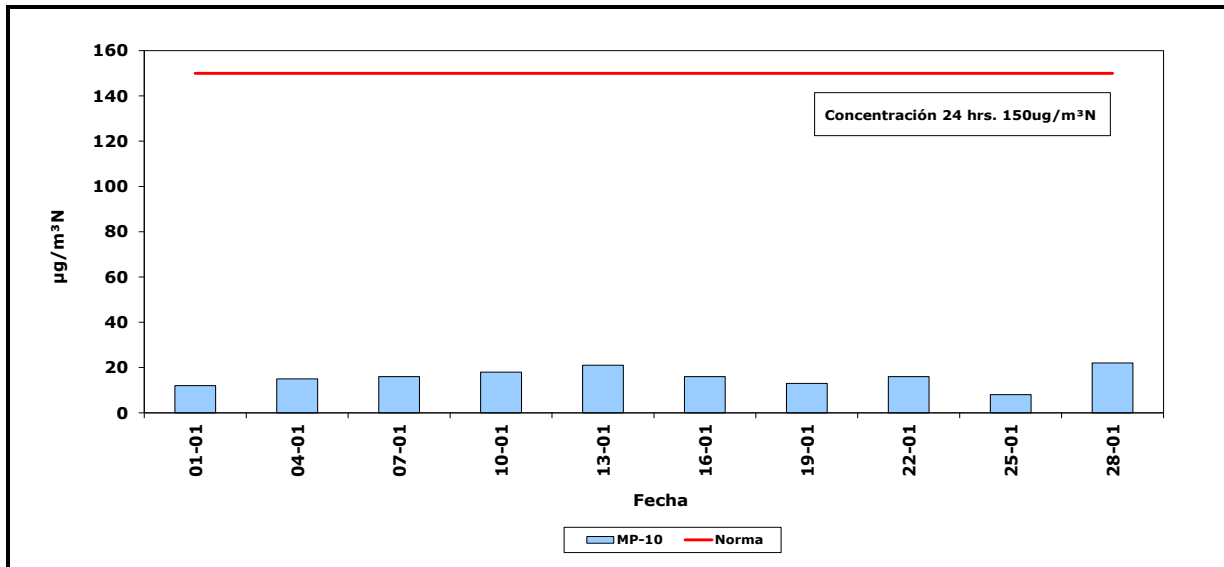
**Tabla N° 2**  
**Concentración Diaria de MP-10**  
**Estación Puerto Mejillones, Enero 2020**

N°	Fecha	Tiempo muestreo (hrs)	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
1	01/01/2020	23,91	12
2	04/01/2020	24,01	15
3	07/01/2020	24,01	16
4	10/01/2020	25,02	18
5	13/01/2020	24,01	21
6	16/01/2020	24,01	16
7	19/01/2020	23,96	13
8	22/01/2020	23,83	16
9	25/01/2020	23,93	8
10	28/01/2020	24,05	22
11	31/01/2020	23.84	17
<b>Promedio</b>			<b>16</b>
<b>Máximo</b>			<b>22</b>
<b>Mínimo</b>			<b>8</b>
<b>Norma<sup>b</sup></b>			<b>150 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math></b>

De acuerdo a lo presentado en la Tabla N° 2, la concentración registrada durante Enero 2020 alcanzó un valor máximo de 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 28 de Enero; un valor promedio mensual de 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y un valor mínimo de 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 25 de Enero de 2020.

<sup>b</sup> D.S N°59, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión de Medio Ambiente. Establece Norma de calidad Primaria para material particulado respirable MP10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.

**Gráfico N° 1**  
**Concentración de Material Particulado Respirable MP-10**  
**Estación Puerto Mejillones, Enero 2020**



La Tabla con el detalle de los valores diarios de concentración de MP-10 se muestra en el ANEXO N° II de este documento.

## 4.2 Análisis Químicos de Filtros

Los filtros de Material Particulado MP-10 fueron analizados para Zinc, Cobre y Plomo, para determinar la presencia de dichos elementos en el ambiente. Los resultados obtenidos del análisis se presentan en la Tabla N° 3.

