



ORD. A-Nº

0087

ANT.: Carta EPA N° 0011 de 05.ENE.2016.

MAT.: Reenvía antecedentes recibidos.

ARICA,

19 ENE 2016

DE: SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA


A: SR. CHRISTIÁN ROJO LOYOLA
DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
7 DE JUNIO N° 268. OF 530
ARICA



1. Adjunto envío a usted, copia de la Carta mencionada en el antecedente, la cual fuera remitida por el Gerente General de EPA, a esta SEREMI de Salud.
2. Dicha carta contiene el resultado de análisis de muestras ambientales obtenidas en el entorno del galpón de acopio de concentrados minerales que activa la empresa SOMARCO, en la explanada norte del Puerto.
3. Esta información es remitida, con el objeto de ser incorporada al expediente de fiscalización de las RCA de este Titular, si esa Superintendencia lo estima procedente.

Saluda atentamente a usted,




Mg. GIOVANNA CALLE CAPUMA
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA


FRA/DR.MCA/jpe.
DAS INT. N° 026 (18.01.2016)

DISTRIBUCIÓN:

- Sr. Christian Rojo Loyola ✓
- C.C.:
- Departamento Acción Sanitaria
- U.T. Salud Ambiental y SEIA
- Oficina de Partes

031
07 ENE 2016

OFICINA DE PARTES

GERENCIA GENERAL

Recibido por: *Jaqueline*

Carta N°

0011

Ref.: Comunica monitoreo a la
Somarco Ltda.

Empresa

Arica, 05 ENE 2016

Señora
Seremi de Salud de Arica y Parinacota
Giovanna Calle Puma
Presente



De nuestra consideración:

Empresa Portuaria Arica, como empresa pública del Estado, tiene por objeto la administración, conservación y explotación del Puerto de Arica, y en el marco de dichas funciones, arrendó con fecha 30 de enero de 2004 a la empresa SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA. un área del sector norte del recinto portuario para que operara un recinto de almacenamiento de minerales a granel de origen y exportación boliviana.

En el marco de la supervisión del contrato de arrendamiento, la Empresa Portuaria Arica contrató un Monitoreo de Sólidos Sedimentables a la empresa CESMEC S.A., la que emitió el Informe N° SEB-18621, de fecha 22.06.2015, el que fue puesto en conocimiento de la arrendataria SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA., junto con requerir mejoras y correcciones en su operación, mediante Carta EPA Nro. 891 de fecha 28 de octubre de 2015.

La empresa arrendataria SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL LTDA. informó haber adoptado correcciones y mejoras en su operación, mediante Carta 055/2015, de fecha 06/11/2015, por lo que se procedió a encomendar un segundo monitoreo a la empresa CESMEC S.A., la que evacuó Informe Nro. SEB-19320, de fecha 23.12.2015.

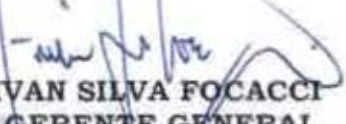
Concluidas las mediciones requeridas a la empresa CESMEC S.A., se ha decidido poner en su conocimiento los Informes CESMEC S.A. Nros. SEB-18621 de fecha 22.06.2015 y SEB 19320, de fecha 23.12.2015, por estimarse podría existir infracción a la norma ambiental y/o sanitaria vigente en la operación de la empresa SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA., en particular en el sistema de extracción de aire, en el sistema de hidrolavado de camiones y en el pasaje de salida de camiones del recinto de almacenamiento.

Se adjuntan los siguientes respaldos:

- Informe CESMEC S.A. Nro. 18621 de fecha 22.06.2015.
- Informe CESMEC S.A. Nro. 19320 de fecha 23.12.2015.
- Copia de Denuncia presentada a la Superintendencia del Medio Ambiente.

Sin otro particular, le saluda atentamente a usted,




IVAN SILVA FOCACCI
GERENTE GENERAL
EMPRESA PORTUARIA ARICA


ISF/RCM/RPA/ccp

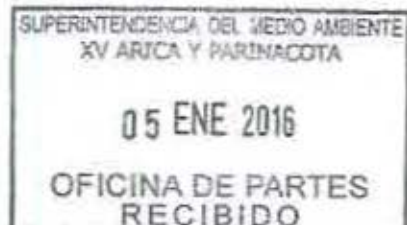
REGLAMENTO INTERNO
RAZON SOCIAL: DEPÓSITO Y ALMACENAJE
RUT EMPRESA: 61.945.700-5
DIRECCION: MAXIMO LIRA 389
TELÉFONO: 2202080
EMAIL: puertoarica@puertoarica.cl



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

(*) Campos obligatorios a rellenar para poder procesar su denuncia.

Sección 1: Individualización denunciante*



Persona natural	
Persona jurídica	SI

1.1. Persona natural.

Nombres*				
Apellidos*				
Cédula de Identidad	<input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/> - <input type="text"/>			
Domicilio*	Región		Calle	
	Ciudad	Número	Block/Dpto.	Sector
Teléfono de contacto	Fijo	Móvil	Fax	
Correo electrónico	<input type="text"/> @ <input type="text"/>			

1.2. Persona Jurídica.

Razón social o Nombre*	EMPRESA PORTUARIA ARICA
RUT	<input type="text"/> 61 . <input type="text"/> 945 . <input type="text"/> 700 - <input type="text"/> 5
Tipo de persona jurídica	<p><input type="radio"/> Organismo del Estado</p> <p><input checked="" type="radio"/> Empresa pública</p> <p><input type="radio"/> Sociedad anónima</p> <p><input type="radio"/> Sociedad de responsabilidad limitada</p> <p><input type="radio"/> Sociedad colectiva</p> <p><input type="radio"/> Sociedad en comandita</p> <p><input type="radio"/> Empresa individual de responsabilidad limitada</p> <p><input type="radio"/> Sociedad por acciones</p> <p><input type="radio"/> Sociedad contractual minera</p> <p><input type="radio"/> Sociedad legal minera</p>

