

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES
(TOMO B MINAM)
INFORME COMPLEMENTARIO

AUTO DIRECTORAL N° 162-2021-MINEM-DGAAH

**PLAN DE REHABILITACIÓN
DEL SITIO IMPACTADO
S0118 (Botadero Comunidad Olaya)**

**Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación
de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la
cuenca del río Corrientes**

Elaborado para:



Presentado por:



Av. La Paz N° 1381, Miraflores, Lima, Perú
RPM: #943903565, Tel. 255-8500 / 986664361
proyectos@jci.com.pe, www.jci.com.pe

PY-1801

Setiembre, 2021

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	INFORME COMPLEMENTARIO	3
	Tomo B - Ministerio del Ambiente (MINAM).....	3
	OBSERVACIÓN N° 2	3
	OBSERVACIÓN N° 3	17
	OBSERVACIÓN N° 4	19
	OBSERVACIÓN N° 8	21
	OBSERVACIÓN N° 10	26
	OBSERVACIÓN N° 11	29
	OBSERVACIÓN N° 12	30
	OBSERVACIÓN N° 15	31
	OBSERVACIÓN N° 16	32
	OBSERVACIÓN N° 18	35
	OBSERVACIÓN N° 19	38
	OBSERVACIÓN N° 21	40
	OBSERVACIÓN N° 23	41
	OBSERVACIÓN N° 24	43
	OBSERVACIÓN N° 25	46
	OBSERVACIÓN N° 26	48
	OBSERVACIÓN N° 30	62
	OBSERVACIÓN N° 32	65
	OBSERVACIÓN N° 33	70

ANEXOS

Anexo 6.4	Mapa de ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de fondo del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) – época húmeda y seca
Anexo 6.6	Tablas y representación gráfica de resultados

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe complementario corresponde al levantamiento de observaciones y cumple con presentar la documentación destinada a subsanar las observaciones que aun persistentes al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) que, mediante Auto Directoral N.º 162-2021-MINEM-DGAAH enviado a la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) solicita atender el Informe N.º 00018-2020-MINAM/VMGA/DGCA correspondiente al Ministerio del Ambiente (MINAM). Asimismo, se atiende la opinión técnica al levantamiento de observaciones contenidas en el Informe N.º 499-2019-MINAM/VMGA/DGCA.

2 INFORME COMPLEMENTARIO

Tomo B - Ministerio del Ambiente (MINAM)

Descripción de las condiciones ambientales

Hidrogeología

OBSERVACIÓN N° 2

El PR, en los ítems 2.2.2 describe hidrogeología conceptual, asimismo, en ítem 2.2.2.1 presentan descripciones cualitativas de las tres unidades hidrogeológicas caracterizadas, sin embargo, no presenta los datos cuantitativos sobre la granulometría, porosidad, permeabilidad, así como la profundidad de la napa freática en el Sitio S0118. Parámetros necesarios para entender la movilidad de las sustancias químicas de interés en el suelo.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

La información presentada respecto a la permeabilidad del suelo se basa en la descripción del material encontrado en campo y su comparación con una tabla bibliográfica, sin embargo, no presenta resultados de ensayos in situ como el de Lefranc y/o Lugeon que permiten calcular la permeabilidad del suelo durante la ejecución de los sondeos para la instalación de un piezómetro. Por otro lado, la figura 2-1 y 2-2 presentadas por la consultora JCI en el Tomo B MINAM – Levantamiento de observaciones son incoherentes respecto a cuál piezómetro corto el horizonte de arena arcillosa. Asimismo, en las figuras antes señaladas, así como en el texto de la respuesta a la observación, se interpreta que se trataría de un banco colgado, sin embargo, de la revisión del anexo 6.5.4 Construcción de pozos (folio 00489 del PR S0118) se puede apreciar que, a la profundidad de 4,4m a la que llegó el sondeo, continuaba el horizonte de arena arcillosa, por lo que no queda claro cómo se interpreta un banco colgado en las secciones.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En respuesta al comentario del evaluador del MINAM, se indica que el alcance del estudio del plan de remediación fue el de identificar el nivel freático y su posible ubicación en profundidad (NF), además de la proximidad de algún posible acuífero próximo a la zona impactada.

Respuesta:

En atención a la observación, la caracterización hidrogeológica tuvo como alcance identificar el nivel freático y su posible ubicación en profundidad (NF), además de la proximidad de algún posible acuífero próximo a la zona impactada. De los trabajos realizados por medio de perforaciones manuales y a percusión, como también, por medio de la geofísica (la sección tomográfica 3 muestra una profundidad de 30-40 metros), por lo que se concluye que en la zona de evaluación del S0118, no se identificó el nivel freático, es por ello que para la realización de pruebas hidrodinámicas como las que se solicita el evaluador (Lefranc, Lugeon), desde el punto de vista técnico no representarían el contexto real del comportamiento hidrodinámico subterráneo con los sondeos realizados a solo 4.4 metros de profundidad (y sin llegar al NF), porque el ensayo in situ lefranc requiere de inyección de agua y su respuesta del medio freático, para el caso del ensayo luego se requiere la presión hidrostática del acuífero y su respuesta para poder determinar la conductividad del acuífero, el cual no se cumple dichos criterios ni la condición, y como se indicó no se ha realizado sondeos profundos para determinar el nivel freático. Por ello se ha tomado como referencia el comportamiento de las permeabilidades de manera indirecta (uso de literatura especializada), puesto que no se ha llegado al acuífero en si sino solo a la presencia de las arcillas húmedas.

Los logueos de las perforaciones muestran un material arcilloso, predominantemente, y los resultados de la geofísica brinda resultados similares en los 35 metros de profundidad evaluados. Por las características del material identificado pertenecería a un ambiente de tipo floodplain (llanura aluvial).

Con respecto a las características del material, de los resultados de laboratorio, la granulometría identificó materiales arcillosos (corroborando lo identificado en el logueo de perforaciones y ensayos geofísicos). Algunas de las características principales de las arcillas son su buena porosidad y su alta impermeabilidad que se va incrementando a mayor profundidad.

Con lo indicado líneas arriba se descarta algún posible desplazamiento, por este medio, de algún fluido (hidrocarburo). Por otro lado, como parte de la actualización de la respuesta se sustenta el uso de la información secundaria, y se presenta las modificaciones al Ítem 2.2.2 Hidrogeología de PR (líneas abajo), con respecto al nivel freático no se identificó en los 30 metros de profundidad evaluados. Sobre el material predominante (arcillas), tiene un comportamiento de acuitardo y por tal motivo no existiría una dirección ni flujo subterráneo:

Sin embargo, con el fin de complementar el sustento sobre las características hidráulicas del Sitio, se ha realizado la Revisión del Estudio del Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB realizado por Pluspetrol en el año 2019.

Con base en la información presentada y analizada en el citado estudio, y los resultados efectuados en campo de pruebas de permeabilidad vertical (infiltración) utilizando el método de carga variable, se obtuvieron los valores que permitieron calcular la velocidad de infiltración del sitio. Esta información reciente del Plan de Abandono (2019), permite validar lo presentado hasta ahora en los ítems anteriores. Los puntos de monitoreo realizados se ubican en la cuenca

Corrientes y alrededor o cercanos al sitio S0118. En el Cuadro 2-Ob-2a se presenta los datos obtenidos en campo.

Cuadro 2-Ob-2a Permeabilidad en campo

Coordenada		Cota (m s. n. m.)	Unidad geológica	Permeabilidad (K) (cm/seg)	Permeabilidad
Este	Norte				
386 299	9 693 774	221	Formación Nauta inferior	1.39×10^{-2}	Baja permeabilidad
386 409	9 694 372	216	Formación Ipururo	1.62×10^{-3}	Baja permeabilidad
386 521	9 694 120	192	Depósito aluvial	Palustre	Impermeable

Fuente: Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB Pluspetrol, 2019

Dentro del estudio del Plan de Abandono (2019), también se presenta las características hidrogeológicas, las cuales validan las acumulaciones aluviales recientes y sub recientes integrados predominantemente arcillosos, donde, los valores de la permeabilidad (K) varía entre $K = 10^{-2} - 10^{-4}$ cm/s, calificados como de “permeabilidad baja”, considerándose como acuitardos o acuicludos, con baja capacidad de almacenamiento.

Porosidad

En cuanto a la porosidad, también con el fin de complementar la información presentada en el PR del sitio S0118, se prestan las texturas de las muestras, con predominancia arcillosa (resultados de laboratorio).

Capacidad portante

Este parámetro está directamente relacionado a la constante de almacenamiento (que se define como el agua que puede ser liberada por un prisma vertical del acuífero, de sección igual a la unidad y altura equivalente al espesor saturado del mismo, cuando se produce un descenso unitario del nivel piezométrico) de un acuífero; sobre el sitio S0118 en los 30 a 40 metros de profundidad evaluados (resultados de la tomografía eléctrica) no se identificó el nivel freático, además por las características de las arcillas, porosas pero no permeables, el cálculo de este parámetro no es relevante para los objetivos del estudio.

Con base en lo anteriormente descrito, se presentan las siguientes conclusiones:

- Los resultados de tomografía en el sitio, señalar la ausencia de algún estrato con condiciones de almacenar y transmitir agua hasta los 40 m de profundidad evaluados.
- Los sondeos tanto manuales como mecánicos realizados en el Sitio S0118, cuya profundidad de perforación de hasta 4.4 metros no registraron la presencia de agua subterránea, solo se identificó un lente de arena con contenido de arcilla.
- Solo el piezómetro 1, interceptó un banco arcillo arenoso saturado de agua (lentejón), se estaría comportando como un acuífero no significativo confinado.
- Los valores de tipo de textura resultante de las pruebas de laboratorio demuestran que el alto porcentaje de arcilla en el suelo, le concedería una baja permeabilidad
- La información reciente del Plan de Abandono (2019), donde presenta los resultados de pruebas de permeabilidad y otras características hidráulicas, permite validar el comportamiento de acuitardo del estrato subyacente al sitio S0118.

En el Cuadro 2-Ob-2b, se realiza un ejercicio del posible desplazamiento en distintos materiales (distintas permeabilidades), y como se puede apreciar el máximo desplazamiento sería de 3.15 metros en 10 años.

Cuadro 2-Ob-2b Desplazamiento hipotético del agua para diferentes permeabilidades y tipos de suelo

Tipo de material de suelo	Permeabilidad	Drenaje	sg/año	Desplazamiento en metros			
				Años			
				1	5	10	20
Gravas limpias	1.00E+02	Bueno	3.15E+07	31 536,000.00	157 680,000.00	315 360,000.00	630 720,000.00
	1.00E+01			3 153,600.00	15 768,000.00	31 536,000.00	63 072,000.00
Arenas limpias	1.00E+00			315,360.00	1 576,800.00	3 153,600.00	6 307,200.00
Arenas limpias y mezcla de gravas	1.00E-01			31,536.00	157,680.00	315,360.00	630,720.00
	1.00E-02			3,153.60	15,768.00	31,536.00	63,072.00
	1.00E-03			315.36	1,576.80	3,153.60	6,307.20
Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morrena glacial, depósitos de arcilla estratificada	1.00E-04			31.54	157.68	315.36	630.72
	1.00E-05			3.15	15.77	31.54	63.07
	1.00E-06			0.32	1.58	3.15	6.31
Suelos impermeables (arcillas homogéneas)	1.00E-07			0.03	0.16	0.32	0.63
	1.00E-08	0.00	0.02	0.03	0.06		
	1.00E-09	0.00	0.00	0.00	0.01		
		Malo					
		Prácticamente impermeable					

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

En los cuadros 2-Ob-2c y 2-Ob-2d, se muestran la conductividad hidráulica y porosidad asociadas al material arcilloso identificado en el sitio S0118.

Cuadro 2-Ob-2c Conductividad para materiales arcillosos

Valores estimados de la conductividad hidráulica (m/día)						
Material		Doménico	Smith & W	Freeze	Fetter	Sanders
Sedimentos	arena arcillosa			0.01 a 100	0.001 a 0.1	0.01 a 1
	arcilla	10^{-6} a 4×10^{-4}	10^{-7} a 10^{-3}		10^{-6} a 10^{-3}	10^{-6} a 10^{-3}

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

Cuadro 2-Ob-2d Porosidad total y eficaz

Porosidad total (m) y eficaz (m_e)			
Material		Porosidad total % (m)	Porosidad eficaz % (m_e)
Sedimentos	arcillas	40 - 60	0 - 5
	limos	35 - 50	3 - 19

Fuente: Sanders (1998) y Custodio y Llamas (1983)

2.2.2 Hidrogeología

Este ítem contiene la descripción de las características hidrogeológicas del área del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya). La arcilla depositada, sobre el área caracterizada, es porosa pero poco a nada permeable.

Los sedimentos arcillosos reconocidos sobre el sitio S0118 corresponderían a la formación Nauta inferior, se puede concluir que este material fino predominante se comportaría como un Acuitardo hasta los 15-20 m, aproximadamente, y a partir de los 20 m como Acuícludo.

