

CAMPAÑA DE MONITOREO CALIDAD DEL AIRE, SUELO Y AGUA FUNDICIÓN ALCONES LOCALIDAD DE MARCHIGÜE

Preparado por:



Para:



Julio, 2019

INFORME DE RESULTADOS N° 01

CAMPAÑA DE MONITOREO CALIDAD DEL AIRE, SUELO Y AGUA FUNDICIÓN ALCONES LOCALIDAD DE MARCHIGÜE

Preparado para:



Versión del Documento			1
Responsable	Elaboración	Revisión	Aprobación
Nombre	Maria E. Cámara	Jacqueline Orias	Ruby utreras
Cargo:	Jefe de Proyectos	Jefe Unidad Aguas y Suelos	Gerente de Laboratorio
Firma			
Nombre:	Pía Astudillo	Susan Saldaña	Aníbal Pacheco
Cargo:	Encargado de Proyectos	Jefe Unidad Monitoreo Atmosferico	Gerente Técnico
Firma			
Fecha:	15-07-2019	15-07-2019	15-07-2019

Julio, 2019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
1 Introducción.....	4
2 Objetivo	6
3 Materiales y Métodos.....	6
3.1 Descripción del área de estudio	6
3.2 Monitoreo de la calidad del aire	6
3.2.1 Ubicación de la Estación de monitoreo	6
3.2.2 Características de la Estación de monitoreo.....	8
3.2.3 Equipamiento de la Estación de monitoreo	10
3.2.4 Metodología de medición y control de muestreo.....	10
3.3 Monitoreo de calidad de suelos y sedimento	13
3.3.1 Ubicación de los puntos de monitoreo de suelo	13
3.3.2 Metodología de muestreo de suelo	17
3.3.3 Materiales usados en el muestreo de suelo.....	23
3.4 Monitoreo de calidad de agua	24
3.4.1 Ubicación de los puntos de monitoreo de agua	24
3.4.2 Metodologías de muestreo de agua	26
3.4.3 Metodologías de análisis químico de muestras	28
4 Normativa Aplicable	30
4.1 Normativa para calidad del aire	30
4.2 Normativa para calidad del agua.....	32
4.3 Normativa para calidad del suelo y sedimentos.....	33
5 Resultados.....	35
5.1 Calidad del aire	35
5.1.1 Material Particulado Respirable MP-10	35
5.1.2 Caracterización Química del Material Particulado Respirable MP-10	37
5.1.3 Material Particulado Fino Respirable MP 2,5 (Low Vol)	38
5.1.4 Dióxido de Azufre (SO ₂)	40
5.1.5 Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	42
5.1.6 Monóxido de Carbono (CO)	44
5.2 Calidad del suelo	46
5.3 Calidad del agua	54
6 Discusiones.....	56
6.1 Calidad del aire	56
6.2 Calidad de suelos y sedimento.....	57
6.3 Calidad del agua	58
7 Conclusiones	59
8 Referencias	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Identificación Estación de Monitoreo.....	6
Tabla N° 2 Equipamiento Instalado Estación Fundición Alcones.....	10
Tabla N° 3 Detalles de puntos de muestreo de suelo	16
Tabla N° 4 Detalles de punto de muestreo de sedimento	17
Tabla N° 5 Detalles puntos de muestreo de agua.....	24
Tabla N° 6: Metodologías de análisis químico de metales según matriz.....	29
Tabla N° 7 Normativa nacional aplicable para calidad del aire.....	30
Tabla N° 8 Valores normados en la legislación ambiental para calidad del aire.....	31
Tabla N° 9: Norma holandesa para suelos	33
Tabla N° 10: Norma USEPA para suelos.....	34
Tabla N° 11 Concentración diaria de MP-10 Estación Fundición Alcones, Junio 2019.....	36
Tabla N° 12 Caracterización Química Material Particulado Respirable MP-10, Estación Fundición Alcones, Junio 2019	37
Tabla N° 13 Concentración diaria de MP-2,5 Estación Fundición Alcones, Junio 2019.....	39
Tabla N° 14 Concentración de SO ₂ , Junio 2019	40
Tabla N° 15 Concentración de NO ₂ , Junio 2019.....	42
Tabla N° 16 Concentración de CO, Junio 2019.....	44
Tabla N° 17: Código de muestras de suelo.....	46
Tabla N° 18: Código de muestra de Sedimento	48
Tabla N° 19: Resultados de análisis muestras de suelo.....	49
Tabla N° 20: Resultado de análisis muestra de Sedimento	51
Tabla N° 21: Código de muestras de agua	54
Tabla N° 22: Resultados de análisis muestras de agua subterránea	54
Tabla N° 23: Resultados de análisis muestras de agua superficial	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Concentración diaria de MP-10 Estación Fundición Alcones, Junio 2019	36
Gráfico N° 2 Concentración diaria de MP-2,5 Estación Fundición Alcones, Junio 2019	39
Gráfico N° 3 Concentración SO ₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019	40
Gráfico N° 4 Ciclo diario SO ₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019.....	41
Gráfico N° 5 Concentración NO ₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019	42
Gráfico N° 6 Ciclo horario NO ₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019.....	43
Gráfico N° 7 Concentración CO Estación Fundición Alcones, Junio 2019	44
Gráfico N° 8 Ciclo Diario CO Estación Fundición Alcones, Junio 2019	45
Gráfico N° 9: Concentración de Cadmio en suelos.....	51
Gráfico N° 10: Concentración de Cobre en suelos	52
Gráfico N° 11: Concentración de Plomo en suelos	52

Gráfico N° 12: Concentración de Zinc en suelos.....	53
Gráfico N° 13: Concentración de Plomo en suelos v/s estándar USEPA	53

ANEXOS

ANEXO I	NOMENCLATURA PARA INVALIDACIÓN O PÉRDIDA DE DATOS SEGÚN DTO. N° 61
ANEXO II	TABLAS DE CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP-10 Y MATERIAL PARTICULADO FINO RESPIRABLE MP-2,5
ANEXO III	CERTIFICADO DE GRAVIMETRÍA y ANÁLISIS QUÍMICOS (AIRE)
ANEXO IV	TABLA DE CONCENTRACIÓN DE GAS MONITOREADO
ANEXO V	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN EQUIPOS PARA CALIDAD DEL AIRE
ANEXO VI	CERTIFICADO GAS EPA
ANEXO VII	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS ACTIVIDADES DE MUESTREO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y/O CONTROL
ANEXO VIII	CADENA DE CUSTODIA
ANEXO IX	INFORMES DE ANALISIS DE LABORATORIO (SUELO Y AGUAS)
ANEXO X	DECLARACIONES JURADAS

RESUMEN

El presente documento corresponde al Informe de Resultados N°1 de la "Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire, Suelo y Agua, Fundición Alcones" en la localidad de Marchigüe, Región Libertador Bernardo O'Higgins. La campaña se realizó entre los días 17 al 27 de junio de 2019.

Para la campaña de monitoreo de calidad de aire se utilizó una estación tipo caseta en cuyo interior se instalaron equipos para medir concentración de material particulado fino MP-10 y material particulado fino respirable MP-2,5, dióxido de azufre SO_2 , monóxido de carbono CO y dióxido de nitrógeno NO_2 , durante el periodo correspondiente entre el 19 al 27 de Junio de 2019. Adicionalmente en los filtros de MP-10 se determinó contenido de Plomo, Cadmio, Cobre y Cinc.

Respecto de los resultados del monitoreo de calidad de aire se pudo evidenciar lo siguiente:

- Los valores de concentración de 24 horas de material particulado respirable MP-10 y MP-2,5 no superaron el valor de referencia de la norma diaria $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.
- El promedio de material particulado respirable MP-10 y MP-2,5 del periodo monitoreado correspondiente a Junio 2019 alcanza los $12 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente y no supera el valor límite permisible por la norma anual $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente
- La concentración máxima de Cobre y Zinc en los filtros MP-10 monitoreados correspondió a $0,047 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $0,013 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos el día 20 de junio 2019. No se registraron concentraciones de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd).
- Las concentraciones registradas de dióxido de azufre presentan una máxima concentración de 24 horas de $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La concentración mensual promedio fue de $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- Respecto del valor máximo de concentración de 1 hora de dióxido de azufre registrado correspondió a $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- La concentración mensual promedio de dióxido de nitrógeno, fue de $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El valor de la máxima concentración de 1 hora fue de $15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- El valor máximo de concentración de monóxido de carbono fue de $0,14 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$. La máxima concentración de 8 horas fue $0,10 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$.

Al comparar de manera referencial los valores medidos en la estación Fundición Alcones con la normativa aplicable, se podría concluir que las concentraciones de dióxido de azufre SO_2 , monóxido de Carbono CO y dióxido de nitrógeno NO_2 , no sobrepasan el valor límite establecido por las normas primarias respectivas.

Para la campaña de monitoreo de calidad de suelo, un Inspector Ambiental autorizado por la SMA tomó muestras en 17 puntos definidos alrededor de la Fundición Alcones y a tres distintas profundidades en cada punto. Adicionalmente se tomó una muestra de sedimentos en un tranque cercano. Las muestras fueron enviadas al laboratorio y se analizó la concentración de Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Cinc (Zn) en cada una de ellas.

Respecto de los resultados del monitoreo de calidad de suelos y sedimento se pudo evidenciar lo siguiente:

- Ninguno de los puntos muestreados de suelo y sedimento superó el valor límite permisible por la norma USEPA de referencia para el parámetro Plomo (1200 mg/Kg).
- Ninguno de los puntos muestreados de suelo y sedimento superó el valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro Cadmio (12 mg/Kg).
- Ninguno de los puntos muestreados de suelo y sedimento superó el valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro Zinc (720 mg/Kg).
- Solo uno de los puntos muestreados de suelos S10-sup superó valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro Cobre (190 mg/Kg).
- Los puntos S5-sup, S6-sup, S8-sup y C2-sup superaron el valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro Plomo (530 mg/Kg).
- Ninguna muestra de suelo bajo los 30 cm superó algún valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para los metales evaluados.
- Los valores de concentración de metales en suelo más elevados se obtuvieron en las inmediaciones de la Fundición Alcones en los puntos S5-sup, S6-sup, S8-sup, S10-sup y C2-sup.

Para la campaña de monitoreo de calidad de aguas, un Inspector Ambiental autorizado por la SMA tomó muestras en 8 puntos definidos alrededor de la Fundición Alcones. Las muestras fueron enviadas al laboratorio y se analizó la concentración de Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Cinc (Zn) en cada una de ellas.

Respecto de los resultados del monitoreo de calidad de agua se pudo evidenciar lo siguiente:

En las muestras de agua subterránea, tomadas en pozos y norias, las concentraciones de Cadmio, Cinc, Cobre y Plomo, se encontraron bajos los límites máximos permitidos según norma NCh409/01 Of.2005 del agua potable.

En los muestras de aguas superficial, tomadas en Vertiente, Tranque 1 y Tranque 2, las concentraciones de Cadmio, Cinc Cobre y Plomo, se encontraron bajos los límites máximos permitidos según norma NCh1333 of78 Mod87 para riego.

Se evidenció en todas las muestras de agua, tanto superficial como subterráneas, que las concentraciones de Cadmio, Cobre y Plomo estuvieron bajo el límite de detección de la técnica de análisis respectiva.

1 Introducción

El presente documento corresponde al Informe de Resultados N°1 de la "Campaña de Monitoreo de Calidad de Aire, Suelo y Agua, Fundación Alcones", en la localidad de Marchigüe, Región Libertador Bernardo O'Higgins. La campaña se realizó entre los días 17 al 27 de junio de 2019.

De acuerdo a lo requerido por la Superintendencia de Medioambiente (SMA) mediante Resolución Exenta N°4 ROL D-039-2019, en la cual se indica en su letra B Observaciones Específicas, lo siguiente:

"5) En cuanto a la acción N°2 cabe reiterar la observación general A.I de la presente resolución, y en consecuencia el informe técnico de descarte de efectos deberá presentarse en forma previa a la aprobación o rechazo del programa de cumplimiento, y comprometerse las acciones idóneas a fin de hacerse cargo de los posibles efectos en componentes ambientales y la salud de la población. También se deberá considerar un plazo razonable y diligente para la tramitación de cada acción que busca hacerse cargo de los efectos, y que no sea excesivamente dilatorio. Finalmente cabe destacar que los monitoreos y estudios que se realicen para el descarte de efectos deberán considerar los componentes aguas subterráneas, superficiales, suelo, aire, salud de la población, y ser elaborados por una "ETFA" (Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental)."

Antes el requerimiento legal antes indicado, Fundación Alcones contrató a Algoritmos y mediciones ambientales SpA (Código ETFA: N° 015-01) para realizar los muestreos y análisis en las componentes de aire, suelo y agua.

Para la campaña de monitoreo de calidad de aire se instaló y operó una estación de monitoreo con el equipamiento requerido para realizar los monitoreos comprometidos, el cual consistió en:

- Analizador de Dióxido de Azufre (SO₂)
- Analizador de Monóxido de Carbono (CO)
- Analizador de Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
- Analizador de Material Particulado Respirable (MP-10)
- Analizador de Material Particulado Respirable Fino (MP-2,5)

Cabe señalar que los Analizadores de gases cumplen con las exigencias definidas por la agencia ambiental USEPA (*Environmental Protection Agency*) para este tipo de equipos.

Para la campaña de monitoreo de calidad de suelo se definieron en conjunto con el mandante 17 puntos de muestreo de suelo alrededor de la Fundación y a tres distintas profundidades muestreo. Adicionalmente se tomó una muestra de sedimento en un tranque cercano a la Fundación.

Para la campaña de monitoreo de calidad de aguas, se definieron en conjunto con el mandante 8 puntos de muestreo de agua superficiales y subterráneos alrededor de la Fundición.

Cabe señalar que para realizar los muestreos de agua y suelo se contó con la presencia de un Inspector Ambiental autorizado en los alcances requeridos ante la Superintendencia de Medioambiente.

Finalmente, las muestras colectadas de suelo, agua y sedimento, y adicionalmente, los filtros monitoreados del equipo muestreador MP-10, se enviaron al laboratorio de análisis químico Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA para determinar Plomo, Cadmio, Cobre, y Cinc.

Empresa	: Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA
Sucursal	: Casa Matriz
Código ETFA	: N° 015-01
Dirección	: Seminario 180, Providencia, Santiago.
Inspector Ambiental	: Hugo Contreras ^a
Código	: 15.760.791-K
Alcance	: Muestreo y medición de aguas de mar, aguas residuales, lodos, suelos, sedimentos marinos, acuáticos, fluviales y lacustres.



Hugo Contreras
Inspector ambiental SMA

^a En el anexo IX se encuentra la declaración jurada del inspector ambiental

2 Objetivo

El objetivo del presente informe de seguimiento ambiental es entregar los resultados del Monitoreo de calidad de aire, suelo y agua en puntos definidos alrededor de la Fundición Alcones en la localidad de Marchigüe, Región Libertador Bernardo O'Higgins, para el periodo entre el 17 y 27 de Junio de 2019.

3 Materiales y Métodos

3.1 Descripción del área de estudio

La Fundición Alcones se encuentra ubicada al costado sur por la carretera I-814, que une a San Fernando y Pichilemu Km 85, comuna de Marchihue, región de Libertador Bernardo O'Higgins, y corresponde a un terreno fuera de zona urbana.

Al lado oeste del terreno de la fundición existe una zona baja donde hay una acumulación de aguas lluvias (Tranque) y la zona urbana más cercana se encuentra a aprox. 3,5 km al este (Alcones).

Algoritmos definió junto con el mandante la ubicación de los puntos de monitoreo de calidad del aire, aguas y sedimentos y suelos. En general los puntos se ubicaron alrededor de la fundición Alcones.

3.2 Monitoreo de la calidad del aire

3.2.1 Ubicación de la Estación de monitoreo

La Estación de monitoreo de calidad del aire fue instalada en una zona representativa de la zona poblada más cercana a la Fundición, la cual se encontraba libre de elementos naturales y artificiales que pudieran alterar la toma de muestras y gases en la zona.

En la Tabla N° 1 se presentan las coordenadas^b de la Estación Fundición Alcones.

Tabla N° 1
Identificación Estación de Monitoreo

Coordenadas UTM	Valor
Este (m)	6.190.188
Norte (m)	245.205

En Figura N° 1 se muestra ubicación espacial de estación Fundición Alcones.

^b Coordenadas Datum: WGS1984 y Huso: 19-K



Figura N° 1
Ubicación espacial de estación de monitoreo de aire

3.2.2 Características de la Estación de monitoreo

La estación de monitoreo de calidad del aire consiste en una caseta de material sólido y resistente a las condiciones climáticas imperantes en la zona

La estación está equipada con analizadores de gases (NO_x , SO_2 y CO) y un muestreador low-vol (MP-10 y MP-2,5) ubicadas en un rack al interior de la estación, mientras que en el techo de la estación Fundición Alcones se colocó un muestreador Hi-Vol para realizar muestras de MP-10 y un muestreador Low-Vol para muestras de MP-2,5.

Cabe destacar que los analizadores de gases están configurados para guardar datos cada 5 minutos respecto del muestreador Low-Vol y el muestreador Hi-Vol, están configurados para monitorear discretamente durante 7 días corridos.

La estación cuenta con un datalogger el cual almacena datos de los analizadores cada 5 minutos. Así mismo la estación está equipada con un equipo de aire acondicionado para mantener las condiciones de temperatura estables al interior de la caseta y una UPS para salvaguardar los equipos de bajas de voltajes y cortes de energía de corta duración.