	<input type="radio"/> Corporación <input type="radio"/> Fundación <input type="radio"/> Sindicato <input type="radio"/> Otro (Especifique) _____			
Domicilio*	Región XV ARICA Y PARINACOTA		Calle AV. MAXIMO LIRA	
	Ciudad ARICA	Número 389	Block/Dpto. PISO 2	Sector CENTRO
Teléfono de contacto	Fijo	Móvil		Fax
	██████████	██████████		██████████
Correo electrónico	██████████@██████████.██████████			

1.3. Representante.

Nombres*	IVAN ANDRES			
Apellidos*	SILVA FOCACCI			
Cédula de Identidad	██████████-██████████-██████████-██████████			
Domicilio*	Región ARICA Y PARINACOTA		Calle AV. MAXIMO LIRA	
	Ciudad ARICA	Número 389	Block/Dpto. PISO 2	Sector CENTRO
Teléfono de contacto	Fijo	Móvil		Fax
	██████████	██████████		██████████
Correo electrónico	██████████@██████████.██████████			
Acredita personería vigente del representante: <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> No				



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Sección 2: Apoderado*

¿Actúa mediante apoderado? (Ley ☐ SÍ ☒ NO N°19.880)

Nombres*				
Apellidos*				
Cédula de Identidad	<input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/> - <input type="text"/>			
Domicilio*	Región		Calle	
	Ciudad	Número	Block/Dpto.	Sector
Teléfono de contacto	Fijo	Móvil	Fax	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Correo electrónico	<input type="text"/> @ <input type="text"/>			
Acredita poder art. 22 Ley N° 19.880		<input type="checkbox"/> SÍ <input checked="" type="checkbox"/> No		

Sección 3: Identificación del o los presuntos infractores*

Persona natural	<input type="checkbox"/>
Persona jurídica	<input checked="" type="checkbox"/> SÍ

Nombre completo o Razón Social	SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA.			
Cédula de Identidad o RUT	<input type="text"/> 80 <input type="text"/> . <input type="text"/> 925 <input type="text"/> . <input type="text"/> 100 <input type="text"/> - <input type="text"/> 4			
Domicilio*	Región XV REGION ARICA Y PARINACOTA		Calle ARTURO PRAT	
	Ciudad ARICA	Número 391	Block/Dpto. OF. 145	Sector CENTRO
Teléfono de contacto	Fijo	Móvil	Fax	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Correo electrónico	abarraza	@	somarco.cl
--------------------	----------	---	------------

Sección 4: Antecedentes de la denuncia*

Descripción de los hechos denunciados

La Empresa Portuaria Arica, como empresa pública del Estado, tiene por objeto la administración, conservación y explotación del Puerto de Arica, y en el marco de dichas funciones, arrendó con fecha 30 de enero de 2004 a la empresa SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA. un área del sector norte del recinto portuario para que operara un recinto de almacenamiento de minerales a granel de origen y exportación boliviana.

En el marco de la supervisión del contrato de arrendamiento, la Empresa Portuaria Arica contrató un Monitoreo de Sólidos Sedimentables a la empresa CESMEC S.A., la que emitió el Informe N° SEB-18621, de fecha 26.06.2015, que se adjunta, el que fue puesto en conocimiento de la arrendataria SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA., junto con requerir mejoras y correcciones en su operación, mediante Carta EPA Nro. 891 de fecha 28 de octubre de 2015.

La empresa arrendataria SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL LTDA. informó haber adoptado correcciones y mejoras en su operación, mediante Carta 055/2015, de fecha 06/11/2015, por lo que se procedió a encomendar un segundo monitoreo a la empresa CESMEC S.A., la que evacuó Informe Nro. SEB-19320, de fecha 23.12.2015, que también se adjunta.

Concluidas las mediciones requeridas a la empresa CESMEC S.A., se ha decidido poner en su conocimiento los Informes CESMEC S.A. Nros. SEB-18621 de 26.06.2015 y SEB-23.12.2015 de 23.12.2015, por estimarse podría existir infracción a la norma ambiental en la operación de la empresa SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA., en particular en el sistema de extracción de aire, en el sistema de hidrolavado de camiones y en el pasaje de salida de camiones del recinto de almacenamiento.

¿Cómo tomó conocimiento de los hechos?



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

De los hechos se tomó conocimiento directo por vía de contratar mediciones especializadas.

Período o fecha del hecho denunciado

Período monitoreado desde el 26 de junio al 23 de diciembre de 2015.

Lugar del hecho denunciado

En el interior y salida del recinto arrendado por SOCIEDAD MARITIMA Y COMERCIAL SOMARCO LTDA., que se localiza en el Sector Norte del recinto portuario del Puerto de Arica.

¿Conoce información geográfica asociada?

☒ Sí

En caso de conocer la información geográfica marcar la ubicación presentada a continuación

Huso 19 Sur	X
Coordenada Este	360603.40 m E
Coordenada Norte	7956840.27 m S

¿Se encuentra en o cercana a un área protegida del estado?

☐ Sí

Aproximadamente a 120 metros del borde costero; mar de Chile protegido por el Estado de Chile por intermedio de la Armada de Chile por su Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante Nacional (DGTM y MM).

Sección 5: Documentación de la denuncia*

Acreditar Personería Vigente del Representante

☒ SÍ

☐

Poder Artículo 22 Ley N°19.880

☐

☒ NO

Documentación Adjunta:

Nombre del documento
1) Personería por escritura pública de 23.07.2015, ante notario de Arica don Julio Aguilar Fuentes.
2) Informe CESMEC S.A. Nro. SEB-18621 de 22.06.2015
3) Informe CESMEC S.A. Nro. SEB-19320 de 23.12.2015

Declaro por este acto vengo en denunciar una posible infracción, y declaro que la información contenida en este documento es precisa, verídica, y comprobable


PUERTOARICA
EMPRESA PORTUARIA ARICA


Firma

INFORME CALIDAD DEL AIRE SEB – 18621

Solicitante: EMPRESA PORTUARIA ARICA

Orden de Trabajo: 428773

Atención: Sra. Magdalena Gavilán

Fecha de Emisión: 22.06.2015

Dirección: Máximo Lira N° 389, Arica.