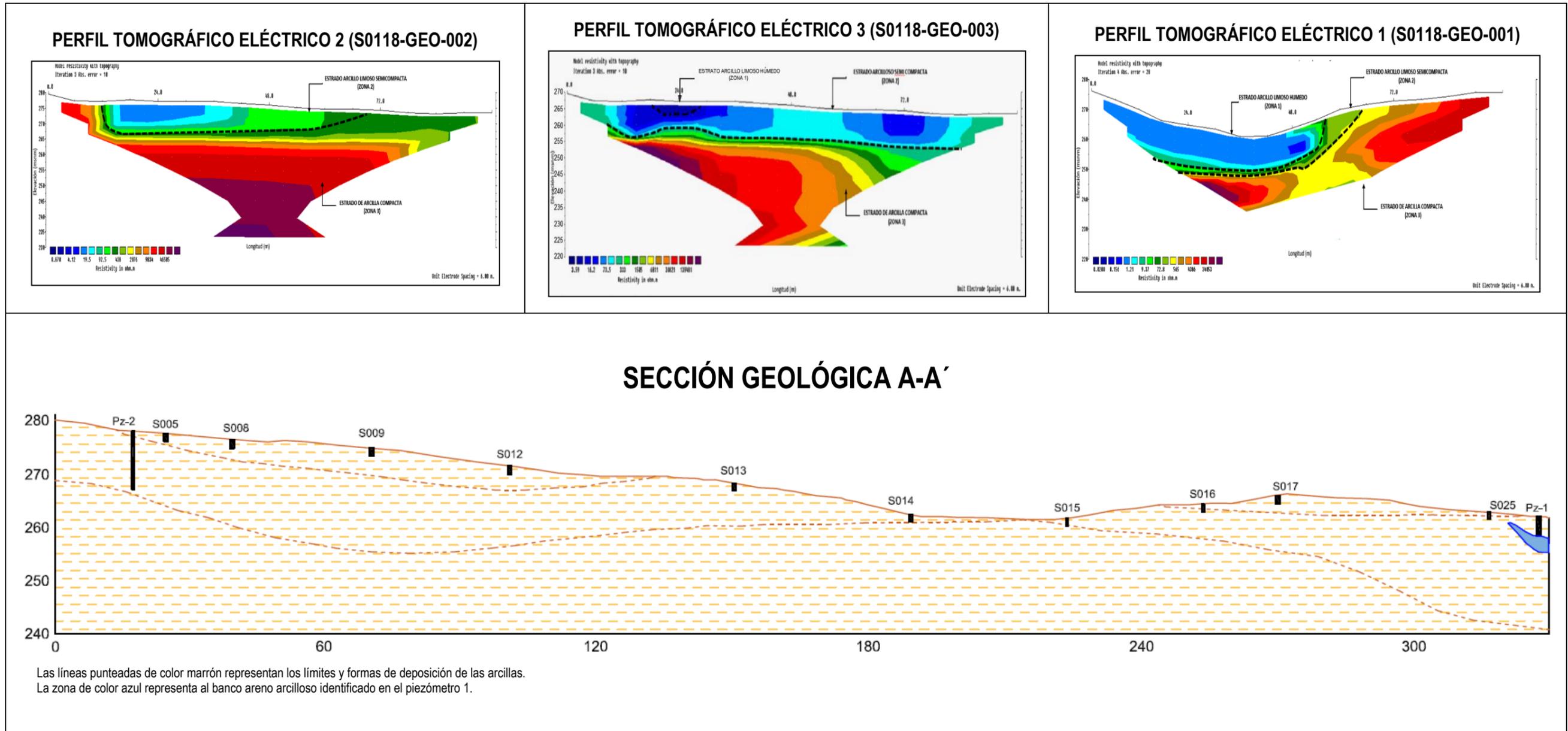
En el Cuadro 2-4, se puede apreciar la calificación del acuífero con respecto al tipo de materiales. En las secciones tomográficas se tiene un mejor panorama del comportamiento de los sedimentos finos hasta los 45 m de profundidad aprox.

Cuadro 2-1 Clasificación de terrenos por la permeabilidad

Permeabilidad m/día	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
Calificación	Impermeables		Poco permeable		Algo permeable		Permeable		Muy permeable		
Calificación del acuífero	Acuícludo		Acuitardo		Acuífero Pobre		Acuífero de regular a bueno		Acuífero excelente		
Tipo de materiales	Arcilla compacta Pizarra Granito		Limo arenoso Limo Arcilla limosa		Arena fina Arena limosa Caliza fracturada		Arena limpia Grava y arena Arena fina		Grava limpia		

Fuente: Hidrología Subterránea (Segunda edición), Custodio, E., Llamas, M.R. (2001)

Figura 2-1 Sección geológica A-A'



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Según la cartografía a escala regional, el mapa hidrogeológico nacional identifica como acuíferos detríticos al subsuelo de la selva peruana. Dentro del área evaluada y profundidad alcanzada (entre 35 y 40 m) la arcilla es el sedimento fino predominante, también se identificó un pequeño tramo de arena arcillosa permeable, entre 3.8 y 4.4 metros de profundidad, que se comporta como un acuífero confinado (piezómetro S0118-Pz-001, Anexo 6.5.4 Construcción de pozos del PR), donde el nivel piezométrico se encuentra a 0.30 metros de profundidad.

Según el Cuadro 2-4, la arcilla se comportaría como acuitardo y acuicludo (dependiendo de la profundidad y compactación) y la arena arcillosa identificada en el piezómetro 1 (S0118-Pz-001) en el tramo 3.8 a 4.4 m de profundidad como un acuífero pobre.

2.2.2.1 Caracterización hidrogeológica

En este ítem se describirá las características hidrogeológicas definiendo la hidrogeología conceptual. En el sitio S0118 se identificaron depósitos de sedimentos finos (arcillas), tal como se muestra en la Figura 2-2.

A. Unidades hidrogeológicas

Basándose en los depósitos cartografiados en la geología local, información granulométrica de las muestras extraídas de las perforaciones, secciones tomográficas eléctricas e identificación visual en campo, ha sido posible determinar una unidad hidrogeológica aflorante.

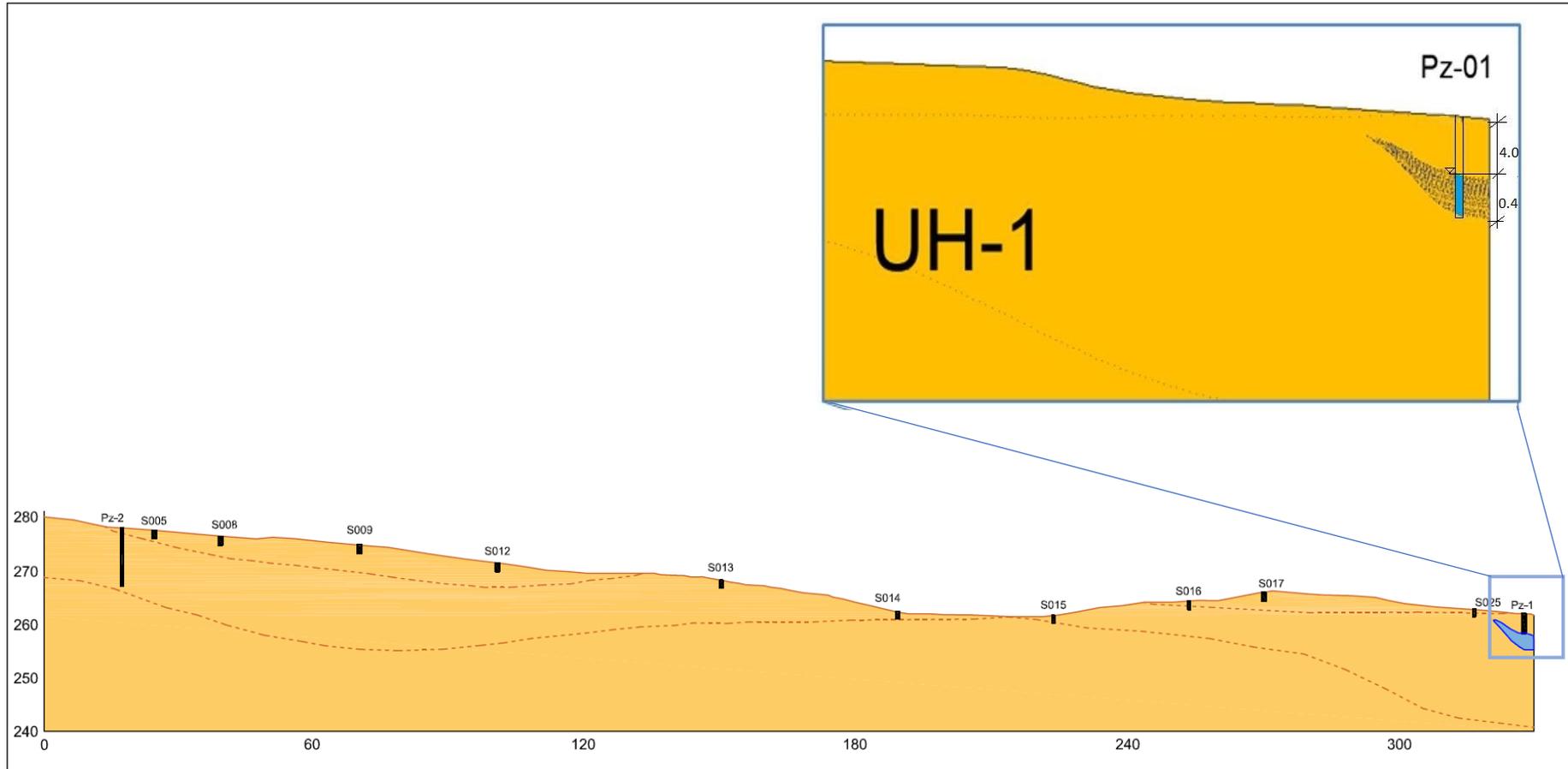
- **Unidad Hidrogeológica 1 (UH-1)**

Esta unidad hidrogeológica está representada por sedimentos finos (arcillas predominantemente).

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad que se comporta como un acuitardo, poco a nada impermeable. Superficialmente, la arcilla se encuentra húmeda debido a la precipitación constante en la selva peruana.

En la Figura 2-5 se muestra un perfil hidrogeológico construido en base al perfil litológico (Figura 2-3) el cual permitió inferir el comportamiento de la unidad hidrogeológica del sitio; el piezómetro 1 a los 3.8 m de profundidad intercepta un banco areno arcilloso saturado de agua.

Figura 2-2 Sección hidrogeológica del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Las líneas punteadas de negro representan los límites y formas de deposición de las arcillas.
 La zona de color azul representa al banco areno arcilloso identificado en el piezómetro 1.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Tomando en consideración la escala del dibujo de la sección, se ha corregido la Figura 2-2 con el nivel real de perforación del pozo de monitoreo que se muestra en la ficha de campo, el cual se indica que la arcilla arenosa solo llega desde los 4.0 hasta la profundidad 4.4 m.b.n.s, por lo que se concluye que solo 0.40 cm contienen arena arcillosa y funciona como un lentejón de agua producto de la presencia de la arena arcillosa, metros más abajo solo predomina la arcilla.

Figura 2-3 Ficha de perforación

CONSORCIO		FORMATO DE PERFORACIÓN DE POZO DE MONITOREO										FONAM	
Nombre del Proyecto: Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Corrientes													
Código FONAM		Código OEFA: S0118		Estación de Monitoreo: S0118 - AS005001		Ubicación: Antioquia		Código Olaya		N.º Jerusalén			
Coordenadas Plan (m)		K 9320328 E 274651		Coordenadas Real (m)		K 5726274 E 274723, 273		Superficie:		Código Yantique			
Inventor:		Perforación:		Método: Manual		Profundidad (m): 4.4		Diámetro ("): 4		Perforación:		Escala: 0,245	
FEBA		Perforación		Equipo: Barro manual		Revoluciones: 448		Revoluciones: 2		Nivel (m b.n.s):		H2:	
Fecha de inicio: 11-06-18		Hora de inicio: 10:50		Fecha de culminación: 11-06-18		Hora de culminación: 13:00		Longitud superficial hasta tipo tubería (m):		9.45			
Profundidad (metros)	Lectura PO (Ppm)	Mor a H2				Clasificación SUCS	Descripción de suelo (Características texturales, estimación de la fracción > 2mm (%), Color (Munsell), granulometría, humedad, plasticidad, compactación/consistencia, mineralogía) y evidencias de impacto, fotografías.	LOG	Muestra seleccionada		DISEÑO DE POZO DE MONITOREO		
		A	M	B	N				Hora	Desde (m)		Hasta (m)	
0.0						CL	De 0.0-0.5 Arcilla poco plástica de color amarillo pardo 10YR (6/6), remojada, consistencia suave						
0.5						CL	De 0.5-0.6 Arcilla limosa de color café oliva 2.5Y (5/6), plasticidad media, saturada, consistencia suave						
1.0							De 0.6 a 2.3 Arcilla baja plasticidad de color café amarillento claro 10YR (6/4), húmeda a remojada, consistencia suave						
1.5						CL	→ saturado 0.8, 1.2, 2.1?						
2.0							De 2.3 a 2.6 Arcilla poco plástica de color amarillo rojizo 7.5YR (6/6)						
2.5						CL	De 2.6 a 3.5 Arcilla de color café 7.5YR (5/3), textura moteada con pintas blanquecinas, estructura arenosa, húmeda						
3.0							De 3.5 a 3.6 Arena remojada café amarrillado						
3.5						CL	De 3.6 a 3.8 Arcilla arenosa de color café amarillento claro 10YR (6/4)						
4.0						SC	De 3.8 a 4.4 Arena arcillosa de color café 7.5YR (5/3) saturada, baja recompactación, finos 40%, arena 60%						
4.4							EDH 4.4 m						
Observaciones:													

B. Dirección de flujo y modelo conceptual

La hidrogeología conceptual se basa en la información geofísica (época húmeda), sondeos manuales (ambas épocas) y perforación e instalación de piezómetros (época húmeda), las cuales se contrastan con la geología local de la zona. De acuerdo a los ensayos y posterior interpretación de los datos obtenidos en campo se concluye:

