



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile



INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

MEDIDA URGENTE Y TRANSITORIA

PUERTO ANTOFAGASTA

DFZ-2018-821-II-RCA-IA

Junio 2018

	Nombre	Firma
Aprobado	Sandra Cortez Contreras	<p style="text-align: right;">25-06-2018</p> <p>X </p> <hr/> <p>Sandra Cortez Contreras Jefa Oficina Regional Antofagasta. Firmado por: Sandra Eugenia Cortez Contreras</p>
Elaborado	Javiera De La Cerda König	<p style="text-align: right;">25-06-2018</p> <p>X </p> <hr/> <p>Javiera De La Cerda König Fiscalizadora Oficina Regional Antofagasta. Firmado por: Javiera De la Cerda König</p>

1. RESUMEN	3
2. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE.....	5
2.1. ANTECEDENTES GENERALES.	5
2.2. UBICACIÓN Y LAYOUT.....	6
3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL QUE ORIGINAN LA DICTACIÓN DE MEDIDAS URGENTES Y TRANSITORIAS.....	8
3.1. REVISIÓN DOCUMENTAL.....	8
4. HECHOS CONSTATADOS.....	10
5. CONCLUSIÓN	23
6. ANEXOS.....	24

1. RESUMEN

El presente documento da cuenta de los resultados de las actividades de examen de la información y medición, muestreo y análisis, realizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en conjunto con la SEREMI de Salud, Región de Antofagasta, a la unidad fiscalizable “Puerto Antofagasta”, localizada en la costanera de la ciudad de Antofagasta, Comuna y Región del mismo nombre.

El motivo de la actividad de fiscalización ambiental se originó a partir de la dictación de la Medida Urgente y Transitoria (MUT) Expediente N° MP-009-2016, adoptada por la SMA en el Resuelvo Segundo de la Resolución Exenta N° 645/2015 de fecha 6 de agosto de 2015 (Anexo 1), en virtud de lo establecido en el “*artículo 3g) de la LO-SMA*”¹.

La materia objeto de la fiscalización consistió en la verificación de la siguiente medida, adoptada por la Superintendencia del Medio Ambiente:

- *“[...] limpieza de la zona urbana aledaña al Puerto de Antofagasta, en la que se han identificado los mayores valores de cobre, plomo, zinc y arsénico, todos ellos contaminantes asociados a la actividad de dicha empresa. Dicha medida consistirá en el aspirado de las veredas y calles de las manzanas censales marcadas en gris de la figura que se exhibe más abajo [Figura 2 del presente informe]. [...] Esta medida deberá comprender la limpieza íntegra de la totalidad de las veredas y calles de cada una de las manzanas marcadas en gris, y no sólo aquella zona que se encuentra marcada por dicho color.*

Para acreditar el cumplimiento de la medida ordenada, la empresa deberá presentar, dentro del plazo de 30 días corridos desde la notificación de la presente resolución², un informe que dé cuenta de la ejecución de la medida de aspirado, en toda la zona ordenada. Dicho informe deberá ser presentado a la SMA, quien para su aprobación tendrá en cuenta los comentarios técnicos de la SEREMI de Salud de la región. En dicho informe la empresa deberá presentar fotografías o cualquier otro medio donde se acredite la labor de aspirado de cada una de las manzanas censales marcadas en gris en la figura anterior [Figura 2 del presente informe].

[...] se podrán utilizar máquinas barredoras y aspiradoras de viales u otros mecanismos que permitan la limpieza; en aquellos sectores, donde se vea imposibilitada la limpieza utilizando el equipamiento antes mencionado, se deberá realizar limpieza manual, utilizando materiales de limpieza casera; la limpieza deberá ser realizada en horarios de bajo tráfico y estacionamiento de vehículos, de modo de garantizar la efectividad de la medida; y, por último, respecto de los residuos generados en la actividad de limpieza, éstos deberán ser dispuestos en sitios autorizados.”³

Respecto de la cual, el 28 de agosto de 2015 el titular interpuso ante el Ilustre Segundo Tribunal Ambiental de Santiago un recurso de reclamación (Rol R N° 76-2015) en contra de la Resolución Exenta N° 645, solicitando, entre otras cosas que “*se deje sin efecto la medida ordenada en la resolución impugnada, consistente en el barrido de calles, “puesto que la SMA carece de competencia para dictarla en la resolución final del procedimiento sancionador”*”. A lo cual, con fecha 5 de octubre de 2016, dicho Tribunal resolvió rechazar dicho recurso en todas sus partes. (Anexo 2).

Posteriormente, con fecha 24 de octubre de 2016, el titular presentó ante la Corte Suprema un recurso de casación, en contra de la sentencia del Ilustre Segundo Tribunal Ambiental de Santiago, ingresado bajo el Rol N° 88948-2016, el cual fue resuelto con fecha 6 de diciembre de 2017 señalando que respecto de la medida de limpieza: “*En consecuencia, por*

¹ Considerando décimo tercero Sentencia de la Corte Suprema Rol N° CS-88948-2016 de fecha 6 de diciembre de 2017 (Anexo 3).

² Notificada personalmente el día 7 de agosto de 2015, de acuerdo a lo indicado por la empresa en la Reclamación presentada ante el Segundo Tribunal Ambiental de Santiago, Rol R N° 76-2015 (Anexo 2).

³ Resuelvo Segundo de la Resolución Exenta N° 645/2015 de fecha 6 de agosto de 2015 de la SMA (Anexo 1).

gozar la autoridad ambiental de las potestades necesarias para disponer la medida cuestionada, corresponde el rechazo de la solicitud dirigida a dejarla sin efecto.”⁴.

Finalmente con fecha 12 de enero de 2018, ATI Terminal Puerto Internacional presentó en Oficina de Partes de la Oficina Regional Antofagasta de la Superintendencia del Medio Ambiente, la Carta N° C-ATI-GGE-SMA-024 de misma fecha (Anexo 5), informando la ejecución de la medida de limpieza establecida en Resuelvo Segundo de la Resolución Exenta N° 645 con fecha de 6 agosto de 2015, la que además de ser analizados por la SMA, fue derivada a la SEREMI de Salud Antofagasta, para su revisión y comentarios.

Entre los principales hechos constatados que representan hallazgos se encuentran que: (1) cumplimiento parcial en la ejecución de la Medida Urgente y Transitoria impuesta por el Resuelvo Segundo de la R.E. SMA N° 645/2015, dado que, si bien ATI ejecutó labores de limpieza, estas no cumplieron con la condición de limpieza íntegra, cuyo propósito fue la disminución en las concentraciones de metales pesados detectadas en el área aledaña al puerto de Antofagasta, sin embargo, las concentraciones medias detectadas por la SMA luego de la ejecución de la limpieza no muestran una disminución en las concentraciones respecto de las detectadas en 2015 y (2) las labores de limpieza fueron ejecutadas fuera del plazo establecido en la R.E. N° 645/2015 (Anexo1) ya que el titular no solicitó al Tribunal la suspensión de los efectos de la resolución recurrida respecto de la MUT.

⁴ Considerando décimo tercero Sentencia de la Corte Suprema Rol N° CS-88948-2016 de fecha 6 de diciembre de 2017 (Anexo 3).