De esta manera se da cumplimiento a lo establecido en el DTO N°61 de Ministerio de Salud, "Reglamento de Estaciones de medición de contaminantes atmosféricos".

A continuación, en la Fotografía N° 1 se presenta la Estación Fundición Alcones.

Fotografía N° 1
Estación de Monitoreo de Calidad del Aire,
Estación Fundición Alcones



3.2.3 Equipamiento de la Estación de monitoreo

A continuación, en la Tabla N° 2 se describe el equipamiento utilizado en la estación Fundición Alcones con respecto a los gases monitoreados:

Tabla N° 2
Equipamiento Instalado Estación Fundición Alcones

Parámetro	Marca	Modelo
SO₂	Teledyne	T100 N/S 1684
NO₂	Teledyne	200E N/S 321
CO	Teledyne	300E N/S 1861
MP-10	Tisch	TE-6070VX N/S 2373
MP-2,5	Tisch	Wilbur N/S 0181

El periodo de muestreo corresponde a 7 días corridos. Es importante mencionar que los equipos de monitoreo cumplen con el horario GMT-4 establecido en el Decreto supremo N°61/2008.

3.2.4 Metodología de medición y control de muestreo

A continuación se realiza una breve descripción de las metodologías de los equipos de monitoreo de calidad del aire.

Material Particulado Respirable MP-10

La metodología de muestreo para el Material Particulado Respirable MP-10 se encuentra reglamentada en el D.S. N° 59/1998 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, que establece, entre otros, el uso de muestreadores de alto volumen con cabezal MP-10. La metodología consiste en hacer pasar un flujo constante ($1,13 \text{ m}^3/\text{min} \pm 10\%$) de aire, a través de filtros previamente acondicionados (definiendo su peso inicial bajo condiciones de temperatura y humedad controladas, según lo indicado en el método Code of Federal Regulation. Part 50, App. J. Ed. 07.01.99) por períodos continuos de 24 horas. Los equipos utilizados, tienen un cabezal fraccionador de partículas, el cual es capaz de separar todas aquellas partículas de polvo con un diámetro aerodinámico menor o igual a $10 \mu\text{m}$. La frecuencia de muestreo se realiza durante siete días corridos, posteriormente el filtro utilizado es retirado y enviado al Laboratorio para determinar la masa del material particulado, por diferencia de peso inicial y final, este último es determinado bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad en las que se definió su peso inicial (análisis gravimétrico). Finalmente conociendo el volumen de aire muestreado, es posible determinar la concentración de material particulado respirable MP-10 en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ el cual es comparado con la normativa vigente.

Material Particulado Fino Respirable MP-2,5 Low-Vol

La metodología de muestreo para el Material Particulado Fino Respirable MP-2,5 se encuentra reglamentada en el D.S. N° 12 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece, entre otros, el uso de muestreadores de bajo volumen con cabezal MP-10 más un ciclón de corte MP-2,5, La metodología consiste en hacer pasar un flujo constante (16,7 lpm) de aire, a través de filtros previamente acondicionados (definiendo su peso inicial bajo condiciones de temperatura y humedad controladas, según lo indicado en el método Code of Federal Regulation, Part 50, App. J. Ed. 07.01.99 por períodos continuos de 24 horas.

Los equipos utilizados, tienen un cabezal fraccionador de partículas junto con un ciclón de corte MP-2,5, el cual es capaz de separar todas aquellas partículas de polvo con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 μm , La frecuencia de muestreo se realiza durante siete días corridos, posteriormente el filtro utilizado es retirado y enviado al Laboratorio para determinar la masa de material particulado, por diferencia de peso inicial y final, este último es determinado bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad en las que se definió su peso inicial (análisis gravimétrico). Finalmente conociendo el volumen de aire muestreado, es posible determinar la concentración de material particulado fino respirable MP-2,5 en unidades de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el cual es comparado con la normativa vigente.

Dióxido de Azufre (SO_2)

El monitoreo de dióxido de azufre (SO_2) se realiza con un equipo analizador continuo basado en la utilización de la fluorescencia que tiene lugar cuando el dióxido de azufre (SO_2) es excitado por una luz ultravioleta de longitud de onda de rango 190 nm – 230 nm. Las moléculas de dióxido de azufre (SO_2) contenidas en la muestra de aire son interceptadas por el haz de luz UV provocándoles un estado de excitación, la molécula de dióxido de azufre (SO_2) al intentar volver a un estado más estable liberan el exceso de energía en forma de fotón, el que es captado por un detector fotomultiplicador que se traduce como señal eléctrica y es interpretado como un valor de concentración en unidades de ppb.

Monóxido de Carbono (CO)

El monitoreo de monóxido de carbono (CO) utiliza un analizador continuo basado en la Ley de Beer, es decir, define como una longitud de onda es absorbida por las moléculas de un gas en particular a cierta distancia. El analizador es controlado por un microprocesador que determina la concentración del monóxido de carbono, mediante el paso de una muestra de gas a través del instrumento. Éste, necesita que las muestras de gas y los gases de calibración sean suministrados a presión atmosférica, a fin de estabilizar el flujo en la cámara de muestra, lugar donde se mide la capacidad de los gases para absorber radiación infrarroja. Así, el microprocesador utiliza los valores de la calibración, las medidas de absorción de infrarrojos realizadas con la muestra de gas en relación a los datos de las medidas de temperatura y presión de la muestra de gas, para calcular la concentración de CO.

Óxidos de Nitrógeno (NOx)

El monitoreo de dióxido de nitrógeno (NO₂) utiliza un analizador continuo basado en la detección fotométrica de la quimioluminiscencia que resulta de la reacción de la fase gaseosa del Ozono (O₃) con el óxido de nitrógeno (NO). En esta reacción la intensidad de la luz emitida es proporcional a la concentración de NO presente y es aplicable a la medición directa de este compuesto. Por su parte, la detección de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂) se realiza indirectamente. En la práctica, el NO₂ presente en una muestra de aire primero es reducido a NO utilizando un dispositivo convertidor. Todo el NO presente en la muestra de aire no sufre transformaciones al pasar por el convertidor, por lo tanto, la concentración resultante obtenida de NOx es igual a NO + NO₂. Una parte de la muestra de aire es también combinada con el ozono sin hacerla pasar por el convertidor, lo cual proporciona la concentración de NO. Esta última medición de NO es restada a la determinación previa de NOx para definir la medición final de NO₂.

3.3 Monitoreo de calidad de suelos y sedimento

El muestreo de calidad de suelos y sedimento se realizó entre los días 17 y 19 de junio de 2019. La toma de las muestras fue realizada por un Inspector Ambiental de Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA.

3.3.1 Ubicación de los puntos de monitoreo de suelo

Se identificaron 17 puntos de muestreo de suelo, 16 de ellos se ubicaron entre la carretera de entrada a la Fundición, alrededor de la Fundición y hasta el sur de esta a aproximadamente 1 km desde la carretera. Adicionalmente se tomó una muestra en un punto lejos de la Fundición y hacia el este, aproximadamente 3 km, el cual se definió como muestra BLANCO. Se tomó además una muestra de sedimento en el tranque identificado, y que estaba próximo a la Fundición.

En la Figura N°2 se puede observar la ubicación espacial de los puntos de monitoreo de suelo y en la Figura N°3 la ubicación del punto de monitoreo de sedimento. Se determinó realizar dos tipos de muestreo de suelo: calicatas en las ubicaciones denominadas "C" (1 y 2), que fueron los más próximos a la fundición, donde se tomaron tres muestras a distintas profundidades (superficial, 200 cm y 300 cm), mientras que en las denominadas "S", más alejadas, la profundidad de las muestras respecto de la muestra superficial en cada punto fue menor (30 cm y 100 cm).

Luego, cada uno de los puntos de monitoreo de suelo fue identificado con una letra y un número y fue georreferenciado. En la Tabla N° 3 y Tabla N° 4 se presentan detalles de los puntos de monitoreo de suelo como sus coordenadas, fecha y hora del muestreo realizado.

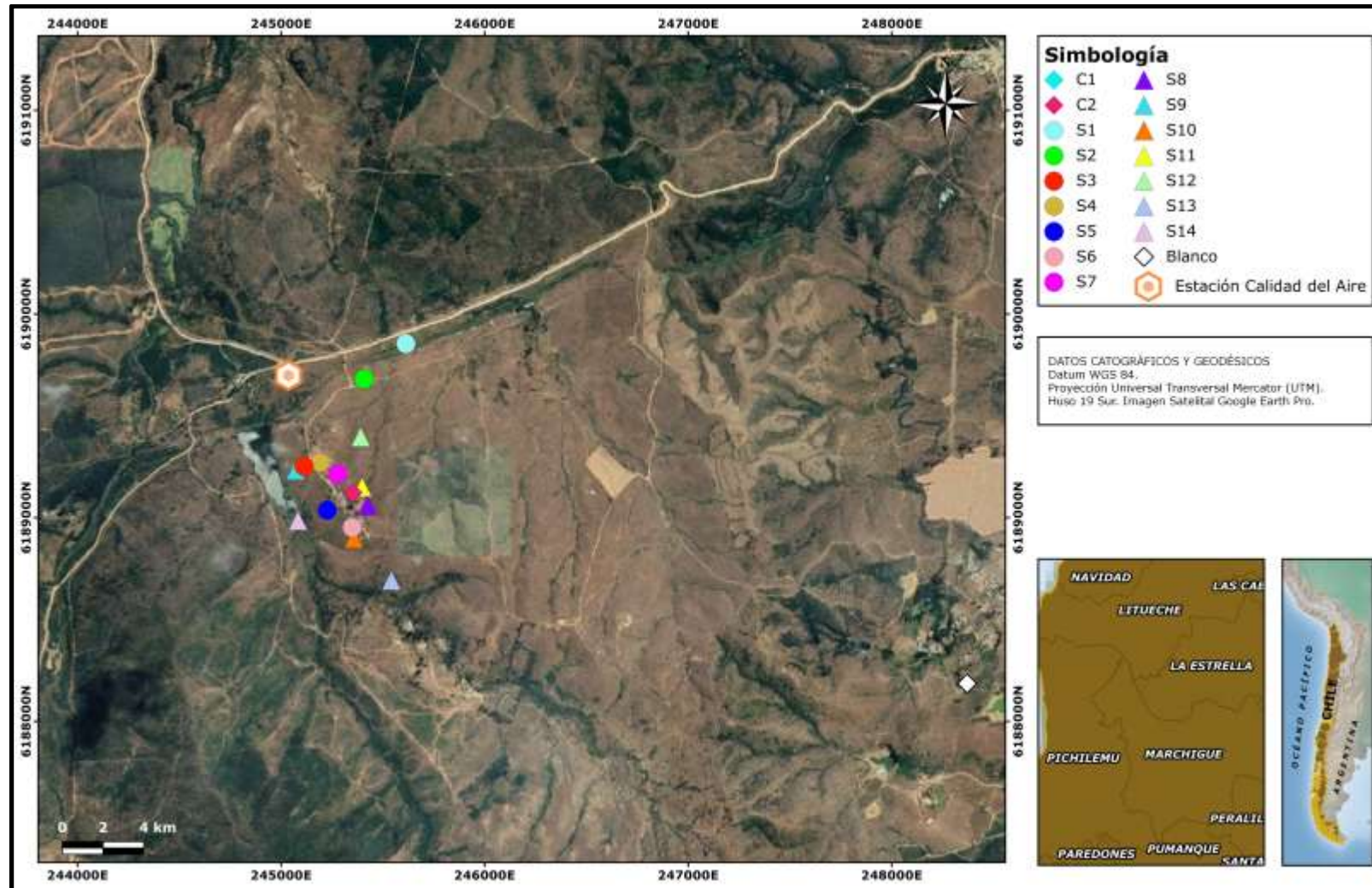


Figura N° 2
Ubicación espacial de puntos de muestreo de suelo

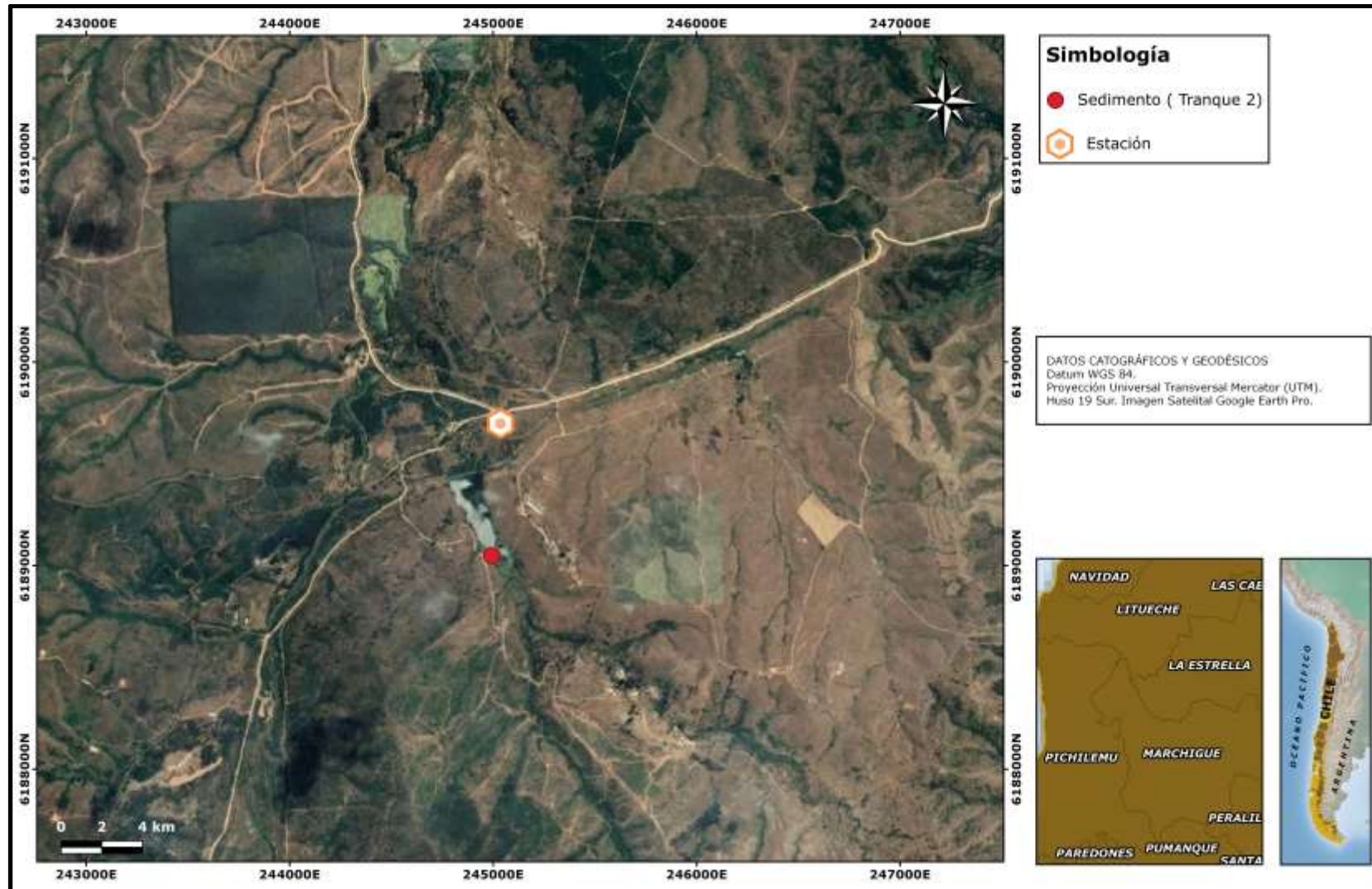


Figura N° 3
Ubicación espacial de punto de muestreo de sedimento

Tabla N° 3
Detalles de puntos de muestreo de suelo

Punto	Coordenadas UTM		Hora	Fecha	Profundidad (cm)
	Este	Norte			
S1	245619	6189855	10:10	18-06-19	Superficial
			10:30		30
			10:40		100
S2	245394	6189661	11:25	18-06-19	Superficial
			11:40		30
			11:50		100
S3	245133	6189259	12:10	18-06-19	Superficial
			12:30		30
			13:00		100
S4	245195	6189272	13:50	18-06-19	Superficial
			14:05		30
			14:20		100
S5	245234	6189026	11:00	19-06-19	Superficial
			11:10		30
			11:20		100
S6	245380	6188970	09:45	19-06-19	Superficial
			10:00		30
			10:10		100
S7	245285	6189200	15:20	18-06-19	Superficial
			15:30		30
			15:45		100
S8	245424	6189054	16:00	18-06-19	Superficial
			16:15		30
			16:30		100
S9	245090	6189229	13:15	18-06-19	Superficial
			13:30		30
			13:45		100
S10	245385	6188917	11:40	19-06-19	Superficial
			12:00		200
			12:10		300
S11	245435	6189152	17:00	18-06-19	Superficial
			17:10		30
			17:30		100
S12	245413	6189381	14:35	18-06-19	Superficial
			14:45		30
			15:00		100

Punto	Coordenadas UTM		Hora	Fecha	Profundidad (cm)
	Este	Norte			
S13	245571	6188689	12:30	19-06-19	Superficial
			12:50		30
			13:00		100
S14	245103	6188988	13:30	19-06-19	Superficial
			13:40		30
			13:50		100
C1	245281	6188998	10:20	19-06-19	Superficial
			10:30		200
			10:40		300
C2	245366	6189130	16:45	18-06-19	Superficial
			09:00	19-06-19	200
			09:10		300
Blanco	248168	6188371	14:50	19-06-19	Superficial
			15:00		30
			15:10		100

Tabla N° 4
Detalles de punto de muestreo de sedimento

Punto	Coordenadas UTM		Hora	Fecha
	Este	Norte		
Sedimento (Tranque 2)	245016	6189050	14:35	17-06-19

3.3.2 Metodología de muestreo de suelo

La metodología de muestreo de suelos y sedimento se basa en la aplicación de las directrices de las siguientes normas:

- NCh 3400/1:2016 Calidad del suelo – Directrices para el diseño de programas de muestreo.
- NCh 3400/2:2016 Calidad del suelo – Directrices sobre técnicas de muestreo.