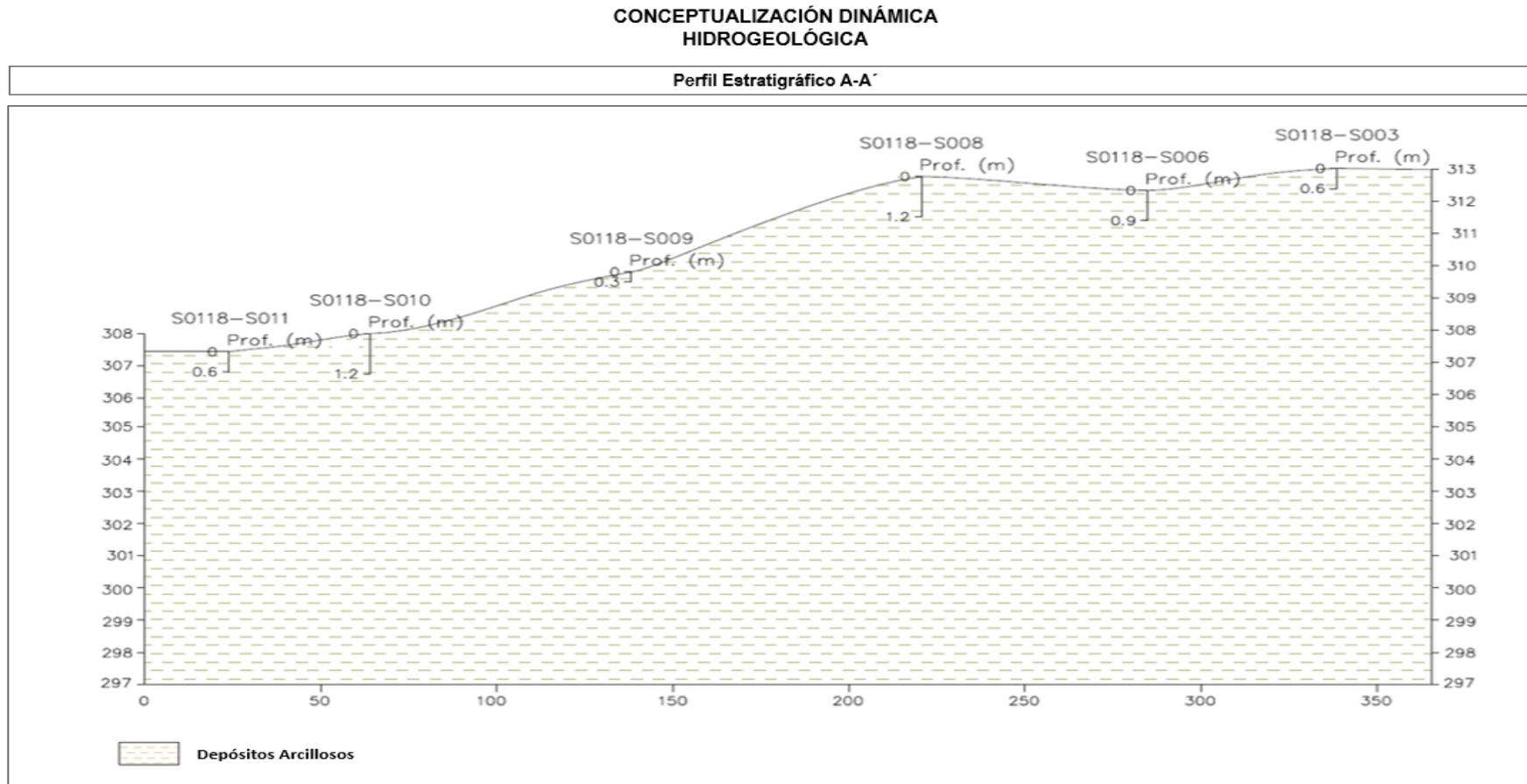
Que el material fino subyacente al sitio S0118 es arcilloso generando un ambiente poroso y poco a nada permeable (acuitardo).

En este tipo de substratos (material arcilloso) no existe una dirección de flujo subterráneo.

En el piezómetro 1 (S0118-Pz-001), se identificó un estrato areno arcilloso saturado en agua, se estaría comportando como un acuífero o significativo confinado, además el nivel piezométrico se encuentra a 0.30 m de profundidad. (Ver Figura 2-3).

Las perforaciones y tomografías próximas al piezómetro 1, no interceptaron al estrato areno arcilloso. Ver Anexos 6.5.1, 6.5.2, 6.5.5 del Plan de Rehabilitación y Figura 2-5, esto demostraría la reducida dimensión del lentejón interpretado.

Figura 2-4 Perfil litológico del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)

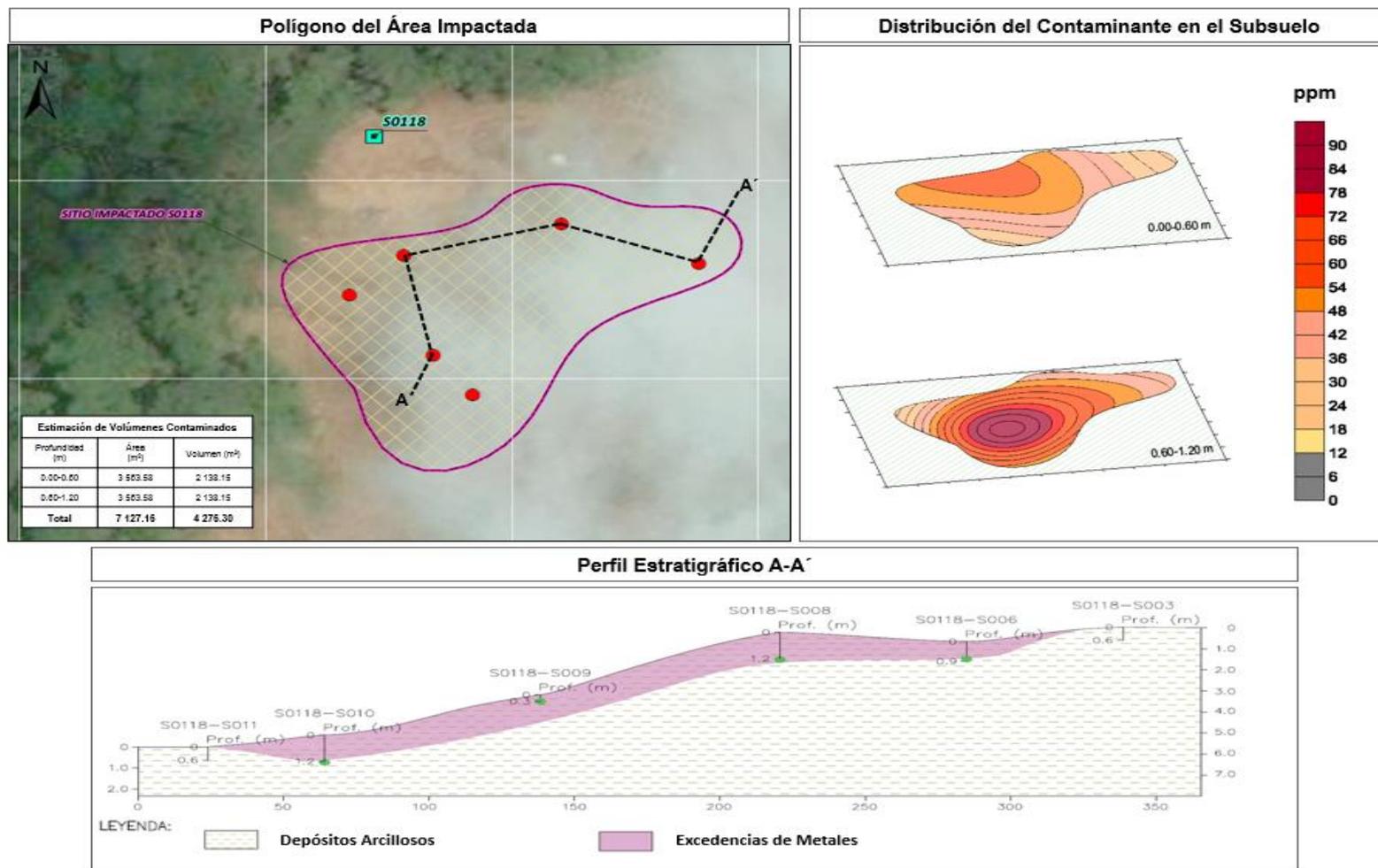


Elaboración: JCI, 2018

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Figura 2-5 Modelo Integrado de análisis del S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) - modelamiento efectuado para Vanadio

INTEGRACIÓN DE RESULTADOS (Metales)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

OBSERVACIÓN N° 3

El PR en la Figura 2-3 perfil litológico y Figura 2-4 perfil hidrogeológico del Sitio S0118, presenta los sondeos S005, S012, S013, S016 y S025, sin embargo, no presentan la ubicación de los puntos respecto al Sitio S118. Tampoco presentan las características de la granulometría, porosidad y permeabilidad. Asimismo, en estos perfiles se deben incluir los sondeos utilizados para la instalación de piezómetros con el fin de visualizar la ubicación y profundidad de la napa freática respecto al Sitio S0118. En adición a ello, las figuras 2-3 y 2-4 presentan un error en su escala de elevación, repitiendo la cota 312 msnm dos veces.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

La información presentada en la respuesta a la observación N° 2, respecto a la permeabilidad del suelo se basa en la descripción del material encontrado y su comparación con una tabla bibliográfica, sin embargo, no presenta resultados de ensayos in situ como el de Lefranc y/o Lugeon que permiten calcular la permeabilidad del suelo durante la ejecución de los sondeos para la instalación de un piezómetro.

Asimismo, en el anexo 6.5.4 Construcción de pozos (folio 00489 del PR S0118) se puede apreciar que, a la profundidad de 4,4m a la que llegó el sondeo, continuaba el horizonte de arena arcillosa saturada, por lo que no queda claro cómo se interpreta un banco colgado en las secciones.

Por otro lado, sobre el piezómetro 1, la consultora JCI señala que el nivel piezométrico se encuentra a 30 cm, lo cual demostraría la existencia de agua subterránea en el área de estudio.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

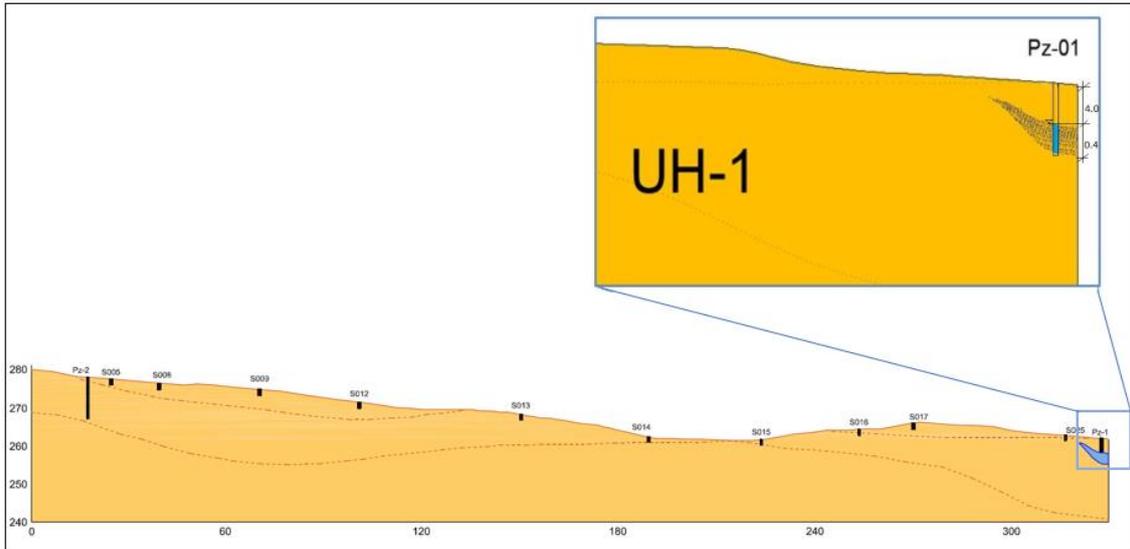
Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta, se indica que el alcance del estudio del plan de remediación fue el de identificar el nivel freático y su posible ubicación en profundidad (NF), además de la proximidad de algún posible acuífero próximo a la zona impactada.

Respuesta:

En la respuesta N° 2 se presenta los argumentos de sustento del horizonte o banco colgado, se ha tomado en consideración la escala del dibujo y se ha corregido la Figura 2-2 con el nivel real de perforación del pozo de monitoreo y se muestra en la ficha de campo, el cual se indica que la arcilla arenosa solo llega hasta la profundidad 4.4 m.b.n.s, por lo que se concluye que solo 0.40 cm contienen arena arcillosa y funciona como un lentejón de agua producto de la presencia de la arena arcillosa, metros más abajo solo predomina la arcilla.

Figura 2-6 Sección hidrogeológica del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Se le menciona al evaluador que el Pz-01 su nivel freático registrado en el sondaje es a partir de los 4 metros y solo se ha identificado dichas áreas arcillosas en solo 0.40 cm, es por ello que la profundidad total es de 4.4 m, metros más abajo como se pueden observar en las líneas tomográficas no se evidencia niveles de agua a mayor profundidad por lo que dicho lentejón de agua es producto de precipitación abundante de la zona y puesto que el dominio de las arcillas predomina en el sitio de estudio sitio S0118, concluimos que la permeabilidad baja se debe a que existe múltiples capas de arcillas compactadas a través de la dinámica propia de las zonas de selva. En la Figura 2 3 se presenta la ficha de perforación que corresponde al piezómetro 1.

Respondiendo a la Observación N° 3, se modificaron las Figuras 2-3 y 2-4, además, se modificó el ítem 2.2.2 Hidrogeología (ver Observación N° 2), dentro de este ítem se muestra el Cuadro 2-4 Clasificación de terrenos por la permeabilidad, donde, el substrato del sitio S0118 pertenece a sedimentos arcillosos que se consideran acuitardos y acuicludos (de acuerdo a su compacidad y profundidad), en tal sentido no existiría una napa freática para esa profundidad estudiada.