**Tabla N° 3**  
**Concentración Diaria de Zinc, Cobre y Plomo**  
**Estación Puerto Mejillones, Enero 2020**

Fecha	Zinc	Norma <sup>c</sup>	Cobre	Norma	Plomo	Norma <sup>d</sup>
	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )
<b>01/01/2020</b>	0,011	120	0,016	-	<0,0003	0,5
<b>04/01/2020</b>	0,011	120	0,020	-	<0,0003	0,5
<b>07/01/2020</b>	0,012	120	0,010	-	<0,0003	0,5
<b>10/01/2020</b>	0,008	120	0,015	-	<0,0003	0,5
<b>13/01/2020</b>	0,011	120	0,024	-	<0,0003	0,5
<b>16/01/2020</b>	0,010	120	0,019	-	<0,0003	0,5
<b>19/01/2020</b>	0,006	120	0,009	-	<0,0003	0,5
<b>22/01/2020</b>	0,009	120	0,014	-	<0,0003	0,5
<b>25/01/2020</b>	0,008	120	0,014	-	<0,0003	0,5
<b>28/01/2020</b>	0,005	120	0,014	-	<0,0003	0,5
<b>31/01/2020</b>	0,006	120	0,014	-	<0,0003	0,5

<sup>c</sup> Ambient Air Quality Criteria, Ontario. Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment. April 2012.

<sup>d</sup> D.S. 139/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma de calidad primaria para plomo en el aire.



## 5 Discusiones

### 5.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Enero 2020, Estación Puerto Mejillones

En la Tabla N° 4 se presenta un resumen de las concentraciones de Material Particulado Respirable MP-10 calculados durante un año calendario.

**Tabla N° 4**  
**Concentración de MP-10 y Norma a comparar**  
**Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Enero 2020**

Gas Monitoreado	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )		
	Estadístico	Promedio del Periodo	Percentil 98 de los promedios diarios
MP-10	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	50 <sup>e</sup>	150 <sup>f</sup>
	Año 2014	27	58
	Año 2015	25	47
	Año 2016	22	40
	Año 2017	22	36
	Año 2018	20	46
	Año 2019	20	38
	Año 2020 <sup>g</sup>	16	22

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2014, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 46% del valor límite permisible.

<sup>e</sup> D.S. N° 59/1998 de Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

<sup>f</sup> D.S N°59, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Comisión de Medio Ambiente.

<sup>g</sup> Año 2020 es referencial, ya que se encuentra en curso.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero - Diciembre 2015, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 50% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero a Diciembre 2016, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 56,0% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Diciembre 2017, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 56,0% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Diciembre 2018, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 60% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero - Diciembre 2019, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 60% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente de Enero 2020<sup>i</sup>, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de material particulado respirable MP-10, siendo el promedio del periodo monitoreado  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 68% del valor límite permisible.

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo Enero - Diciembre 2014, éste alcanza los  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 61,3% de la norma establecida por el D.S. N° 20/2013 del ministerio de medio ambiente ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

---

<sup>h</sup> No se considera el mes de Agosto 2017, ya que menos del 75% de los monitoreos fue válido.

<sup>i</sup> El periodo es referencial, ya que el año 2020 se encuentra en curso

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo Enero – Diciembre 2015, éste alcanza los 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 68,7% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero a Diciembre 2016, éste alcanza los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 73,3% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero – Diciembre 2017, éste alcanza los 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 76% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )<sup>h</sup>.

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero – Diciembre 2018, éste alcanza los 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 69% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero – Diciembre 2019, éste alcanza los 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 74,7% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Respecto del percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado respirable MP-10 correspondiente al periodo de Enero 2020<sup>j</sup>, éste alcanza los 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 85,3% de la norma establecida por el D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

El Gráfico N° 2 muestra la evolución de las concentraciones mensuales de material particulado respirable MP-10, monitoreadas durante el año 2014 y hasta enero 2020.

En Diciembre de 2016 se cumplieron tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2014-2016, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 50,0% del valor límite permisible.

En Diciembre de 2017 se cumplen tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2015-2017, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración

<sup>j</sup> El periodo es referencial, ya que el año 2020 se encuentra en curso.