División Medio Ambiente – Departamento Calidad del Aire - Santiago

1.- ANTECEDENTES

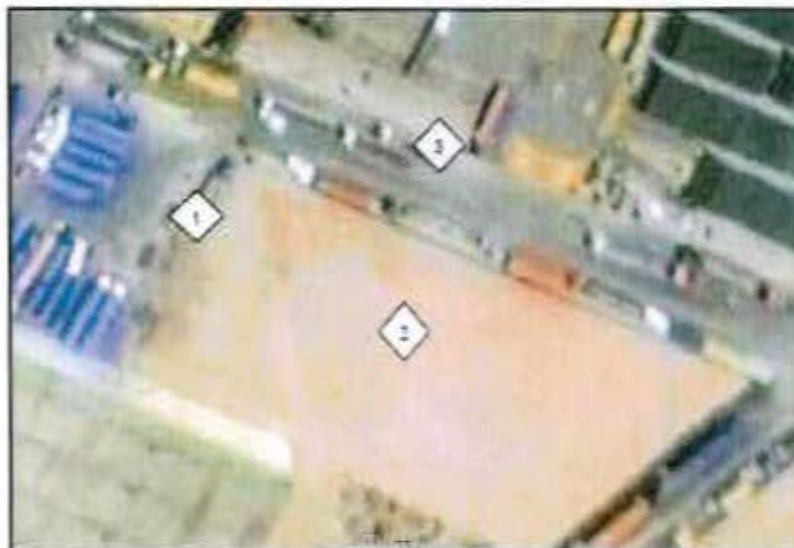
A solicitud de EMPRESA PUERTO ARICA, en adelante "EPA", CESMEC S.A. a través de su División Medio Ambiente, realizó monitoreo de Sólidos Sedimentables en Terreno a tres puntos de muestreos emplazados en las instalaciones de SOMARCO LTDA. y TPA S.A. ubicadas en la ciudad de Arica, XV Región de Arica y Parinacota.

El presente informe muestra los resultados de los análisis químicos realizados a los sólidos sedimentables, cuya fecha de muestreo fue el 14 de mayo del 2015.

2.- PUNTOS DE MUESTREOS

Para realizar la caracterización química de sólidos sedimentables en terreno, EPA definió tres puntos de toma de muestras cuya ubicación espacial y geográfica se detalla a continuación.

Figura N°1: Puntos de muestreo



El punto M1 corresponde al camino ubicado en la puerta de salida de almacén de SOMARCO LTDA., denominado "Camino Salida".

El punto M2 corresponde al patio interior trasero ubicado en área SOMARCO LTDA., denominado "Patio Trasero".

El punto M3 corresponde a la puerta de ingreso al área de consolidado y desconsolidado TPA S.A., denominado "Puerta Ingreso".

Tabla N°1: Coordenadas geográficas puntos de muestreos

Punto Muestreo	Latitud (S)	Longitud (W)
M1	18° 28' 24,8"	070° 19' 11,3"
M2	18° 28' 25,3"	070° 19' 10,9"
M3	18° 28' 24,2"	070° 19' 09,5"

3.- METODOLOGÍAS DE MUESTREOS

3.1.- Material de muestreo

- Muestreador de incrementos, para terrenos cubiertos
- Herramienta de toma de muestra, pala pequeña o cuchara
- Pala
- Baldes de polietileno para recibir muestras
- Lámina de polietileno desechable, de aproximadamente 1 m²
- Bandeja de aluminio de 11x16 cm o similar
- Bolsas de polietileno

La siguiente figura muestra algunos de los materiales utilizados durante el muestreo.

Figura N°2: Materiales de muestreo



3.2.- Homogenización y Reducción de Muestra

El total de incrementos obtenidos, para cada nivel de punto establecido, fue depositado y extendido sobre una lámina de polietileno, se extrajeron elementos extraños, se mezclaron consecutivamente con movimientos homogéneos desde las cuatro puntas o de la manta. Se trazaron manualmente dos líneas perpendiculares sobre la muestra, en forma de cruz, tratando de separar la muestra en cuatro porciones similares. Se tomaron incrementos de los lados opuestos de la cruz formada, formando un compuesto de las muestras extraídas, repitiendo el proceso, hasta obtener 2 muestras de 200 g cada una, esto fue la muestra y contramuestra, para cada punto muestreado.

3.3.- Almacenamiento

Las muestras fueron almacenadas en bolsas de polietileno selladas, de manera de evitar contaminación externa. Las muestras fueron mantenidas a temperatura ambiente.

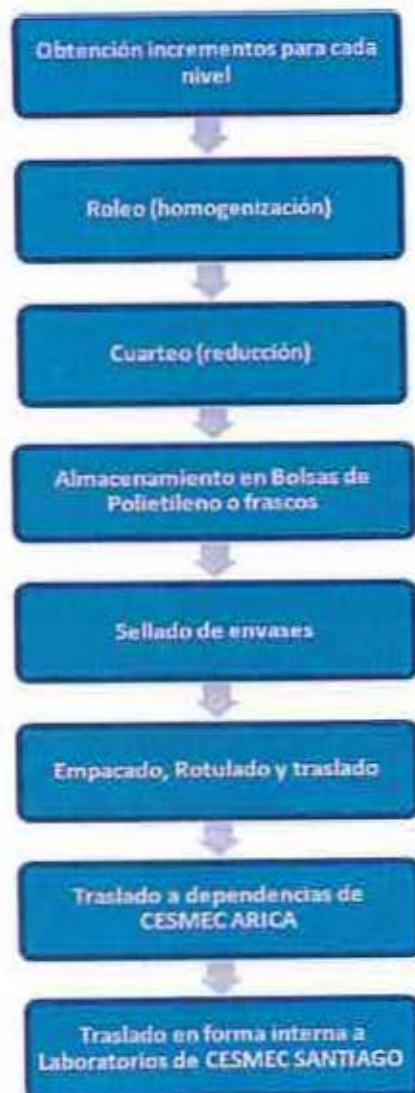
Figura N°3: Almacenamiento de muestra del punto M2.