Cuadro 2-2 Clasificación de terrenos por la permeabilidad

Permeabilidad m/día	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
Calificación	Impermeables		Poco permeable		Algo permeable		Permeable		Muy permeable		
Calificación del acuífero	Acuicludo		Acuitardo		Acuífero Pobre		Acuífero de regular a bueno		Acuífero excelente		
Tipo de materiales	Arcilla compacta Pizarra Granito		Limo arenoso Limo Arcilla limosa		Arena fina Arena limosa Caliza fracturada		Arena limpia Grava y arena Arena fina		Grava limpia		

Fuente: Hidrología Subterránea (Segunda edición), Custodio, E., Llamas, M.R. (2001)

OBSERVACIÓN N° 4

El PR en la Figura 2-5 Isolíneas conceptuales de la profundidad del nivel freático del Sitio S0118, se observa que el agua subterránea presenta un flujo SW a NE. En las isolíneas se observa una incongruencia en la variación de profundidad de 10 m a 0.9 m en un espacio horizontal similar a la variación de profundidad de 14 m a 12 m. Asimismo, la Figura 2-5 debería presentar un perfil que incluya los pozos donde se han instalado los piezómetros.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

El documento Levantamiento de Observaciones (Tomo B MINAM) no presenta la Figura 2-5 citada en la respuesta de la observación N°04.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

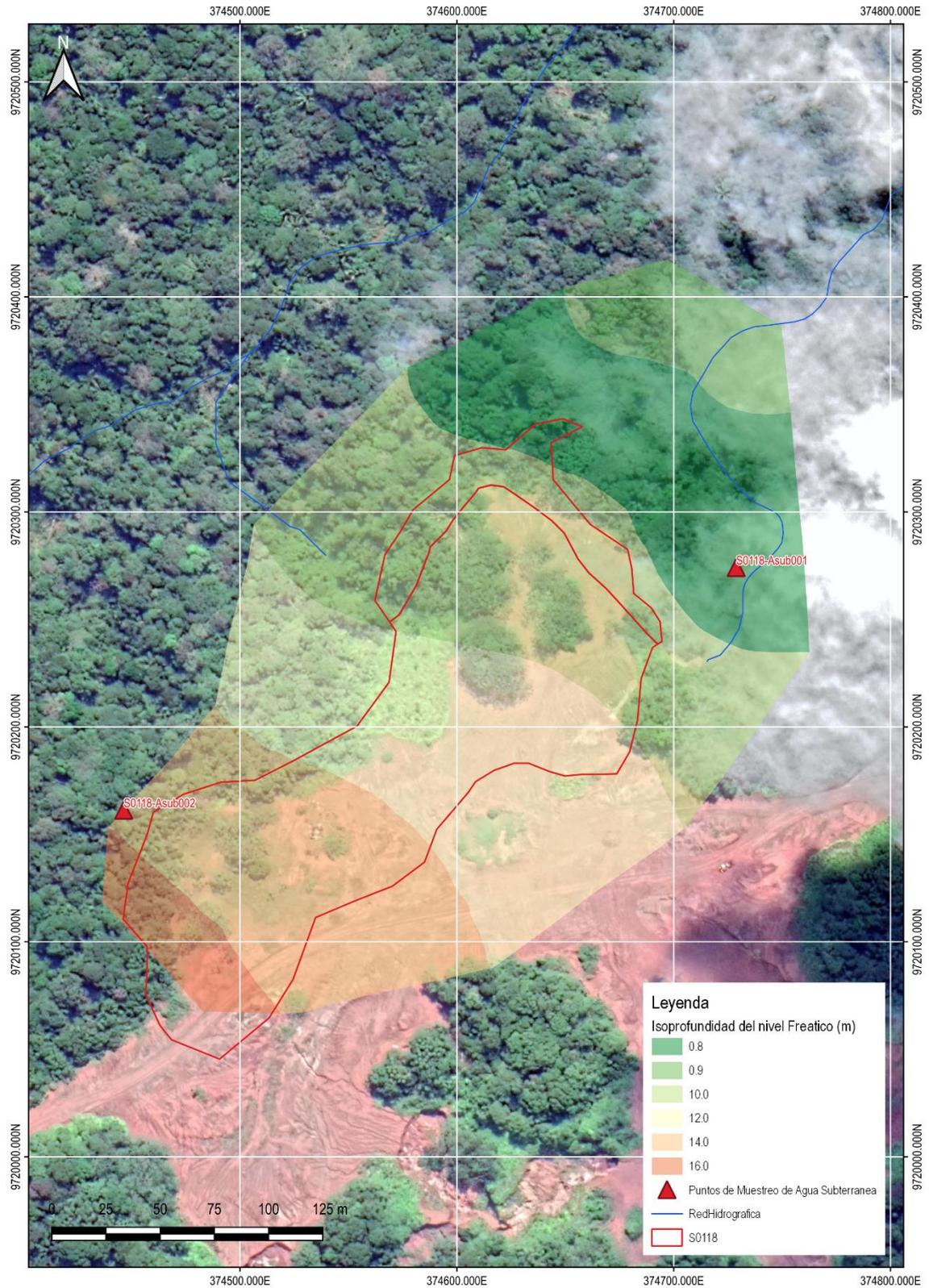
En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta.

Respuesta:

En respuesta a la observación, se modificó el ítem 2.2.2 Hidrogeología (ver Observación N° 2), donde la unidad hidrogeológica 1 (UH-1) está compuesta por arcillas con un comportamiento de acuitado y acuicludo, por lo tanto, no existiría un flujo subterráneo, lo cual se aprecia en la Figura 2-7.

Se presenta el perfil solicitado en la (Figura 2-1) que contiene a los 2 piezómetros y que, además, considera los barrenos próximos y los perfiles tomográficos 2 y 3 (ver Observación N° 2).

Figura 2-7 Isoprofundidad conceptual del nivel freático del sitio S0118 (Botadero Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

Antecedentes históricos del sitio impactado por las actividades de hidrocarburos

Investigación Histórica

OBSERVACIÓN N° 8

El PR en el Cuadro 3-2, presenta el resumen de los alcances de los estudios previos consultados para el Sitio S0118. Sin embargo, no consigna resultados de excavaciones, puntos de muestreo y/o resultados de las muestras tomadas por el OEFA en la fase de identificación del Sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya) desarrollada por el OEFA. Cabe precisar que lo advertido en esta observación recae en el muestreo de detalle de la fase de caracterización del sitio S0118, toda vez que, de acuerdo a los Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados (D.S. 012-2017-MINAM), la fase de caracterización se ejecuta cuando los resultados de la fase de identificación determinan la existencia de un sitio contaminado y el muestreo de detalle se desarrolla en base al modelo conceptual del sitio.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

De acuerdo a la respuesta de la observación N°08, la consultora indica que los muestreos efectuados permitieron definir el Área de Potencial Interés (API).

Al respecto, cabe precisar que tanto las guías aprobadas mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM y los Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM, establecen que API es el área donde se realizará el muestreo de identificación; mas no representa el área sobre la que se desarrollarán las acciones de remediación y rehabilitación.

De acuerdo a las normas señaladas en el párrafo anterior, las acciones de remediación se realizan en el sitio contaminado delimitado por el muestreo de detalle o caracterización.

Por otro lado, la observación N°08 pretende conocer las evidencias (como planos con puntos de monitoreo y resultados, tablas de resultados, etc.) elaborados a partir de los monitoreos de OEFA, y cómo se han interpretado estos resultados para el plan de muestreo de detalle.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se aclara que el área de potencial interés (API) de acuerdo a la Guía para muestreo de suelos menciona que es la extensión de terreno sobre el que se realizaran efectivamente las labores de muestreo entre otros aspectos, en esa línea si bien se tienen las siguientes fases de evaluación (identificación, caracterización y plan dirigido a la remediación), los sondeos realizados en la época húmeda se encuentran dentro del API.

Por otro lado, el OEFA no realizó la identificación en este sitio s0118, para mas detalle se actualiza la respuesta.

Respuesta:

El Organismo de evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), programó una visita y posterior identificación del sitio S0118, mediante el informe N° 00016-2017-OEFA-DE-SDCA-CSI, en el antecedente 9, indica expresamente lo siguiente:

“...El preciso mencionar que de los siete (7) sitios programados no se pudo visitar el botadero denominado Comunidad Olaya ya que personas que al parecer viven en las comunidades aledañas impidieron el acceso para el desarrollo de los trabajos de campo”.

En ese sentido, el sitio S0118 no cuenta con un informe de identificación realizado por el OEFA; la Guía para muestreo de suelo señala que el área de potencial interés forma parte de la fase de identificación, la delimitación del API estuvo sujeto a las evidencias encontradas en la etapa de reconocimiento y estas se centraron en las evidencias en campo y con la información verbal indicada por el monitor que en el botadero en la parte norte se realizaba la disposición de residuos industriales y orgánicos (separados), y que en el sector sur se ubicó una cantera.

El 21 de febrero del 2018 se realizó el primer ingreso a campo considerado como “Etapa de reconocimiento”, en el cual en el sitio S0118 se encontraron los siguientes hallazgos, los cuales establecieron las bases para la delimitación del área de potencial interés (API), en la Figura 3-5 se muestra el croquis del sitio S0118.

- El sitio S0118 comprende el “Botadero José Olaya”, en la parte norte hay presencia de bosques, es un sitio colinoso con presencia de cárcavas hacia el noroeste.
- Se ha utilizado para la disposición no controlada de materiales inorgánicos, en especial plástico, metal (chatarra) y, algunos residuos de las operaciones petroleras como guantes, aceites, trapos impregnados y otros.
- Todo el sistema del vertedero se localiza en un terreno no consolidado, con múltiples cárcavas y que tiene una pendiente fuerte hacia la parte norte. Limita al sur con la carretera. No hay actividad cinagética en el sitio impactado.

Por otro lado, la información del monitor ambiental permitió validar el área de botadero, los resultados de las pruebas geofísicas (tomografía y GPR) permitieron identificar el tipo de material presente dentro del botadero y la geomorfología local (topografía local) y el tipo de vegetación presente dentro (alta intervención antrópica) y en los alrededores del área de botadero Olaya facilitaron aún más su delimitación espacial.

El monitor ambiental de la CN indicó que el sitio S0118 Botadero Olaya fue separado por áreas utilizadas como depósito de residuos domésticos (orgánicos) y residuos industriales. Ambas áreas del botadero fueron muestreadas, con mayor densidad de sondeos en el área destinada como botadero industrial, validando lo señalado por el monitor y las evidencias registradas en campo.

Es importante señalar que el área de botadero fue remediada con anterioridad, todo el material fue extraído y apilado para ser vendido como chatarra. Esta información fue validada en campo, donde las evidencias fotográficas muestran parte del material apilado (ver Fotografía 3-1 Residuos sólidos encontrados en el sitio del PR).

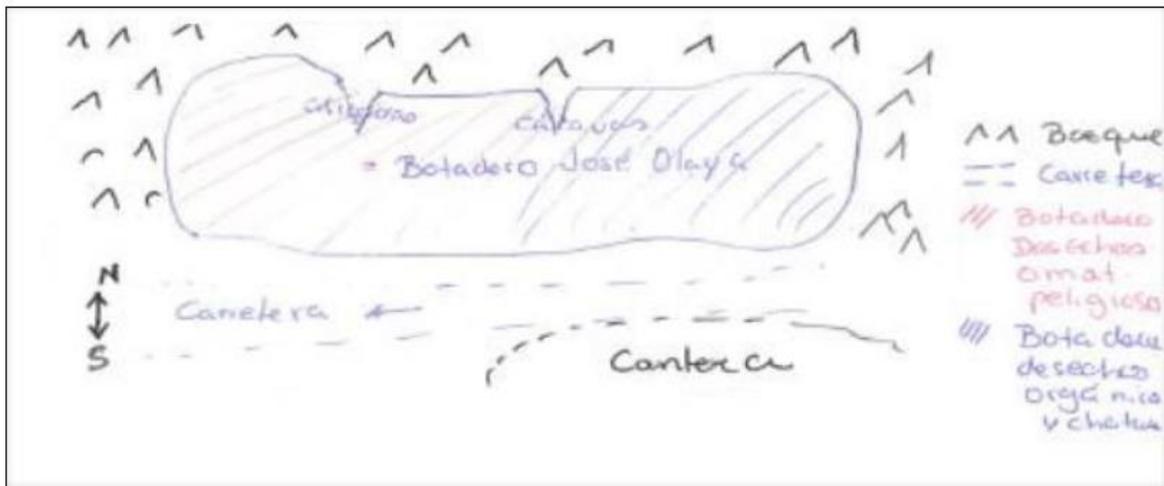
Fotografía 3-1 Residuos sólidos en el botadero S0118



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE,2021.

Al otro lado del acceso, se aprecia un área intervenida (zona sur) la cual fue utilizada como cantera de acuerdo con lo manifestado por el monitor ambiental y validación en campo (Ver Figura 3-5 - Croquis en la etapa de reconocimiento del sitio S0118- folio 86).

Figura 3-5 Croquis en la etapa de reconocimiento del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



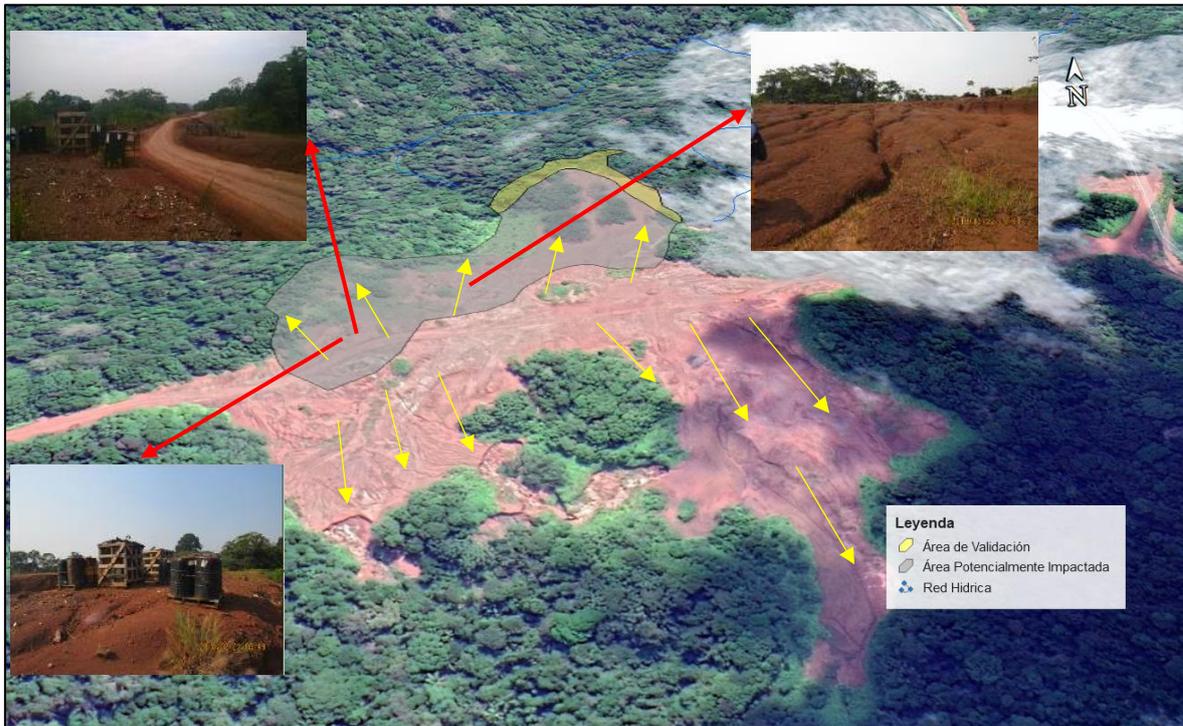
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE,2021.

Se aclara que la zona norte (donde se ubica el botadero de Olaya) y la zona sur (donde se ubicaba la cantera) están divididas por un acceso (terraplén) cuya sección lateral en los bordes conforman taludes con pendientes que drenan en sentidos opuestos que impiden cualquier conexión entre ambas zonas.