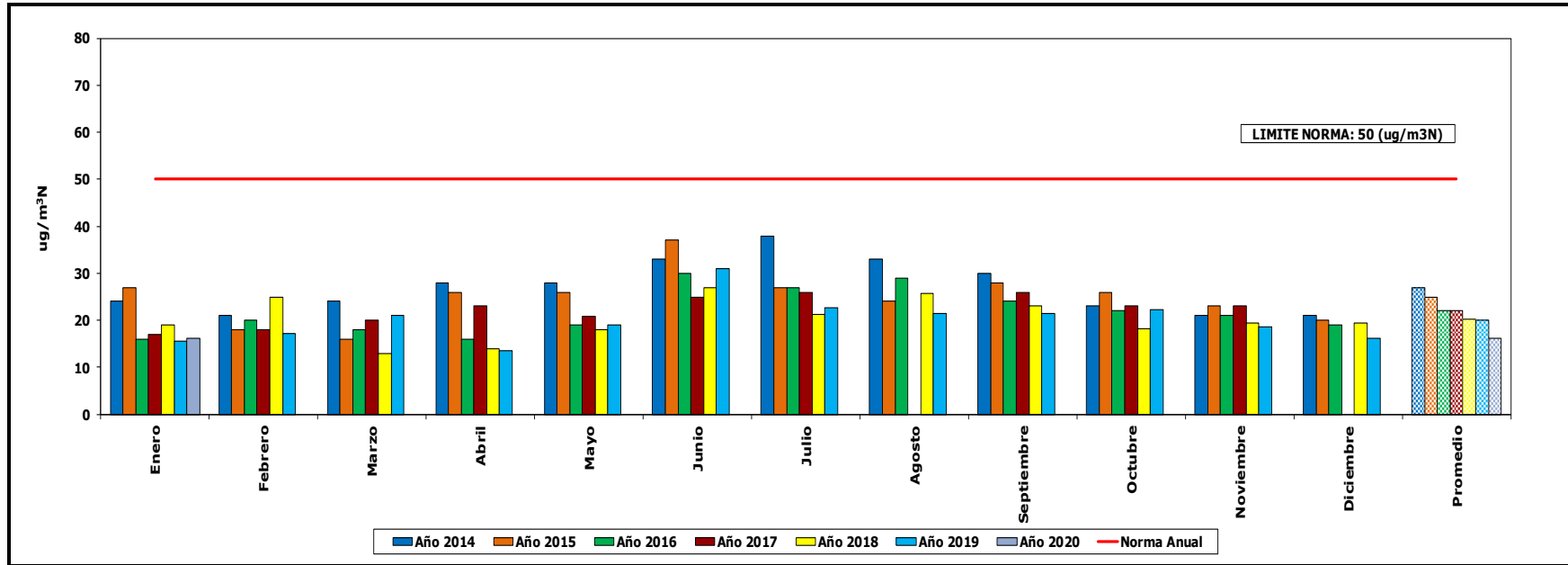
de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 54,0% del valor límite permisible.

En Diciembre de 2018 se cumplen tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2016-2018, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 58,0% del valor límite permisible.

En Diciembre de 2019 se cumplen tres años calendario sucesivos de monitoreo, de acuerdo a la norma tri-anual para el promedio del periodo 2017-2019, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación del límite de concentración de material particulado respirable MP-10 establecido en dicha norma ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ), siendo el promedio del periodo monitoreado de  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 58,0% del valor límite permisible.

En el periodo Enero 2018 a enero 2020 el promedio trianual es de  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 62% del valor límite permisible, norma D.S.N° 59/1998 del ministerio de medio ambiente ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ). Esta comparación es referencial, ya que aún no se cumple el año calendario correspondiente al 2020.

**Gráfico N° 2<sup>k</sup>**  
**Concentraciones Mensuales de MP-10, Estación Puerto Mejillones**



En ANEXO N° III se presenta certificado del laboratorio que realiza los monitoreos.

<sup>k</sup> No se considera el mes de agosto y diciembre de 2017 por no contar con el 75% de los datos válidos.

## 5.2 Norma boliviana para Zinc

En la Tabla N° 5 se presenta un resumen de las concentraciones de zinc, calculados durante un año calendario.

**Tabla N° 5**  
**Concentración de Zinc y Norma a comparar**  
**Estación Puerto Mejillones, Enero -2014 – Enero 2020**

Metal Monitoreado	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	
	Estadístico	Promedio del Periodo
Zinc	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	50 <sup>1</sup>
	Año 2014	0,019
	Año 2015	0,030
	Año 2016	0,013
	Año 2017	0,017
	Año 2018	0,017
	Año 2019	0,016
	Año 2020	0,009

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2014, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,019 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,96% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2015, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,030 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,94% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2016, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,013 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,97% del valor límite permisible.

<sup>1</sup> Decreto Supremo N° 24176, 1995. Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, Bolivia.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2017, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,017 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,96% del valor límite permisible<sup>m</sup>.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2018, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,017 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,96% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero – Diciembre 2019, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,016 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,97% del valor límite permisible.

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero 2020<sup>n</sup>, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de la norma anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ) en las mediciones de Zinc, siendo el promedio del periodo monitoreado  $0,009 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , inferior en un 99,98% del valor límite permisible.

---

<sup>m</sup> No se considera el mes de Agosto 2017, ya que menos del 75% de los monitoreos fue válido.

<sup>n</sup> Periodo es referencial, ya que el año 2020 se encuentra en curso.