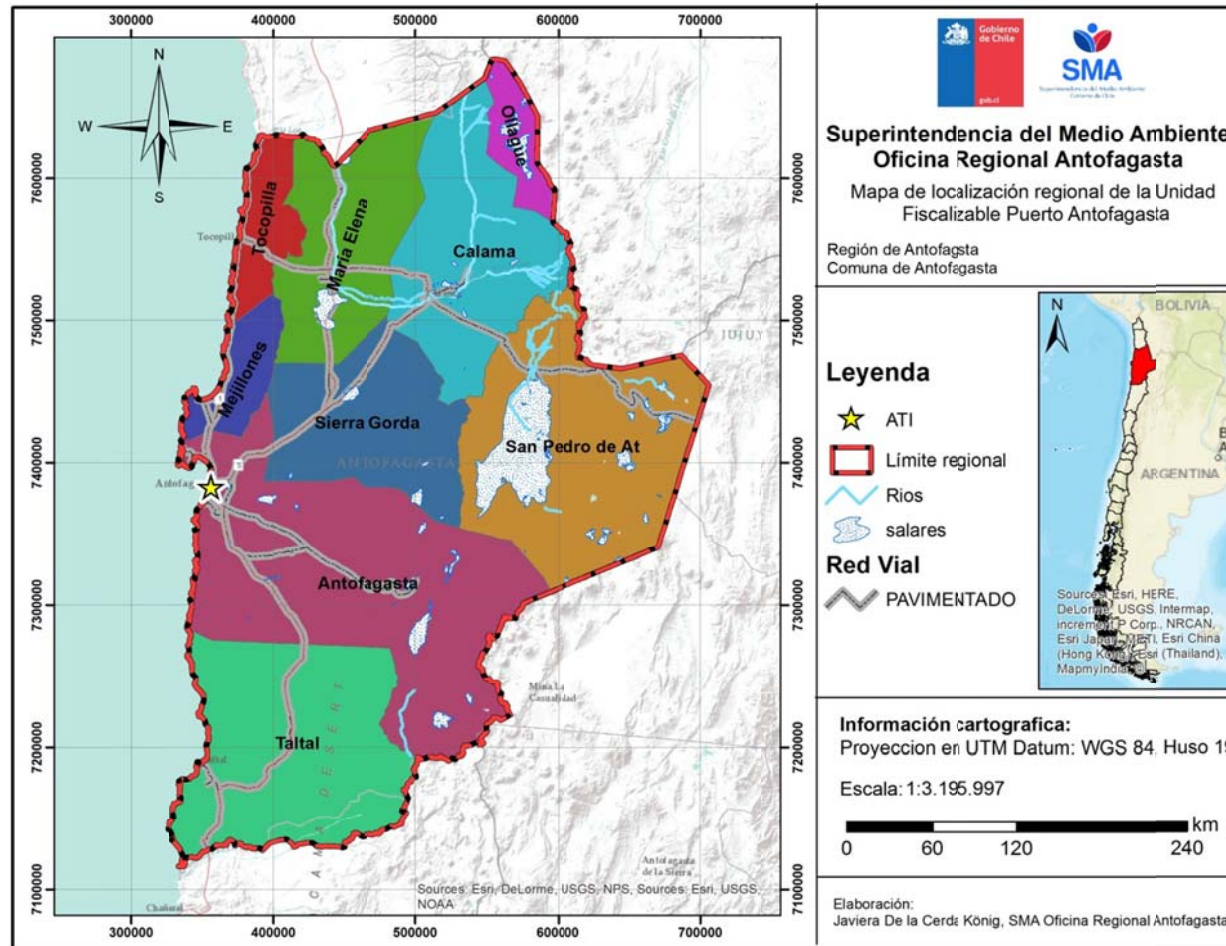
2. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD FISCALIZABLE.

2.1. Antecedentes Generales.

Identificación de la Unidad Fiscalizable: Puerto Antofagasta.	Estado operacional de la Unidad Fiscalizable: Operación.
Región: Antofagasta.	Ubicación específica de la unidad fiscalizable: Av. Grecia sin número, costado recinto portuario.
Provincia: Antofagasta.	
Comuna: Antofagasta.	
Titular de la unidad fiscalizable: Antofagasta Terminal Internacional S.A.	RUT o RUN: 99.511.240-K
Domicilio titular: Av. Grecia sin número, costado recinto portuario.	Correo electrónico: cwulf@atiport.cl
	Teléfono: 552432350
Identificación del representante legal: Cristian Alejandro Wulf Sotomayor	RUT o RUN: 9.312.278-K
Domicilio representante legal: Av. Grecia sin número, costado recinto portuario.	Correo electrónico: cwulf@atiport.cl
	Teléfono: 552432350

2.2. Ubicación y Layout.

Figura 1. Mapa de ubicación local (Fuente: Elaboración propia).



Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 19

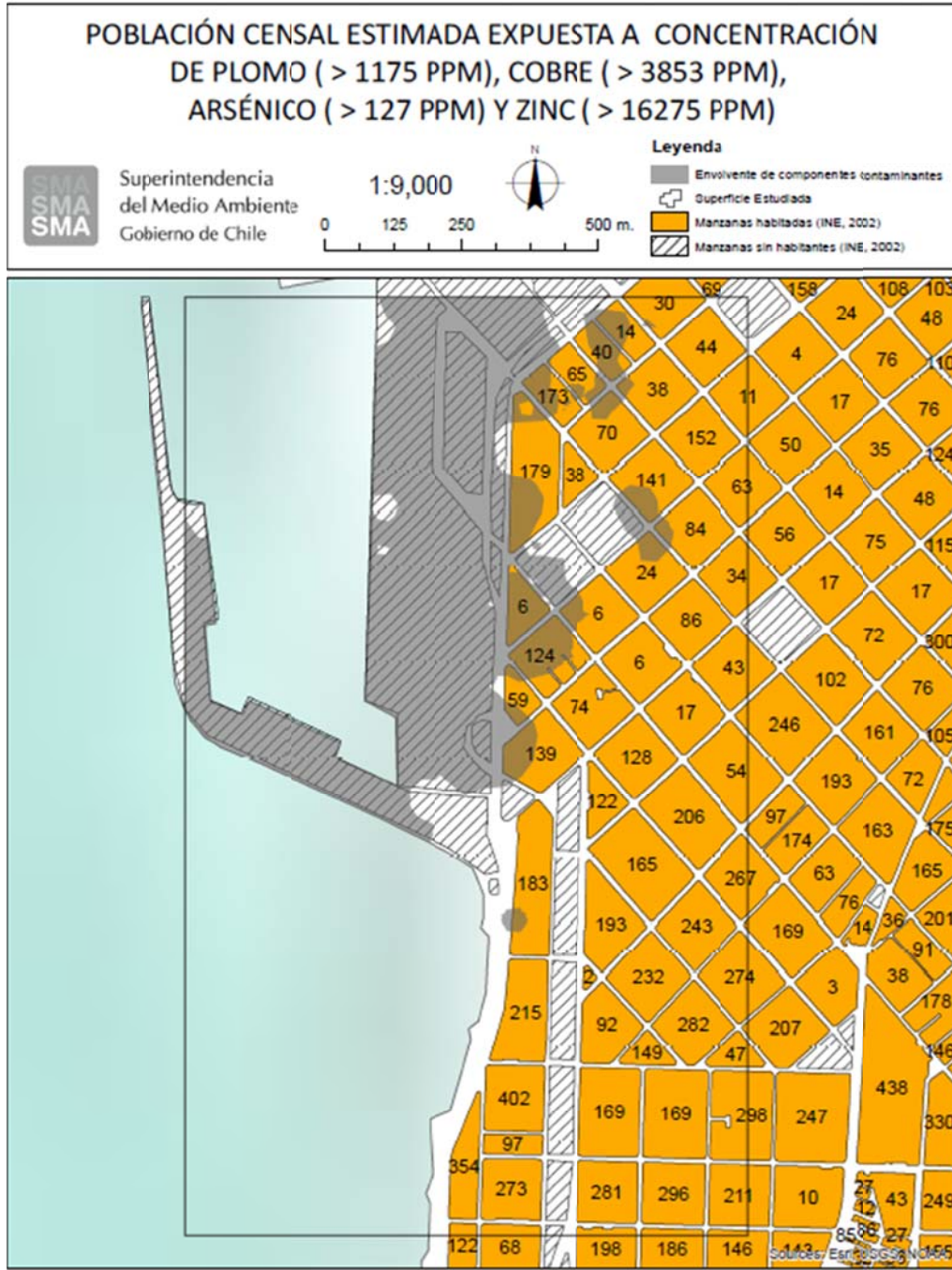
Norte: 7.383.309

Este: 356.670

Ruta de acceso: El acceso a las instalaciones del Puerto Antofagasta es a través de Avenida Grecia, en el sector centro de la Ciudad de Antofagasta, tomando la pista poniente en dirección hacia el sur.

Figura 2. Layout

(Fuente: Resuelvo Segundo R.E. N° 645/2015 de fecha 6 de agosto de 2015 de la SMA).



3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL QUE ORIGINAN LA DICTACIÓN DE MEDIDAS URGENTES Y TRANSITORIAS

Identificación de Instrumentos de Carácter Ambiental fiscalizados.						
N°	Tipo de instrumento	N°/ Descripción	Fecha	Comisión/ Institución	Título	Comentarios
1	RCA	131/2003	30-07-2004	Comisión Regional del Medio Ambiente, II Región.	Califica Ambientalmente Proyecto "Proyecto Mejoramiento Sitios 4 y 5, Antofagasta Terminal Internacional S. A."	Expediente Procedimiento Sancionatorio N° F-006-2015. Expediente Medidas Provisionales N° MP-009-2016.