En resumen las actividades de muestreo se pueden resumir en los siguientes pasos:

1. Se revisaron los materiales requeridos para el muestreo y el envasado de las muestras.
2. Se tomaron 3 muestras de suelo a distintas profundidades superficial, 30 cm y 100 cm.
3. Antes de tomar las muestras superficiales se procedió a sacar la capa vegetal u otro elemento de la superficie del suelo. Para la toma de la muestra se utilizó una pala plástica.
4. Para la toma de muestras de suelo a las profundidades de 30 cm y 100 cm se utilizó un barreno.
5. Para la realización de las calicatas se utilizó una retroexcavadora.
6. Se tomaron 3 muestras de suelo en calicata superficial y a las profundidades de 200 cm y 300 cm.
7. Se recolectaron alrededor de 500 g. de muestra.
8. Para evitar la contaminación de los materiales de muestreo, se utilizó agua destilada y papel absorbente para su limpieza, entre cada toma de muestra.
9. Para la toma de cada muestra se realizó un compósito el cual se roleo con una manga plástica para obtención de una muestra representativa.
10. Para la toma de muestra de sedimento esta se extrajo de la orilla del tranque 2 con una pala plástica. Se recolectaron alrededor de 500 g. de muestra.
11. Posteriormente, el contenido de la muestra de suelo y/o sedimento se introdujo en bolsas plásticas. Para asegurar que no se pierda muestra se ingresó a otra bolsa plástica con su respectiva etiqueta con identificación, fecha y hora en que se realizó la actividad.
12. El almacenamiento se realizó en una caja o cooler que fue transportado al laboratorio acreditado para la realización de los análisis.
13. Se realizó registro fotográfico de los puntos de muestreo.
14. Se registró en la cadena de custodia la información de la muestra.

De la Fotografía N°2 a la Fotografía N°6 se observan algunos de los puntos de muestreo de suelo y sedimento.

Fotografía N° 2
Punto de suelo Superficial



Fotografía N° 3
Punto de suelo 30 cm



Fotografía N° 4
Punto de suelo 100 cm



Fotografía N° 5
Punto de suelo – calicata Superficial, 200 y 300 cm



Fotografía N° 6
Punto sedimento - Tranque 2



3.3.3 Materiales usados en el muestreo de suelo

Los materiales utilizados en la campaña de muestreo de suelo fueron: pala de plástico, barreno, guantes de látex y bolsas tipo Ziploc. Alguno de estos implementos y equipos se pueden apreciar en las siguientes Figura.

Figura N°4:
Materiales utilizados



3.4 Monitoreo de calidad de agua

El muestreo de calidad de agua, tanto superficial como subterránea, se realizó entre los días 17 y 19 de junio de 2019. La toma de las muestras fue realizada por un Inspector Ambiental de Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA.

3.4.1 Ubicación de los puntos de monitoreo de agua

Se identificaron 8 puntos de muestreo de agua, de ellos 5 fueron puntos de agua subterránea (pozos o norias) y 3 fueron puntos de agua superficial (vertiente y traque).

Dos puntos de agua subterránea estuvieron situados lejos de la Fundición, aproximadamente a 3 km, y los restantes estuvieron próximos.

En la Figura N°5 se puede observar la ubicación espacial de los puntos de monitoreo de agua

Luego, cada uno de los puntos de monitoreo de agua fue identificado y georreferenciado. En la tabla N°5 se presentan detalles de los puntos de monitoreo como sus coordenadas, fecha y hora del muestreo realizado.

Tabla N° 5
Detalles puntos de muestreo de agua

Punto	Coordenadas UTM		Hora	Fecha
	Este	Norte		
Pozo Profundo	249717	6190296	17:15	17-06-19
Noria Casas Patronales	248172	6188364	15:10	17-06-19
Noria Cardonal	245605	6188525	13:30	17-06-19
Vertiente	245614	6188605	13:40	17-06-19
Pozo El Membrillo	245111	6188970	14:10	17-06-19
Pozo Fundición	245103	6188999	14:20	17-06-19
Tranque 1	244798	6189375	14:45	17-06-19
Tranque 2	245016	6189050	14:30	17-06-19

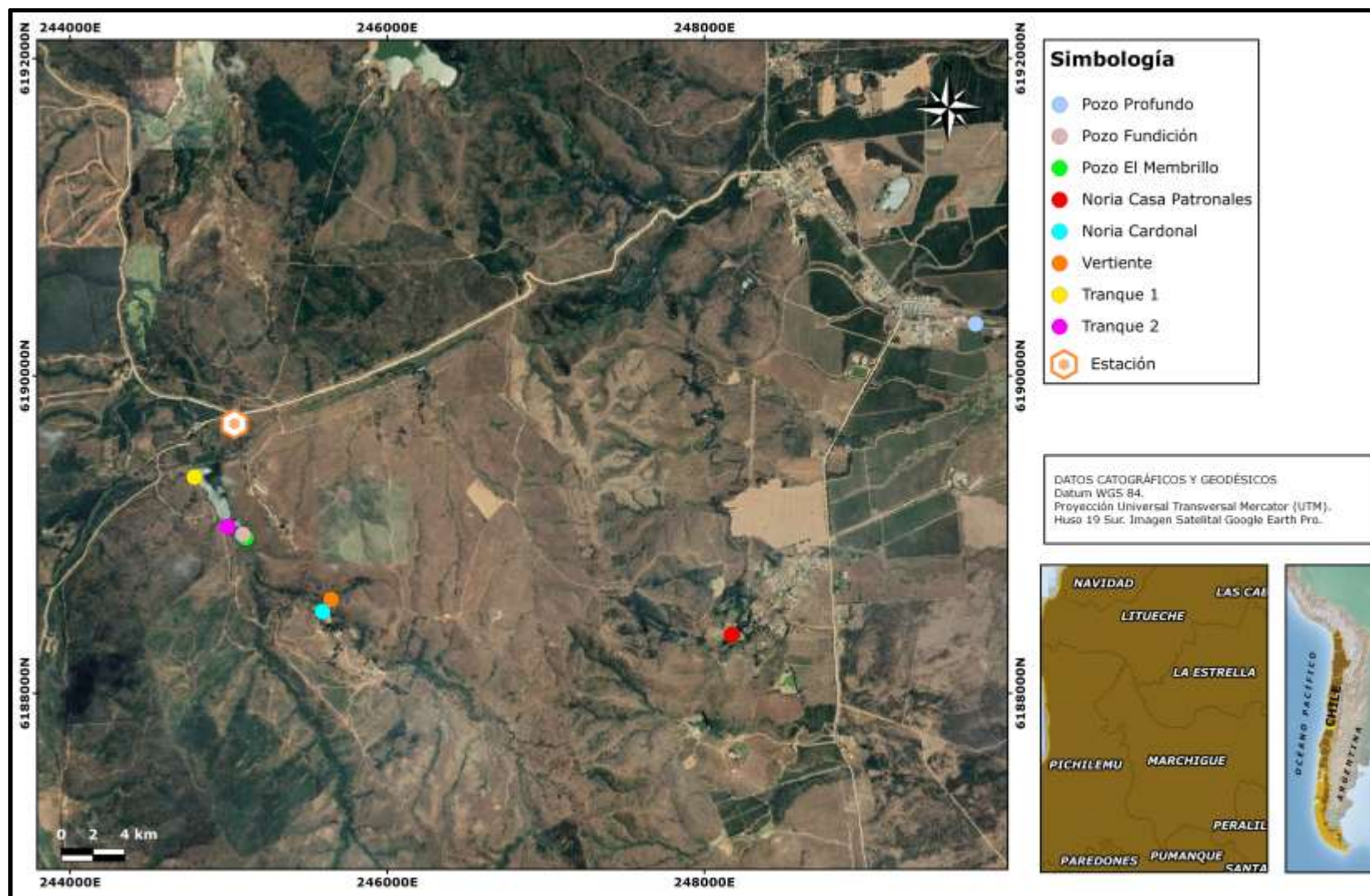


Figura N° 5
Ubicación espacial de puntos de muestreo de agua

3.4.2 Metodologías de muestreo de agua

La metodología de muestreo de aguas se basó en la aplicación de las directrices de las siguientes normas:

Para Agua superficial:

- NCh 411/3 Of. 2014 Guía sobre la preservación y manejo de muestras.
- NCh-ISO 5667/6 Calidad del agua. Muestreo – Parte 6 – Guía para el muestreo de ríos y cursos de aguas.
- Instructivo I-1002 “Instructivo de muestreo de Aguas Superficiales”.

Para Agua subterránea:

- NCh 411/3 Of. 2014 Guía sobre la preservación y manejo de muestras.
- NCh 411/11 Of. 1998 Calidad del agua. Muestreo Parte 11: Guía para el Muestreo de Aguas Subterráneas.
- Instructivo I-1003 “Instructivo de muestreo de Aguas Subterráneas”.

Las actividades asociadas al muestreo de agua se pueden resumir en los siguientes pasos:

1. Se tomó una muestra puntual directamente en los envases.
2. Se verificó la preservación química en los envases que correspondía según el análisis a realizar con tiras indicadoras de papel pH.
3. Se registró en la cadena de custodia la información de la muestra y los resultados de las mediciones in situ.
4. El almacenamiento de las muestras se hizo en un cooler para su traslado al laboratorio.

De la Fotografía N°7 a la Fotografía N°9 se observan algunos de los puntos de muestreo de agua.

Fotografía N° 7
Punto Agua superficial



Fotografía N° 8
Punto agua subterránea - Pozos



Fotografía N° 9
Punto agua vertiente



3.4.3 Metodologías de análisis químico de muestras

Las muestras de agua, suelo y sedimentos fueron transportadas a laboratorio para la determinación de concentración de Plomo, Cadmio, Cobre y Cinc.

Adicionalmente, a las muestras de material particulado respirable MP-10, obtenidas dentro de los días de monitoreo en la Estación Fundición Alcones, fueron sometidas también a análisis químico cuantitativo de Plomo, Cadmio, Cobre y Zinc.

En la tabla N°6 se indica la metodología de análisis químico utilizado para las matrices indicadas anteriormente.

Tabla N° 6:
Metodologías de análisis químico de metales según matriz

Matriz	Parámetros	Método de ensayo^c
Agua superficial y subterránea	Plomo	SM 3111 B, 2012
	Cadmio	SM 3111 B, 2012
	Cobre	SM 3111 B, 2012
	Cinc	SM 3111 B, 2012
Suelo, sedimento y filtro PM-10	Plomo	ILAB-28 Rev. 00 Basado en EPA 3050-B 1996, SM 2012, 3111-B
	Cadmio	ILAB-28 Rev. 00 Basado en EPA 3050-B 1996, SM 2012, 3111-B
	Cobre	ILAB-28 Rev. 00 Basado en EPA 3050-B 1996, SM 2012, 3111-D
	Cinc	ILAB-28 Rev. 00 Basado en EPA 3050-B 1996, SM 2012, 3111-B

^c Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater 22 th Edition 2012 o Aprobadas por INN.

4 Normativa Aplicable

4.1 Normativa para calidad del aire

La normativa ambiental aplicable a la calidad del aire se presenta en la Tabla N°7, mientras que en la Tabla N°8 se presenta los valores normados en la legislación nacional.

Tabla N° 7
Normativa nacional aplicable para calidad del aire

Parámetro	Tipo Norma	N° Decreto/Año	Organismo	Nombre
Operación Estación	----	61/2008	Ministerio Salud	Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos
MP-10	Primaria	59/1998	Ministerio Secretaría General de la República	Establece norma de calidad primaria para material particulado respirable MP ₁₀ , en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.
MP-2,5	Primaria	12/2011	Ministerio Medio Ambiente	Establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP _{2,5} .
SO ₂	Primaria	104/2019	Ministerio Medio Ambiente	Establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de Azufre (SO ₂).
NO ₂	Primaria	114/2002	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO ₂).
CO	Primaria	115/2002	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Establece norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono (CO).

Tabla N° 8
Valores normados en la legislación ambiental para calidad del aire

Parámetro	Tipo Norma	N° Decreto /Año	Valor Norma	Condiciones Superación Norma
MP - 10	Primaria	59/1998	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración de 24 horas.	<ul style="list-style-type: none"> El percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un periodo anual, sea Junior o igual a 150 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$). En un período anual de mediciones, se registrare un número de días con mediciones sobre el valor de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ Junior que siete (7).
			50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como concentración anual.	<ul style="list-style-type: none"> La concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendario consecutivos, sea Junior o igual que 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
MP - 2,5	Primaria	12/2011	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como concentración anual.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el percentil 98 de los promedios diarios registrados durante un año, sea Junior a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
			50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como concentración de 24 horas.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea Junior a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
SO ₂	Primaria	104/2019	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración anual.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea Junior o igual a 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
			150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración diaria.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio aritmético de tres años sucesivos, del percentil 99 de las concentraciones de 24 horas registradas durante un año calendario, en cualquier estación monitorea EMRPG, fuere Junior o igual a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Parámetro	Tipo Norma	N° Decreto /Año	Valor Norma	Condiciones Superación Norma
			350 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración diaria.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio aritmético de tres años calendario sucesivos de los valores del percentil 98,5 de las concentraciones de 1 hora registradas cada año, en cualquier estación monitorea clasificada como EMRPG, fuere Junior o igual a 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
NO_2	Primaria	114/2002	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración anual.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio tri-anual de las concentraciones anuales sea Junior o igual a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
			400 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración horaria.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio tri-anual de percentil 99, de los máximos diarios en forma anual, sea Junior o igual a 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
CO	Primaria	115/2002	10 $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración de 8 horas.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio tri-anual de percentil 99, de los máximos diarios de concentración de 8 horas sea Junior o igual a 10 $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$.
			30 $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$, como concentración horaria.	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el promedio tri-anual de percentil 99, de los máximos diarios de concentración de 1 hora sea Junior o igual a 30 $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$.

4.2 Normativa para calidad del agua

Las normativas para la calidad del agua aplicables a las evaluaciones de las muestras de agua subterránea y superficial fueron las siguientes:

Para las muestras de agua subterránea (pozos y norias) se utilizó la norma de Agua potable NCh409/01 Of.2005

Para las muestras de agua superficial, en los puntos Vertiente, Tranque 1 y Tranque 2, se utilizó la norma NCh1333 of78 Mod87 Agua para riego.

4.3 Normativa para calidad del suelo y sedimentos

En Chile no se cuenta con una normativa para la calidad de suelos en cuanto a contenido de metales, luego los resultados obtenidos para los parámetros de Cadmio, Cobre, Plomo y Cinc fueron comparados con el estándar Holandés^d y de Estados Unidos (USEPA) los que se describen a continuación:

El sistema Holandés (Tabla N°9) establece valores límites de metales pesados en suelos, considera dos valores estándares: un valor de referencia basal (A), y el valor de intervención cuando los suelos necesitan medidas de saneamiento o descontaminación (C).

Tabla N° 9:
Norma holandesa para suelos

Elemento	Suelo estándar	
	Valor (A) de referencia	Valor (C) de intervención
	mg/kg de suelo	
Arsénico	29	55
Cadmio	0,8	12
Cromo	100	380
Cobalto	20	240
Cobre	36	190
Mercurio	0,3	10
Plomo	85	530
Molibdeno	10	200
Níquel	35	210
Cinc	140	720

En la Tabla N°10 se detallan las normas y guía de las concentraciones máximas permitidas para metales según USEPA para suelos en sectores residenciales.

^d Dutch Target and Intervention Values, 2000 (the New Dutch List).

Tabla N° 10:
Norma USEPA para suelos.

Parámetro	SSG USEPA	SHSCPA USEPA	SHSRY USEPA ^e
	Norma	Norma	Norma
	mg/Kg		
Arsénico	0,4	-	-
Cadmio	70	-	-
Cromo	230	-	-
Mercurio	23	-	-
Plomo	-	400	1200

Dónde:

USEPA : Agencia de Protección Ambiental, Estados Unidos de América.
SSG : Guía de revisión de suelos.
SHSCPA : Norma de Riesgos de suelo en zonas de recreación de niños.
SHSRY: : Norma de Riesgos de suelo en otras zonas.

En la ubicación de la Fundición Alcones no existe una zona de recreación de niños, por lo anterior, los resultados de los análisis a las muestras de suelos serán comparados con la norma de riesgo de suelo en otras zonas (SHSRY) en el parámetro plomo.

^e Norma de riesgo para plomo en pintura, polvo y suelo (TSCA Sección 403).

5 Resultados

5.1 Calidad del aire

5.1.1 Material Particulado Respirable MP-10

El material particulado respirable MP-10 fue determinado mediante la instalación de un muestreador de alto volumen en el cual se expuso un filtro de muestreo durante 24 horas, repitiendo este procedimiento durante ocho días. Dicho filtro fue 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 fue retirado del monitor y 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 medida durante las 24 horas del muestreo.

Durante la campaña, se consideró la exposición de cada filtro con una frecuencia de 24 horas. Los días en que se realizaron los muestreos correspondieron a los días 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 de junio 2019.