### 5.3 Análisis Químico de Filtros

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero 2020, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de los valores establecidos por norma<sup>o</sup> para Zinc, la máxima concentración fue de 0,012  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 7 de Enero inferior en un 99,99% al valor establecido en la norma (120  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero 2020, en la Estación Puerto Mejillones no se produce superación de los valores establecidos por norma<sup>p</sup> para Plomo, la máxima concentración no superó los 0,0003  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  todos los días de muestreo, inferior en un 99,94% al valor establecido en la norma (0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ ).

Durante el periodo de monitoreo correspondiente a Enero 2020, en la Estación Puerto Mejillones la concentración de Cobre, alcanzó un valor máximo de 0,024  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 13 de Enero; un valor promedio mensual de 0,015  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  y un valor mínimo de 0,009  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$  el día 19 de Enero 2020.

---

<sup>o</sup> Ambient Air Quality Criteria, Ontario. Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment. April 2012.

<sup>p</sup> D.S. 139/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Establece norma de calidad primaria para plomo en el aire.



## 6 Conclusiones

### 6.1 Norma Primaria de Calidad de Aire para Material Particulado Respirable MP-10 al mes de Enero 2020 Estación Puerto Mejillones

Durante los períodos 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020<sup>9</sup>, en ninguno de éstos se ha superado el D.S. N° 59, tanto para los promedios anuales como el percentil 98 de los promedios diarios.

Además, desde el período 2014, se observa una baja sistemática en los promedios de cada período antes mencionados y en los valores de percentil 98 de los promedios diarios.

En el año 2014, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Noviembre el mes con más concentración de MP-10.

En el año 2015, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Julio el mes con más concentración de MP-10.

En el año 2016, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Julio el mes con más concentración de MP-10.

En el año 2017, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Julio y Agosto los meses con más concentración de MP-10.

En el año 2018, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Junio y Agosto los meses con más concentración de MP-10.

En el año 2019, se puede observar una curva de tendencia, en donde, en los meses de verano y primavera se encuentran las menores concentraciones, mientras que las mayores concentraciones se encuentran en los meses de otoño e invierno, siendo Junio y Julio los meses con más concentración de MP-10.

---

<sup>9</sup> Período es referencial, ya que el año 2020 se encuentra en curso.

No es posible realizar un análisis de las concentraciones del año 2020, ya que solo se dispone de las mediciones efectuadas el mes de Enero 2020.

## **6.2 Norma boliviana para Zinc**

Las concentraciones obtenidas en los períodos 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 no alcanzan a ser el 1% del valor indicado en el DS N° 24176/95 de la República de Bolivia.

En el año 2015 se obtuvo la mayor concentración, con un valor de 0,030  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ , mientras que en el año 2016 se obtuvo la menor concentración, con un valor de 0,013  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ .

## 7 Referencias

- BOLIVIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. *Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica*. D.S. N° 24176. 1995
- CANADÁ. MINISTRY OF THE ENVIRONMENT. *Ambient Air Quality Criteria*. Ontario, 2012.
- CHILE, MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. *Establece norma de calidad primaria para plomo en el aire*. D.S. N° 139. Santiago 2000
- CHILE, MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. *Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP-10, En Especial de los valores que definen Situaciones de Emergencia y Deroga Decreto N°20, de 2013 con fecha 17 de Noviembre 2015*. DTO. N°59. Santiago 1998.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos*. DTO. N°61. Santiago 2008.
- <https://tisch-env.com/wp-content/uploads/2015/06/TE-6000-Series-PM10-Manual.pdf>

# **ANEXO N° I NOMENCLATURA PARA INVALIDACIÓN O PÉRDIDA DE DATOS SEGÚN DTO, N° 61**

## CÓDIGOS UTILIZADOS

Código	Significado	Justificación
2.a	Dato inválido	Por falla de energía
2.b	Dato inválido	Por falla de equipo
2.c	Dato inválido	Fuera de rango de temperatura de operación
2.d	Dato inválido	Por cambio de equipo
2.e	Dato inválido	Por mantención en terrero
2.f	Dato inválido	Por tiempo mínimo de muestreo
2.g	Dato inválido	Por exceso de tiempo de muestreo
2.h	Dato inválido	Valor fuera de rango
3.a	Sin dato	Por falla general de equipo
3.b	Sin dato	Por precipitación

## **ANEXO N° II**

### **TABLAS DE MATERIAL PARTICULADO MP-10**

**TABLA DETALLES DE MONITOREO DE MP-10, ESTACIÓN PUERTO MEJILLONES  
ENERO 2020  
UNIDAD:  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$**