3.1. Revisión Documental.

Se realizó examen de información a los siguientes documentos:

ID	Nombre del documento revisado	Origen/Fuente del documento	Organismo encomendado	Observaciones
1	Cotización servicio de barrido/aspirado de calles aledañas y sitios ATI/EPA.	Documentación entregada por el titular como medio para verificar el cumplimiento de las medidas dictadas por la SMA (Anexo 1).	SMA SEREMI de Salud	Ingresado a oficina de partes el 5 de enero de 2018 mediante carta conductora C-ATI-GGE-SMA-021 de misma fecha, previo al inicio de los trabajos de limpieza (Anexo 4). Encomendado a la SEREMI de Salud Antofagasta mediante ORD. MZN N° 24/2018 de fecha 16 de enero de 2018 (Anexo 6).
2	Informe de limpieza integra en zonas urbanas aledañas al Puerto.	Documentación entregada por el titular como medio para verificar el cumplimiento de las medidas dictadas por la SMA (Anexo 1).	SMA SEREMI de Salud	Ingresado a oficina de partes el 12 de enero de 2018 mediante carta conductora C-ATI-GGE-SMA-024 de misma fecha, luego de finalizados los trabajos de limpieza (Anexo 5). Encomendado a la SEREMI de Salud Antofagasta mediante ORD. MZN N° 23/2018 de fecha 15 de enero de 2018 (Anexo 6).
3	Informe de barrido y aspirado de manzana 183.	Documentación entregada por el titular en respuesta al requerimiento de información realizado mediante R.E. MZN N° 004/2018 de fecha 22 de enero de 2018 (Anexo 7).	SMA	Ingresado a oficina de partes el 25 de enero de 2018 mediante carta conductora C-ATI-GGE-SMA-037 de misma fecha, luego de finalizados los trabajos de limpieza (Anexo 8).

ID	Nombre del documento revisado	Origen/Fuente del documento	Organismo encomendado	Observaciones
4	Informe complementario de limpieza integra en zonas urbanas aledañas al puerto.	Documentación entregada por el titular en respuesta al requerimiento de información realizado mediante R.E. MZN N° 007/2018 de fecha 29 de enero de 2018 (Anexo 9).	SMA	Ingresado a oficina de partes el 01 de febrero de 2018 mediante carta conductora C-ATI-GGE-SMA-039 de misma fecha, luego de finalizados los trabajos de limpieza (Anexo 10).
5	Análisis de información Informe de Limpieza Integral en zonas Urbanas Aledañas al Puerto.	Examen de información realizado por la SEREMI de Salud Región de Antofagasta, en respuesta a la encomendación realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente, mediante ORD. MZN N° 23/2018 de fecha 15 de enero de 2018, complementado mediante ORD. MZN N° 24/2018 de fecha 16 de enero de 2018 (Ambos en Anexo 6).	SMA	Ingresado a oficina de partes el 07 de febrero de 2018 mediante Oficio N° 112/2018 de fecha 06 de febrero de 2018 (Anexo 11).
6	Informe Complementario de Limpieza Integral en Zonas Urbanas Aledañas al Puerto.	Documentación entregada por el titular en respuesta al requerimiento de información realizado mediante R.E. MZN N° 011/2018 de fecha 23 de febrero de 2018 (Anexo 12).	SMA	Ingresado a oficina de partes el 19 de febrero de 2018 mediante carta conductora C-ATI-GGE-SMA-043 de misma fecha, luego de finalizados los trabajos de limpieza (Anexo 13).
7	Informes de laboratorio análisis	Análisis realizado por el laboratorio "Análisis Ambientales S.A." - ANAM (Anexo 14).	SMA	Las muestras fueron tomadas por personal de la Superintendencia del Medio Ambiente durante febrero de 2018.
8	Informe de limpieza integra en zonas urbanas aledañas al puerto	Documentación entregada por el titular en respuesta al requerimiento de información realizado mediante R.E. MZN N° 026/2018 de fecha 25 de mayo de 2018 (Anexo 17).	SMA	Ingresado a oficina de partes el 21 de junio de 2018 mediante carta conductora C-ATI-GGE-SMA-071 de misma fecha (Anexo 18).

4. HECHOS CONSTATADOS.

De los resultados de las actividades de fiscalización realizadas y de la revisión de los antecedentes anteriormente indicados, asociados a la verificación del cumplimiento de la medida urgente y transitoria, fue posible constatar lo siguiente:

Hecho Constatado N° 1

Medida asociada:

Procedimiento Administrativo Sancionatorio, Rol F-006-2015

R.E. SMA N° 645/2015. Resuelve procedimiento administrativo sancionatorio, Rol F-006-2015, seguido en contra de Antofagasta Terminal Internacional S.A.

- ✓ **Considerando 172°** [...], **la forma de determinar si existe un riesgo significativo para la salud de la población** producto de la comisión de estas infracciones, es demostrar que existe una ruta de exposición, a lo menos potencial, de los contaminantes, y que el **cuociente de peligro resultante es mayor al valor uno (1)**. [...].
- ✓ **Considerando 184°** [...], **el punto de exposición en que la población entra en contacto con el contaminante, [...] corresponderá al área aledaña al Puerto de Antofagasta, [...]**.
- ✓ **Considerando 190° a 199°** [Se detalla el mecanismo utilizado para calcular el **“cuociente de peligro”**].
- ✓ **Resuelvo Segundo:** Disposición de medida consistente en limpieza de la zona urbana aledaña al Puerto de Antofagasta. Antofagasta Terminal Internacional S.A., deberá ejecutar la medida de limpieza de la zona urbana aledaña al Puerto de Antofagasta, en la que se han identificado los mayores valores de **cobre, plomo, zinc y arsénico**, todos ellos **contaminantes asociados a la actividad de dicha empresa**. Dicha medida consistirá en el aspirado de las veredas y calles de las manzanas censales marcadas en gris de la figura que se exhibe más abajo [Figura 3 del presente informe]. Dicha figura corresponde a la identificación de la zona urbana aledaña al Puerto, con **mayor presencia de cobre, plomo, zinc y arsénico**. Esta medida deberá comprender la **limpieza íntegra de la totalidad de las veredas y calles de cada una de las manzanas marcadas en gris**, y no sólo aquella zona que se encuentra marcada por dicho color.

Para acreditar el cumplimiento de la medida ordenada, la empresa deberá presentar, dentro del plazo de 30 días corridos desde la notificación de la presente resolución, un informe que dé cuenta de la ejecución de la medida de aspirado, en toda la zona ordenada. Dicho informe deberá ser presentado a la SMA, quien para su aprobación tendrá en cuenta los comentarios técnicos de la Seremi de Salud de la región. En dicho informe la empresa deberá presentar fotografías o cualquier otro medio donde se acredite la labor de aspirado de cada una de las manzanas censales marcadas en gris en la figura anterior.

La metodología de limpieza a utilizar será la siguiente: se podrán utilizar máquinas barredoras y aspiradoras de viales u otros mecanismos que permitan la limpieza; en aquellos sectores, donde se vea imposibilitada la limpieza utilizando el equipamiento antes mencionado, se deberá realizar limpieza manual, utilizando materiales de limpieza casera; la limpieza deberá ser realizada en horarios de bajo tráfico y estacionamiento de vehículos, de modo de garantizar la efectividad de la medida; y, por último, respecto de los residuos generados en la actividad de limpieza, éstos deberán ser dispuestos en sitios autorizados.

Hecho Constatado N° 1

Resolución 2ª TA a Reclamación Rol R N° 76-2015

- ✓ **Resuelvo 1.-** Rechazar en todas sus partes la reclamación interpuesta por Antofagasta Terminal Internacional en contra de la Resolución Exenta N° 645, de 6 de agosto de 2015, dictada por el Superintendente del Medio Ambiente, por las razones expuestas en la parte considerativa de esta sentencia.

Sentencia de reemplazo Corte Suprema Rol CS-88948-2016

- ✓ **Décimo tercero:** [...], la sanción de multa, por su naturaleza, no resulta suficiente ni idónea para volver el medio ambiente al estado anterior a la comisión de la infracción y, de esta forma, lograr la adecuada protección y conservación del patrimonio ambiental. De este modo, resultaba necesario que el legislador proveyera al órgano fiscalizador de **potestades tendientes a reparar el daño causado o, a lo menos, impedir su propagación**, objetivo que se cumple a través del citado artículo 3 letra g).

Hechos constatados:

Con fecha 5 de enero de 2018, ATI informó a la SMA que ejecutaría la medida de limpieza entre los días 6 y 10 de enero del mismo año, adjuntando un programa de trabajo (Documento ID 1). Posteriormente, con fecha 12 de enero de 2018, el titular informó la ejecución de las medidas de acuerdo a lo programado, adjuntando el "Informe de limpieza integra en zonas urbanas aledañas al Puerto de Antofagasta" (Documento ID 2).

El 15 de enero de 2018, mediante ORD. MZN N° 23/2018, posteriormente complementado con ORD. MZN N° 24/2018 de fecha 15 de enero de 2018, se enviaron los antecedentes antes indicados a la SEREMI de Salud Antofagasta, para su revisión y comentarios (Anexo 6).

Con fecha 7 de febrero de 2018, como resultado de dicho análisis, la SMA recibió el Oficio N° 112/2018 (Documento ID 5), en el cual la SEREMI de Salud realizó observaciones, algunas de las cuales ya se encontraban resueltas mediante dos requerimientos de información realizados al titular por la SMA, en paralelo a la encomendación realizada a Salud, a saber R.E. MZN N° 004/2018 del 22 de enero de 2018 (Anexo 7) y R.E. MZN N° 007/2018 del 29 de enero de 2018 (Anexo 9), respondidas por el titular con fecha 25 de enero (Documento ID 3) y 1 de febrero de 2018 (Documento ID 4), respectivamente.