En la Figura 3-Ob-8a, mostramos el área de potencial interés (API) con las fotografías evidenciadas en campo, el cual se graficó con lo indicado líneas arriba. El sector que engloba el área de validación o potencialmente impactada engloba el botadero comunidad Olaya, mientras que la zona sin revegetación que no forma parte del área de potencial interés, solo se observaron

cárcavas producto de las lluvias en la zona, además como muestra líneas arriba este fue una cantera; las flechas de color amarillo de la siguiente imagen muestran las direcciones de las pendientes (ligeramente hacia el norte), en el cual claramente se visualiza que en el norte (se ubica el botadero) y en el sur (la cantera) ambos no tienen una relación directa, ya que están separados por la carretera el cual actúa como un alineo divisoria.

Figura 3-Ob-8a Área de Potencial Interés (API) y zonas aledañas

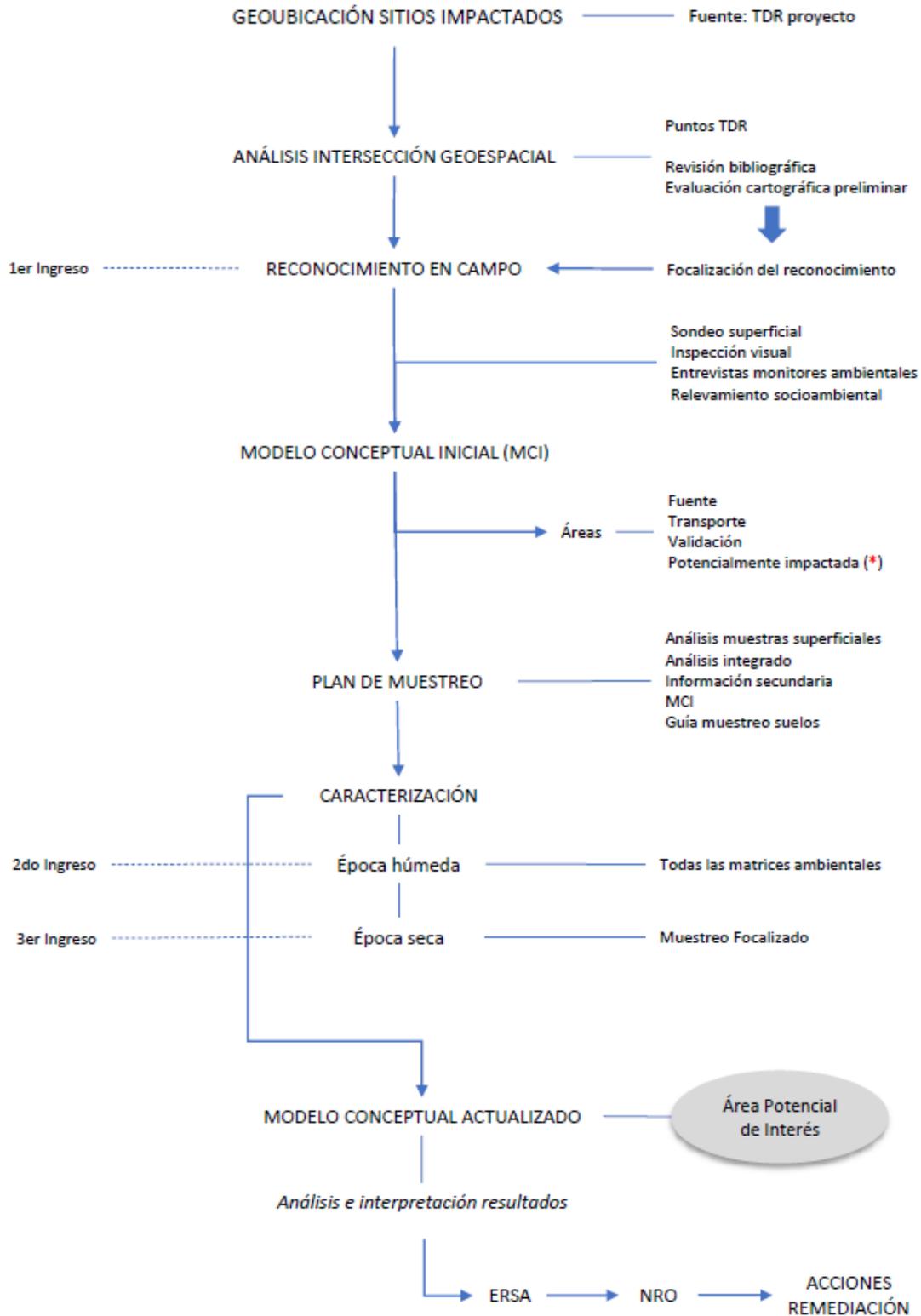


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

En este sentido y bajo los criterios expuestos, la delimitación del API del sitio S0118 se centró en la zona norte respecto de la vía de acceso, de acuerdo con los antecedentes y evidencias descritas en campo. Es preciso indicar también que en la referida API se han densificado los puntos de muestreo juntamente con los monitores y apoyos locales de la CCNN José Olaya

Las guías técnicas del MINAM aprobados mediante la RM N° 085-2014-MINAM, son guías referenciales más no limitativas. Sin embargo, se ha tomado en cuenta los criterios técnicos, pero evaluados en relación a cada escenario específico. El desarrollo de Plan de Rehabilitación tal como lo indica su estructura en la R.M. N° 118-2017-MEM/DM, contempla en su ítem 3 desarrollar la "Caracterización del sitio impactado", es decir abarca el desarrollo del muestreo de detalle, cuyo trabajo se ejecutó en ambas épocas. En la siguiente figura mostramos el Diagrama de Procedimiento de trabajo del sitio S0118.

Figura 2-Ob-8b Diagrama de Procedimiento de trabajo del sitio S0118



(*) Contenido en el Plan de Muestreo aprobado

Método para la caracterización del sitio impactado

Diseño del plan de muestreo en detalle y alcance

OBSERVACIÓN N° 10

Con relación a la revisión de información preliminar del sitio, el PR indica que se han identificado los primeros contaminantes de preocupación; no obstante, este no presenta resultados de muestreo de identificación del Sitio S0118, por lo que correspondería realizar inicialmente un muestreo de identificación de acuerdo a la Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

De acuerdo a las respuestas de las observaciones 08 y 10 de la Consultora, el muestro de caracterización del sitio impactado está basado en el análisis de los datos de la identificación desarrollada por OEFA, un reconocimiento de campo y un MCI.

Sin embargo, previo al numeral 3.5.1 Diseño del plan de muestreo en detalle y alcance (folio 00087 del PR S0118), no se observa el análisis de los datos de identificación de OEFA y tampoco el MCI, por lo que no queda claro en base a que datos es que se plantea el muestreo de detalle. Tener en cuenta que de acuerdo a las guías aprobadas mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM y los Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM, el muestreo de detalle se realiza cuando los resultados del muestreo de identificación delimitan la presencia de un sitio contaminado.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad y bajo los sustentos vertidos en la observación N° 8, al no contar con un informe de identificación la delimitación del área de potencial interés (API) estuvo sujeto a las evidencias encontradas en la etapa de reconocimiento, es así que en base a este ingreso se determino el API, para mas detalle se actualiza la respuesta.

Respuesta:

La delimitación del API fue sustentada en la observación N°8, los sondeos se realizaron dentro de esta área a excepción del sondeo de la época seca el cual se ubicó próximo al punto piezométrico para determinar alguna relación, bajo esta premisa, los sondeos dentro del API, principalmente se densificaron en la zona considerada para residuos peligrosos, mientras que los demás sondeos se realizaron en la zona considerada para residuos orgánicos no peligrosos, el resto de puntos se ubicaron en la perimetral para verificar alguna posible migración de potenciales contaminantes.

Si bien el OEFA no realizó un estudio de identificación en el sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya), el ingreso de reconocimiento por parte del Consorcio JCI-HGE permitió determinar un modelo conceptual inicial del área y a partir de este modelo estimar el área de potencial interés (API) el cual incluye las áreas de validación y potencialmente impactada, correspondiente a una superficie de 28 583.71 m² (2.9 hectáreas). Con base en la Guía para Muestreo de Suelos del Ministerio del Ambiente (2014), tabla N°5 (pág. 32), el API en el sitio S0118 requeriría de 19 puntos

de muestreo o sondeos como mínimo número en la etapa de identificación. Ahora bien, considerando la hipótesis conservadora del peor escenario; es decir, que todos los puntos del muestreo de identificación presentasen excedencias (superen los estándares de calidad ambiental de suelos o ECA suelo), bajo esa condición hipotética para el muestreo de detalle se requeriría de 35 puntos de muestreo (información obtenida de la tabla N°6, página 33); no obstante, se consideró representativo desarrollar solo 24 sondeos, fundamentado bajo los siguientes criterios técnicos y legales:

- Tal como se informó, el OEFA no realizó un muestreo de identificación en el sitio S0118, en ese sentido, la etapa de reconocimiento fue clave para determinar en primera instancia el modelo conceptual inicial y posterior definir el API.
- Durante los ingresos en el año 2018, el suelo sobre la superficie del botadero se observó físicamente limpio, libre de residuos u objetos dispersos. Se verificó la existencia a un costado de la carretera de una zona de carga y descarga preparada para retiro de cilindros colocados sobre parihuelas y contenedores de madera cuyo contenido consistían en piezas metálicas (ver observación N°8); en este escenario, permitió inferir que el botadero había sido previamente acondicionado y limpiado (hipótesis que fue posteriormente confirmada por el monitor ambiental). A su vez se densificaron los sondeos en la zona que según el monitor ambiental correspondiente a residuos industriales.
- Estudios de geofísica, radar de penetración en el terreno, (del inglés, ground penetration radar - GPR) permitió confirmar in situ, la no presencia de elementos enterrados y una variación en la litología del terreno que pudiese corresponder a un relleno (retiro y sustitución de material de suelo).
- Perforaciones realizadas para instalación de piezómetros identificaron la no presencia de agua somera y una potencia de arcilla no menor de nueve (9) metros.
- En el Plan de muestreo en los folios 00171 y 00172, muestra la cantidad de puntos de muestreo, 23 sondeos para la época húmeda, este plan fue presentado al grupo técnico ambiental.
- La Guía para muestreo de suelos en su presentación menciona que esta permite orientar sobre la estrategia de muestreo (...). En ese sentido, el Consorcio JCI-HGE consideró representativo reducir el número de sondeos.

Es importante señalar que, el alcance del PR sigue lo establecido en la RM N°118-2017-MEM/DM, el cual cuenta con una estructura establecida. No es parte de los objetivos desarrollar un Informe de Identificación de Sitios Contaminados o un Plan de Descontaminación de suelos, son procesos normativos diferentes. Tal como se mencionó en la observación N° 9, la OEFA tuvo a su cargo la identificación de los sitios impactados en la observación N°8 se muestra que no se realizaron estos trabajos de identificación ya que los pobladores de la zona lo impidieron. La Junta de Administración priorizo este sitio S0118 a pesar de no tener un informe de identificación por parte del OEFA.

“Por otro lado, de conformidad con lo establecido en el artículo 13° y en la Primera Disposición Complementaria () Transitoria del DS N° 039-2016-EM publicado el 26 de diciembre de 2016, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30321, el cual señala que luego de concluido la priorización de los sitios impactados a remediar la Junta de Administración emitirá una Acta de aprobación del listado de sitios impactados la misma que será publicada en el Diario Oficial del Peruano, así como en el portal del Fondo Nacional del Ambiente – FONAM, del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA y del Ministerio de Energía y Minas-MINEM. El FONAM, en cumplimiento de lo indicado adjuntó el Anexo N°01 con la lista de los 32 sitios priorizados”.*

Esta información se sustenta también en las respuestas de las observaciones N° 8 y 9 del presente informe

() Primera: Los actos de la Junta de Administración del Fondo de Contingencia para la Remediación Ambiental anteriores a la fecha de entrada en vigencia del presente Reglamento mantendrán sus efectos.*

OBSERVACIÓN N° 11

Con relación a la fase de reconocimiento y delimitación del área de interés, el PR indica que se han identificado focos y fuentes de contaminación, así como la extensión de la contaminación; sin embargo, de acuerdo a la Observación N° 09, el PR ha realizado una identificación de potenciales fuentes y focos de contaminación, actividades previas al muestreo de identificación, por lo que correspondería realizar un muestreo de identificación. Por otro lado, cabe recalcar, que el PR no presenta hasta este punto un plano o datos numéricos sobre la extensión de la contaminación señalada en ítem 3.5.1.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

Se puede observar que el flujo de la Figura 2-Ob-8a Diagrama de Procedimiento de trabajo del sitio S0118 presentado por la consultora JCI en la respuesta a la observación N°08, no guarda los mismos pasos o etapas de la gestión de sitios contaminados establecidos en las guías aprobadas mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM y los Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM. Sin embargo, de acuerdo al flujo antes señalado, el reconocimiento de campo es un paso anterior al MCI y este anterior a la caracterización, por lo que no es coherente abordar estos temas en el 3.5.1 Diseño del plan de muestreo en detalle y alcance.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad, el ítem 3.5.1 Diseño del Plan de muestreo en detalle y alcance se encuentra estipulado dentro de la RM N°118-2017-MEM/DM, esta normativa muestran los lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación, cuya estructura se ha considerado durante el desarrollo de los Planes de Rehabilitación de la Cuenca Corrientes.

Respuesta:

En las actualizaciones de las respuestas de las observaciones N° 8 y 10, se indicaron que no se tuvo un informe de identificación por parte del OEFA y que dentro de nuestros alcances no contempla dicho desarrollo, sin embargo, en relación a la primera etapa de reconocimiento se determinaron los criterios técnicos para el desarrollo del modelo conceptual inicial y posterior desarrollo del área de potencial interés, en la observación N° 8 se actualiza el Diagrama de Procedimiento de trabajo del sitio S0118.

Por otro lado, una vez determinado API, se realizan los muestreos de caracterización para las matrices ambientales considerando las fuentes y focos potenciales, después de los resultados se realiza la evaluación de riesgos a la salud y ambiente (ERSA), finalmente se determina las áreas a remediar y se propone la tecnología de remediación, previamente se desarrolla la selección de las tecnologías de remediación.