Nº de Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fecha	01/01	04/01	07/01	10/01	13/01	16/01	19/01	22/01	25/01	28/01	31/01
Nº Filtro	9251547	9691167	9691166	9691168	9673134	9673136	9673137	9673135	9673138	9673140	9673139
P.inicial (g)	4,6270	4,5265	4,5201	4,566	4,4002	4,4030	4,4118	4,4043	4,4066	4,3989	4,4064
P.final (g)	4,6464	4,5520	4,5463	4,5967	4,4358	4,4295	4,4367	4,4300	4,4194	4,4353	4,4350
Polvo ( $\mu\text{g}$ )	19400	25500	26200	30700	35600	26500	24900	25700	12800	36400	28600
Hor.inicial	19928,85	19952,87	19976,89	20000,40	20024,96	20048,96	20072,97	20096,40	20120,40	20145,01	20169,20
Hor.final	19952,87	19976,89	20000,40	20024,96	20048,96	20072,97	20096,40	20120,40	20145,01	20169,20	20193,04
Tiempo (horas)	24	24	24	25	24	24	23	24	25	24	24
Presion Inicial (plg H2O)	16,6	16,8	16,7	17,0	17,0	16,8	16,7	17,0	17,0	16,8	17,0
Presion Final (plg H2O)	17,2	17,3	18,8	17,0	17,6	17,3	18,6	18,7	17,5	18,6	17,8
Temperatura Inicial ( $^{\circ}\text{C}$ )	19	20	20	22	21	20	20	22	23	20	23
Temperatura Final ( $^{\circ}\text{C}$ )	20	20	22	21	20	20	21	23	20	23	23
Presion Estacion (mmHg)	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8	758,8
Temperatura Estacion ( $^{\circ}\text{C}$ )	22,5	23,1	23,3	22,4	22,4	22,6	24,1	25,4	23,9	24,6	23,1
Po/Pa Inicial	0,959	0,959	0,959	0,958	0,958	0,959	0,959	0,958	0,958	0,959	0,958
Po/Pa Final	0,958	0,957	0,954	0,958	0,957	0,957	0,954	0,954	0,957	0,954	0,956
Qa Inicial (m3/min)	1,150	1,151	1,151	1,154	1,152	1,151	1,515	1,154	1,156	1,151	1,156
Qa Final (m3/min)	1,150	1,149	1,149	1,152	1,149	1,149	1,147	1,151	1,149	1,151	1,153
Qa (Tabla) (m3/min)	1,150	1,150	1,150	1,153	1,151	1,150	1,331	1,153	1,153	1,151	1,155
Qa std (Tabla) (m3N/min)	1,158	1,156	1,155	1,161	1,159	1,158	1,333	1,149	1,155	1,151	1,160
Vol. Muestreado (m3)	1657	1657	1622	1699	1657	1657	1871	1660	1702	1671	1651
Vol. Corregido (m3N)	1669	1665	1629	1711	1669	1668	1874	1655	1705	1670	1659
<b>Conc. De Polvo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	12	15	16	18	21	16	13	15	8	22	17
<b>Conc. De Polvo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}</math>)</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>17</b>

## **ANEXO N° III CERTIFICADO LABORATORIO**



acreditación



El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

**ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SpA**

**LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO**

ubicado en Seminario N°180, Providencia, Santiago

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

**Laboratorio de ensayo**

**según NCh-ISO 17025.Of2005**

en el área Química para dispositivos de contaminación atmosférica, con el alcance indicado en anexo.

Vigencia de la Acreditación: hasta el 26 de mayo de 2020

Santiago de Chile, 22 de noviembre de 2019

  
**Eduardo Ceballos Osorio**  
Jefe de División Acreditación

  
**Sergio Toro Galleguillos**  
Director Ejecutivo



**ACREDITACION LE 1079**

F407-01-30 v01

LAS CONDICIONES BAJO LAS CUALES RIGE ESTA ACREDITACIÓN ESTAN DETALLADAS EN EL ACTA DE COMPROMISO



LE 1079  
Anexo

**ALCANCE DE LA ACREDITACION DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO DE ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SpA, SANTIAGO, COMO LABORATORIO DE ENSAYO**

**AREA : QUIMICA PARA DISPOSITIVOS DE CONTAMINACION ATMOSFERICA**  
**SUBAREA : QUIMICA PARA FILTROS Y MATERIAL PARTICULADO**

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Aluminio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Arsénico	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3114-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica -Generación de hidruros	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Berilio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cadmio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Calcio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cinc	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cobalto	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Cobre	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)