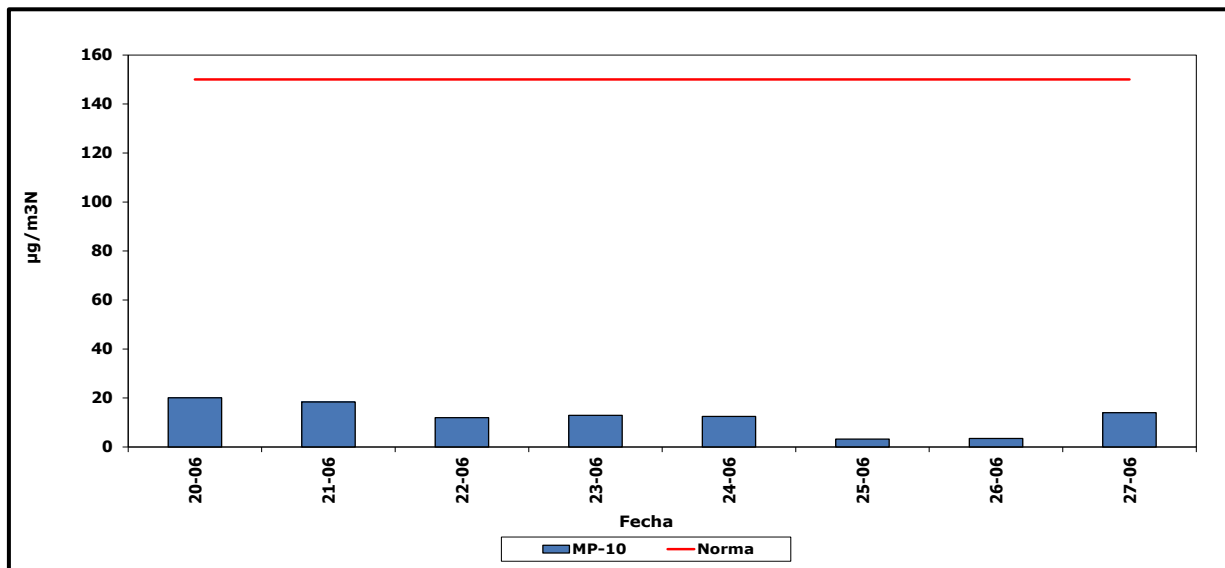
Los resultados obtenidos durante el periodo de monitoreo son presentados en la Tabla N°11, en la que se muestran las concentraciones de cada día muestreado. Posteriormente estos valores son representados en el Gráfico N° 1.

Tabla N° 11
Concentración diaria de MP-10 Estación Fundición Alcones, Junio 2019

Fecha de Muestreo	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
20/06/19	20
21/06/19	18
22/06/19	12
23/06/19	13
24/06/19	12
25/06/19	3
26/06/19	3
27/06/19	14
Promedio	12
Máxima	20
Mínima	3

De acuerdo a lo presentado en la Tabla N°11, la concentración registrada alcanzó un valor máximo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, un valor promedio mensual de $12 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y un valor mínimo de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Gráfico N° 1
Concentración diaria de MP-10 Estación Fundición Alcones, Junio 2019



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

5.1.2 Caracterización Química del Material Particulado Respirable MP-10

A partir de las muestras de material particulado respirable MP-10 obtenidos dentro de los días de monitoreo en la Estación Fundición Alcones, los cuales fueron sometidos a análisis químico cuantitativo de Plomo, Cadmio, Cobre y Zinc. Los resultados se presentan en la Tabla N° 12.

Tabla N° 12
Caracterización Química Material Particulado Respirable MP-10,
Estación Fundición Alcones, Junio 2019

Fecha	Masa Plomo Total (µg)	Concentración Plomo Total (µg/m³N)	Masa Cadmio Total (µg)	Concentración Cadmio Total (µg/m³N)	Masa Cobre Total (µg)	Concentración Cobre Total (µg/m³N)	Masa Zinc Total (µg)	Concentración Zinc Total (µg/m³N)
20-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	73,910	0,047	20,830	0,013
21-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	56,061	0,034	19,680	0,012
22-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	39,627	0,025	18,440	0,011
23-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	46,751	0,031	17,710	0,012
24-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	60,359	0,034	8,790	0,005
25-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	61,886	0,037	7,350	0,004
26-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	65,440	0,036	4,310	0,002
27-06-19	<0,296	<0,296	<0,299	<0,299	63,148	0,045	9,250	0,007

Límite detección: Plomo (Pb): 0,488 µg; Cadmio (Cd): 0,299 µg; Cobre (Cu): 0,285 µg; Zinc (Zn): 0,296 µg.

En la Estación Fundición Alcones, se registraron concentración de Cobre (Cu) y Zinc (Zn) en todos los filtros monitoreados, la máxima concentración de Cobre y Zinc correspondió a 0,047 µg/m³N y 0,013 µg/m³N respectivamente, ambos el día 20 de junio 2019. No se registraron concentraciones de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd).

El certificado de Análisis Químicos y Gravimetría se presenta en el ANEXO III de este documento.

5.1.3 Material Particulado Fino Respirable MP 2,5 (Low Vol)

El material particulado respirable MP-2,5 fue determinado mediante la instalación de un muestreador de bajo volumen en el cual se expuso un filtro de muestreo durante 24 horas, repitiendo este procedimiento durante ocho días. Dicho filtro fue 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 fue retirado del monitor y 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 medida durante las 24 horas del muestreo.

Durante la campaña, se consideró la exposición de cada filtro con una frecuencia de 24 horas. Los días en que se realizaron los muestreos correspondieron a los días 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 de junio 2019.

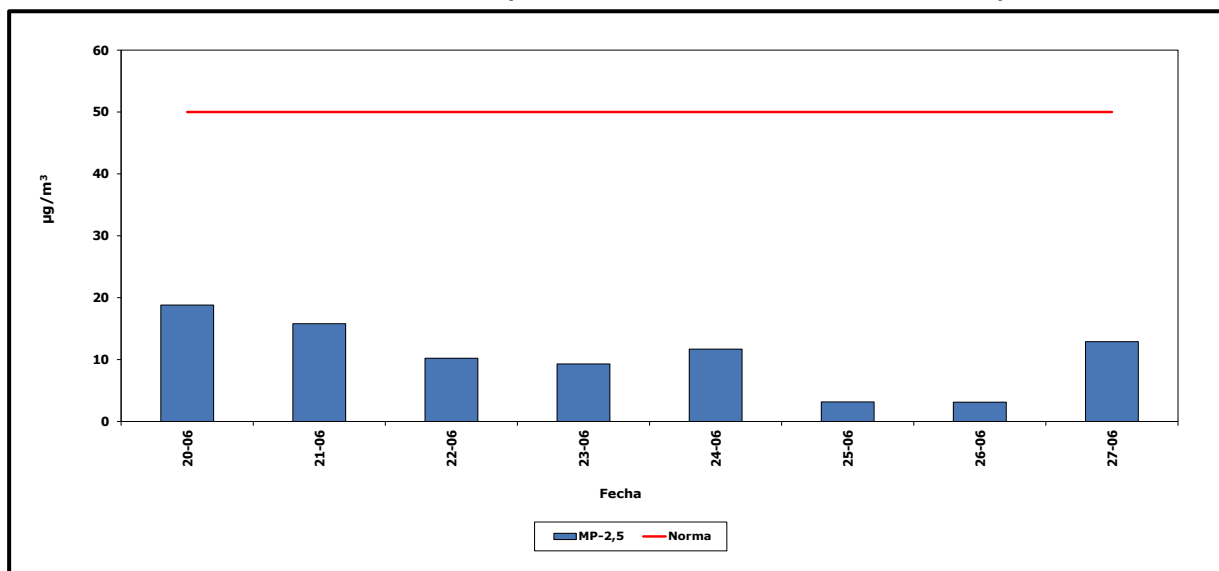
Los resultados obtenidos durante el periodo de monitoreo son presentados en la Tabla N° 13, en la que se muestran las concentraciones de cada día muestreado. Posteriormente estos valores son representados en el Gráfico N° 2.

Tabla N° 13
Concentración diaria de MP-2,5 Estación Fundición Alcones, Junio 2019

Fecha de Muestreo	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
20-06-2019	19
21-06-2019	16
22-06-2019	10
23-06-2019	9
24-06-2019	12
25-06-2019	3
26-06-2019	3
27-06-2019	13
Promedio	11
Máxima	19
Mínima	3

De acuerdo a lo presentado en la Tabla N° 13, la concentración registrada alcanzó un valor máximo de $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un valor promedio mensual de $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un valor mínimo de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gráfico N° 2
Concentración diaria de MP-2,5 Estación Fundición Alcones, Junio 2019



5.1.4 Dióxido de Azufre (SO₂)

La Tabla N°14 muestra el valor promedio y máximo horario diario de los valores de concentración de dióxido de nitrógeno registrados durante Junio 2019.

Tabla N° 14
Concentración de SO₂, Junio 2019

Fecha de Monitoreo	Concentración de 24 hrs (µg/m ³ N)	Máximo Horario (µg/m ³ N)
19-06-2019	1,9	2,6
20-06-2019	1,2	2,3
21-06-2019	1,2	2,2
22-06-2019	1,2	3,0
23-06-2019	1,0	1,5
24-06-2019	1,1	2,2
25-06-2019	1,0	1,8
26-06-2019	1,1	1,9
27-06-2019	1,2	1,6

El Gráfico N° 3 muestra el promedio y el máximo horario de los valores de concentración de dióxido de azufre, registrados durante el mes de Junio 2019, correspondiente a la estación Fundición Alcones. El Gráfico N° 4 muestra el ciclo diario de los valores de concentración de este contaminante para dicha estación.

Gráfico N° 3
Concentración SO₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019

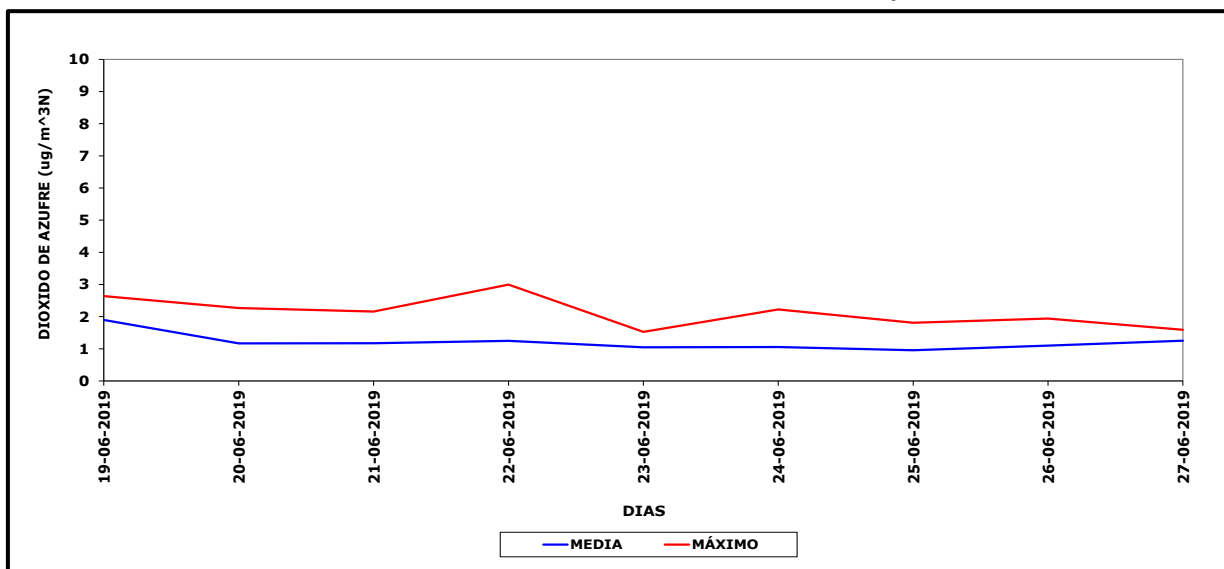
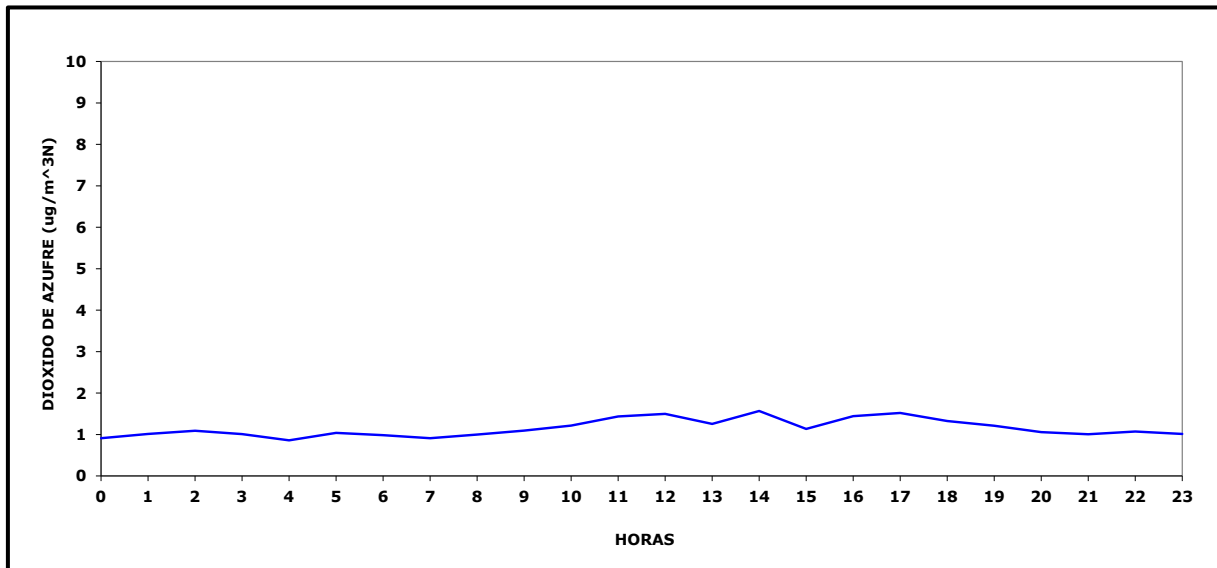


Gráfico N° 4
Ciclo diario SO₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019



Durante el periodo de monitoreo se aprecia en la Estación Fundición Alcones un descenso de las concentraciones durante horas de la noche. Las concentraciones comienzan a aumentar paulatinamente presentándose un *peak* a las 14:00 hrs.

5.1.5 Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

La Tabla N° 15 muestra el valor promedio y máximo horario diario de los valores de concentración de dióxido de nitrógeno registrados durante Junio 2019.

Tabla N° 15
Concentración de NO₂, Junio 2019

Fecha de Monitoreo	Concentración de 24 hrs (µg/m ³ N)	Máximo Horario (µg/m ³ N)
19-06-2019	7,6	8,5
20-06-2019	7,4	15,5
21-06-2019	4,0	9,4
22-06-2019	3,2	7,0
23-06-2019	2,6	7,1
24-06-2019	2,3	7,6
25-06-2019	1,4	5,6
26-06-2019	3,7	13,7
27-06-2019	4,3	10,1

El Gráfico N° 5 muestra el promedio y el máximo horario de los valores de concentración de dióxido de nitrógeno, registrados durante el mes de Junio 2019, correspondiente a la estación Fundición Alcones. El

Gráfico N° 6 muestra el ciclo diario de los valores de concentración de este contaminante para dicha estación.