En el ítem 3.5.1 el cual contempla el diseño del plan de muestreo en detalle y alcance contemplando los muestreos de suelo, agua subterránea, superficial, sedimentos y caracterización biológica; mientras que en el ítem 5.6.1 muestra la superficie y volumen a remediar.

OBSERVACIÓN N° 12

Con relación a la elaboración del modelo conceptual inicial, cabe señalar que el PR no presenta hasta este punto el Modelo Conceptual Inicial del Sitio S0118, por lo que no resulta coherente indicar que el diseño del plan de muestreo se ha desarrollado de acuerdo al citado modelo conceptual, sin antes haber sido abordado en algún capítulo anterior.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

Como ya se señaló en el comentario a la respuesta de la observación N°11, de acuerdo al flujo de la Figura 2-Ob-8a Diagrama de Procedimiento de trabajo del sitio S0118, el MCI es un paso anterior a la caracterización, por lo que no es coherente abordar estos temas en el 3.5.1 Diseño del plan de muestreo en detalle y alcance.

Sin embargo, en los numerales anteriores al 3.5, no se observa que el PR haya presentado el MCI.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad, el desarrollo del Plan de Rehabilitación sigue una estructura establecida para estos instrumentos de gestión ambiental complementarios, en la RM N° 118-2017-MEM/DM muestran los lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación, mediante el cual se han desarrollado todos los sitios impactados de la cuenca corrientes.

Respuesta:

El desarrollo de los trabajos en campo para la etapa húmeda en el plan de muestreo se desarrolló un modelo conceptual inicial y en la etapa seca se ajustó dicho modelo en base a los resultados de la primera temporada (ver PR ítem 5.5 Método para la caracterización del sitio impactado). Asimismo, la ubicación de los puntos de muestreo en ambas épocas se encuentra detallados en el Plan de Muestreo (el cual fue compartido y expuesto a la Supervisión, FONAM y el Grupo Técnico Ambiental (GTA)).

Finalmente, en la observación N° 8, 9 y 10 presenta mayor detalle incluyendo un diagrama el cual explica el proceso para definir el modelo conceptual inicial, plan de muestreo, caracterización, modelo conceptual actualizado y acciones de remediación.

OBSERVACIÓN N° 15

El PR, en el ítem 3.5.1, establece 19 puntos de muestreo de identificación y a partir del cual, de manera indirecta plantea 36 de puntos de muestreo de detalle. Finalmente, en el Cuadro 3-8, presenta 23 puntos de muestreo los que no se entiende si corresponden a puntos de muestreo de identificación o puntos de muestreo de detalle. Cabe preciar que las Tablas N° 5 y 6 de la Guía para el muestreo de suelos especifica el número mínimo de puntos de muestreo de identificación y detalle respectivamente. Al respecto, si se han planteado 23 puntos de muestreo, estos podrían corresponder a puntos del muestreo de identificación, más no al muestreo de caracterización, debido a que es menor al número mínimo de puntos de muestreo de detalle de acuerdo a la citada guía. Por otro lado, de acuerdo a la Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, para desarrollar un muestreo de detalle es necesario contar con los resultados del muestreo de identificación. En tal sentido, los 23 puntos de muestreo identificados, se pueden considerar puntos de muestreo de identificación. En tal sentido, a partir de los resultados del de la primera campaña de muestreo, se debe establecer los puntos de muestreo de detalle con el objetivo de definir las fuentes y focos de contaminación, así como delimitar la extensión horizontal y vertical del Sitio S0118.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

De acuerdo a la Guía de para el muestreo de suelos, el número mínimo de puntos de muestreo de detalle es de 35. Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta.

Respuesta:

En atención a la observación, respecto al muestreo de identificación se menciona lo siguiente:

El alcance del Plan de Rehabilitación (PR) no es desarrollar un Informe de Identificación de Sitios Contaminados (IISC). El presente estudio es elaborar un Plan de Rehabilitación de acuerdo a la estructura detallada en los lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación aprobado mediante RM N°118-2017-MEM/DM.

Dentro de la observación N° 10 detallamos por que se considero representativo realizar solo 24 sondeos (23 en época húmeda y uno en seca). La guía para muestreo de suelos es orientativa mas no limitativa, es decir, la cantidad de puntos realizados a detalle dentro del sitio S0118 se considero representativo, ya que cubrió todo el API y en especifico se densificaron en la zona catalogada como almacén de residuos peligrosos; esta cantidad de sondeos permitieron caracteriza la totalidad del API de sitio S0118.

Muestreo de agua subterránea

OBSERVACIÓN N° 16

El PR, en el ítem 3.5.1.2 debe presentar planos horizontales y perfiles verticales sobre la ubicación del sitio S0118 y los puntos de sondeo para agua subterránea, la profundidad proyectada de los sondeos e información relevante del levantamiento geofísico y el flujo del agua subterránea, con el objetivo de verificar los criterios utilizados en el diseño del muestreo de agua subterránea.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

En el anexo 6.5.4 Construcción de pozos (folio 00489 del PR S0118) se puede apreciar que, a la profundidad de 4,4m a la que llegó el sondeo, continuaba el horizonte de arena arcillosa saturada, por lo que no queda claro cómo se interpreta un banco colgado en las secciones. Asimismo, el piezómetro instalado en este sondeo reporta nivel piezométrico a 30 cm; en tal sentido el muestreo de agua subterránea debió considerar este punto.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

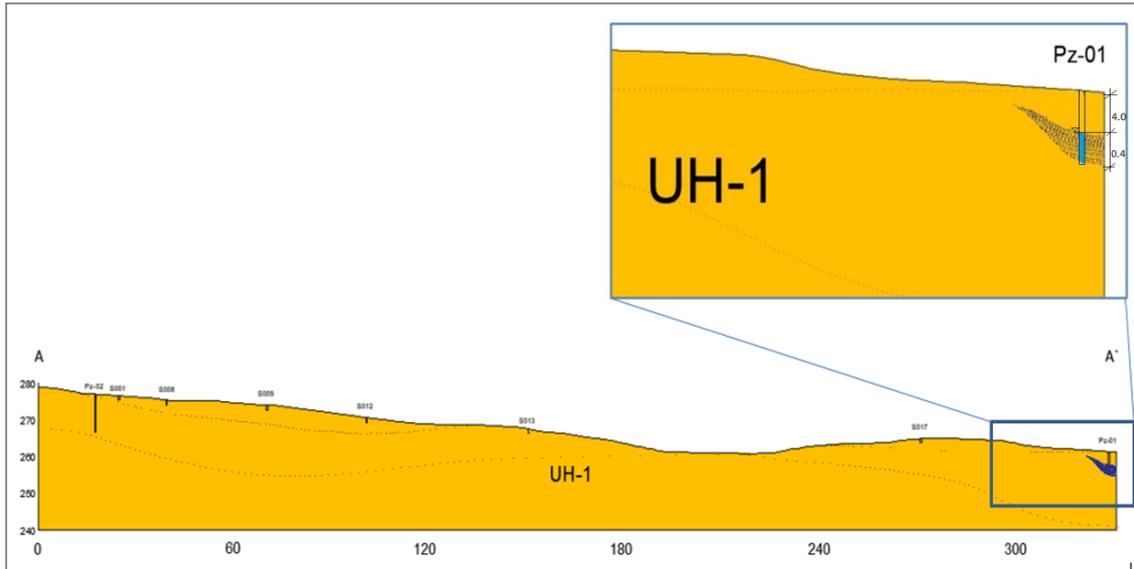
En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta, y se hace recuerdo que el alcance del estudio del plan de remediación fue el de identificar el nivel freático y su posible ubicación en profundidad (NF), además de la proximidad de algún posible acuífero próximo a la zona impactada.

Respuesta:

En atención a la observación, se menciona que de los trabajos realizados por medio de perforaciones manuales y a percusión, como también, por medio de la geofísica, nos indica que no existe un acuífero colgado puesto que las investigaciones indirectas llegaron a una profundidad de entre los 30 a 40 m, por lo que se concluye que en la zona de evaluación del S0118, no se identificó el nivel freático.

Con lo indicado líneas arriba se descarta algún posible desplazamiento, por este medio, de algún fluido (hidrocarburo). Por otro lado, como parte de la actualización de la respuesta se sustenta el uso de la información secundaria, y se presenta las modificaciones al Ítem 2.2.2 Hidrogeología de PR (líneas abajo).

Se ha corregido la Figura 2-2 con el nivel real de perforación del pozo de monitoreo y se muestra en la ficha de campo, el cual se indica que la arcilla arenosa solo llega hasta la profundidad 4.4 m.b.n.s, por lo que se concluye que solo 0.40 cm contienen arena arcillosa y funciona como un lentejón de agua producto de la presencia de la arena arcillosa, metros más abajo solo predomina la arcilla. Sobre el material predominante (arcillas), tiene un comportamiento de acuitardo y por tal motivo no existiría una dirección ni flujo subterráneo:



Respuesta:

En respuesta a la Autoridad, se presenta la información respecto a horizontes y perfiles en la Observación N° 2 del presente informe.

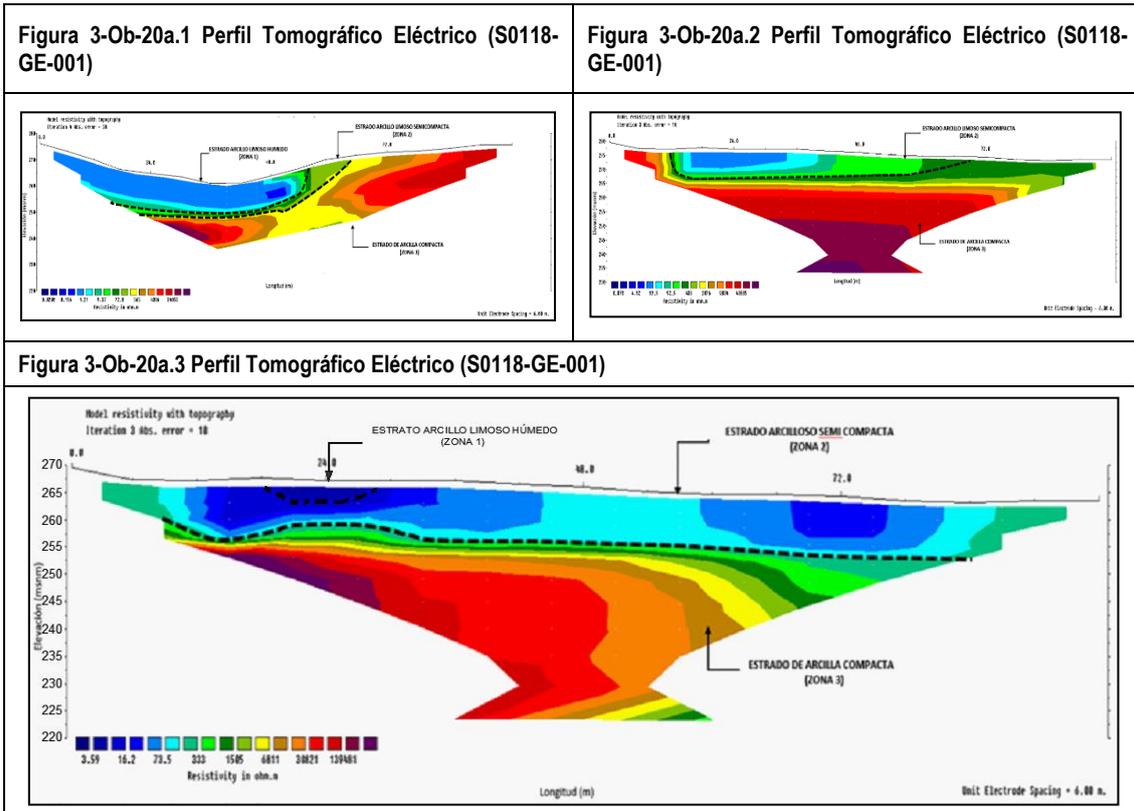
Por otra parte, el Estudio Geofísico y la ubicación de los perfiles se ajustó a los siguientes criterios:

- Accesibilidad.
- Cruce de pequeños cauces de agua, al encontrar un subsuelo con predominancia de material arcilloso (ver fichas de muestreo de suelo), se buscó identificar los posibles bancos permeables próximos a estos cauces.
- Zonas donde se carecía de información directa (barrenos y perforaciones a percusión).
- Condiciones y características particulares del sitio (geomorfología, suelo, pendiente, etc.)
- Antecedentes del sitio (ubicación de botadero, área remediada, etc.)

Se aclara que no se identificó la profundidad del nivel freático sobre los 30 m b.n.s (interpretación de tomográficas). Además, predominancia de arcillas subyacentes al sitio S0118.

En la Figura 3-Ob-20a se muestra los perfiles tomográficos donde se puede apreciar la sedimentación clásica de ambientes meandriformes (sigmoidales) en este caso de depósitos de material fino.

Figura 3-Ob-20a Perfiles tomográficos



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

Según la cartografía a escala regional, el mapa hidrogeológico nacional identifica como acuíferos detríticos al subsuelo de la selva peruana. Dentro del área evaluada y profundidad alcanzada (entre 35 y 40 m) la arcilla es el sedimento fino predominante, también se identificó un pequeño tramo de arena arcillosa permeable, entre 3.8 y 4.4 metros de profundidad, que se comporta como un acuífero confinado (piezómetro S0118-Pz-001, Anexo 6.5.4 Construcción de pozos del PR), donde el nivel piezométrico se encuentra a 0.30 metros de profundidad.

Según el Cuadro 2-4, la arcilla se comportaría como acuitardo y acuicludo (dependiendo de la profundidad y compactación) y la arena arcillosa identificada en el piezómetro 1 (S0118-Pz-001) en el tramo 3.8 a 4.4 m de profundidad como un acuífero pobre.

Custodia y procedimientos de aseguramiento de la calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas

OBSERVACIÓN N° 18

Lo indicado por el PR en el ítem 3.5.4, difiere del 10% de muestras duplicadas de suelo que establece la Guía para el muestreo de suelos en sitios con superficies menores o iguales a 10 ha.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

La Guía para el muestreo de suelos, establece el 10% de muestras duplicadas de suelo en sitios con superficies menores o iguales a 20 ha.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta.