F407-01-30 v01

1/3



LE 1079  
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Cromo	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Estaño	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Hierro	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Manganeso	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Mercurio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3112-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica -Vapor Frio	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Molibdeno	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Níquel	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Pesaje de filtros	ILAB-F/01 rev.08 Basado en EPA 1990 Code Federal Regulations Part 50, APP J Ed. 1997. Método EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J Gravimetría	Filtros PM-10, PM-2,5, FM-100
Pesaje de filtros	MLAB-S/03 rev.02 Basado en EPA 1990 Code Federal Regulations Part 50, APP J Ed. 1997. Método EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J Gravimetría	Material particulado sedimentable (MPS)
Plomo	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)

F407-01-30 v01

2/3



**INSTITUTO NACIONAL  
DE NORMALIZACION**

LE 1079  
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
	Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	
Selenio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3114-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica -Generación de hidruros	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Sodio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
Vanadio	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B 1996, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-D. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)



**Resultados de Ensayos: Gravimetría de Filtros**  
Fecha de emisión: 30 de enero de 2020

**INFORME N° LAB20-0881**

**Nombre Cliente** : CALIDAD DEL AIRE  
**Dirección Cliente** : Arzobispo Larraín Gandarillas 90, Providencia, Santiago  
**Origen de la Muestra** : MP 10  
**Identificación del Punto de Muestreo** : Estación Puerto Mejillones  
**Balanza** : LA 130 S-F  
**Método de Análisis** : ILAB-F/01 rev.08, Basado en EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J

Código Identificación	Fecha de Muestreo / Recepción	Fecha y Hora Inicio Análisis	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Peso Material Particulado (g)
9251547	m: 01/01/2020 r: 13/01/2020	13/01/2020 12:53 h	4.6270	4.6464	0.0194
9691167	m: 04/01/2020 r: 13/01/2020	13/01/2020 12:53 h	4.5265	4.5520	0.0255
9691166	m: 07/01/2020 r: 13/01/2020	13/01/2020 12:53 h	4.5201	4.5463	0.0262
9691168	m: 10/01/2020 r: 27/01/2020	07/01/2020 17:10 h	4.5660	4.5967	0.0307
9673134	m: 13/01/2020 r: 27/01/2020	07/01/2020 17:10 h	4.4002	4.4358	0.0356
9673136	m: 16/01/2020 r: 27/01/2020	07/01/2020 17:10 h	4.4030	4.4295	0.0265
9673137	m: 19/01/2020 r: 27/01/2020	07/01/2020 17:10 h	4.4118	4.4367	0.0249
9673135	m: 22/01/2020 r: 27/01/2020	07/01/2020 17:10 h	4.4043	4.4300	0.0257

Maria Alicia Machuca  
**Jefe Técnico de Laboratorios**  
**ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO**

Santiago, 30 de enero de 2020

Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA. - Seminario 180, Providencia, Santiago de Chile  
Fono / Fax: 56-2-23616600  
www.algoritmospa.com

Página 1 de 1



**Resultados de Ensayos: Gravimetría de Filtros**  
Fecha de emisión: 07 de Febrero de 2020

**INFORME N°LAB20-1190**

**Nombre Cliente** : CALIDAD DEL AIRE  
**Dirección Cliente** : Arzobispo Larraín Gandarillas 90, Providencia, Santiago  
**Origen de la Muestra** : MP 10  
**Identificación del Punto de Muestreo** : Estación Puerto Mejillones  
**Balanza** : LA 130 S-F  
**Método de Análisis** : ILAB-F/01 rev.08, Basado en EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice J

Código Identificación	Fecha de Muestreo / Recepción	Fecha y Hora Inicio Análisis	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Peso Material Particulado (g)
9673138	m: 25/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 14:04 h	4.4066	4.4194	0.0128
9673140	m: 28/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 14:04 h	4.3989	4.4353	0.0364
9673139	m: 31/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 14:04 h	4.4064	4.4350	0.0286

Maria Alicia Machuca  
**Jefe Técnico de Laboratorios**  
**ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO**

Santiago, 07 de Febrero de 2020

Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA. - Seminario 180, Providencia, Santiago de Chile  
 Fono / Fax: 56-2-23616600  
 www.algoritmospa.com

Página 1 de 1



**Resultados de Ensayos: Filtros**  
Fecha de emisión: 22 de Febrero de 2020.

INFORME N° LAB20-1606

Nombre Cliente : CALIDAD DEL AIRE  
 Dirección Cliente : Arzobispo Larrain Gandarillas 90, Providencia, Santiago  
 Origen de la Muestra : MP-10  
 Identificación del Punto de Muestreo : Estación - Puerto Mejillones