Gráfico N° 5
Concentración NO₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019

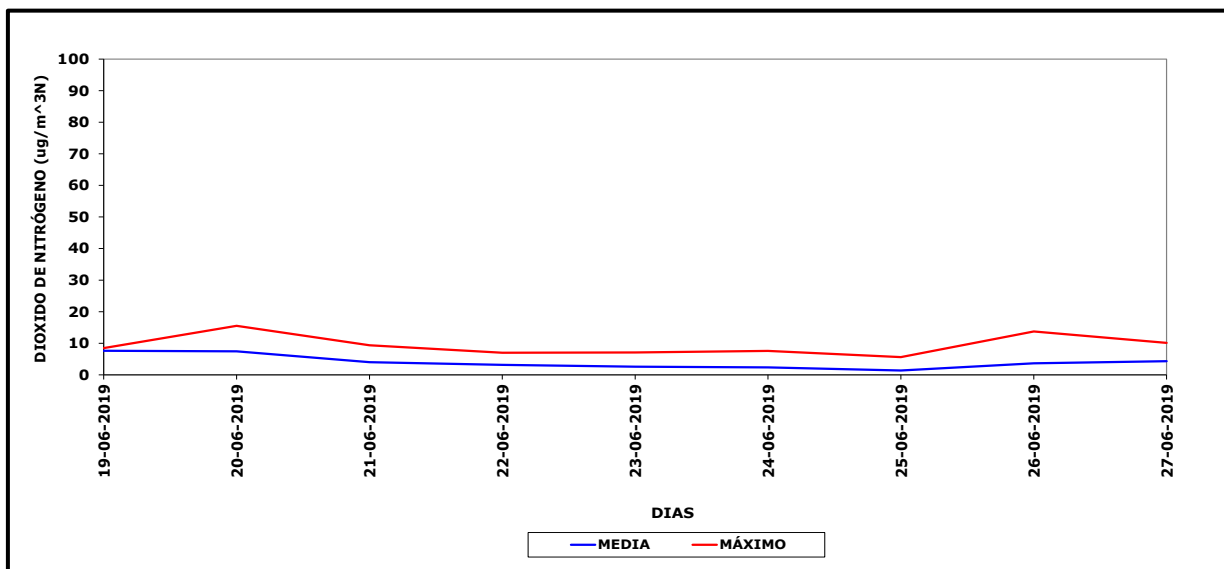
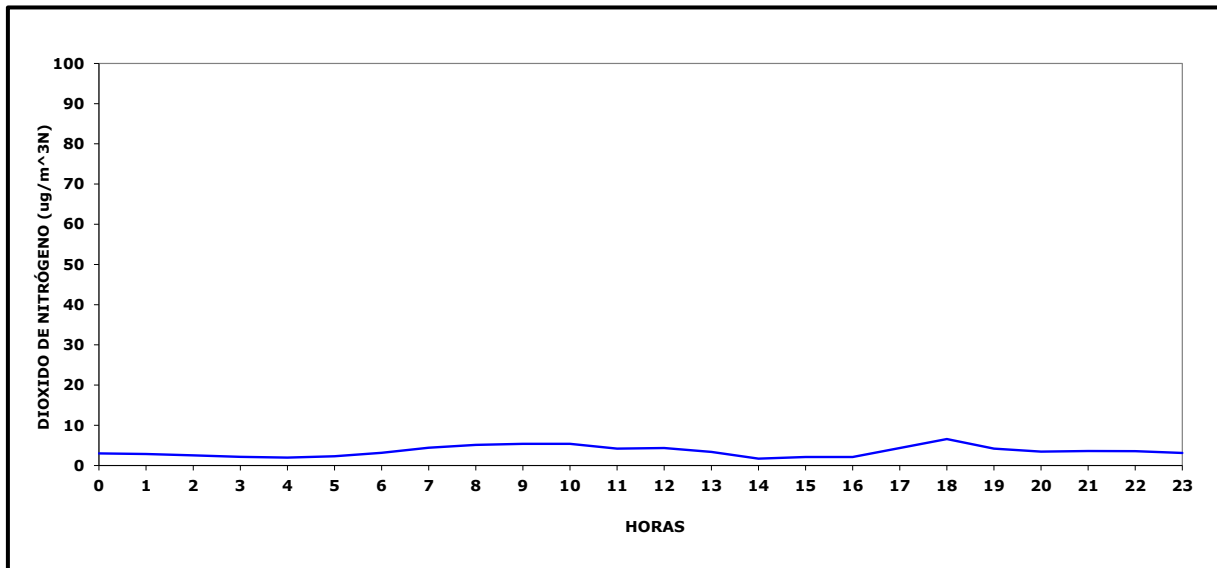


Gráfico N° 6
Ciclo horario NO₂ Estación Fundición Alcones, Junio 2019



Durante los días de monitoreo se aprecia en la Estación Fundición Alcones un descenso de las concentraciones durante las horas de la mañana, a partir de ese instante, las concentraciones comienzan a aumentar, presentándose la máxima a las 18:00 hrs para el NO₂.

5.1.6 Monóxido de Carbono (CO)

La Tabla N° 16 muestra el promedio, el máximo horario y el valor máximo promedio móvil de 8 horas diarios de los valores de concentración de monóxido de carbono registrados en Junio 2019.

Tabla N° 16
Concentración de CO, Junio 2019

Fecha de Monitoreo	Concentración de 24 hrs (mg/m ³ N)	Máximo Horario (mg/m ³ N)	Máximo Promedio Móvil 8hrs (mg/m ³ N)
19-06-2019	0,11	0,11	-
20-06-2019	0,00	0,04	0,10
21-06-2019	0,00	0,03	0,00
22-06-2019	0,01	0,14	0,02
23-06-2019	0,00	0,01	0,00
24-06-2019	0,00	0,01	0,00
25-06-2019	0,00	0,01	0,00
26-06-2019	0,01	0,11	0,04
27-06-2019	0,01	0,02	0,03

El Gráfico N° 7 muestra el promedio, el máximo horario y el valor máximo promedio móvil cada 8 hrs. diarios de los valores de concentración de monóxido de carbono registrados durante el periodo de monitoreo. Por otra parte el Gráfico N° 8 muestra el ciclo diario de los valores de concentración de monóxido de carbono registrado, correspondiente a la estación Fundición Alcones.

Gráfico N° 7
Concentración CO Estación Fundición Alcones, Junio 2019

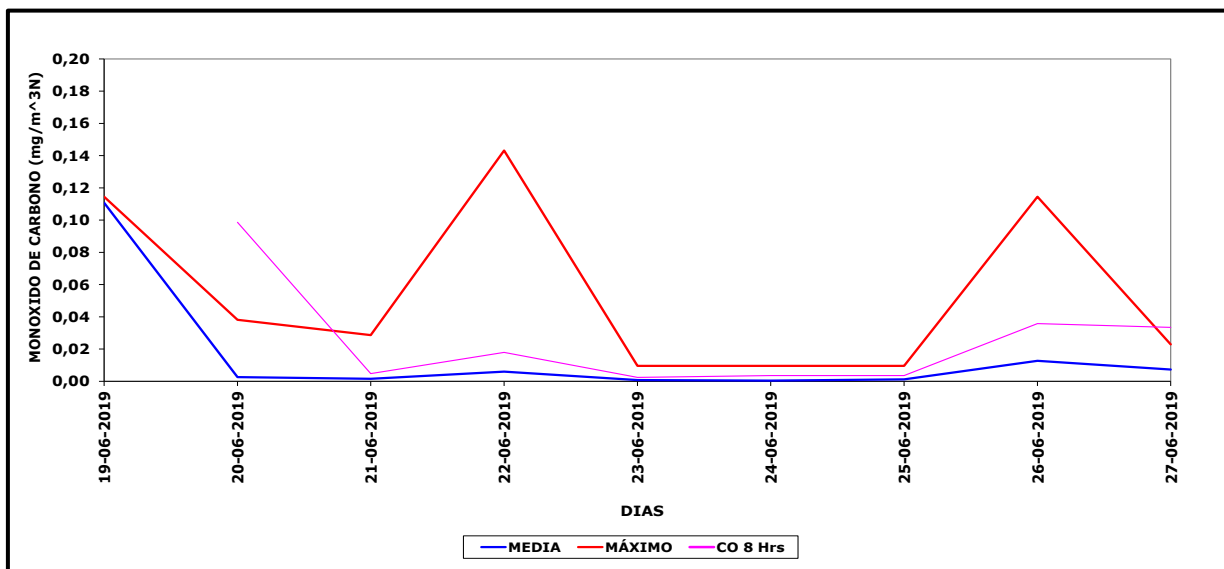
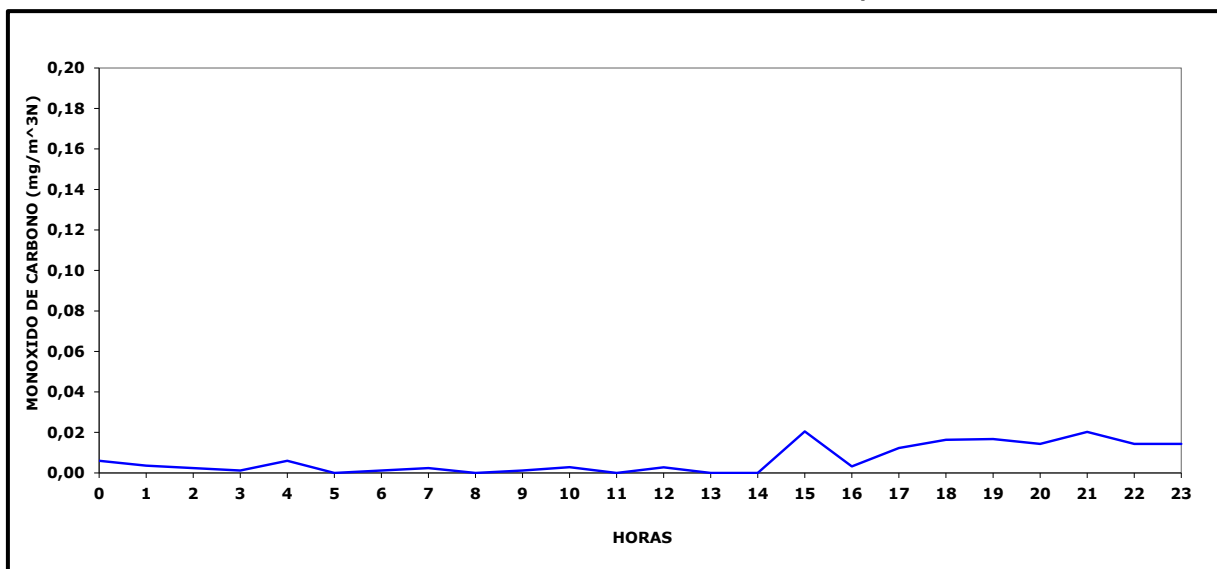


Gráfico N° 8
Ciclo Diario CO Estación Fundición Alcones, Junio 2019



5.2 Calidad del suelo

La Tabla N° 17 y Tabla N° 18 informan los códigos asignados a la muestra en cada laboratorio. Esto permite al momento del análisis no mostrar la procedencia de las muestras, y asegurar la imparcialidad en la ejecución de los análisis y emisión de resultados.

Tabla N° 17:
Código de muestras de suelo

Puntos	Profundidad	Código muestras Laboratorio Algoritmos
S1	Superficial	S-0414
	30 cm	S-0415
	100 cm	S-0416
S2	Superficial	S-0417
	30 cm	S-0418
	100 cm	S-0419
S3	Superficial	S-0420
	30 cm	S-0421
	100 cm	S-0422
S4	Superficial	S-0426
	30 cm	S-0427
	100 cm	S-0428
S5	Superficial	S-0450
	30 cm	S-0451
	100 cm	S-0452
S6	Superficial	S-0446
	30 cm	S-0444
	100 cm	S-0445
S7	Superficial	S-0432
	30 cm	S-0433
	100 cm	S-0434
S8	Superficial	S-0435
	30 cm	S-0436
	100 cm	S-0437

Puntos	Profundidad	Código muestras Laboratorio Algoritmos
S9	Superficial	S-0423
	30 cm	S-0424
	100 cm	S-0425
S10	Superficial	S-0453
	30 cm	S-0454
	100 cm	S-0455
S11	Superficial	S-0439
	30 cm	S-0440
	100 cm	S-0441
S12	Superficial	S-0429
	30 cm	S-0430
	100 cm	S-0431
S13	Superficial	S-0456
	30 cm	S-0457
	100 cm	S-0458
S14	Superficial	S-0459
	30 cm	S-0460
	100 cm	S-0461
C1	Superficial	S-0447
	200 cm	S-0448
	300 cm	S-0449
C2	Superficial	S-0438
	200 cm	S-0442
	300 cm	S-0443
Blanco	Superficial	S-0462
	30 cm	S-0463
	100 cm	S-0464

Tabla N° 18:
Código de muestra de Sedimento

Punto	Código muestras Laboratorio Algoritmos
Sedimento (Tranque 2)	S-0413

La Tabla N° 19 y la Tabla N° 20 presentan los resultados de los parámetros analizados en el laboratorio, según la matriz respectiva.

Tabla N° 19:
Resultados de análisis muestras de suelo

Puntos	Profundidad	Cd	Zn	Cu	Pb
		mg/kg			
S1	Superficial	<0,430	23.38	12.26	17.61
	30 cm	<0,430	21.44	17.54	7.25
	100 cm	<0,430	21.24	7.93	5.27
S2	Superficial	<0,430	25.32	9.02	27.15
	30 cm	<0,430	53.56	23.36	9.58
	100 cm	<0,430	56.37	21.41	9.11
S3	Superficial	<0,430	110.46	35.71	70.19
	30 cm	<0,430	46.36	37.30	31.96
	100 cm	<0,430	46.99	29.04	19.08
S4	Superficial	<0,430	93.42	29.82	168.76
	30 cm	<0,430	13.86	24.73	9.31
	100 cm	<0,430	8.69	19.68	7.70
S5	Superficial	0,894	123.87	169.53	631.92
	30 cm	<0,430	20,30	19,83	15,95
	100 cm	<0,430	17.30	15.92	21.29
S6	Superficial	0,773	55.14	52.98	778.81
	30 cm	<0,430	33.18	15.18	17.36
	100 cm	<0,430	27.42	11.82	39.92
S7	Superficial	<0,430	49.82	21.42	109.30
	30 cm	<0,430	29.98	18.38	9.14
	100 cm	<0,430	28.28	24.39	11.02
S8	Superficial	0,655	52.86	34.09	623.84
	30 cm	<0,430	78.33	47.93	31.15
	100 cm	<0,430	79.27	53.53	441.91
S9	Superficial	<0,430	18.47	10.80	11.96
	30 cm	<0,430	30.06	31.67	9.50
	100 cm	<0,430	28.01	23.57	8.88

Puntos	Profundidad	Cd	Zn	Cu	Pb
		mg/kg			
S10	Superficial	0,690	296.64	654.94	289.20
	30 cm	0,620	34.78	18.91	11.32
	100 cm	<0,430	41.03	18.28	15.55
S11	Superficial	<0,430	25.81	22.04	418.31
	30 cm	<0,430	20.52	21.13	19.91
	100 cm	<0,430	17.91	24.37	22.20
S12	Superficial	<0,430	27.65	15.02	61.23
	30 cm	<0,430	26.70	19.90	8.15
	100 cm	<0,430	34.14	11.41	3.67
S13	Superficial	<0,430	25.34	19.68	14.12
	30 cm	<0,430	32.26	27.91	11.93
	100 cm	<0,430	30.58	28.03	12.56
S14	Superficial	<0,430	47.24	20.49	23.54
	30 cm	<0,430	21.28	8.27	4.08
	100 cm	<0,430	30.25	12.72	5.27
C1	Superficial	0,455	31.97	38.65	411.27
	200 cm	<0,430	23.38	12.26	17.61
	300 cm	<0,430	28.07	10.04	10.98
C2	Superficial	0,570	71.21	64.11	618.26
	200 cm	<0,430	21.24	18.97	335.87
	300 cm	<0,430	15.21	11.92	25.00
Blanco	Superficial	<0,430	36.80	20.77	11.69
	30 cm	<0,430	31.19	14.94	6.99
	100 cm	<0,430	38.31	16.92	7.37
Estándar Holandés	mg/kg	12	720	190	530

Tabla N° 20:
Resultado de análisis muestra de Sedimento

Punto	Cd	Zn	Cu	Pb
	mg/kg			
Sedimento (Tranque 2)	<0,430	24,64	12,52	5,86
Estándar Holandés	12	720	190	530

Desde el Gráfico N° 9 al Gráfico N° 12 se presenta de forma gráfica los resultados de los parámetros de suelo analizados. La línea roja es el valor de intervención del estándar holandés cuando los suelos necesitan medidas de saneamiento o descontaminación.