Respuesta:

En la Guía para muestreo de suelos, en el ítem 1.3.1 Muestreo de Identificación (MI), indica entre tantas consideraciones, al momento de la formulación del muestreo identificación lo siguiente:

Para el control de calidad analítica se debe duplicar el 10% de las muestras a ser analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, y 5% para superficies mayores a 20 ha, que deben ser analizadas en otro laboratorio acreditado.

La identificación estuvo a cargo del OEFA y se aclara que estas muestras duplicadas solo corresponden a esta fase de identificación de acuerdo a lo precisa en la Guía para Muestreo de Suelos.

Sin perjuicio de lo señalado líneas arriba, no correspondió considerar analizar muestras duplicadas para la fase de caracterización ya que en la Guía para muestreo de suelos no precisa el porcentaje para muestras duplicadas en muestreos para esta fase, más si es taxativo en la indicación del 10% de muestras para superficies menores a 20 ha, para la fase de identificación (ítem 1.3 Muestreo de suelos, subítem 1.3.1 Muestreo de identificación (MI)).

En virtud del desarrollo del Plan de Rehabilitación, se consideró representativo el valor de 5% del total de las muestras en época húmeda, a pesar de no ser una exigencia en este tipo de estudios y en la fase en la que nos encontramos.

Sin embargo, desde el presente estudio se debe enfocar desde una perspectiva integral, es decir, aunque cada sitio es un producto, no se debe dejar de considerar los 12 sitios restantes, los cuales se ubican bajo características muy similares, bajo la misma afectación antrópica y en la misma cuenca, al tomar esta premisa, sustentamos que en realidad se está realizando un muestreo de 30,5 ha (área de todos los sitios) y no el tamaño muestral de un solo sitio. En tal sentido no es necesario realizar el 10% indicado en la observación sino el 5 % de control de calidad.

Bajo lo anterior, se sustenta con mayor detalle bajo los siguientes argumentos:

- Se considera el entorno ambiental (ecosistemas) para la cuenca de río Corrientes prácticamente similar para todas las ubicaciones de los 13 sitios impactados que comprendió el proyecto
- Los análisis de muestras duplicadas fueron manejados con un único protocolo de muestreo y de traslado de muestras
- Se utilizó un único laboratorio (acreditado por INACAL) para el análisis de las muestras duplicadas
- La sumatoria de las Áreas Potenciales de Interés (API) evaluadas en los 13 sitios impactados comprende una superficie total de 30.5 ha, las cuales se discriminan a continuación:

Cuadro 3-Ob-18 Áreas Potenciales de Interés (API) evaluadas en los 13 sitios impactados

Sitio impactado	Superficie API (ha)
S0107	1.2
S0108	1.6
S0109	0.8
S0110	2.6
S0111	0.4
S0112	5.2
S0113	1.9
S0114	5.2
S0115	6.6
S0116	1.1
S0117	0.7
S0118	2.9
S0119	0.3
TOTAL	<u>30,5</u>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

- Considerando la totalidad de las muestras, independientemente de las superficies de los sitios impactados, estadísticamente, para un número total de muestras (N muestral) de seiscientos noventa y tres (580) (donde se excluyen las muestras duplicadas), con un nivel de confianza del 99 %, el número de muestras representativas (en este caso para duplicados) es de aproximadamente siete (7), mientras que el número total de muestras duplicadas tomadas en campo y analizadas fue de treinta y seis (36), tomando en cuenta todos los sitios impactados. Nota: es importante indicar que este ejercicio de representatividad estadística se efectúa con la exclusiva finalidad de presentar al evaluador, en atención a la observación efectuada, que la submuestra tomada de 36 duplicados, para el control de la calidad analítica, resulta numéricamente representativa del universo de puntos de muestreo contemplados para toda el área de estudio que comprende los 13 sitios impactados.

Bajo las premisas y consideraciones anteriores consideramos que el número de muestras duplicadas serían suficientes para el control de la calidad analítica de los ensayos realizados por el laboratorio a cargo de los análisis del total de muestras de caracterización de los sitios impactados para la cuenca del río Corrientes.

Finalmente, se considera el 5 % de contramuestras como representativo considerando que se trata de trece sitios impactados (con más de seiscientas muestras de suelo) y con áreas de características similares afectadas por una misma actividad antrópica. Por ello el proyecto tomó la decisión de establecer este % de contramuestras, en acuerdo con FONAM (ahora PROFONANPE) y la empresa de Supervisión.

Igualmente se indica que en el Plan de Muestreo aprobado para la caracterización de los sitios impactados manifestaba este porcentaje para muestras duplicadas y así fue presentado y validado por FONAM (ahora PROFONANPE), la empresa de Supervisión, el Grupo Técnico Ambiental.

Descripción de los resultados de campo y de laboratorio

Suelos

OBSERVACIÓN N° 19

El PR debe explicar los criterios utilizados para la distribución de las profundidades de las muestras en relación a la ubicación del Sitio S0118, y tomando en cuenta los resultados de los estudios geofísicos. Los resultados deben ser presentados en mapas independientes por profundidades de muestreo, asimismo, deben presentar perfiles verticales con los resultados del muestreo que permita entender la movilidad de las sustancias químicas en el sitio.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

Debido a la variabilidad de las profundidades de sondeo y profundidades de muestreo, resulta pertinente presentar los resultados de muestreo en perfiles verticales para visualizar la distribución vertical de los contaminantes. Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta.

Respuesta:

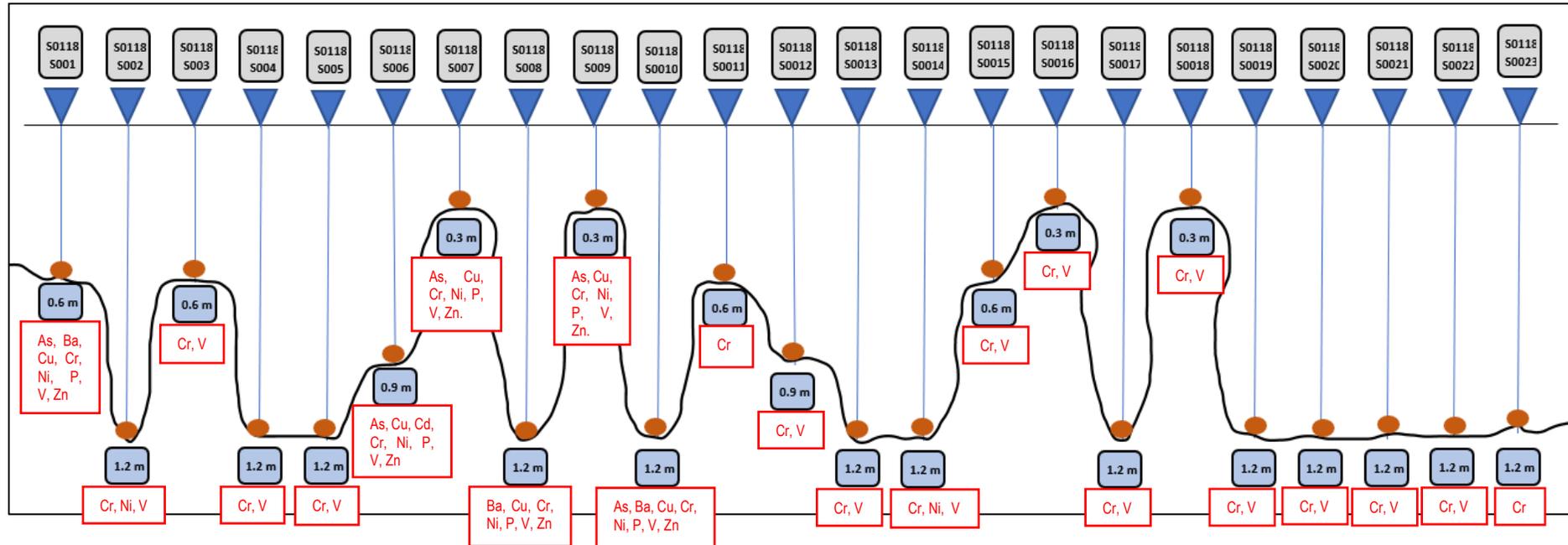
En atención a la presente observación el desarrollo de sondeos manuales, se realizó considerando los trabajos geofísicos previos, es decir, permitió conocer cualitativamente la composición predominante del suelo, en el cual a una profundidad de hasta 1.35 metros, se apareció una zona anómala, correspondiente a una concentración dispersa de objetos metálicos en el extremo izquierda del esquema (Ver folio 00141 del PR, figura 3-27). Asimismo, se realizó la tomografía eléctrica en el cual los datos de campo fueron correlacionados con algunos parámetros de observación de campo como la geomorfología y geología, para la obtención de resultados y su correspondiente elaboración de los perfiles geofísicos (ver folios 00144, 00145 y 00146 del PR).

Seguidamente, con esta información se realizaron los sondeos a profundidades de muestreo de (0.3, 0.6, 0.9 y 1.2) metros. La ubicación de los puntos de muestreo está basada en modelo conceptual y la representación homogénea del área.

Es importante señalar que, en virtud de la condición de botadero del sitio S0118, realizar perforaciones profundas representaba un potencial riesgo de perforación o ruptura de cualquier elemento que pudiera estar enterrado en el sitio. Los estudios geofísicos (GPR y Tomografía) fueron el soporte para caracterizar a mayores profundidades.

En la siguiente figura mostramos el perfil vertical de cada uno de los sondeos realizados en la época húmeda, también se presentan las excedencias en cada uno de estos puntos de acuerdo con la solicitud de la entidad.

Figura 3-Ob-19 Perfil vertical, excedencias de los sondeos de suelo realizados en la época Húmeda



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

*Solo se está considerando los puntos de muestreo en la época húmeda ya que, en la época seca, este sondeo manual fue complementario para verificar la influencia del suelo con el piezómetro.

OBSERVACIÓN N° 21

Asimismo, el PR, en el ítem 3.6.1.1 presenta una muestra duplicada, sin embargo, de acuerdo a la guía para el muestreo de suelo, el número de muestras duplicadas debería ser igual al 10% de 27 muestras, que representarían aproximadamente 3 muestras duplicadas.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

La Guía para el muestreo de suelos, establece el 10% de muestras duplicadas de suelo en sitios con superficies menores o iguales a 20 ha.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta.

Respuesta:

En atención a la presente observación, se precisa que la observación N° 18 sustenta el % de representatividad de las muestras para el PR. La guía para muestreo de suelos es orientativa y por ello se considera la posibilidad de ajustar sus lineamientos de acuerdo a los alcances y características del proyecto.

Agua subterránea

OBSERVACIÓN N° 23

El PR no explica cuál fue el sustento para no realizar un tercer pozo y poder obtener muestras de agua subterránea de dos puntos distintos.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

De acuerdo al anexo 6.5.4 Construcción de pozos (folio 00489 del PR S0118) se puede apreciar que, a la profundidad de 4,4m a la que llegó el sondeo, continuaba el horizonte de arena arcillosa, en tal sentido, se desconoce el espesor real de este horizonte de arena arcillosa. Al respecto, ¿por qué se desestimó hacer un tercer piezómetro en esta zona, aguas bajo del sitio S0118?

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta, y se hace recuerdo que el alcance del estudio del plan de remediación fue el de identificar el nivel freático y su posible ubicación en profundidad (NF), además de la proximidad de algún posible acuífero próximo a la zona impactada.

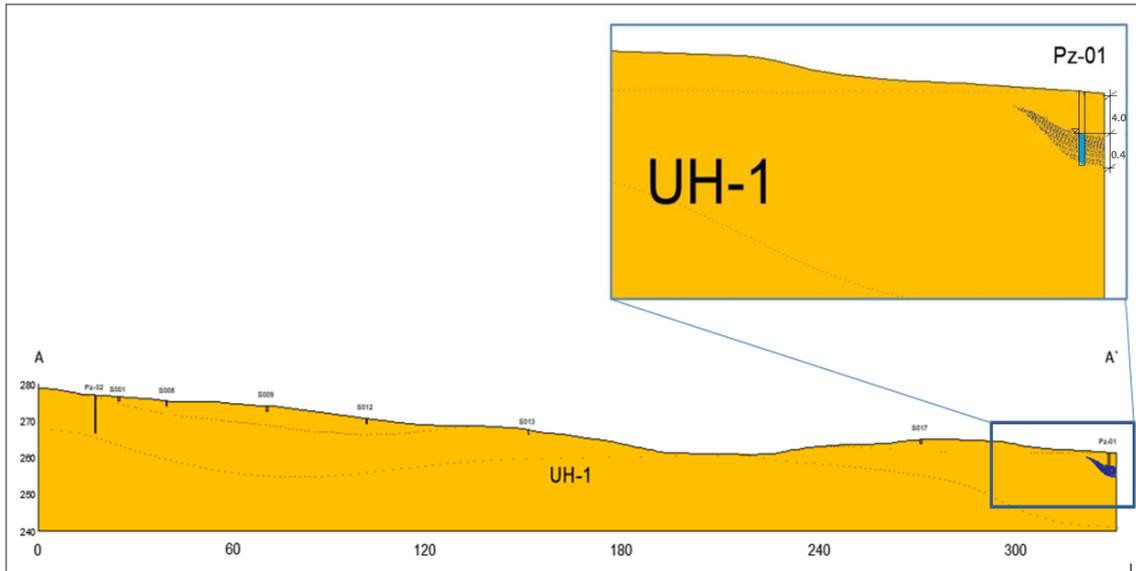
Respuesta:

En respuesta a la observación, se modificó el ítem 2.2.2 Hidrogeología (ver Observación N° 2). Con respecto a la ubicación de piezómetros, aguas arriba del sitio S0118, sobre los 275 m s.m.m, no se identificó un nivel freático en los 40 metros de profundidad evaluados (resultados de la tomografía eléctrica y GPR). Al encontrarse el sitio S0118 sobre un material de comportamiento acuitardo no aplica el diseñar y ubicar más piezómetros

En atención a la observación, se menciona que de los trabajos realizados por medio de perforaciones manuales y a percusión, como también, por medio de la geofísica, nos indica que no existe un acuífero colgado puesto que las investigaciones indirectas llegaron a una profundidad de entre los 30 a 40 m, por lo que se concluye que en la zona de evaluación del S0118, no se identificó el nivel freático.