En complemento a lo anterior y con el objeto dar respuesta a las observaciones de la SEREMI de Salud que no fueron respondidas en las solicitudes de información anteriores, la SMA realizó un tercer requerimiento de información al titular mediante R.E. MZN N° 011/2018 del 12 de febrero de 2018 (Anexo 12), el cual fue contestado con fecha 19 de febrero 2018.

Finalmente, con fecha 21 de junio de 2018, el titular presentó en oficina de partes junto a la carta conductora C-ATI-GGE-SMA-071 (Documento ID 8), la información consolidada requerida por la SMA mediante R.E. MZN N° 026/2018 del 25 de mayo de 2018 (Anexo 17).

De la revisión de todos los antecedentes antes descritos fue posible constatar que el titular ejecutó las labores de limpieza impuestas por el resuelto segundo de la R.E. SMA N° 645/2015 (Anexo 1). Sin embargo, fue ejecutada fuera del plazo establecido, dado que ATI no solicitó al Tribunal la suspensión de los efectos de la resolución recurrida respecto de la MUT.

Hecho Constatado N° 1

Pese a ello y en concordancia con lo indicado por la SEREMI de Salud Antofagasta en su Oficio N° 112/2018 (Documento ID 5), a saber, *“El Informe antes mencionado no presenta antecedentes asociado a análisis químico de Laboratorio Acreditado del muestreo inicial y final de polvo sedimentable en tramo comprometido con metodología técnicamente aceptada a efecto de verificar la eficiencia y eficacia del trabajo de limpieza realizado”* y con el objetivo de establecer sí, las labores de limpieza ejecutadas por el titular y detalladas en los informes antes individualizados (ID 1, 2, 3, 4 y 6), lograron disminuir las concentraciones de metales pesados en el área de estudio y en consecuencia eliminar el riesgo inminente que dio origen a dicha medida, durante los días 12 y 13 de febrero de 2018 la SMA realizó un muestreo de suelo, colectando 9 muestras dentro del el área de aplicación de la medida (Figura 4), más una muestra control en un área alejada del área de aplicación de la medida (Figura 4), las cuales fueron analizadas por el laboratorio Análisis Ambientales S.A. (ANAM), el cual es una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) bajo los códigos SMA 011-01 (Laboratorio Centro) y 011-02 (Laboratorio Puerto Montt). Del total de muestras solo 8 fueron consideradas para la elaboración del presente informe debido a que las muestras A9 y A25 (informes N° 4675874 y 4675875) fueron tomadas en jardineras y no en las veredas y calles comprometidas en la medida.

En cada una de ellas, se analizaron los siguientes parámetros, en masa seca, Arsénico Total (As);Cobre Total (Cu); Hierro Total (Fe); Manganeso Total (Mn); Molibdeno Total (Mo); Plomo Total (Pb); Zinc Total (Zn), Sulfuro; y Sólidos Totales.

Los puntos de muestreo fueron georeferenciados mediante equipo GPS Nomad Trimble, su distribución y ubicación se muestran en la Figura 4 mientras que los resultados se detallan en la Tabla 1. Los informes de laboratorio respectivo se encuentran en el Anexo 14 del presente informe.

✓ Análisis de datos

Con las concentraciones de metales pesados obtenidas del muestreo realizado por la SMA en febrero de 2018, se realizaron los siguientes análisis:

1. Análisis de la variación en la magnitud de las concentraciones de As, Cu, Pb y Zn, obtenidas en el muestreo realizado en 2018, respecto a la distancia de la UF.
2. Comparación estadística de las medias de las concentraciones de metales pesados (As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb y Zn), obtenidas en los muestreos realizados en febrero 2015 por Hidrolab⁵ y febrero de 2018 por la SMA, dentro del área de estudio delimitada en la Figura 4, utilizando para ello la prueba estadística ***t de Student***⁶.

⁵ Muestreo y análisis realizado por el laboratorio externo Hidrolab a solicitud de la SMA, en el marco de las actividades de inspección realizadas al Puerto de Antofagasta durante 2015. Los Informes de laboratorio correspondientes se encuentran en el Anexo 15 del presente informe.

⁶ Curso “Análisis de datos Ambientales y Quimiometría”, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, impartida por los señores Manuel Bravo Mercado y Sonia Parra Vargas en Santiago, entre el 3 y el 4 de octubre de 2017.

Hecho Constatado N° 1

Descripción de los datos: De las 19 muestras tomadas en 2015 por Hidrolab, sólo fueron utilizadas 15, ya que la descripción del punto de muestreo de los informes de laboratorio N° 250755 y 250765, muestras 9 y 19 respectivamente (Anexo 15), no permiten determinar si fueron tomadas al interior del área de estudio. Mientras que las muestras 1 y 5 fueron tomadas en calles que no se encontraban comprometidas por la medida.

Por su parte, en 2018 se analizaron un total de 10 muestras, de las cuales solo 7 fueron utilizadas para este estudio, debido a que las muestras A9 y A25 (informes de laboratorio N° 4675874 y 4675875, Anexo 14) fueron tomadas en jardineras y no en las veredas y calles comprometidas en la medida, mientras que la muestra A8 (control, informe de laboratorio N° 4675876, Anexo 14) fue tomada fuera del área de estudio.

Luego, para ambos grupos de datos, 2015 y 2018, se verificó la existencia de datos fuera de rango u Outliers, utilizando como límites la media (\bar{X}) +/- 3 veces la desviación típica de la muestra (σ).

$$\bar{X} = \pm 3 * \sigma \quad (1)$$

Determinándose, 2 valores Outliers en el muestreo 2015, Pb de la muestra N° 2, informe N° 250748 y al Zn de la muestra N° 12, informe N° 250758. Para el muestreo 2018 no se encontraron valores con esta característica.

Pruebas ejecutadas: para determinar que prueba t corresponde aplicar, en primer lugar fue necesario determinar si las varianzas de ambos grupos de muestras, 2015 y 2018 de cada parámetro, son iguales o desiguales, para ello se utilizó la prueba F⁷. Dependiendo del resultado, para determinar si los medios de ambos periodos para cada parámetro son estadísticamente iguales o no, se aplicó la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales o desiguales, según corresponda. El desarrollo de las pruebas antes descritas se encuentra en el Anexo 16 del presente informe.

✓ Resultados

A continuación se presentan los resultados de cada uno de los análisis antes descritos:

1. En las Figura 5, Figura 6, Figura 7 y Figura 8 del presente informe, es posible observar gráficamente la diferencia en la magnitud de las concentraciones de As, Cu, Pb y Zn en cada una de las muestras tomadas por la SMA durante febrero de 2018, constatándose para los 4 metales analizados, que a menor distancia de la UF, estos se encuentran en mayor concentración.

Del mismo modo, al comparar las concentraciones de estos mismos metales pesados en el punto de máxima y mínima concentración, de cada uno, con la cantidad de Cu, Pb y As de la muestra control (Muestra A8 ubicada a 2.730 m al Sur de la UF, aprox.), es posible constatar que:

⁷ Curso "Análisis de datos Ambientales y Quimiometría", Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, impartida por los señores Manuel Bravo Mercado y Sonia Parra Vargas en Santiago, entre el 3 y el 4 de octubre de 2017.

Hecho Constatado N° 1

- La concentración más alta de Cu (Muestra B8 ubicada a 530 m al Noreste de la UF, aprox.) es 47 veces mayor que la concentración de la muestra de control.
- La concentración más baja de Cu (Muestra A6 ubicada a 1.090 m al Noreste de la UF, aprox.) es 6,8 veces mayor que la concentración de la muestra de control.
- La concentración más alta de As (Muestra A2 ubicada a 600 m al Norte de la UF, aprox.) es 17 veces mayor que la concentración de la muestra de control.
- La concentración más baja de As (Muestra A6 ubicada a 1.090 m al Noreste de la UF, aprox.) es 2,8 veces mayor que la concentración de la muestra de control.
- La concentración más alta de Pb (Muestra A2 ubicada a 600 m al Norte de la UF, aprox.) es 14,5 veces mayor que la concentración de la muestra de control.
- La concentración más baja de Pb (Muestra B33 ubicada a 440 m al Sureste de la UF, aprox.) es 2,3 veces mayor que la concentración de la muestra de control.

Así mismo, considerando la totalidad de parámetros analizados, utilizando la herramienta de interpolación de datos entre puntos de muestreo del programa SIG (Sistema de Información Geográfica QGIS 2.18.13), fue posible visualizar la distribución espacial de las concentraciones totales de metales pesados en el terreno (Figura 9), con el mismo resultado anterior.

Con todo lo anterior, es posible constatar que la presencia de metales pesados, en el área de estudio (Figura 3), siguen siendo atribuibles a las operaciones de Antofagasta Terminal Internacional S.A.