Gráfico N° 9:
Concentración de Cadmio en suelos

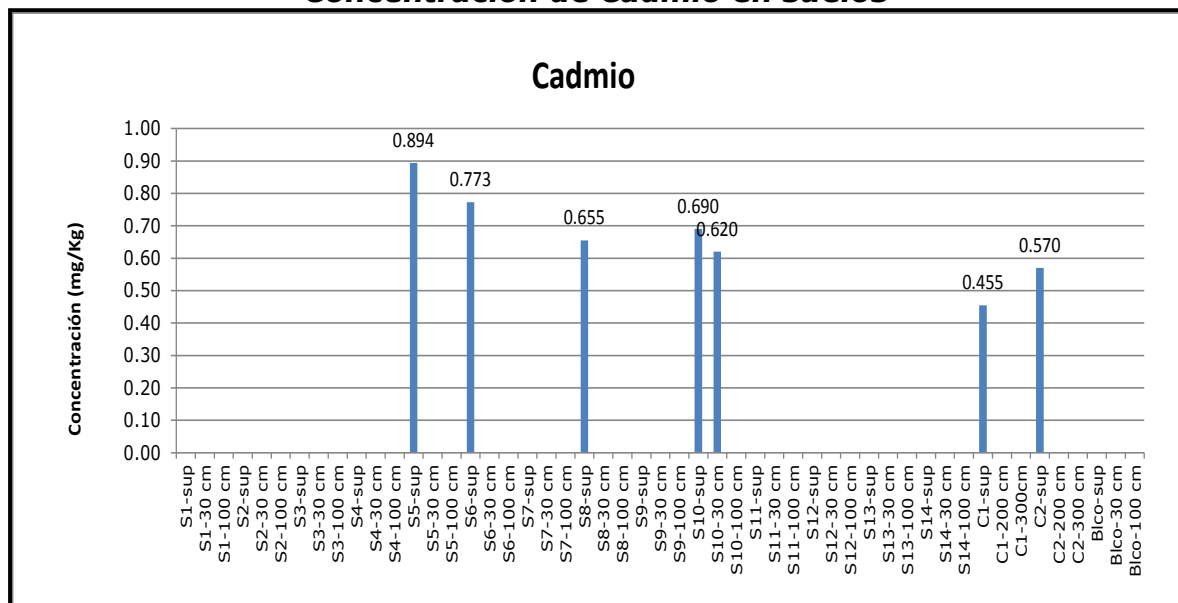


Gráfico N° 10:
Concentración de Cobre en suelos

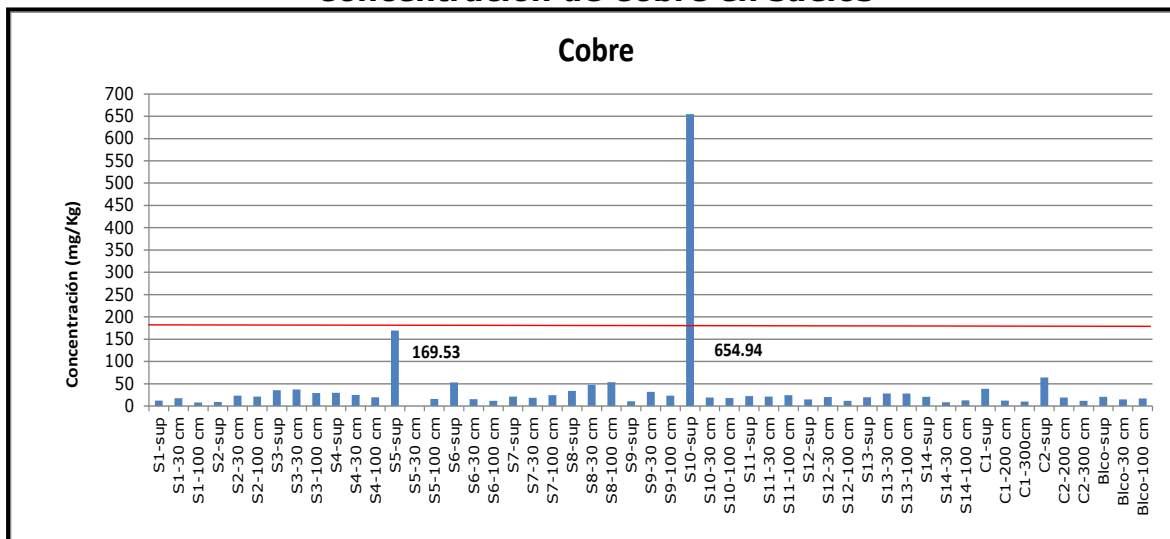


Gráfico N° 11:
Concentración de Plomo en suelos

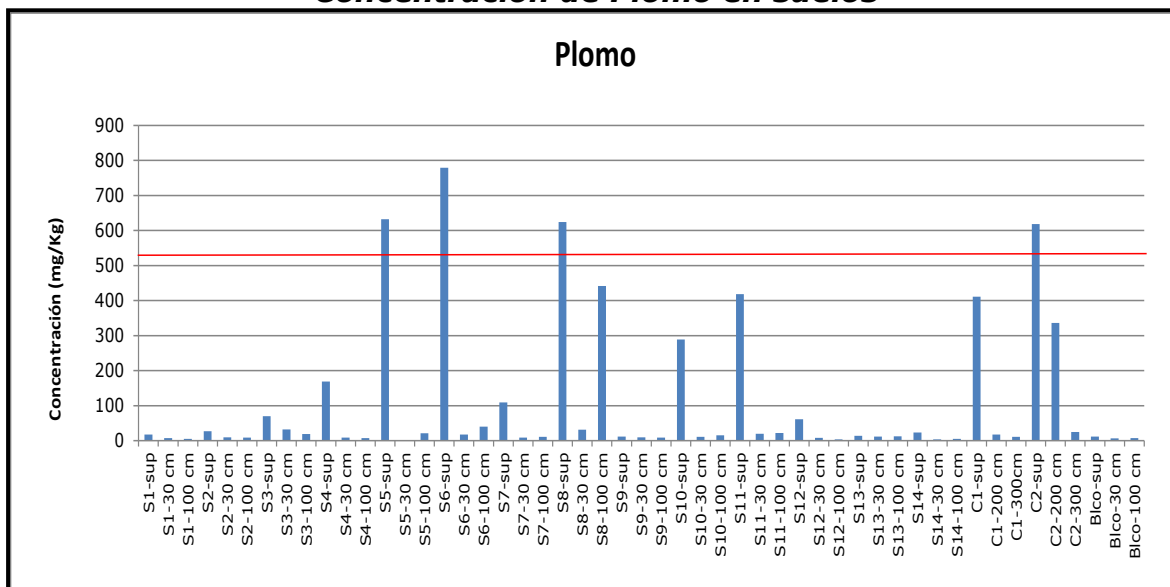
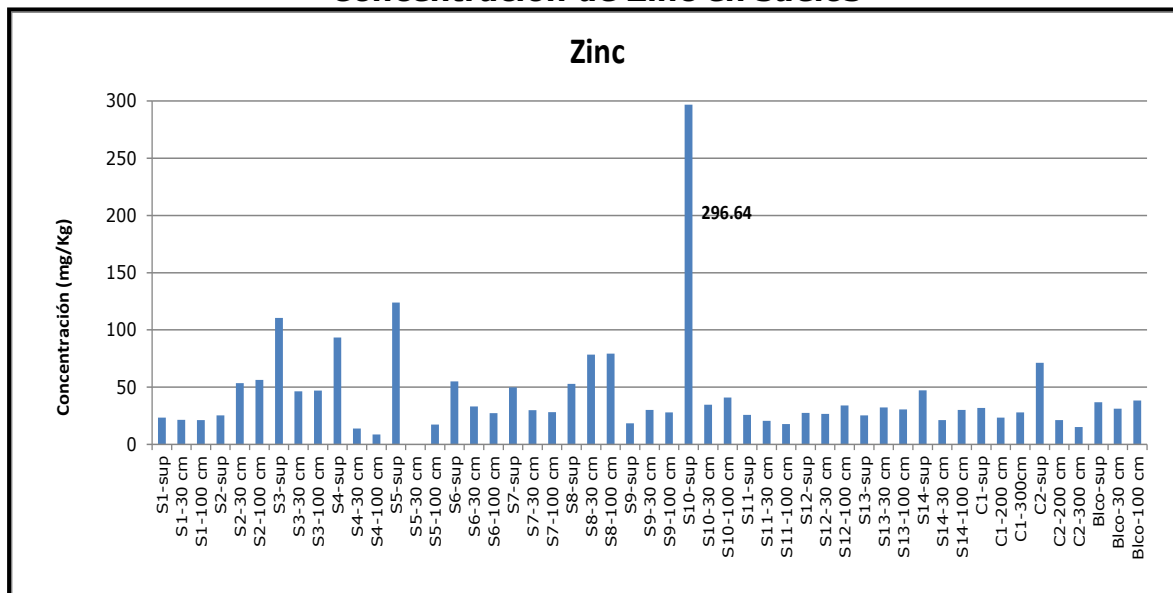
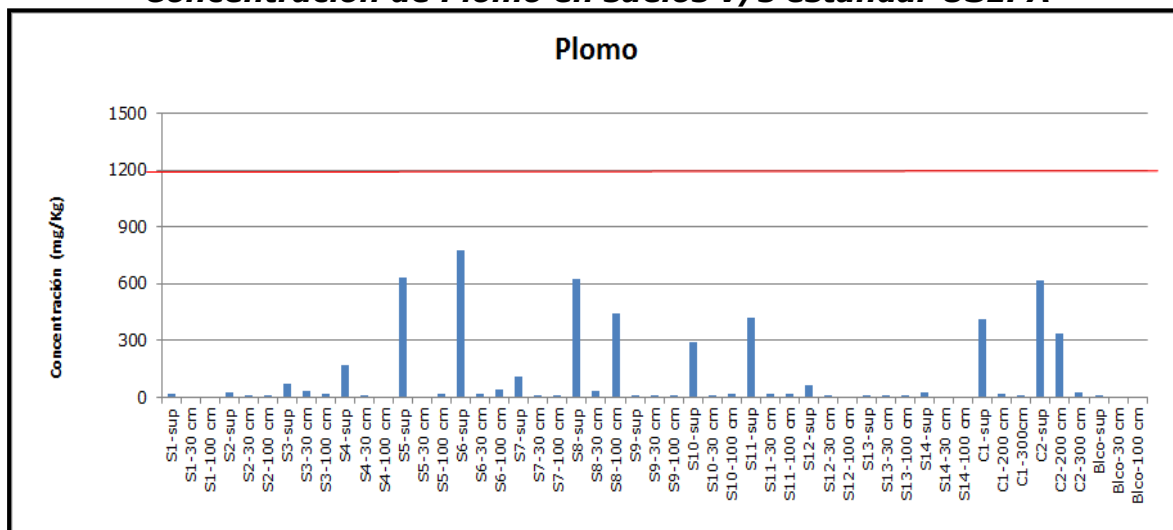


Gráfico N° 12:
Concentración de Zinc en suelos



En el Gráfico N° 13 se presenta de forma gráfica los resultados del parámetro plomo en el suelo analizado. La línea roja es el valor de máximo del estándar USEPA.

Gráfico N° 13:
Concentración de Plomo en suelos v/s estándar USEPA



5.3 Calidad del agua

La Tabla N° 21 informa los códigos asignados a la muestra en cada laboratorio. Esto permite al momento del análisis no mostrar la procedencia de las muestras, y asegurar la imparcialidad en la ejecución de los análisis y emisión de resultados.

Tabla N° 21:
Código de muestras de agua

Puntos	Código muestras Laboratorio Algoritmos
Pozo Profundo	A-1633
Noria Casas Patronales	A-1632
Noria Cardonal	A-1629
Vertiente	A-1634
Pozo El Membrillo	A-1630
Pozo Fundición	A-1631
Tranque 1	A-1636
Tranque 2	A-1635

La Tabla N°22 y la Tabla N°23 presentan los resultados de los parámetros analizados en el laboratorio, según la matriz respectiva.

Tabla N° 22:
Resultados de análisis muestras de agua subterránea

Puntos	Cd	Zn	Cu	Pb
	mg/L			
Pozo Profundo	<0,003	0,047	<0,005	<0,02
Noria Casas Patronales	<0,003	0,017	<0,005	<0,02
Noria Cardonal	<0,003	0,032	<0,005	<0,02
Pozo El Membrillo	<0,003	0,03	<0,005	<0,02
Pozo Fundición	<0,003	0,029	<0,005	<0,02
LMP NCh 409/01 Of.2005	0,01	3,0	2,0	0,05

Tabla N° 23:
Resultados de análisis muestras de agua superficial

Puntos	Cd	Zn	Cu	Pb
	mg/L			
Vertiente	<0,003	0,097	<0,005	<0,02
Tranque 1	<0,003	<0,02	<0,005	<0,02
Tranque 2	<0,003	<0,02	<0,005	<0,02
LMP NCh 1333 Of.78 Mod.87	0,01	2	0,2	5

6 Discusiones

6.1 Calidad del aire

Material Particulado Respirable MP-10

El valor de concentración de 24 horas más alto durante los días que se monitoreó la concentración de **material particulado respirable MP-10** fue de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, registrado el día 20 de junio. Siendo inferior en un 86,7% al valor de referencia de la norma diaria ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

El promedio de **material particulado respirable MP-10** del periodo monitoreado correspondiente a junio 2019 alcanza los $12 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, siendo inferior en un 76,0% al valor límite permisible por la norma anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

En la Estación Fundición Alcones, se registraron concentración de Cobre (Cu) y Zinc (Zn) en todos los filtros monitoreados, la máxima concentración de Cobre y Zinc correspondió a $0,047 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $0,013 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos el día 20 de junio 2019. No se registraron concentraciones de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd).

Material Particulado Fino Respirable MP-2,5

El valor de concentración de 24 horas más alto durante los días que se monitoreó la concentración de **material particulado respirable MP-2,5 discreto** fue de $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registrado el día 20 de junio 2019. Siendo inferior en un 62,0% al valor de referencia de la norma diaria ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

El promedio de **material particulado respirable MP-2,5 discreto** del periodo monitoreado correspondiente a junio 2019 alcanza los $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siendo inferior en un 45,0% al valor límite permisible por la norma anual ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Gases

Durante los días que se monitoreo **dióxido de azufre**, las concentraciones registradas presentan una máxima concentración de 24 horas de $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La concentración mensual promedio fue de $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Respecto del valor máxima concentración de 1 hora de **dióxido de azufre** registrado correspondió a $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Durante los días que se monitoreo la concentración de **dióxido de nitrógeno**, la concentración mensual promedio es $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El valor de la máxima concentración de 1 hora fue de $15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Durante los días que se monitoreó **monóxido de carbono**, la máxima concentración horaria fue de $0,14 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$. La máxima concentración de 8 horas fue $0,10 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$.

6.2 Calidad de suelos y sedimento

Al comparar los resultados de laboratorio para las muestras de suelo con los valores de referencia del estándar Holandés se puede indicar lo siguiente:

Todas las concentraciones de Cadmio en las muestras de suelo se encontraron bajo el valor del estándar de referencia (12 mg/Kg).

La mayor concentración de Cadmio se registró en el punto S5-sup, con un valor de 0,894 mg/kg, mientras que el menor valor fue de <0,430 mg/kg correspondiente al límite de detección del método.

Todas las concentraciones de Cinc en las muestras de suelo se encontraron bajo el valor del estándar de referencia (720 mg/Kg).

La máxima concentración de Cinc se registró en el punto S10-sup con un valor de 296,64 mg/kg, y la menor concentración se registró en el punto S4-100 cm, con un valor de 8,69 mg/kg.

Solo una de las concentraciones de Cobre (S10-sup) superó el valor del estándar de referencia (190 mg/kg). Las mayores concentraciones de Cobre se registraron en el punto S10-sup (654,94 mg/Kg) y S5-Sup (169,53 mg/Kg), mientras que el menor valor se registró en el punto S1-100 cm, con un valor de 7,93 mg/kg.

Las concentraciones de Plomo (S5-sup, S6-sup, S8-sup y C2-sup) superaron el valor del estándar de referencia (530 mg/Kg).

El máximo valor de concentración de Plomo se registró en el punto S6-sup (778,81 mg/kg), mientras que el menor valor se registró en el punto S12-100 cm, con un valor de 3,67 mg/kg.

Cabe señalar que los puntos que presentaron las mayores concentraciones de los metales analizados se encontraron alrededor de la Fundición Alcones.

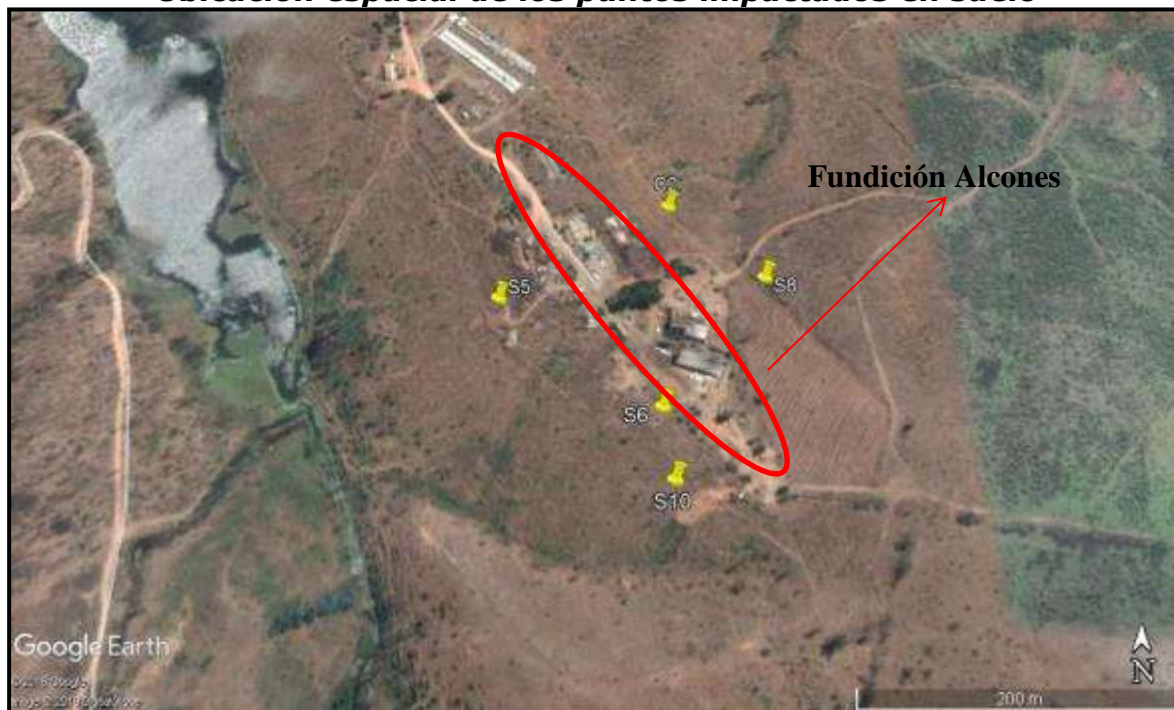
No se observó que alguna muestra de suelo bajo los 30 cm haya superado la norma de referencia, Los demás puntos muestreados, incluida la muestra de sedimento, se encontraron bajo los valores de referencia.

Al comparar los resultados de laboratorio para las muestras de suelo con los valores de referencia del estándar USEPA para Plomo se tiene que:

Todos los puntos muestreados de suelo y sedimento se encuentran bajo el valor máximo de 1200 mg/Kg de la norma de referencia.

En la Figura N°6 siguiente se muestra un mapa de los puntos donde se encontraron las mayores las concentraciones de los parámetros de Cadmio, Cobre, Plomo y Cinc y la ubicación de la Fundición Alcones.

Figura N° 6:
Ubicación espacial de los puntos impactados en suelo



6.3 Calidad del agua

Al comparar los resultados de laboratorio para las muestras de aguas subterráneas (pozos y norias) con los valores de referencia de la norma de agua potable, NCh409/01 Of. 2005, se observa que todas las muestras están bajo los límites de referencia de la norma indicada e incluso bajo el límite de detección para Cadmio (0,003 mg/L), Cobre (0,005 mg/L) y Plomo (0,02 mg/L).

Para el Zinc el valor más alto se obtuvo el Pozo Profundo (0,047 mg/L) y el más bajo en Noria Casas Patronales (0,017 mg/L). Siendo el valor más alto 63,8 veces más bajo que la norma de agua potable para Zinc (3,0 mg/L).