Figura N°4: Almacenamiento de muestra del punto M3.



3.4.- Flujograma del proceso de muestreo



4.- METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

Las tres muestras obtenidas de sólidos sedimentables fueron enviadas a los laboratorios de CESMEC S.A. Santiago para realizar la caracterización química de los siguientes elementos: Ag, Ba, Cd, Cr, Pb, As, Se, Hg y S.

Para ello se realizaron diversos ensayos y métodos, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla N°2: Métodos de muestreos

Ensayo	a t e r o
5 s G r u p o s a s e n t e s Totales (Ag, Ba, Cd, Cr, Pb, As, Se y Hg)	9 l a s e n t e s a s e n t e s Hidruro
5 s G r u p o s a s e n t e s (LECO)	1 a s e n t e s a s e n t e s (LECO)

5.- RESULTADOS

5.1.- Determinación de Metales Totales

Los resultados están expresados en Base Natural.

Tabla N°3: Resultados Metales Totales

Identificación Muestra	As	Mo	Mn	Cd	Hg	Fe	Zn	Cu	Pb
	mg/Kg								
M-1	578	<5 ^(*)	293	608	<1 ^(*)	37089	134	1147	4273
M-2	35	<5 ^(*)	202	16	<1 ^(*)	17676	3517	71	138
M-3	222	<5 ^(*)	640	389	<1 ^(*)	53753	46463	538	1722

(*) Valor se encuentra bajo el Limite de Cuantificación.

Ref. SQC-32308 del 15/06/15

5.2.- Determinación de Azufre

Tabla N°4: Resultados Azufre

Identificación Muestra	AzufreTotal mg/Kg
M-1	87907
M-2	2981
M-3	32248

(*) Valor se encuentra bajo el Límite de Cuantificación.

Ref. SQC-32308 del 15/06/15

6.- NORMATIVA REFERENCIAL

En Chile no existen estándares o normas de calidad nacional relacionadas con la contaminación del recurso suelo, sin embargo y sólo a **modo de referencia** se pueden comparar los resultados del análisis químico con los estándares Holandeses expuestos en el informe de Acevedo et al., 2005 "Criterios de calidad de suelo agrícola", en el que se entregan límites referenciales para los elementos As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Pb, Mo, Ni y Zn.

La siguiente tabla resume los estándares Holandeses para evaluar la contaminación de suelos, en términos de concentración total de metales.

Tabla N°5: Valores estándares holandeses para evaluar la contaminación de suelos

Suelo estándar		
Elemento	Valor de referencia* mg/kg	Valor de intervención** mg/kg
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
Niquel	35	210
Zinc	140	720

* Nivel indicativo por encima del cual hay contaminación demostrable

** Valor de intervención: indica contaminación severa de los suelos donde es necesario remediar.

7.- NORMATIVA NACIONAL

La Presidenta de la República instruyó la elaboración de un Plan de Maestro de Intervención en Arica que afronte todo lo relacionado con la contaminación por polimetales tóxicos y contemple un programa integral de salud para los afectados, así como eventuales reubicaciones de viviendas afectadas. Este plan está normado en la Ley 20590/2009 y en su reglamento el DS 113/2013.

El Plan que se presenta a la comunidad de Arica es producto del trabajo realizado por los Ministerios de Salud, Vivienda, Educación, Planificación y Hacienda, bajo la coordinación de la Ministra Presidenta de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (Conama), y de los diálogos y opiniones vertidas por los dirigentes en los encuentros con representantes y especialistas de los Ministerios involucrados.

El eje determinante de esta intervención es el sanitario y en dicha perspectiva se formulan recomendaciones desde el ámbito de la salud pública, estableciéndose criterios orientadores para la intervención en los ámbitos de educación y vivienda y se define un Programa de Salud para población expuesta a polimetales.

Este plan plantea los siguientes límites para el caso de contaminación de suelos:

Metal	Límite	Unidad	Normativa
Pb	400	mg/Kg	USEPA
As	20	mg/Kg	UE
Cd	30	mg/Kg	UE-CLEA
Cr	200	mg/Kg	UE-CLEA
Hg	15	mg/Kg	UE-CLEA

[Ilustración: Mapa de Arica con la presencia de polimetales en 2009. El mapa muestra la ciudad de Arica y sus alrededores, con una leyenda que indica la presencia de polimetales en 2009. El mapa está rodeado por un recuadro con el título 'Presencia de Polimetales en Arica, 2009'.

Presencia de
Polimetales en Arica, 2009"

8.- COMPARACIÓN CON NORMATIVA REFERENCIAL

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos del análisis químico a las tres muestras de sólidos sedimentables en terreno y su comparación con los límites normativos holandeses utilizados como **referencia**.

Tabla N°6: Comparación resultados químico con normativa referencial

Elemento	Valor de referencia * mg/ kg	Valor de intervención mg/ kg	Muestra		
			M1	M2	M3
As	29	55	578	35	222
Cd	0,8	12	608	16	389
Cu	36	190	1147	71	538
Hg	0,3	10	<1 (*)	<1 (*)	<1 (*)
Pb	85	530	4273	138	1722
Mo	10	200	<5 (*)	<5 (*)	<5 (*)
Zn	140	720	134	3517	46463

* Nivel indicativo por encima del cual hay contaminación demostrable.

** Valor de intervención: indica contaminación severa de los suelos donde es necesario remediar.

(*) Valor bajo el límite de cuantificación del método.