Código Identificación	Fecha de Muestreo / Recepción	Fecha y hora Inicio Análisis	Parámetro	Método de Análisis	Límite Detección	Fecha de análisis	Resultado	Unidad
9251547	m: 01/01/2020 r: 13/01/2020	13/01/2020 12:25 h	Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	29/01/2020	< 0.488	ug
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	28/01/2020	26.11	ug
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	29/01/2020	18.12	ug
9691167	m: 04/01/2020 r: 13/01/2020	13/01/2020 12:25 h	Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	29/01/2020	< 0.488	ug
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	28/01/2020	33.13	ug
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	29/01/2020	18.12	ug
9691166	m: 07/01/2020 r: 13/01/2020	13/01/2020 12:25 h	Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	29/01/2020	< 0.488	ug
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	28/01/2020	15.79	ug
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	29/01/2020	18.99	ug
9691168	m: 10/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 16:30 h	Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	05/02/2020	< 0.488	ug
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	06/02/2020	25.91	ug
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	06/02/2020	13.75	ug
9673134	m: 13/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 16:30 h	Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	05/02/2020	< 0.488	ug
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	06/02/2020	39.41	ug
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	06/02/2020	18.06	ug
9673136	m: 16/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 16:30 h	Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	05/02/2020	< 0.488	ug
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	06/02/2020	31.10	ug
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	06/02/2020	16.24	ug



Código Identificación	Fecha de Muestreo / Recepción	Fecha y hora Inicio Análisis	Parámetro	Método de Análisis	Límite Detección	Fecha de análisis	Resultado	Unidad
9673137	m: 19/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 16:30 h	Pb	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	05/02/2020	< 0.488	ug
			Cu	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	06/02/2020	17.04	ug
			Zn	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	06/02/2020	10.95	ug
9673135	m: 22/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 16:30 h	Pb	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	05/02/2020	< 0.488	ug
			Cu	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	06/02/2020	23.49	ug
			Zn	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	06/02/2020	15.59	ug
9673138	m: 25/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 12:30 h	Pb	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	19/02/2020	< 0.488	ug
			Cu	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	06/02/2020	23.49	ug
			Zn	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	19/02/2020	12.89	ug
9673140	m: 28/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 12:30 h	Pb	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	17/02/2020	<0.488	ug
			Cu	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	17/02/2020	23.80	ug
			Zn	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	17/02/2020	8.21	ug
9673139	m: 31/01/2020 r: 04/02/2020	04/02/2020 12:30 h	Pb	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug	17/02/2020	<0.488	ug
			Cu	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.285 ug	17/02/2020	23.80	ug
			Zn	IIAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug	17/02/2020	10.17	ug





**Observaciones:**


1. El Informe no puede ser reproducido total o parcialmente, sin autorización del área.
2. Los resultados obtenidos son válidos sólo para las muestras analizadas, las cuales fueron muestreadas, identificadas y proporcionadas por el cliente.
3. Análisis dentro del alcance de la Acreditación INN, Certificado INN-LE-1079.
4. El Alcance de Acreditación no incluye el Muestreo.

Maria Alicia Machuca  
**Jefe Técnico de Laboratorios**  
**ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO**

Jocelyne Catalán Neira  
**Supervisor Laboratorio**  
Inspector Ambiental  
Código IA 16680002-1

Santiago, 22 de Febrero de 2020.

**ANEXO N° IV  
CERTIFICADO DE CHEQUEO DE FLUJO  
VFC HIGH VOLUME**

	<b>Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA.</b> <b>Ficha de Verificación de Funcionamiento</b> <b>VFC High Volume</b>	Ri1-6006 Rev. 00 01/07/2016
---	---	-----------------------------------

**1. Datos Generales**

Nombre Estación / Zona	Fecha	Operador
Puerto Mejillones	18-02-2019	Julio Varela

**2. Datos Equipo**

Marca	Modelo Cabezal	Nº Venturi
Tisch Environmental	963	P7014X

**3. Datos Patrón de flujo**

Marca	Modelo	Nº serie	Fecha Calibración
Tisch Environmental		3401	10-12-18
m	b	r	
1,01529	-0,00359	0,9999	

**4. Condiciones Atmosféricas**

Presión Ambiente P <sub>a</sub> (mmHg)	Temperatura Ambiente T <sub>a</sub> (°K)
756,1	294,15