2. Las concentraciones medias de As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb y Zn en el área de estudio detectadas en 2018, son estadísticamente iguales a las concentraciones medias de estos mismos parámetros detectadas en 2015.

Tablas

Muestra	Ubicación (WGS 84)		Informe de Laboratorio	Concentración [mg/kg]							[g/kg]
	Norte	Este		As	Cu	Fe	Mn	Mo	Pb	Zn	Sulfuro
B18	7.383.705	357.178	4675867	48,74	2453,18	24953,85	425,01	43,71	188,88	1900,43	0,3
A2	7.383.894	356.855	4675868	108,88	4489,31	30918,57	607,75	49,82	361,80	2625,81	0,3
A17	7.384.032	357.273	4675869	20,67	1110,65	31209,96	624,33	13,86	164,58	954,74	0,2
B8	7.383.706	357.091	4675870	78,73	4776,29	26503,23	484,35	84,05	303,19	2809,73	0,5
A6	7.384.189	357.297	4675871	16,34	693,4	27748,95	618,88	8,02	125,20	723,57	0,2
B33	7.383.047	357.033	4675872	22,5	890,34	22175,78	619,00	7,81	58,34	1509,20	0,2
B24	7.383.531	357.011	4675873	40,05	1728,59	48708,91	1129,20	16,60	185,48	1537,94	0,3
A8 (Control)	7.380.890	356.488	4675876	5,85	101,34	13089,61	271,21	<1,20	24,87	138,53	0,0

Tabla 1

Descripción del medio de prueba: Resumen de los valores de las concentraciones obtenidas de las muestras de suelo colectadas, por la SMA en el año 2018 y analizadas en el laboratorio ETF A ANAM S.A. Las muestras fueron colectadas con una brocha desde las calles y veredas comprometidas en la medida.

Figuras

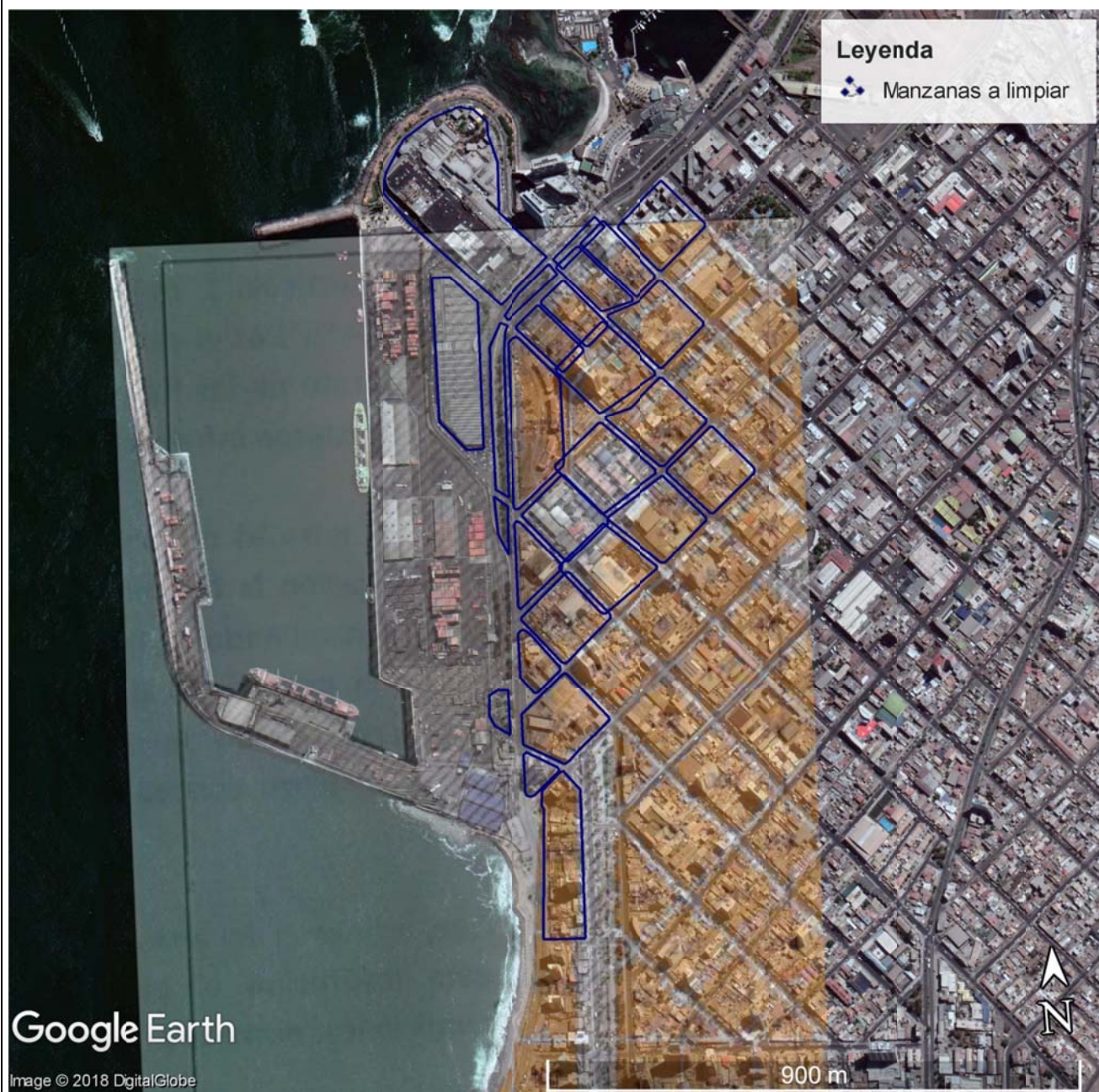


Figura 3

Descripción del medio de prueba: identificación de las manzanas censales sobre las cuales aplica la medida de limpieza descrita en el Resolvo segundo R.E. N° 645/2015 (Anexo 1).

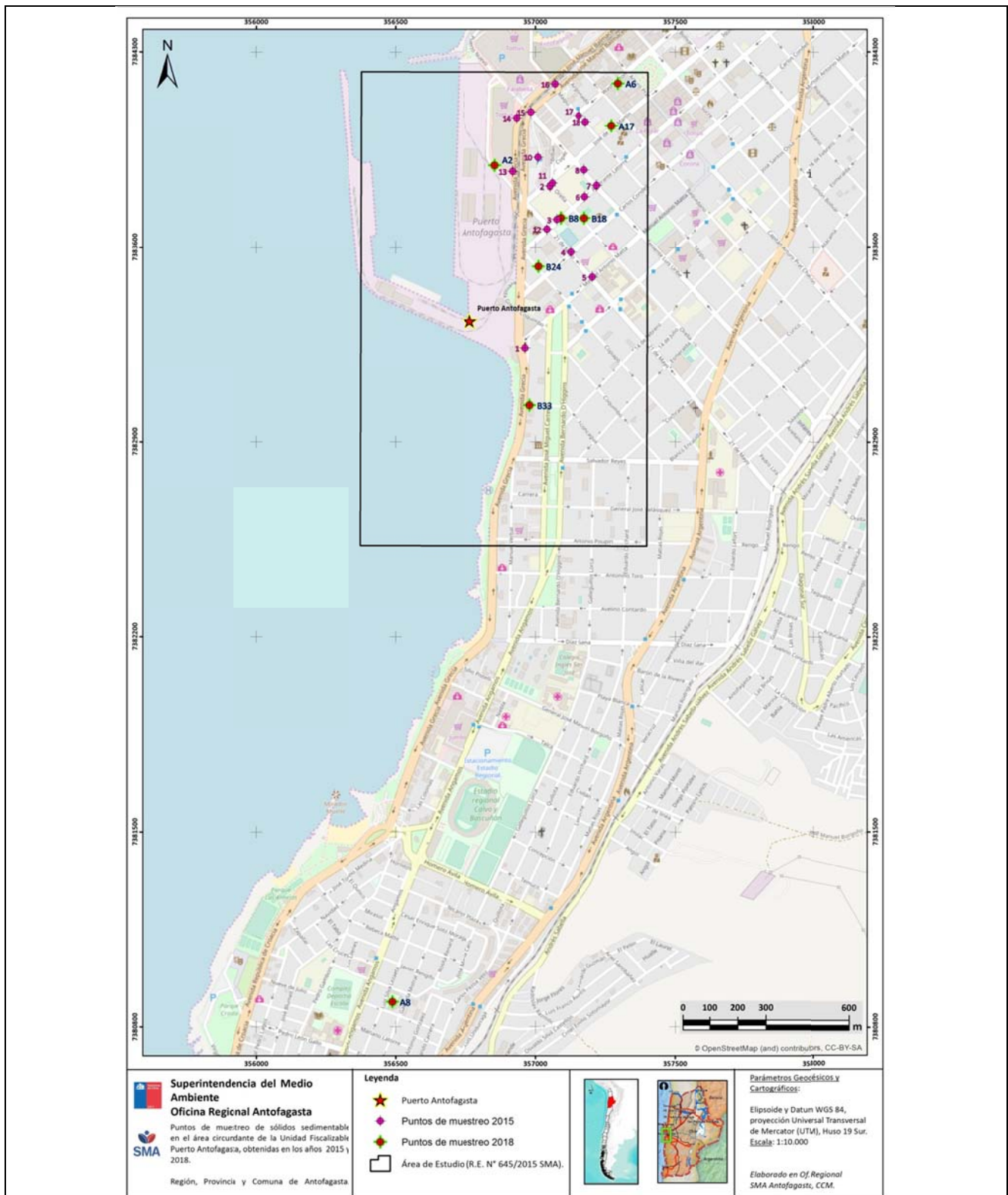


Figura 4

Descripción del medio de prueba: Localización de las muestras de suelo obtenidas por la SMA en el área circundante de Puerto Antofagasta, durante febrero de 2018. Para la georeferencia se utilizó el equipo GPS Nomad Trimble.