Elemento	Muestra		
	M1: Camino Salida	M2: Pared Trasero	M3: Puerta Ingreso
As	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) no es necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar
Cd	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar
Cu	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) no es necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar
Hg	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) no es necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar
Pb	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) no es necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar
Mo	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar
Zn	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar	(valor de referencia) (valor de intervención) (valor de intervención) necesario remediar

8.- COMPARACIÓN CON NORMATIVA NACIONAL

Identificación Muestra	Arsénico (As) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida	578	20	No cumple
M-2: Patio Trasero	35	20	No cumple
M-3: : Puerta Ingreso	222	20	No cumple
Identificación Muestra	Cadmio (Cd) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida	608	30	No cumple
M-2: Patio Trasero	16	30	Cumple
M-3: : Puerta Ingreso	389	30	No cumple
Identificación Muestra	Mercurio (Hg) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida	<1 _{PL}	15	Cumple
M-2: Patio Trasero	<1 _{PL}	15	Cumple
M-3: : Puerta Ingreso	<1 _{PL}	15	Cumple
Identificación Muestra	Plomo (Pb) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida	4273	400	No cumple
M-2: Patio Trasero	138	400	Cumple
M-3: : Puerta Ingreso	1722	400	No cumple

Límites utilizados en el "Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica, 2009"

9.- CONCLUSIONES

NORMATIVA NACIONAL

En relación al **Arsénico** en suelo es posible observar que todos los puntos se registran valores por sobre los límites establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

En relación al **Plomo** en suelo es posible observar que en punto M-1: Camino Salida y M-3: Puerta Ingreso se registran valores por sobre la normativa, siendo la excepción el punto M2: Patio Trasero donde el valor está por debajo del límite establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

En relación al **Cadmio** en suelo es posible observar que en punto M-1: Camino Salida y M-3: Puerta Ingreso se registran valores por sobre la normativa, siendo la excepción el punto M2: Patio Trasero donde el valor está por debajo del límite establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

En relación al **Mercurio** en suelo es posible observar que todos los puntos se registran valores por debajo de los límites establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

NORMATIVA REFERENCIAL

Para los tres puntos muestreados y solo a **modo de referencia** se puede concluir que:

❖ Para el punto M1 denominado "camino salida";

- Respecto al elemento arsénico (As) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento molibdeno (Mo) éste estaría bajo los límites de referencia.
- Respecto al elemento cadmio (Cd) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento mercurio (Hg) éste se encuentra bajo el límite de cuantificación del método (<1 mg/Kg), por lo que podría estar sobre el límite de referencia (0,3 mg/Kg). Sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento zinc (Zn) éste estaría bajo el límite de referencia.
- Respecto al elemento cobre (Cu) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento plomo (Pb) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.

❖ Para el punto M2 denominado "patio trasero":

- Respecto al elemento arsénico (As) éste estaría sobre los límites de referencia, sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento molibdeno (Mo) éste estaría bajo los límites de referencia.
- Respecto al elemento cadmio (Cd) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento mercurio (Hg) éste se encuentra bajo el límite de cuantificación del método (<1 mg/Kg), por lo que podría estar sobre el límite de referencia (0,3 mg/Kg). Sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento zinc (Zn) éste estaría sobre los límites de referencia indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento cobre (Cu) éste estaría sobre los límites de referencia, sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento plomo (Pb) éste estaría sobre los límites de referencia, sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.

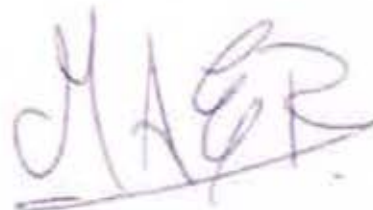
❖ Para el punto M3 denominado "puerta ingreso":

- Respecto al elemento arsénico (As) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento molibdeno (Mo) éste estaría bajo los límites de referencia.
- Respecto al elemento cadmio (Cd) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento mercurio (Hg) éste se encuentra bajo el límite de cuantificación del método (<1 mg/Kg), por lo que podría estar sobre el límite de referencia (0,3 mg/Kg). Sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento zinc (Zn) éste estaría sobre los límites de referencia indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento cobre (Cu) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento plomo (Pb) éste estaría sobre los límites de referencia, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.

A modo general, de los tres puntos monitoreados el que presenta la mayor cantidad de metales totales con concentraciones más altas es el punto M1 con los máximos de As, Cd, Cu y Pb. Mientras que el punto M3 presenta los máximos de Mn, Fe y Zn.

El punto M2 es el que presenta las concentraciones más bajas de metales totales, teniendo las mínimas de As, Mn, Cd, Fe, Cu y Pb.

Es necesario destacar que no existe normativa referencial para los elementos manganeso (Mn), hierro (Fe) y azufre (S), sin embargo es posible mencionar que los máximos de Mn y Fe se presentaron en el punto M3, mientras que el máximo de S lo presentó el punto M1.



Macarena Espinoza Rodríguez
Coordinador de informes
División Medioambiente
CESMEC S.A.

INFORME CALIDAD DEL AIRE SEB – 19320

Solicitante: EMPRESA PORTUARIA ARICA

Orden de Trabajo: 436191

Atención: Sr. Oliver Ortiz Rivera

Fecha de Emisión: 23.12.2015

Dirección: Máximo Lira N° 389, Segundo piso, Arica.

División Medio Ambiente – Departamento Calidad del Aire - Santiago

1.- ANTECEDENTES

A solicitud de EMPRESA PORTUARIA ARICA, en adelante "EPA", CESMEC S.A. a través de su División Medio Ambiente, realizó monitoreo de Sólidos Sedimentables en Terreno a cuatro puntos de muestreos emplazados en las instalaciones de SOMARCO LTDA. y TPA S.A. ubicadas en la ciudad de Arica, XV Región de Arica y Parinacota.