**5. Verificación Flujo**

Hora Inicio	ΔH <sub>2</sub> O (inH <sub>2</sub> O)	ΔP <sub>s</sub> (inH <sub>2</sub> O)	P <sub>0</sub> =P <sub>a</sub> -ΔP <sub>s</sub> (mmHg)	P <sub>0</sub> /P <sub>a</sub>	Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)
9:30	3,3	20	718,7	0,951	1,1195
9:40	3,1	24	711,3	0,941	1,0852
9:50	3,3	16	726,2	0,960	1,1195

Tabla Comparación de Flujos		
Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)	Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /min)	% Diferencia
-1,1195	1,1580	3,3
1,0852	1,1350	4,4
1,1195	1,1580	3,3

(mmHg)=25.4(inH2O)/13.6  
 (°K)=(°C)+273.15  
 $Q_{a(Orificio)} = (1/m) * \{ [\Delta H_2O(T_a/P_a)]^{1/2} - b \}$ ;  
 ΔH<sub>2</sub>O(inH<sub>2</sub>O); T<sub>a</sub> (°K); P<sub>a</sub> (mmHg)  
 % Diferencia=100\*(( Q<sub>a</sub>- Q<sub>a(Orificio)</sub>)/ Q<sub>a(Orificio)</sub>)  
 Q<sub>a</sub> ver en Tabla LookUp entrando con valor P<sub>0</sub>/P<sub>a</sub> y T<sub>a</sub>  
 % Diferencia debe ser menor a 4%

\_\_\_\_\_  
Firma

	<b>Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA.</b> <b>Ficha de Verificación de Funcionamiento</b> <b>VFC High Volume</b>	Ri1-6006 Rev. 00 01/07/2016
---	---	-----------------------------------

**1. Datos Generales**

Nombre Estación / Zona	Fecha	Operador
Puerto Mejillones	21-11-2019	Jacob Campos

**2. Datos Equipo**

Marca	Modelo Cabezal	Nº Venturi
Tish Environmental	963	P7014X

**3. Datos Patrón de flujo**

Marca	Modelo	Nº serie	Fecha Calibración
Tish Environmental		3401	10-12-18
m	b	r	
1,01529	-0,00359	0,9999	

**4. Condiciones Atmosféricas**

Presión Ambiente P <sub>a</sub> (mmHg)	Temperatura Ambiente T <sub>a</sub> (°K)
756,1	293,15

**5. Verificación Flujo**

Hora Inicio	ΔH <sub>2</sub> O (inH <sub>2</sub> O)	ΔP <sub>s</sub> (inH <sub>2</sub> O)	P <sub>0</sub> =P <sub>a</sub> -ΔP <sub>s</sub> (mmHg)	P <sub>0</sub> /P <sub>a</sub>	Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)
16:25	3,6	12	733,7	0,970	1,1672
16:28	3,4	20	718,7	0,951	1,1344
16:30	3,6	8	741,2	0,980	1,1672

Tabla Comparación de Flujos		
Q <sub>a(Orificio)</sub> (m <sup>3</sup> /min)	Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> /min)	% Diferencia
1,1672	1,1650	-0,2
1,1344	1,1410	0,6
1,1672	1,1780	0,9

(mmHg)=25.4(inH2O)/13.6  
 (°K)=(°C)+273.15  
 $Q_{a(Orificio)} = (1/m) * \{ [\Delta H_2O(T_a/P_a)]^{1/2} - b \}$ ;  
 ΔH<sub>2</sub>O(inH<sub>2</sub>O); T<sub>a</sub> (°K); P<sub>a</sub> (mmHg)  
 % Diferencia=100{ ( Q<sub>a</sub> - Q<sub>a(Orificio)</sub> ) / Q<sub>a(Orificio)</sub> }  
 Q<sub>a</sub> ver en Tabla LookUp entrando con valor P<sub>0</sub>/P<sub>a</sub> y T<sub>a</sub>  
 % Diferencia debe ser menor a 4%

**ANEXO N° V**  
**RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS ACTIVIDADES**  
**DE MUESTREO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y/O CONTROL**

<b>Empresa</b>	<b>Responsable</b>	<b>Cargo</b>	<b>Actividad</b>
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Raúl Gálvez	<b>Jefe Zona</b>	Responsable de Mantenición de la Estación de monitoreo.
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Jacob Campos Marko Araya Mauricio Hidalgo	<b>Operador Zonal</b>	Mantenición y cambio de filtro a equipo HI VOL
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Susan Saldaña	<b>Jefe Área Calidad de Aire</b>	Responsable de aprobación de informes y satisfacer requerimientos del cliente
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Natalia Lisboa	<b>Encargada de Proyectos</b>	Responsable de revisar y coordinar la generación de informes
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Tomás Torrealba	<b>Ingeniero de Proyecto</b>	Responsable de elaboración de informe y procesamiento de datos