Al comparar los resultados de laboratorio para las muestras de aguas superficiales (vertiente y tranque) con los valores de referencia de la norma de agua para riego, NCh 1333 Of.78 Mod.87, se observa que todas las muestras están bajo los límites de referencia de la norma indicada e incluso bajo el límite de detección para Cadmio (0,003 mg/L), Cobre (0,005 mg/L) y Plomo (0,02 mg/L).

Para el Zinc el valor más alto se obtuvo en el punto Vertiente (0,097 mg/L), siendo este valor 20,6 veces más bajo que la norma de agua de riego para Zinc (2,0 mg/L). Las otras muestras estuvieron bajo el límite de referencia de la norma indicada e incluso bajo el límite de detección para Zinc (0,02 mg/L).

7 Conclusiones

Sobre la base de los resultados obtenidos por el monitoreo de calidad de aire, suelo y agua realizado para Fundición Alcones entre los días 17 a 27 de junio de 2019, y su comparación con normativas ambientales respectivas o referenciales se puede concluir lo siguiente:

Respecto del monitoreo de calidad de aire:

- Los valores de concentración de 24 horas de **material particulado respirable MP-10 y MP-2,5** no superaron el valor de referencia de la norma diaria $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.
- El promedio de **material particulado respirable MP-10 y MP-2,5** del periodo monitoreado correspondiente a Junio 2019 alcanza los $12 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente y no supera el valor límite permisible por la norma anual $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente
- La concentración máxima de Cobre y Zinc en los filtros MP-10 monitoreados correspondió a $0,047 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ y $0,013 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ respectivamente, ambos el día 20 de junio 2019. No se registraron concentraciones de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd).
- Las concentraciones registradas de **dióxido de azufre** presentan una máxima concentración de 24 horas de $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. La concentración mensual promedio fue de $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- Respecto del valor máximo de concentración de 1 hora de **dióxido de azufre** registrado correspondió a $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- La concentración mensual promedio de **dióxido de nitrógeno**, fue de $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. El valor de la máxima concentración de 1 hora fue de $15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- El valor máximo de concentración de **monóxido de carbono** fue de $0,14 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$. La máxima concentración de 8 horas fue $0,10 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$.

Al comparar de manera referencial los valores medidos en la estación Fundición Alcones con la normativa aplicable, se podría concluir que las concentraciones de dióxido de azufre SO_2 , monóxido de Carbono CO y dióxido de nitrógeno NO_2 , no sobrepasan el valor límite establecido por las normas primarias respectivas.

Respecto del monitoreo de calidad de suelos y sedimento:

- Ninguno de los puntos muestreados de suelo y sedimento superó el valor límite permisible por la norma USEPA de referencia para el parámetro **Plomo** ($1200 \text{ mg}/\text{Kg}$).
- Ninguno de los puntos muestreados de suelo y sedimento superó el valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro **Cadmio** ($12 \text{ mg}/\text{Kg}$).

- Ninguno de los puntos muestreados de suelo y sedimento superó el valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro **Zinc** (720 mg/Kg).
- Los puntos S5-sup, S6-sup, S8-sup y C2-sup superaron el valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro **Plomo** (530 mg/Kg).
- Solo uno de los puntos muestreados de suelos S10-sup superó valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para el parámetro **Cobre** (190 mg/Kg).
- Ninguna muestra de suelo bajo los 30 cm superó algún valor límite permisible por la norma Holandesa de referencia para los metales evaluados.
- Los valores de concentración de metales en suelo más elevados se obtuvieron en las inmediaciones de la Fundición Alcones en los puntos S5-sup, S6-sup, S8-sup, S10-sup y C2-sup.

Respecto del monitoreo de calidad de aguas:

En las muestras de agua subterránea, tomadas en pozos y norias, las concentraciones de Cadmio, Cinc, Cobre y Plomo, se encontraron bajos los límites máximos permitidos según norma NCh409/01 Of.2005 del agua potable.

En las muestras de aguas superficiales, tomadas en Vertiente, Tranque 1 y Tranque 2, las concentraciones de Cadmio, Cinc, Cobre y Plomo, se encontraron bajos los límites máximos permitidos según norma NCh1333 of78 Mod87 para riego.

Se evidenció en todas las muestras de agua que las concentraciones de Cadmio, Cobre y Plomo estuvieron bajo el límite de detección de la técnica de análisis respectiva.

8 Referencias

- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. *Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos*. DTO. N°61. Santiago 2008.
- CHILE, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP-10, En Especial de los valores que definen Situaciones de Emergencia. Deroga Decreto N°20, con fecha 17 octubre 2015*. DTO. N°59. Santiago 1998.
- CHILE, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino Respirable MP-2,5*. Decreto N°12. Santiago 2011.
- CHILE, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. *Norma de Calidad Primaria de Aire para Dióxido de Azufre (SO₂)*. D.S.N°104. Santiago 2019.
- CHILE, MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. *Norma Primaria de Calidad de Aire para Monóxido de Carbono (CO)*.D.S.N°115. Santiago 2002.
- CHILE, MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. *Norma Primaria de Calidad de Aire para Dióxido de Nitrógeno (NO₂)*.D.S.N°114. Santiago 2002.
- EE.UU. Teledyne Advanced Pollution Intrumentation. Manual de operación Analizador de óxido de azufre por Fluorescencia UV, Teledyne Modelo T100. Agosto 2011.
- EE.UU. Teledyne Advanced Pollution Intrumentation. Manual de operación Analizador de óxidos de nitrógeno, Teledyne Modelo T200. Febrero 2012.
- EE.UU. Teledyne Advanced Pollution Intrumentation. Manual de operación Analizador de monóxido de carbono Teledyne Modelo T300. Febrero 2012.
- EE.UU. Tisch Enviromental, Inc. Manual de operación Muestreador de material particulado de alto volumen. Octubre 2010.
- Procedimiento Técnico para Muestreo de Suelo P-1001. Algoritmos SpA.
- NCh 3400/1:2016 Calidad del Suelo-Muestreo-Parte 1: Directrices para el diseño de los programas de muestreo.
- NCh 3400/2:2016 Calidad del suelo – Muestreo – Parte 2: Directrices sobre técnicas de muestreo.
- NCh 3400/3:2016 Calidad del suelo – Directrices sobre seguridad.
- Dutch Target and Intervention Values, 2000 (the New Dutch List).
- Norma USEPA. Norma de riesgo para plomo en pintura, polvo y suelo (TSCA Sección 403)

ANEXO 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 II^f

TABLAS DE CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP-10 Y MATERIAL PARTICULADO FINO RESPIRABLE MP-2,5

^f Los códigos de invalidación están detallados en el ANEXO I.

DETALLES DE MONITOREO DE MP-10

JUNIO 2019

UNIDAD: $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

Nº de Muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8
Fecha	20-06	21-06	22-06	23-06	24-06	25-06	26-06	27-06
Nº Filtro	9256490	9256491	9256492	9256493	9256494	9256495	9256496	9256497
P.inicial (g)	4,353	4,354	4,359	4,353	4,342	4,316	4,334	4,352
P.final (g)	4,364	4,385	4,379	4,372	4,364	4,321	4,340	4,371
Polvo (μg)	31800	30400	19300	19400	22200	5400	6400	19700
Hor.inicial	0,35	22,62	45,92	68,56	89,48	114,91	137,82	163,39
Hor.final	22,60	45,91	68,54	89,46	114,39	137,79	163,36	183,42
Tiempo (horas)	22,25	23,29	22,62	20,90	24,91	22,88	25,54	20,03
Flujo m3/min	1,132	1,136	1,134	1,138	1,128	1,130	1,131	1,128
Flujo corr m3N/min	1,188	1,186	1,186	1,196	1,188	1,211	1,195	1,172
Vol (m3)	1511	1587	1539	1426	1685	1551	1732	1355
Vol corr (m3N)	1586	1657	1610	1500	1776	1662	1832	1409
Conc. Polvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21	19	13	14	13	3	4	15
Conc. Polvo corr ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	20	18	12	13	12	3	3	14
Observaciones	--	--	--	--	--	--	--	--

DETALLES DE MONITOREO DE MP-2,5
JUNIO 2019
UNIDAD: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fecha	Nº Filtro	Masa inicial mg	Masa Final mg	Masa ug	Tiempo Hr	Flujo L/min	Volumen m3	Concentración ug/m3
20/06/2019	P4214185	137,367	137,783	416	22,06	16,7	22,1	19
21/06/2019	P4216786	138,516	138,896	380	23,98	16,7	24,0	16
22/06/2019	P6013389	142,459	142,690	231	22,56	16,7	22,6	10
23/06/2019	P6416674	139,974	140,170	196	21,05	16,7	21,1	9
24/06/2019	P6416690	141,057	141,338	281	24,00	16,7	24,0	12
25/06/2019	P6416693	141,159	141,234	75	22,99	17,11	23,6	3
26/06/2019	P6416793	143,041	143,116	75	24,00	16,7	24,0	3
27/06/2019	P6416795	142,605	142,864	259	20,03	16,7	20,1	13

ANEXO III CERTIFICADO DE GRAVIMETRÍA y ANÁLISIS QUÍMICOS (AIRE)



Resultados de Ensayos: Gravimetría de Filtros

INFORME N° LAB19-3586

Nombre Cliente : CALIDAD DEL AIRE
Dirección Cliente : Arzobispo Larraín Gandanillas 90, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : MP 10
Identificación del Punto de Muestreo : Estación Fundición Alcones
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)
9256490	m: 20/06/2019 r: 21/06/2019	21/06/2019 12:06 h	4.3526	4.3844	0.0318

Ruby Utrera C.
 Gerente Laboratorio
 ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 27 de Junio de 2019

Algoritmos 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

INFORME N° LAB19-3605

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 Fundición Alcones
Balanza : LA 130 S-F
Método de Análisis : ILAB-F/01 rev.00, 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)
9256491	m: 21/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:30 h	4.3543	4.3847	0.0304
9256492	m: 22/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:30 h	4.3593	4.3786	0.0193
9256493	m: 23/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:30 h	4.3529	4.3723	0.0194
9256494	m: 24/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:30 h	4.3416	4.3638	0.0222

Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 27 de Junio de 2019



Resultados de Ensayos: Gravimetría de Filtros

INFORME N° LAB19-3681

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 Fundición Alcones
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)
9256495	m: 25/06/2019 r: 26/06/2019	26/06/2019 17:16 h	4.3158	4.3212	0.0054
9256496	m: 26/06/2019 r: 27/06/2019	27/06/2019 17:25 h	4.3338	4.3402	0.0064
9256497	m: 27/06/2019 r: 27/06/2019	27/06/2019 17:35 h	4.3515	4.3712	0.0197

Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 01 de Julio de 2019



Resultados de Ensayos: Filtros

INFORME N° LAB19-3675

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 - Fundición Alcones

Código Identificación	Fecha de Muestreo / Recepción	Fecha y hora Inicio Análisis	Parámetro	Método de Análisis	Límite Detección	Fecha de análisis	Resultado	Unidad
9256490	m: 20/06/19 r: 21/06/19	21/06/2019 12:06 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.299 ug/Filtro	27/06/2019	< 0.299	ug/Filtro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.295 ug/Filtro	26/06/2019	73.910	ug/Filtro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B. 1996 SM 3111-B. 2012	0.488 ug/Filtro	26/06/2019	< 0.488	ug/Filtro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B. 1996 SM 3111-B. 2012	0.296 ug/Filtro	26/06/2019	20.83	ug/Filtro
9256491	m: 21/06/19 r: 25/06/19	25/06/2019 10:30 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.299 ug/Filtro	28/06/2019	< 0.299	ug/Filtro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.293 ug/Filtro	28/06/2019	36.061	ug/Filtro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B. 1996 SM 3111-B. 2012	0.488 ug/Filtro	28/06/2019	< 0.488	ug/Filtro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B. 1996 SM 3111-B. 2012	0.296 ug/Filtro	28/06/2019	15.68	ug/Filtro
9256492	m: 22/06/19 r: 25/06/19	25/06/2019 10:30 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.299 ug/Filtro	28/06/2019	< 0.299	ug/Filtro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.293 ug/Filtro	28/06/2019	28.627	ug/Filtro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B. 1996 SM 3111-B. 2012	0.488 ug/Filtro	28/06/2019	< 0.488	ug/Filtro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B. 1996 SM 3111-B. 2012	0.296 ug/Filtro	28/06/2019	15.44	ug/Filtro

Código Identificación	Fecha de Muestreo / Recaptación	Fecha y hora Inicio Análisis	Parámetro	Método de Análisis	Límite Detección	Fecha de análisis	Resultado	Unidad
9256493	m: 23/06/19 r: 25/06/19	25/06/2019 10:30 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3114-B, 2012	0.299 ug/litro	28/06/2019	< 0.299	ug/litro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3114-B, 2012	0.355 ug/litro	28/06/2019	46.751	ug/litro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug/litro	28/06/2019	< 0.488	ug/litro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug/litro	28/06/2019	17.71	ug/litro
9256494	m: 24/06/19 r: 25/06/19	25/06/2019 10:30 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3114-B, 2012	0.299 ug/litro	28/06/2019	< 0.299	ug/litro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3114-B, 2012	0.355 ug/litro	28/06/2019	60.359	ug/litro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug/litro	28/06/2019	< 0.488	ug/litro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug/litro	28/06/2019	8.79	ug/litro
9256495	m: 25/06/19 r: 26/06/19	26/06/2019 17:16 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3114-B, 2012	0.299 ug/litro	01/07/2019	< 0.299	ug/litro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3114-B, 2012	0.355 ug/litro	01/07/2019	61.096	ug/litro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.488 ug/litro	01/07/2019	< 0.488	ug/litro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 3050 B, 1996 SM 3111-B, 2012	0.296 ug/litro	01/07/2019	7.33	ug/litro

Código Identificación	Fecha de Muestreo / Recepción	Fecha y hora Inicio Análisis	Parámetro	Método de Análisis	Límite Detección	Fecha de análisis	Resultado	Unidad
9256496	m: 26/06/19 r: 27/06/19	27/06/2019 17:25 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.299 ug/litro	01/07/2019	< 0.299	ug/litro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.335 ug/litro	01/07/2019	45.440	ug/litro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3111-B. 2012	0.435 ug/litro	01/07/2019	< 0.435	ug/litro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3111-B. 2012	0.296 ug/litro	01/07/2019	4.31	ug/litro
9256497	m: 27/06/19 r: 27/06/19	27/06/2019 17:25 h	Cd	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.299 ug/litro	01/07/2019	< 0.299	ug/litro
			Cu	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3114-B. 2012	0.335 ug/litro	01/07/2019	43.348	ug/litro
			Pb	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3111-B. 2012	0.435 ug/litro	01/07/2019	< 0.435	ug/litro
			Zn	ILAB-27 rev.00 Basado en EPA 2050 B.1996 SM 3111-B. 2012	0.296 ug/litro	01/07/2019	9.25	ug/litro



Observaciones:

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

Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 01 de Julio de 2019



Resultados de Ensayos: Gravimetría de Filtros

INFORME N° LAB19-3679

Nombre Cliente : CALIDAD DEL AIRE
Dirección Cliente : Arzobispo Larraín Gandarillas 90, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Membrana de Teflón (PTFE)
Identificación del Punto de Muestreo : Estación Fundición Alcones
Balanza : ME-5F
Método de Análisis : ILAB-F/01 rev.08, Basado en EPA 40 CFR, Parte 50, Apéndice 3

N° de Filtro	Fecha Muestreo / Recepción	Fecha Inicio Análisis	Peso Inicial (mg)	Peso Final (mg)	Peso Material Particulado (mg)
P4214185	m: 20/06/2019 r: 21/06/2019	21/06/2019 12:07 h	137.367	137.783	0.416
P4216786	m: 21/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:33 h	138.516	138.896	0.380
P6013389	m: 22/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:33 h	142.459	142.690	0.231
P6416674	m: 23/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:33 h	139.974	140.170	0.196
P6416690	m: 24/06/2019 r: 25/06/2019	25/06/2019 10:33 h	141.057	141.338	0.281
P6416693	m: 25/06/2019 r: 26/06/2019	26/06/2019 17:22 h	141.159	141.234	0.075
P6416793	m: 26/06/2019 r: 27/06/2019	27/06/2019 17:39 h	143.041	143.116	0.075
P6416795	m: 27/06/2019 r: 27/06/2019	27/06/2019 17:39 h	142.605	142.864	0.259

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 del Laboratorio (Certificado INM LE-1079).
4. El alcance de acreditación no incluye el muestreo.

Ruby Ultera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 01 de Julio de 2019.