El presente informe muestra los resultados de los análisis químicos realizados a los sólidos sedimentables, cuya fecha de muestreo fue el **02 de diciembre del 2015**.

2.- PUNTOS DE MUESTREOS

Para realizar la caracterización química de sólidos sedimentables en terreno, EPA definió cuatro puntos de toma de muestras cuya ubicación espacial se detalla a continuación.

Figura N°1: Puntos de muestreo



El punto N° 1 corresponde al camino ubicado en la puerta de salida de almacén de SOMARCO LTDA., denominado "Camino Salida Somarco". Es importante destacar que al momento de tomar la muestra, como no había suficiente material para muestrear se utilizó el existente en el costado de afuera de la solera del camino, tal como muestra la Figura N°2.

Figura N°2: Punto N°1 "Camino Salida Somarco"



El punto N° 2 corresponde al patio interior trasero ubicado en área SOMARCO LTDA., denominado "Patio Trasero".

Figura N°3: Punto N°2 "Patio Trasero"



El punto N° 3 corresponde a la puerta de ingreso al área de consolidado y desconsolidado TPA S.A., denominado "Puerta Ingreso Desconsolidado TPA".

Figura N°4: Punto N°3 "Puerta Ingreso Desconsolidado TPA"



El punto N° 4 corresponde al camino ubicado en el lado poniente del almacén de SOMARCO LTDA., denominado "Camino Salida Poniente".

Figura N°5: Punto N°4 "Camino Salida Poniente"



3.- METODOLOGÍAS DE MUESTREOS

3.1.- Material de muestreo

- Muestreador de incrementos, para terrenos cubiertos
- Herramienta de toma de muestra, pala pequeña o cuchara
- Pala
- Baldes de polietileno para recibir muestras
- Lámina de polietileno desechable, de aproximadamente 1 m²
- Bandeja de aluminio de 11x16 cm o similar
- Bolsas de polietileno

3.2.- Homogenización y Reducción de Muestra

El total de incrementos obtenidos, para cada nivel de punto establecido, fue depositado y extendido sobre una lámina de polietileno, se extrajeron elementos extraños, se mezclaron consecutivamente con movimientos homogéneos desde las cuatro puntas o de la manta. Se trazaron manualmente dos líneas perpendiculares sobre la muestra, en forma de cruz, tratando de separar la muestra en cuatro porciones similares. Se tomaron incrementos de los lados opuestos de la cruz formada, formando un compuesto de las muestras extraídas, repitiendo el proceso, hasta obtener 2 muestras de 200 g cada una, esto fue la muestra y contramuestra, para cada punto muestreado.

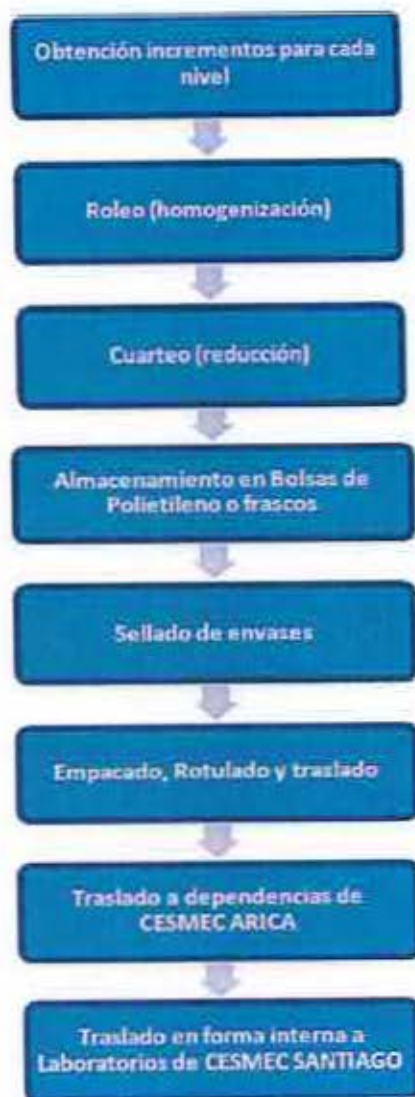
3.3.- Almacenamiento

Las muestras fueron almacenadas en bolsas de polietileno selladas, de manera de evitar contaminación externa y debidamente rotuladas. Las muestras fueron mantenidas a temperatura ambiente.

Figura N°6: Almacenamiento de muestra del punto N°2 "Patio Trasero".



3.4.- Flujograma del proceso de muestreo



4.- METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

Las cuatro muestras obtenidas de sólidos sedimentables fueron enviadas a los laboratorios de CESMEC S.A. Santiago para realizar la caracterización química de los siguientes elementos: Cu, Mo, Mn, Hg, Cd, As, Zn, Pb, Fe y S.

Para ello se realizaron diversos ensayos y métodos, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla N°1: Métodos de muestreos

Ensayo	Método
Totales (Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, As, Cd, Hg, Mo)	Hidruro
Sulfuro (S)	(LECO)

5.- RESULTADOS

5.1.- Determinación de Metales Totales

Los resultados están expresados en Base Natural. La identificación de las muestras es la siguiente:

- M-1: Punto N° 1 "Camino Salida Somarco"
- M-2: Punto N° 2 "Patio Trasero"
- M-3: Punto N° 3 "Puerta Ingreso Desconsolidado TPA"
- M-4: Punto N° 4 "Camino Salida Poniente"

Tabla N°2: Resultados Metales Totales

Identificación Muestra	Cu	Mo	Mn	Hg	Cd	As	Zn	Pb	Fe
	mg/Kg								
M-1	1021	<5 ^(*)	309	<1 ^(*)	544	563	126815	3834	43785
M-2	97	<5 ^(*)	265	<1 ^(*)	31	57	6843	221	22569
M-3	708	19	326	<1 ^(*)	304	298	58027	2020	36690
M-4	1398	<5 ^(*)	337	<1 ^(*)	575	569	135030	3524	51346

(*) Valor se encuentra bajo el Límite de Cuantificación.