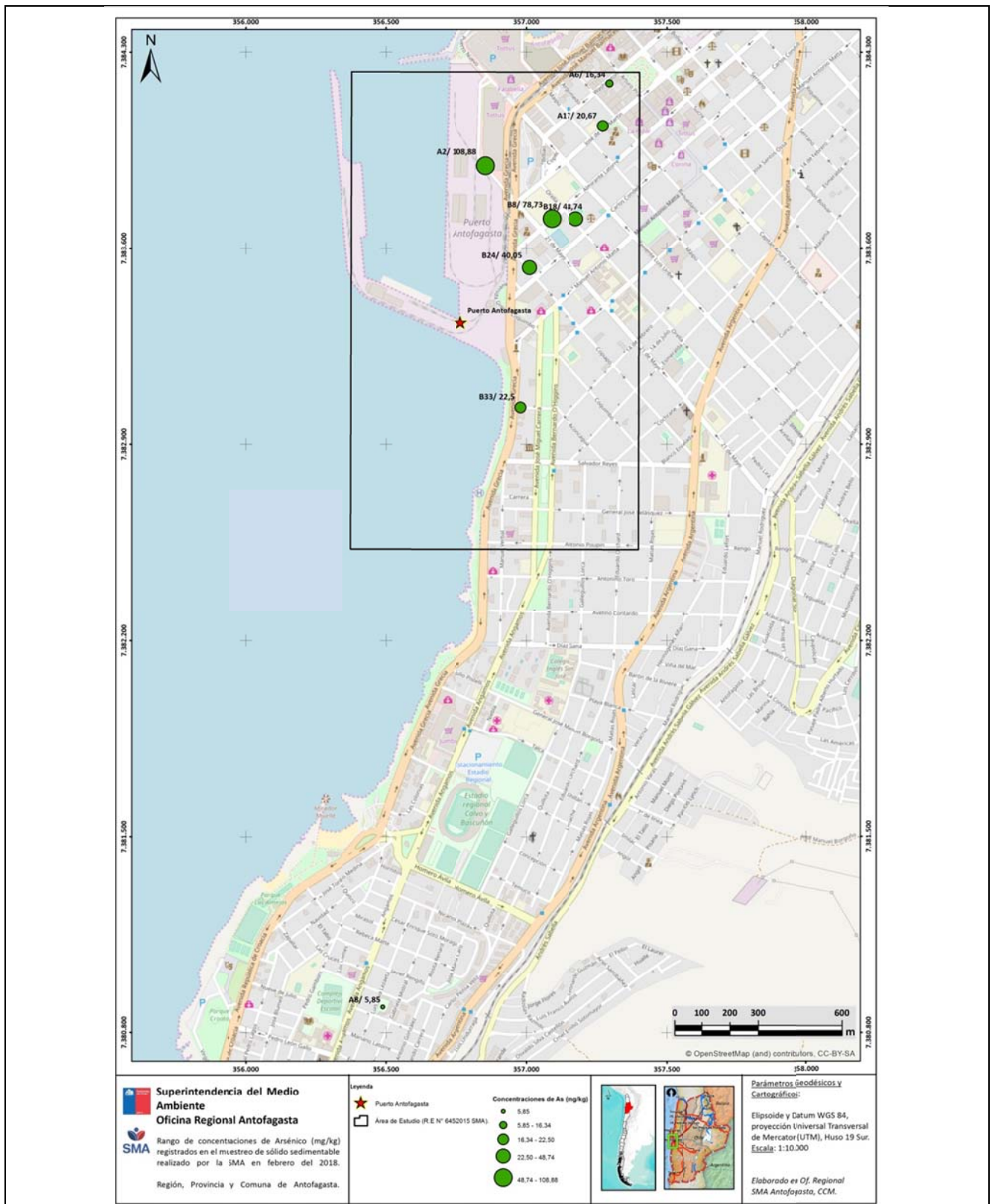


Figura 5

Descripción del medio de prueba: Concentraciones de Arsénico en las muestras de suelo tomadas por la SMA en febrero de 2018. A mayor concentración del parámetro evaluado mayor es el tamaño de su representación en la leyenda del mapa.

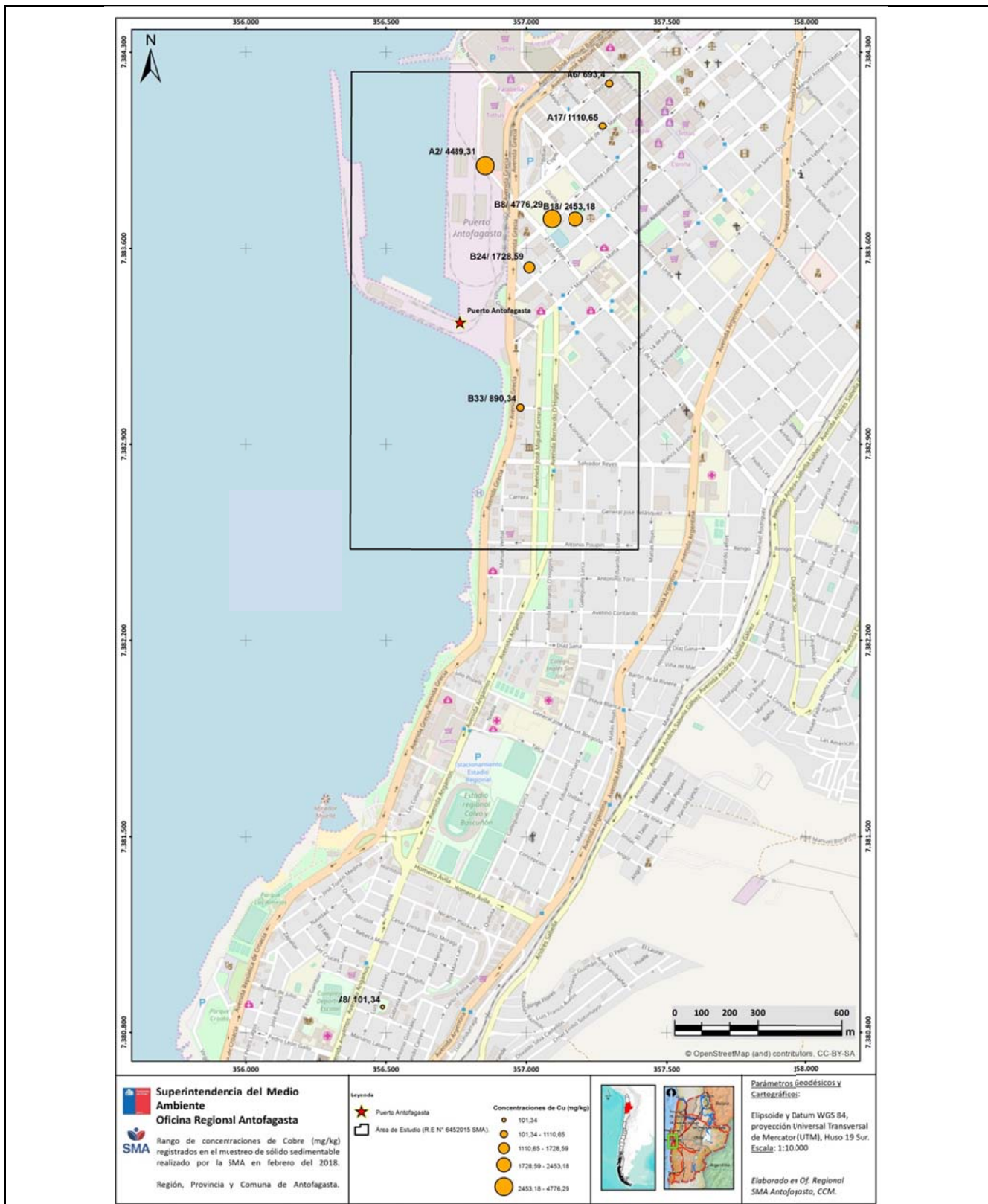


Figura 6

Descripción del medio de prueba: Concentraciones de Cobre en las muestras de suelo tomadas por la SMA en febrero de 2018. A mayor concentración del parámetro evaluado mayor es el tamaño de su representación en la leyenda del mapa.