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

Página 1 de 1



**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

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	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)

1/3

**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	
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 Frío	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

2/3

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 1079

Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
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 Wastewater 22 th edition, 2012, 3111-B. Digestión/Espectroscopia de absorción atómica	Filtros y material particulado sedimentable (MPS)
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)


Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación


Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo

ANEXO IV⁹

TABLA DE CONCENTRACIÓN DE GAS MONITOREADO

⁹ Los códigos de invalidación están detallados en el ANEXO I

DIÓXIDO DE AZUFRE
JUNIO 2019
UNIDAD: $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	MEDIA	MIN	MAX
20190619	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	2,6	1,7	1,2	1,4	1,9	1,2	2,6
20190620	1,2	1,2	1,2	1,0	0,8	1,2	1,1	0,9	0,7	1,1	1,0	1,5	1,6	1,1	2,0	1,1	1,5	1,0	2,3	1,2	0,8	1,2	1,1	1,2	1,2	0,7	2,3
20190621	1,0	1,0	0,9	1,2	1,2	1,2	0,9	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,7	1,6	1,5	1,1	2,2	1,5	0,7	0,4	1,0	1,4	1,1	1,2	0,4	2,2
20190622	0,7	1,0	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3	2,0	2,6	2,8	3,0	2,6	2,6	1,1	0,8	1,6	1,0	0,6	1,5	0,9	1,2	0,6	3,0
20190623	0,8	0,7	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	0,8	1,2	1,2	0,8	1,0	1,5	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	0,7	1,5
20190624	1,0	1,2	1,1	1,2	0,5	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	1,3	0,9	1,0	0,9	2,6	2,6	2,0	2,2	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9	0,5	1,1	0,5	2,2
20190625	0,6	0,7	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,4	1,3	1,4	1,8	1,5	0,6	0,6	1,3	0,9	1,3	1,2	0,8	0,7	0,5	0,7	0,9	1,0	0,5	1,8
20190626	0,8	1,0	1,0	1,2	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,2	1,2	1,4	1,7	0,6	1,1	0,6	1,9	1,6	1,3	0,9	1,0	1,2	0,8	1,0	1,1	0,6	1,9
20190627	1,1	1,3	1,6	1,2	1,0	1,2	1,3	1,3	1,1	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,0	1,6
MEDIA	0,9	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,3	1,6	1,1	1,4	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0	1,2		
MINIMO	0,6	0,7	0,9	0,6	0,5	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,9	1,0	0,8	0,7	0,4	0,5	0,7	0,5		0,4	
MAXIMO	1,2	1,3	1,6	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	2,0	2,6	2,8	3,0	1,5	2,0	2,2	2,3	2,6	2,6	1,7	1,5	1,4			3,0

MONÓXIDO DE CARBONO
JUNIO 2019
UNIDAD: mg/m³N

	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	MEDIA	MIN	MAX
20190619	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11
20190620	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	2*	0.00	2*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
20190621	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
20190622	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.14
20190623	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
20190624	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
20190625	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
20190626	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.11	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.11
20190627	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00	0.02
MEDIA	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02		
MINIMO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
MAXIMO	0.04	0.02	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.14	0.02	0.09	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10			0.14

MONÓXIDO DE CARBONO PROMEDIO MOVIL 8 hrs.

JUNIO 2019

UNIDAD: mg/m³N

	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	MEDIA	MIN	MAX
20190619	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2f	2f	2f	2f	2f	2f	2f	2f
20190620	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.10
20190621	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20190622	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02
20190623	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20190624	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20190625	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20190626	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.01	0.00	0.04
20190627	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00	0.03
MEDIA	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
MINIMO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
MAXIMO	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04			0.10

DIÓXIDO DE NITRÓGENO
JUNIO 2019
UNIDAD: $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	MEDIA	MIN	MAX
20190619	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	7,6	6,8	7,6	6,8	8,5
20190620	6,4	6,0	5,8	5,6	5,6	5,8	5,4	6,7	6,6	8,8	10,4	12,0	15,5	14,1	2,0	2,0	2,0	14,2	6,9	5,2	4,2	4,1	3,6	3,1	7,4	3,1	15,5
20190621	2,5	3,1	2,4	2,3	2,4	2,4	3,2	4,0	7,2	5,9	3,6	2,9	4,5	3,3	3,3	3,8	3,5	2,3	9,4	6,9	5,0	2,4	4,1	5,6	4,0	2,3	9,4
20190622	5,0	6,0	5,0	3,5	3,1	4,7	7,0	4,8	1,8	1,8	3,4	3,1	2,3	1,8	2,8	2,9	0,5	1,0	1,7	1,4	2,4	4,3	3,4	2,4	3,2	0,5	7,0
20190623	2,2	1,8	2,0	2,2	2,0	2,0	2,4	2,4	2,3	2,0	4,0	2,4	4,0	1,2	0,0	0,1	0,3	1,2	4,9	7,1	5,1	3,7	4,5	2,4	2,6	0,0	7,1
20190624	2,1	2,1	1,9	0,3	0,1	0,4	2,0	6,6	7,6	7,6	6,8	5,2	0,1	0,0	0,1	1,2	0,2	1,8	3,7	1,5	1,4	0,9	1,3	1,4	2,3	0,0	7,6
20190625	1,1	0,6	0,5	0,5	0,6	1,0	1,8	3,6	4,8	1,9	1,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	2,0	5,6	2,5	2,2	1,5	0,9	0,4	1,4	0,0	5,6
20190626	1,8	0,7	0,7	0,5	0,1	0,6	0,6	1,9	4,4	5,6	4,0	3,6	3,8	3,3	4,0	4,4	8,2	8,0	13,7	4,8	4,0	3,3	3,1	2,9	3,7	0,1	13,7
20190627	3,0	2,6	1,9	2,2	1,8	1,6	2,9	5,4	6,4	9,6	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	1,6	10,1
MEDIA	3,0	2,9	2,5	2,1	2,0	2,3	3,2	4,4	5,1	5,4	5,4	4,2	4,4	3,4	1,7	2,1	2,1	4,4	6,6	4,2	3,5	3,6	3,6	3,1	4,1		
MINIMO	1,1	0,6	0,5	0,3	0,1	0,4	0,6	1,9	1,8	1,8	1,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0	1,7	1,4	1,4	0,9	0,9	0,4		0,0	
MAXIMO	6,4	6,0	5,8	5,6	5,6	5,8	7,0	6,7	7,6	9,6	10,4	12,0	15,5	14,1	4,0	4,4	8,2	14,2	13,7	7,1	5,1	8,5	7,6	6,8			15,5

ANEXO V CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN EQUIPOS PARA CALIDAD DEL AIRE

Algoritmos	Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA. Ficha de Calibración Analizador de CO	R12-6000 Rev. 00 01/08/2016
-------------------	---	--

1. Datos Generales

Nombre Estación	Fecha	Operador	Tº Amb.
MARCHIGÜE	20-06-2019	MARCO GARCÉS	20°C

2. Elementos de Calibración

CILINDRO						
Concentración	Vigencia	Tolerancia	Presión	Marca	Nº de Cilindro	Protocolo
48,07	23-05-2020 ± 11.	1600	sigas	CC 502618	CPA	
CALIBRADOR						
Fecha Ultima Calibración		Marca	Modelo	Nº de Serie		
16-08-2018		ENVIRONICS	6103	7642		
GENERADOR AIRE ZERO						
Fecha Ultima Mantención		Marca	Modelo	Nº de Serie		
24-01-2019		teledyne	701	5943		

3. Datos Monitor

Marca	Modelo	Nº de Serie	Rango
TELEDYNE	300C	1860	0-50 y/n

4. Calibración

Hora Inicio	Conc. deseada	Flujo		Valor Analizador					Hora término
		Aire Lpm	Gas ccm	Sin Calibrar	Error	Hora Calib.	Calibrado	Error	
16:11	0	5	0	-0,5	0,5	-	-	-	16:15
16:16	40	5	62,72	33,5	0,251	-	-	-	16:20
16:20	30	5	50,62	29,2	0,6%	-	-	-	16:25
16:25	20	5	53,63	19,7	0,6%	-	-	-	16:30
16:30	10	5	16,76	9,5	1%	-	-	-	16:35
16:35	0	5	0	-0,5	0,5	-	-	-	16:40
Observaciones:									


Firma

Algoritmos	Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA. Ficha de Calibración Analizador de NO_x-NO₂-NO	R13-6000 Rev. 00 01/08/2016
-------------------	---	--

1. Datos Generales

Nombre Estación	Fecha	Operador	T° Amb.
MARCHIGÜE	20-06-2019	MARCO GARCIA	20°C

2. Elementos de Calibración

CILINDRO						
Concentración	Vigencia	Tolerancia	Presión	Marca	Nº de Cilindro	Protocolo
50,51 ppm	23-05-2019	± 1%	1600	Alias	CC602610	EPS
CALIBRADOR						
Fecha Ultima Calibración		Marca	Modelo	Nº de Serie		
16-08-2018		ERLATORXS	6107	7642		
GENERADOR AIRE ZERO						
Fecha Ultima Mantención		Marca	Modelo	Nº de Serie		
24-01-2019		TELETYPE	701	5943		

3. Datos Monitor

Marca	Modelo	N° de Serie	Rango
TELETYPE	200E	321	0-500 ppb

4. Calibración

Hora Inicio	Conc. deseada	Valores del Dilutor			Valores en el Analizador										Hora Termina
		Flujo			Sin Calibrar				Hora Calib.	Calibrado					
		Aire Lpm	Gas ccpm	Ozono O3	NO	Error	NOX	Error		NO	Error	NOX	Error		
14:57	0	5	0	0	2	2	2,2	2,2	15:14	0,2	0,2	0,2	0,2	15:19	
15:10	400	5	41,09	0	36,3	8,8%	370,9	5,22%	15:32	394,6	98,135%	401,0	1,2%	15:36	
15:51	300	5	30,15	0	26,1	1,2%	30,3	3,8%	-	-	-	-	-	15:52	
15:58	200	5	20,46	0	20,1	2,0%	20,1	4,0%	-	-	-	-	-	16:00	
16:02	100	5	10,21	0	10,2	1,4%	11,9	2,3%	-	-	-	-	-	16:05	
16:05	0	5	0	0	0	0	0,1	0,1	-	-	-	-	-	16:10	
Observaciones:															


Firma

	Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA. Ficha de Calibración Analizador de SO₂	Ri4-6000 Rev. 00 01/08/2016
---	---	-----------------------------------

1. Datos Generales

Nombre Estación	Fecha	Operador	T° Amb.
MARCHIGÜE	20-06-2019	MARCO GARCÉS	20°C

2. Elementos de Calibración

CILINDRO						
Concentración	Vigencia	Tolerancia	Presión	Marca	Nº de Cilindro	Protocolo
50,51	06-09-2025	± 0,9%	1200	Aligas	CC701090	EPA
CALIBRADOR						
Fecha Ultima Calibración		Marca	Modelo	Nº de Serie		
16-08-2018		Extech	6100	7642		
GENERADOR AIRE ZERO						
Fecha Ultima Mantenición		Marca	Modelo	Nº de Serie		
24-01-2018		Telema	701	5943		

3. Datos Monitor

Marca	Modelo	N° de Serie	Rango
Teleyne	J100	1684	0-500

4. Calibración

Hora Inicio	Conc. deseada	Flujo		Valor Analizador					Hora termino
		Aire Lpm	Gas ccm	Sin Calibrar	Error	Hora Calib.	Calibrado	Error	
14:00	0	5	0	0,3	93	—	—	—	14:13
14:19	300	5	39,91	393,7	1,51%	—	—	—	14:34
14:35	300	5	29,82	293,7	0,46%	—	—	—	14:40
14:41	200	5	19,87	198,5	0,35%	—	—	—	14:45
14:46	100	5	9,91	99,7	0,06%	—	—	—	14:50
14:50	0	5	0	0	0	—	—	—	14:55
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Observaciones:									


Firma

ANEXO VI CERTIFICADO GAS EPA



Airgas Specialty Gases
Airgas USA, LLC
600 Union Landing Road
Cinnaminson, NJ 08077-0000
Airgas.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Grade of Product: EPA Protocol

Part Number:	E03NI99E15A0338	Reference Number:	82-124617929-1
Cylinder Number:	CC502618	Cylinder Volume:	144.4 CF
Laboratory:	124 - Riverton (SAP) - NJ	Cylinder Pressure:	2015 PSIG
PGVP Number:	B52017	Valve Outlet:	660
Gas Code:	CO,NO,NOX,BALN	Certification Date:	May 23, 2017

Expiration Date: May 23, 2020

Certification performed in accordance with "EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards (May 2012)" document EPA 600/R-12/531, using the assay procedures listed. Analytical Methodology does not require correction for analytical interference. This cylinder has a total analytical uncertainty as stated below with a confidence level of 95%. There are no significant impurities which affect the use of this calibration mixture. All concentrations are on a volume/volume basis unless otherwise noted.

Do Not Use This Cylinder below 100 psig, i.e. 0.7 megapascals.

ANALYTICAL RESULTS					
Component	Requested Concentration	Actual Concentration	Protocol Method	Total Relative Uncertainty	Assay Dates
NOX	50.00 PPM	49.07 PPM	G1	+/- 1.4% NIST Traceable	05/16/2017, 05/23/2017
NITRIC OXIDE	50.00 PPM	49.05 PPM	G1	+/- 1.4% NIST Traceable	05/16/2017, 05/23/2017
CARBON MONOXIDE	3000 PPM	2993 PPM	G1	+/- 1.0% NIST Traceable	05/16/2017
NITROGEN	Balance				

CALIBRATION STANDARDS					
Type	Lot ID	Cylinder No	Concentration	Uncertainty	Expiration Date
NTRM	16060647	CC442681	50.42 PPM NITRIC OXIDE/NITROGEN	+/- 0.8%	Jun 27, 2020
PRM	12367	APEX1099237	9.82 PPM NITROGEN DIOXIDE/AIR	+/- 2.0%	Jun 02, 2017
GMIS	0515201603	CC503344	4.895 PPM NITROGEN DIOXIDE/NITROGEN	+/- 2.0%	May 15, 2019
NTRM	12060724	CC356171	2498 PPM CARBON MONOXIDE/NITROGEN	+/- 0.6%	Dec 21, 2017

The SRM, PRM or RGM noted above is only in reference to the GMIS used in the assay and not part of the analysis.

ANALYTICAL EQUIPMENT		
Instrument/Make/Model	Analytical Principle	Last Multipoint Calibration
Siemens Ultramat 6E 7MB2123-1BD20-0BM1-Z COHIGH	NDIR	Apr 27, 2017
Nicolet 6700 APW1100391 NO	FTIR	Apr 26, 2017
Nicolet 6700 APW1100391 NO2	FTIR	May 04, 2017

Triad Data Available Upon Request



Signature on file
Approved for Release

Page 1 of 82-124617929-1



Airgas Specialty Gases
Airgas USA, LLC
600 Union Landing Road
Cinnaminson, NJ 08077-0000
Airgas.com

MVP 480

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Grade of Product: EPA Protocol

Part Number:	E02NI99E15A0350	Reference Number:	62-400979592-1
Cylinder Number:	CC701090	Cylinder Volume:	144.4 CF
Laboratory:	124 - Riverton (SAP) - NJ	Cylinder Pressure:	2015 PSIG
PGVP Number:	B52017	Valve Outlet:	660
Gas Code:	SO2,BALN	Certification Date:	Sep 06, 2017

Expiration Date: Sep 06, 2025

Certification performed in accordance with "EPA Traceability Protocol for Assay and Certification of Gaseous Calibration Standards (May 2012)" document EPA 630/R-12/531, using the assay procedures listed. Analytical Methodology does not require correction for analytical interference. This cylinder has a total analytical uncertainty as stated below with a confidence level of 95%. There are no significant impurities which affect the use of this calibration mixture. All concentrations are on a volume/volume basis unless otherwise noted.

Do Not Use This Cylinder below 100 psig, i.e. 0.7 megapascals.

ANALYTICAL RESULTS					
Component	Requested Concentration	Actual Concentration	Protocol Method	Total Relative Uncertainty	Assay Dates
SULFUR DIOXIDE	50.00 PPM	50.51 PPM	G1	+/- 0.9% NIST Traceable	08/30/2017, 09/06/2017
NITROGEN	Balance				
CALIBRATION STANDARDS					
Type	Lot ID	Cylinder No	Concentration	Uncertainty	Expiration Date
NTRM	1601138	CC473257	49.02 PPM SULFUR DIOXIDE/NITROGEN	+/- 0.6%	Jun 17, 2022
ANALYTICAL EQUIPMENT					
Instrument/Make/Model		Analytical Principle		Last Multipoint Calibration	
Nicolet 6700 APW1100381 SO2		FTIR		Aug 10, 2017	

Triad Data Available Upon Request




Approved for Release

Page 1 of 82-400979592-1

ANEXO VII

RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS ACTIVIDADES DE MUESTREO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y/O CONTROL

Empresa	Responsable	Cargo	Profesión	Actividad
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA.	Miguel Carrasco	Gerente Operaciones	Meteorólogo	Muestreo y retiro de filtros, mantención y calibración de equipos analizadores
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA	Ruby Utrera	Gerente de Laboratorio	Ingeniero de Ejecución Químico	Análisis Gravimétrico y Químico de muestras
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA	Aníbal Pacheco	Gerente Técnico	Ingeniero Civil Químico	Responsable de aprobación de informes y satisfacer requerimientos del cliente
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA	Jacqueline Orias	Jefe Área Aguas y Suelos	Ingeniero de Ejecución Ambiente	Responsable de revisar y coordinar la generación de informes
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA	Susan Saldaña	Jefe Área Monitoreo Atmosférico	Ingeniero de Ejecución Ambiente Magister Gestión y Ordenamiento Territorial	Responsable de revisar y coordinar la generación de informes
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA	Pía Astudillo	Encargada de Proyectos	Ingeniero Ambiental	Responsable de elaboración de informe calidad de aire y procesamiento de datos
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA	Maria Eugenia Cámara	Jefe de Proyectos	Ingeniero Ambiental	Responsable de elaboración de informe calidad de suelo y agua
Algoritmos y Mediciones Ambientales SPA	Hugo Contreras	Inspector Ambiental	Biólogo	Responsable de muestreo de suelo y agua

ANEXO VIII CADENA DE CUSTODIA MONITOREO DE SUELOS Y AGUAS

ANEXO IX INFORMES DE ANALISIS DE LABORATORIO (SUELO Y AGUAS)

ANEXO X DECLARACIONES JURADAS