Ref. SQC-33709 del 16/12/15

5.2.- Determinación de Azufre

Tabla N°3: Resultados Azufre

Identificación Muestra	AzufreTotal mg/Kg
M-1	77059
M-2	3840
M-3	42278
M-4	81479

(*) Valor se encuentra bajo el Límite de Cuantificación.

Ref. SQC-33709 del 16/12/15

6.- NORMATIVA REFERENCIAL

En Chile no existen estándares o normas de calidad nacional relacionadas con la contaminación del recurso suelo, sin embargo y sólo a **modo de referencia** se pueden comparar los resultados del análisis químico con los estándares Holandeses expuestos en el informe de Acevedo et al., 2005 "Criterios de calidad de suelo agrícola", en el que se entregan límites referenciales para los elementos As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Pb, Mo, Ni y Zn.

La siguiente tabla resume los estándares Holandeses para evaluar la contaminación de suelos, en términos de concentración total de metales.

Tabla N°4: Valores estándares holandeses para evaluar la contaminación de suelos

Suelo estándar		
Elemento	Valor de referencia* mg/kg	Valor de intervención** mg/kg
Arsénico	29	55
Cadmio	0,8	12
Cromo	100	380
Cobalto	20	240
Cobre	36	190
Mercurio	0,3	10
Plomo	85	530
Molibdénio	10	200
Níquel	35	210
Zinc	140	720

* Nivel indicativo por encima del cual hay contaminación demostrable

** Valor de intervención: indica contaminación severa de los suelos donde es necesario remediar.

7.- NORMATIVA NACIONAL

La Presidenta de la República instruyó la elaboración de un Plan Maestro de Intervención en Arica que afronte todo lo relacionado con la contaminación por polimetales tóxicos y contemple un programa integral de salud para los afectados, así como eventuales reubicaciones de viviendas afectadas. Este plan está normado en la Ley 20590/2009 y en su reglamento el DS 113/2013.

El Plan que se presenta a la comunidad de Arica es producto del trabajo realizado por los Ministerios de Salud, Vivienda, Educación, Planificación y Hacienda, bajo la coordinación de la Ministra Presidenta de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (Conama), y de los diálogos y opiniones vertidas por los dirigentes en los encuentros con representantes y especialistas de los Ministerios involucrados.

El eje determinante de esta intervención es el sanitario y en dicha perspectiva se formulan recomendaciones desde el ámbito de la salud pública, estableciéndose criterios orientadores para la intervención en los ámbitos de educación y vivienda y se define un Programa de Salud para población expuesta a polimetales.

Este plan plantea los siguientes límites para el caso de contaminación de suelos:

Tabla N°5: Límites utilizados en el "Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica, 2009"

Metal	Límite	Unidad	Normativa
Pb	400	mg/Kg	USEPA
As	20	mg/Kg	UE
Cd	30	mg/Kg	UE-CLEA
Cr	200	mg/Kg	UE-CLEA
Hg	15	mg/Kg	UE-CLEA

8.- COMPARACIÓN CON NORMATIVA REFERENCIAL

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos del análisis químico a las cuatro muestras de sólidos sedimentables en terreno y su comparación con los límites normativos holandeses utilizados como referencia.

Tabla N°6: Comparación resultados químico con normativa referencial Holandesa

Elemento	Valor de referencia *	Valor de intervención **	Resultado análisis químico mg/kg			
			M-1	M-2	M-3	M-4
As	29	55	563	57	298	569
Cd	0,8	12	544	31	304	575
Cu	36	190	1021	97	708	1398
Hg	0,3	10	<1 (*)	<1 (*)	<1 (*)	<1 (*)
Pb	85	530	3834	221	2020	3524
Mo	10	200	<5 (*)	<5 (*)	19	<5 (*)
Zn	140	720	126815	6843	58027	135030

* Nivel indicativo por encima del cual hay contaminación demostrable.

** Valor de intervención: indica contaminación severa de los suelos donde es necesario remediar.

(*) Valor bajo el límite de cuantificación del método.

Tabla N°7: Análisis de comparación de resultados químico con normativa referencial Holandesa

Elemento	Resultado análisis químico mg/kg			
	M-1: Camino Salida Sonarico	M-2: Patio Trasero	M-3: Puerta Ingreso Desconectado TPA	M-4: Camino Salida Portiente
As	563 (valor de referencia 29, valor de intervención 55) remediar	57 (valor de referencia 29, valor de intervención 55) remediar	298 (valor de referencia 29, valor de intervención 55) remediar	569 (valor de referencia 29, valor de intervención 55) remediar
Cd	544 (valor de referencia 0,8, valor de intervención 12) remediar	31 (valor de referencia 0,8, valor de intervención 12) remediar	304 (valor de referencia 0,8, valor de intervención 12) remediar	575 (valor de referencia 0,8, valor de intervención 12) remediar
Cu	1021 (valor de referencia 36, valor de intervención 190) remediar	97 (valor de referencia 36, valor de intervención 190) no es necesario remediar	708 (valor de referencia 36, valor de intervención 190) remediar	1398 (valor de referencia 36, valor de intervención 190) remediar
Hg	<1 (*) (valor de referencia 0,3, valor de intervención 10)	<1 (*) (valor de referencia 0,3, valor de intervención 10)	<1 (*) (valor de referencia 0,3, valor de intervención 10)	<1 (*) (valor de referencia 0,3, valor de intervención 10)
Pb	3834 (valor de referencia 85, valor de intervención 530) remediar	221 (valor de referencia 85, valor de intervención 530) no es necesario remediar	2020 (valor de referencia 85, valor de intervención 530) remediar	3524 (valor de referencia 85, valor de intervención 530) remediar
Mo	<5 (*) (valor de referencia 10, valor de intervención 200)	<5 (*) (valor de referencia 10, valor de intervención 200)	<5 (*) (valor de referencia 10, valor de intervención 200) no es necesario remediar	19 (valor de referencia 10, valor de intervención 200)
Zn	126815 (valor de referencia 140, valor de intervención 720) remediar	6843 (valor de referencia 140, valor de intervención 720) remediar	58027 (valor de referencia 140, valor de intervención 720) remediar	135030 (valor de referencia 140, valor de intervención 720) remediar