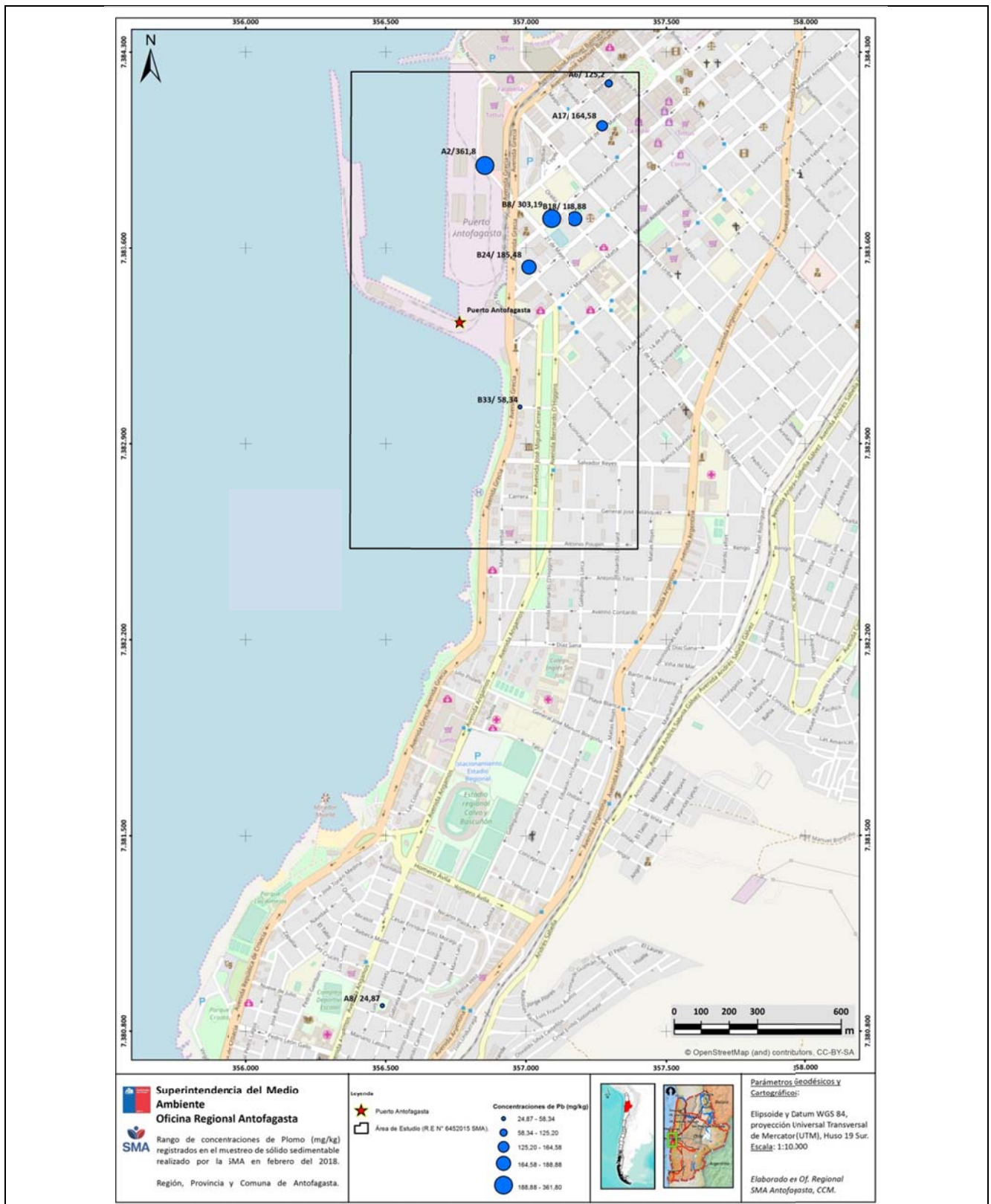


Figura 7

Descripción del medio de prueba: Concentraciones de Plomo en las muestras de suelo tomadas por la SMA en febrero de 2018. A mayor concentración del parámetro evaluado mayor es el tamaño de su representación en la leyenda del mapa.

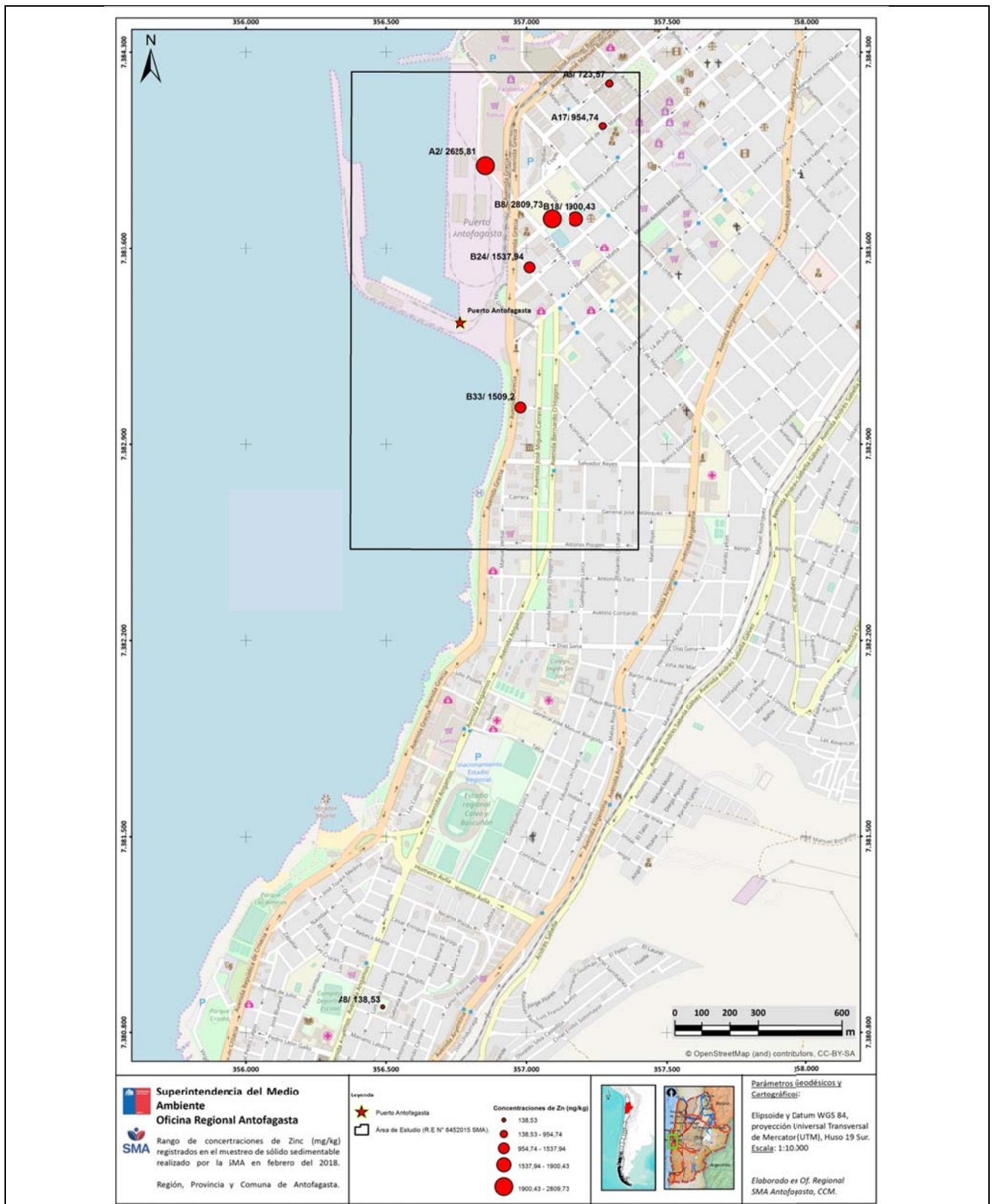


Figura 8

Descripción del medio de prueba: Concentraciones de Zinc en las muestras de suelo tomadas por la SMA en febrero de 2018. A mayor concentración del parámetro evaluado mayor es el tamaño de su representación en la leyenda del mapa.