8.- COMPARACIÓN CON NORMATIVA NACIONAL

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos del análisis químico a las cuatro muestras de sólidos sedimentables en terreno y su comparación con los Límites utilizados en el "Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica, 2009"

Tabla N°8: Comparación de resultados químico con normativa nacional

Identificación Muestra	Arsénico (As) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida Somarco	563	20	No cumple
M-2: Patio Trasero	57	20	No cumple
M-3: Puerta Ingreso Desconsolidado TPA	298	20	No cumple
M-4: Camino Salida Poniente	569	20	No cumple
Identificación Muestra	Cadmio (Cd) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida Somarco	544	30	No cumple
M-2: Patio Trasero	31	30	No cumple
M-3: Puerta Ingreso Desconsolidado TPA	304	30	No cumple
M-4: Camino Salida Poniente	575	30	No cumple
Identificación Muestra	Mercurio (Hg) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida Somarco	<1 (*)	15	Cumple
M-2: Patio Trasero	<1 (*)	15	Cumple
M-3: Puerta Ingreso Desconsolidado TPA	<1 (*)	15	Cumple
M-4: Camino Salida Poniente	<1 (*)	15	Cumple
Identificación Muestra	Plomo (Pb) [mg/Kg]		
	Medido	Límite	Cumplimiento
M-1: Camino Salida Somarco	3834	400	No cumple
M-2: Patio Trasero	221	400	Cumple
M-3: Puerta Ingreso Desconsolidado TPA	2020	400	No cumple
M-4: Camino Salida Poniente	3524	400	No cumple

(*) Valor bajo el límite de cuantificación del método

9.- CONCLUSIONES

NORMATIVA REFERENCIAL

Para los cuatro puntos muestreados y solo a **modo de referencia** se puede concluir que:

❖ Para el punto M-1 denominado "Camino Salida Somarco":

- Respecto al elemento **arsénico (As)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **molibdeno (Mo)** éste estaría bajo los límites de referencia.
- Respecto al elemento **cadmio (Cd)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **mercurio (Hg)** éste se encuentra bajo el límite de cuantificación del método (<1 mg/Kg), por lo que podría estar sobre el valor de referencia (0,3 mg/Kg). Sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento **zinc (Zn)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **cobre (Cu)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **plomo (Pb)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.

❖ Para el punto M-2 denominado "Patio Trasero":

- Respecto al elemento **arsénico (As)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **molibdeno (Mo)** éste estaría bajo los límites de referencia.
- Respecto al elemento **cadmio (Cd)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **mercurio (Hg)** éste se encuentra bajo el límite de cuantificación del método (<1 mg/Kg), por lo que podría estar sobre el valor de referencia (0,3 mg/Kg). Sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento **zinc (Zn)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **cobre (Cu)** éste estaría sobre los límites de referencia, sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento **plomo (Pb)** éste estaría sobre los límites de referencia, sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.

❖ Para el punto M-3 denominado "Puerta Ingreso Desconsolidado TPA":

- Respecto al elemento **arsénico (As)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **molibdeno (Mo)** éste estaría sobre los límites de referencia, sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento **cadmio (Cd)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **mercurio (Hg)** éste se encuentra bajo el límite de cuantificación del método (<1 mg/Kg), por lo que podría estar sobre el límite de referencia (0,3 mg/Kg). Sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento **zinc (Zn)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **cobre (Cu)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **plomo (Pb)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.

❖ Para el punto M-4 denominado "Camino Salida Poniente":

- Respecto al elemento **arsénico (As)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **molibdeno (Mo)** éste estaría bajo los límites de referencia.
- Respecto al elemento **cadmio (Cd)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **mercurio (Hg)** éste se encuentra bajo el límite de cuantificación del método (<1 mg/Kg), por lo que podría estar sobre el límite de referencia (0,3 mg/Kg). Sin embargo está bajo el límite de contaminación severa.
- Respecto al elemento **zinc (Zn)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **cobre (Cu)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.
- Respecto al elemento **plomo (Pb)** éste estaría sobre el valor de intervención, indicando una contaminación severa de suelos donde es necesario remediar.

NORMATIVA NACIONAL

En relación al **Arsénico** en suelo es posible observar que en todos los puntos se registran valores por sobre los límites establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

En relación al **Plomo** en suelo es posible observar que en los puntos M-1: Camino Salida Somarco, M-3: Puerta Ingreso Desconsolidado TPA y M-4: Camino Salida Poniente se registran valores por sobre la normativa, siendo la excepción el punto M2: Patio Trasero donde el valor está por debajo del límite establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

En relación al **Cadmio** en suelo es posible observar que en todos los puntos se registran valores por sobre los límites establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

En relación al **Mercurio** en suelo es posible observar que todos los puntos se registran valores por debajo de los límites establecidos en el Programa Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica.

A modo general, de los cuatro puntos monitoreados el que presenta las concentraciones más altas es el punto M-4 "Camino Salida Poniente" con los máximos de As, Cd, Cu y Zn. Mientras que el punto M-1 "Camino Salida Somarco" presenta los máximos de Pb, y el punto M-2 presenta el máximo de Mo.

El punto M-2 "Patio Trasero" es el que presenta las concentraciones más bajas de metales totales, teniendo las mínimas de As, Cd, Cu, Pb y Zn.

Es necesario destacar que no existe normativa referencial para los elementos manganeso (Mn), hierro (Fe) y azufre (S), sin embargo es posible mencionar que los máximos de Mn, Fe y S se presentaron en el punto M-4



Macarena Espinoza Rodríguez
Coordinador de informes
División Medioambiente
CESMEC S.A.