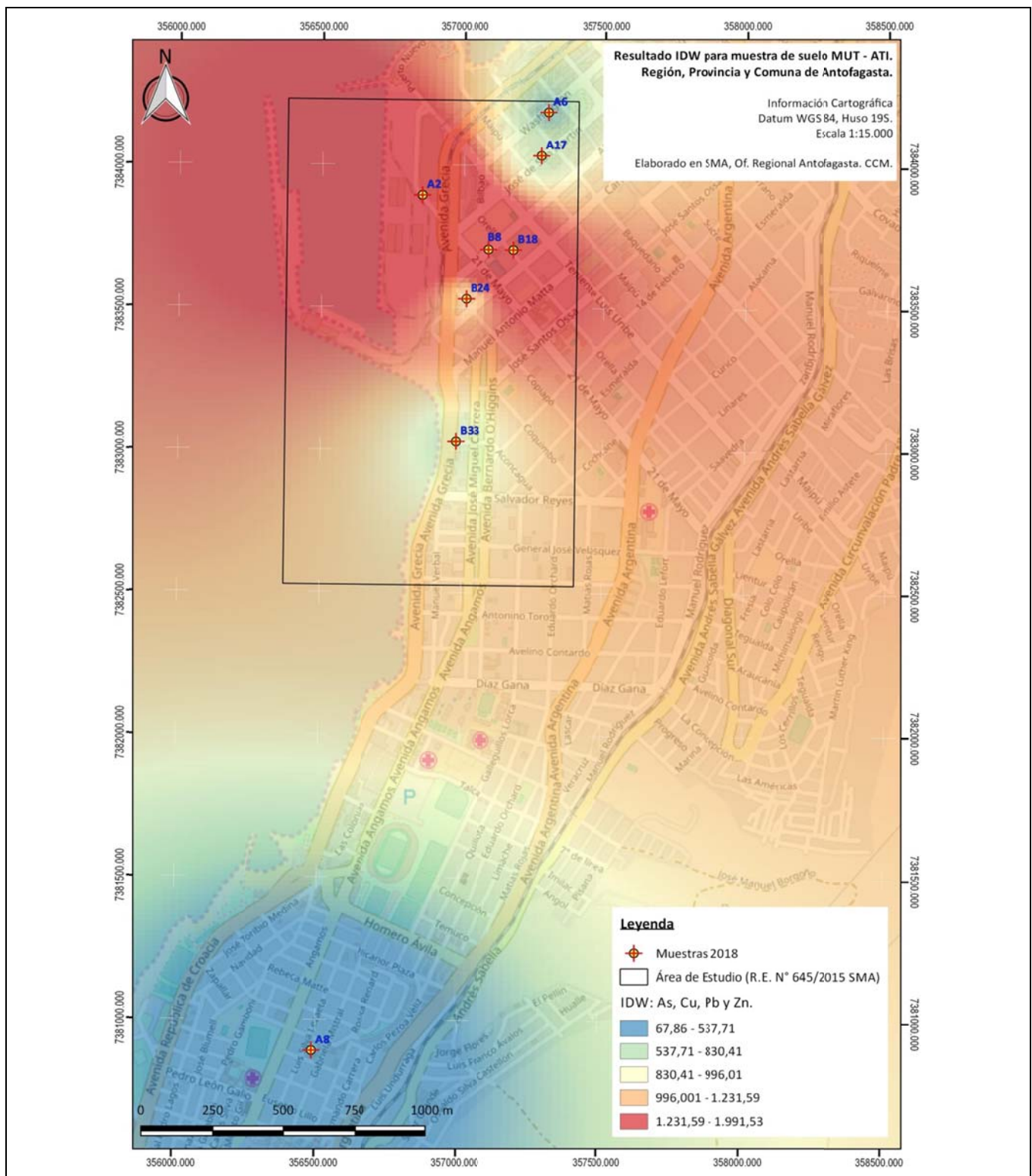


Figura 9

Descripción del medio de prueba: Mapa con el resultado de la salida gráfica de los valores de la Ponderación Inversa a la Distancia (IDW), obtenida de acuerdo a las concentraciones de As, Cu, Pb y Zn de 10 muestras de sólidos, en el cual es posible observar que a mayor distancia del Puerto de Antofagasta, las concentraciones de metales pesados disminuyen. (Fuente: Elaborado en Of. Regional SMA Antofagasta con QGIS 2.18.13).

5. CONCLUSIÓN

Cumplimiento parcial en la ejecución de la medida Urgente y Transitoria impuesta en el Resuelvo Segundo de la R.E. SMA N° 645/2015, dado que, si bien ATI ejecutó labores de limpieza, estas no cumplieron con la condición de limpieza íntegra. Cuyo propósito fue la disminución en las concentraciones de metales pesados detectadas en el área aledaña al puerto de Antofagasta, sin embargo las concentraciones medias detectadas por la SMA luego de la ejecución de la limpieza no muestran una disminución en las concentraciones respecto de las detectadas en 2015.

La conclusión anterior, se sustenta en lo siguiente:

En atención a lo indicado por la SEREMI de Salud de Antofagasta en su Oficio N° 112/2018 (Documento ID 5), el cual señala que *“El Informe antes mencionado no presenta antecedentes asociado a análisis químico de Laboratorio Acreditado del muestreo inicial y final de polvo sedimentable en tramo comprometido con metodología técnicamente aceptada a efecto de verificar la eficiencia y eficacia del trabajo de limpieza realizado”*, durante los días 12 y 13 de febrero de 2018 la SMA tomo muestras de suelo en el área de aplicación de la medida, más una muestra control en una área alejada, las cuales fueron analizadas por el laboratorio Análisis Ambientales S.A. (ANAM), con registro como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) bajo los códigos SMA 011-01 (Laboratorio Centro) y 011-02 (Laboratorio Puerto Montt).

Con las concentraciones de metales pesados obtenidos del muestreo antes descrito, se realizaron los siguientes análisis:

1. Comparación de las concentraciones obtenidas para cada uno de los metales analizados, en cada una de las muestras tomadas dentro del área de aplicación de la medida (Figura 3), respecto a las concentraciones de los mismos metales obtenidos en la muestra control, ubicada aproximadamente a 2.730 m al Sur de la Unidad Fiscalizable.
2. Comparación estadística de las medias de las concentraciones de metales pesados (As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb y Zn), obtenidas en los muestreos realizados en febrero 2015 por Hidrolab⁸ y febrero de 2018 por la SMA, dentro del área de estudio delimitada en la Figura 4, utilizando para ello la prueba estadística **t de Student**.

Como resultado de ello se constató:

1. A mayor distancia del Puerto de Antofagasta, las concentraciones de metales pesados disminuyen, por lo que sus valores podrían ser atribuibles a las operaciones de esta Unidad Fiscalizable.
2. No existen diferencias significativas entre las medias de las concentraciones de As, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb y Zn en el área de estudio detectadas para los años 2018 y 2015.

Adicionalmente, se constató que las labores de limpieza fueron ejecutadas fuera del plazo establecido en el Resuelvo Segundo de la R.E. SMA N° 645/2015, debido a que ATI no solicitó al Tribunal la suspensión de los efectos de la resolución recurrida respecto de la MUT.

⁸ Muestreo y análisis realizado por el laboratorio externo Hidrolab a solicitud de la SMA, en el marco de las actividades de inspección realizadas al Puerto de Antofagasta durante 2015. Los Informes de laboratorio correspondientes se encuentran en el Anexo 15 del presente informe.

6. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Resolución Exenta N° 645/2015 de fecha 6 de agosto de 2015, de la SMA.
2	Sentencia Segundo Tribunal Ambiental Rol R N° 76-2015
3	Sentencia Corte Suprema Rol N° CS-88948-2016 de fecha 6 de diciembre de 2017
4	Carta conductora C-ATI-GGE-SMA-021 de fecha 5 de enero de 2018
5	Carta conductora C-ATI-GGE-SMA-024 de fecha 12 de enero de 2018
6	ORD. MZN N° 23/2018 de fecha 15 de enero de 2018 ORD. MZN N° 24/2018 de fecha 16 de enero de 2018
7	R.E. MZN N° 004/2018 de fecha 22 de enero de 2018
8	Carta conductora C-ATI-GGE-SMA-037 de fecha 25 de enero de 2018
9	R.E. MZN N° 007/2018 de fecha 29 de enero de 2018
10	Carta conductora C-ATI-GGE-SMA-039 de fecha 01 de febrero de 2018 y adjuntos.
11	Oficio N° 112/2018 de fecha 06 de febrero de 2018 de la SEREMI de Salud Región de Antofagasta
12	R.E. MZN N° 011/2018 de fecha 12 de febrero de 2018 y notificación a titular de fecha 14 de febrero de 2018.
13	Carta conductora C-ATI-GGE-SMA-043 de fecha 19 de febrero de 2018 y documentos adjuntos.
14	Informes de ensayo de ANAM S.A. de las muestras de suelo obtenidas por la SMA en el área circundante de Puerto Antofagasta.
15	Resultados del muestreo y análisis de laboratorio realizado por Hidrolab a solicitud de la SMA en febrero de 2015.
16	Comparación estadística de las concentraciones medias obtenidas en el muestreo de 2018 respecto al 2015, para cada parámetro analizado.
17	R.E. MZN N° 026/2018 de fecha 25 de mayo de 2018
18	Carta conductora C-ATI-GGE-SMA-071 de fecha 21 de junio de 2018 y adjuntos.