Con lo indicado líneas arriba se descarta algún posible desplazamiento, por este medio, de algún fluido (hidrocarburo). Por otro lado, como parte de la actualización de la respuesta se sustenta el uso de la información secundaria, y se presenta las modificaciones al Ítem 2.2.2 Hidrogeología de PR (líneas abajo).

Se ha corregido la Figura 2-2 con el nivel real de perforación del pozo de monitoreo y se muestra en la ficha de campo, el cual se indica que la arcilla arenosa solo llega hasta la profundidad 4.4 m.b.n.s, por lo que se concluye que solo 0.40 cm contienen arena arcillosa y funciona como un lentejón de agua producto de la presencia de la arena arcillosa, metros más abajo solo predomina la arcilla. Sobre el material predominante (arcillas), tiene un comportamiento de acuitardo y por tal motivo no existiría una dirección mi flujo subterráneo:



Resultados de laboratorio

OBSERVACIÓN N° 24

El PR, en los cuadros 3-33 y 3-34 no presenta resultados del parámetro Sólidos Suspendidos Totales. Cabe precisar que este parámetro está presente en la Categoría 4, Subcategoría E2 de los ECA para agua y es importante conocerlo debido a que el sitio S0118 está ubicado en un área sin cobertura vegetal que favorece el transporte de sólidos suspendidos.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

Los resultados de SST deben ser incluidos en los cuadros 3-33 y 3-34 de presentación de resultados, debido a que es un parámetro normado por los ECA para Agua aprobados mediante D.S. 004-2017-MINAM, en la categoría 4, Subcategoría E2 que corresponde al área de estudio. En adición a lo señalado, la ecuación que relaciona las NTU y la SST presentada por la consultora JCI corresponde al estudio mencionado como referencia, el cual no está relacionado con el sitio S0118.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta.

Respuesta:

El análisis del parámetro, sólidos suspendidos totales (SST), no fue contemplado en las bases técnicas para la ejecución del estudio. Por otro lado, la planificación y alcances de la caracterización de los sitios impactados fue desarrollada en el documento "Plan de Muestreo", el cual fue presentado ante el Grupo Técnico Ambiental (GTA) donde estuvieron presentes los entes opinantes.

En consecuencia, de lo anterior, y en atención a la válida inquietud del evaluador, se propone la incorporación del siguiente análisis en el PR, en los ítems 3.5.1.3 Muestreo de agua superficial, en el cual se desarrolla un sustento para que el lector pueda canalizar el análisis de SST con los datos de turbidez medidos en campo.

Sólidos Suspendidos Totales (SST)

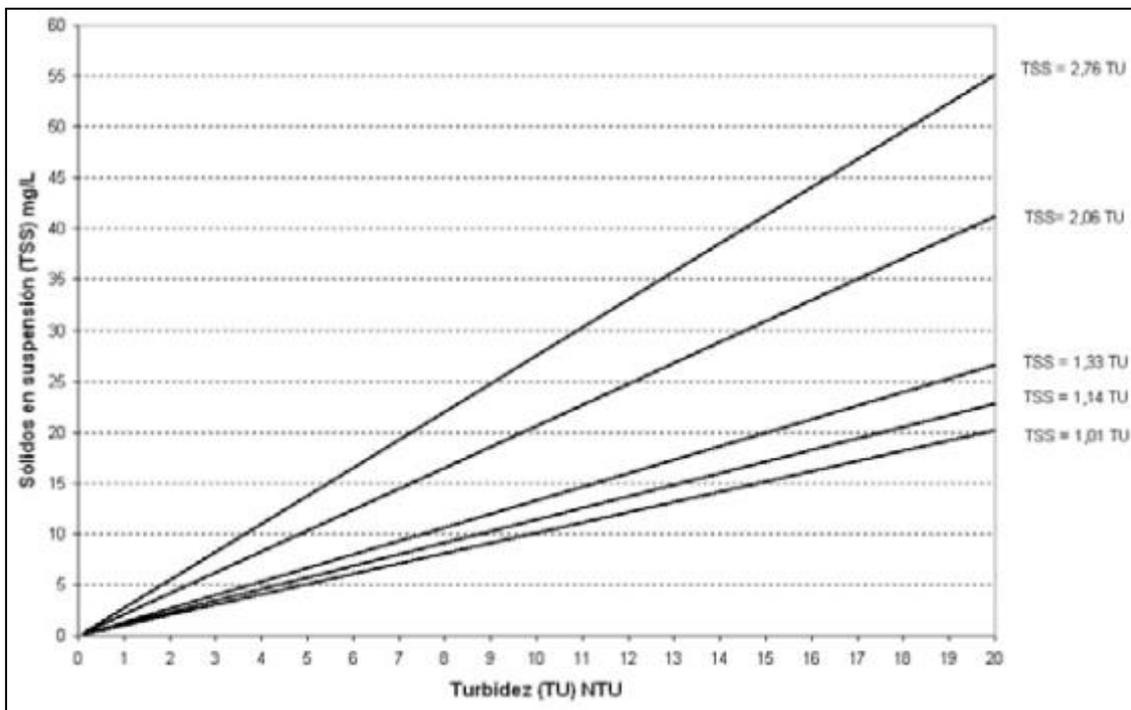
Es un parámetro que indica la cantidad de sólidos (medidos habitualmente en miligramos por litro - ppm) donde ocurre un fenómeno de disminución de la transparencia de un líquido por la presencia de sustancias insolubles en suspensión y que pueden ser separados por medios mecánicos. La forma estándar cómo se determina los sólidos suspendidos es por el método gravimétrico, son una medida cuantitativa, que se determinan mediante filtración y pesado. La secuencia es tomar la muestra, filtrarla, secarla y pesarla, proceso que puede durar en el mejor de casos no menos de 2 horas, haciéndolo imposible de obtener como dato instantáneo. Por otro lado, requiere su preservación a baja temperatura, antes del análisis en laboratorio.

La turbidez, compuesta tanto por partículas coloidales como insolubles de mayor tamaño, se determina mediante el método de luz dispersa, que tiene su fundamento en el efecto que se

denomina absorción. Así, cuando un haz de luz visible atraviesa un sistema, que contiene partículas dispersas, la intensidad del haz disminuye, ya que una parte de este se transforma en otras formas de energía. La relación entre la luz que entra y la luz que sale es el valor de la turbidez, por lo que este parámetro es una medida orientativa de la carga de sólidos suspendidos presentes en un determinado fluido.

Al no contar con los datos de SST se puede inferir este parámetro a partir de la turbidez medida en campo, teniendo en cuenta que, aunque los sólidos en suspensión causan turbidez, medir la turbidez no es lo mismo que medir los sólidos en suspensión. No obstante, múltiples y numerosos estudios (algunos datan de los años 70)^a refieren la existencia de una relación lineal entre estos dos parámetros (tal y como se muestra en la siguiente figura), relación que ha sido útil en especial en determinar o estimar procesos de colmatación de acuíferos como, por ejemplo.

Figura 3-Ob-24 Correlación encontrada entre los sólidos en suspensión (TSS) y la turbidez (NTU)



Fuente: Murillo, J. M., 2009. Turbidez y sólidos en suspensión de las aguas de escorrentía susceptibles de ser utilizadas en la recarga artificial del acuífero granular profundo subyacente a la ciudad de San Luis de Potosí (México).
 Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

En el mismo artículo donde se toma el ejemplo de la relación lineal (Murillo, 2009) se menciona que se consultaron diferentes publicaciones (Packman et al., 1999; Lewis et al., 2002; Holliday et al., 2003; Marquis, 2005; Randerson et al., 2005; Fenton, 2006), que también ponen de manifiesto que entre sólidos en suspensión (TSS) y turbidez (TU) existe una correlación de tipo lineal. No obstante, la ecuación que combina ambos factores en cada uno de los estudios analizados es diferente. Holliday et al. (2003) (cit. Por Murillo, 2009) advierte que no se trata exactamente de una

^a Lewis, J. 1996. *Turbidity-Controlled Suspended Sediment Sampling for Runoff-Event Load Estimation* Murillo, J. M., 2009. Turbidez y sólidos en suspensión de las aguas de escorrentía susceptibles de ser utilizadas en la recarga artificial del acuífero granular profundo subyacente a la ciudad de San Luis de Potosí (México). Giuliana, B. et al. 2016. Estudio de la relación entre turbidez y concentración de sedimentos en suspensión en función de la granulometría en el Río de la Plata J.F. Truhlar, 1978. *Determining suspended sediment loads from turbidity records*

correlación de tipo lineal, sino potencial ($TU=aTSS^b$), pero con un exponente “b” que es aproximadamente igual a la unidad.

En los trabajos anteriormente mencionados se observa (Figura 3-Ob-24) que, siempre que la turbidez es baja o muy baja, el contenido en sólidos en suspensión es reducido, aunque ligeramente superior al valor que toma la turbidez, pero sin diferir mucho de ésta. Sin embargo, cuando el valor de la turbidez es alto o muy alto, la discrepancia entre uno y otro factor es muy elevada.

Asimismo, y sin perjuicio de lo señalado por el evaluador, no se ha efectuado el estudio experimental para el sitio S0118. Sin embargo, es importante mencionar que los valores de turbidez registrados en la época húmeda y seca registran valores mínimo de 25 y máximo 82 NTU; en el D.S. 004-2017-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E2:Rios Selva, el estándar para sólidos Suspendidos Totales precisa (≤ 400 ppm), la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) del Brasil, cuyos ambientes de aplicabilidad son semejantes al sitio S0112, en su regulación 357/05 para ríos de selva (clase II) refiere un límite de turbidez hasta 100 NTU^b, en relación a lo registrado en este sitio, éstos valores no superan respecto a éste límite, cumpliéndose la premisa anterior.

Si bien la validación de una relación lineal entre los SST y la turbidez requiere de experimentación que permita calibrar la función matemática que la determina, todos los indicios de estudios científicamente bien fundamentados indican que se pueden hacer los análisis e interpretaciones necesarios a efectos de las determinaciones de potenciales rutas de migración a partir de los resultados de turbidez.

Adicionalmente, en relación con lo indicado también por el evaluador: “...Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales recomienda parámetros mínimos para el monitoreo de la calidad de las aguas y para la categoría 4 Ríos, Lagunas y lagos incluye a los Sólidos Suspendidos Totales..”, es pertinente comentar que el alcance del levantamiento en campo está orientado a una caracterización del entorno ambiental asociado o relacionado con el sitio impactado, y no a un monitoreo ambiental, cuyos fines y alcances son distintos.

Por otra parte, con base en la información secundaria (Estudio del Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB realizado por Pluspetrol, 2019).

En adición a lo señalado, se quiere destacar que, aun cuando no estuvo contemplado en las bases técnicas y que, en efecto, no se tomaron muestras para la determinación de los SST, los resultados de turbidez pueden dar una orientación acerca del estatus de este parámetro. Asociar el contenido de sólidos en suspensión a una potencial migración de contaminantes que tienen como fuente un sitio impactado, con un contaminante meteorizado y con una data mayor a 10 años de su ocurrencia no parece muy acertado, más cuando las determinaciones en agua superficial reflejan una fotografía del momento y no siempre es correcto asociar esta información a eventos muy anteriores

^b Souza-Filho & Hortêncio-Batista. 2019. Levantamento de aspectos físico-químicos das águas da microbacia do mindu em Manaus-Amazonas. Revista Geográfica de América Central.

Suelo

OBSERVACIÓN N° 25

De acuerdo a los Cuadros 3-31 y 3-32 del PR, el arsénico es un elemento que supera los ECA para Suelo agrícola, sin embargo, la redacción del ítem 3.7.1 no lo indica. Esto resulta preocupante ya que la presencia de arsénico en un sitio contaminado debe ser bien documentada por la toxicidad de este elemento.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

El numeral 3.7.1 Corresponde a la interpretación de los resultados respecto al componente suelo. Al respecto, se debe incluir a la redacción al arsénico ya que este elemento supera los ECA para Suelo en el Sitio S0118.

Tener presente que el PR corresponde al sitio S0118, en tal sentido, su contenido debe presentar los hallazgos obtenidos para el sitio S0118.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la redacción del ítem 3.7.1 Suelos del Plan de Rehabilitación, el cual se muestran como parte de la respuesta.

Respuesta:

En atención a la observación de la autoridad actualizamos el ítem 3.7.1 del Plan de Rehabilitación quedando de la siguiente manera.

3.7.1 Suelos

La primera interpretación de los datos se efectúa sobre los niveles de fondo, para lo cual se organiza la data en el Cuadro 3-40. Del análisis de esta información se puede evidenciar que el Boro (4 sectores / 8 sitios) y el Selenio (3 sectores / 3 sitios) se presentan con valores que superan algunas de las normas internacionales, aun cuando se tomaron las muestras en lugares no contaminados. El Vanadio y el Cromo igualmente observan este comportamiento, pero en un único sector y en una única muestra (correspondiente al sitio impactado). La variabilidad en los niveles de metales en el área de estudio (en los 4 sectores) es elevada.

En el sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) se analizaron 28 muestras de suelo, de las cuales 26 muestras se captaron en época húmeda y 2 en época seca. Los sitios de muestras en la segunda temporada se establecieron a partir de los resultados obtenidos de laboratorio para el muestreo de la primera temporada, adicionando sondeos para comprobar las excedencias encontradas en el piezómetro.

El Cuadro 3-31 y Cuadro 3-32 presenta los resultados analíticos de las muestras colectadas durante la Fase de Caracterización.

Los metales fueron comparados en primera instancia con el estándar de calidad ambiental para suelo (ECA-Suelo) obteniéndose excedencias en los siguientes metales: **Arsénico** en cinco estaciones (S0118-S001, S0118-S006, S0118-S007, S0118-S009 y S0118-S0010), **Bario** en tres

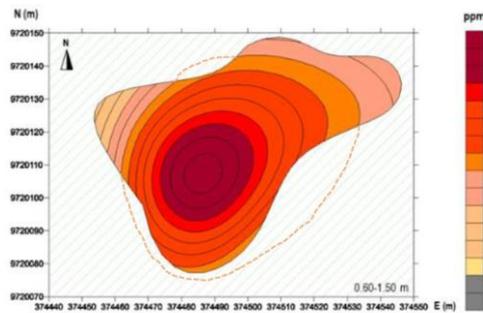
estaciones (S0118-S001, S0118-S008 y S0118-S0010), **Cadmio** en una estación (S0118-S006) y **Plomo** en seis estaciones (S0118-S001, S0118-S006, S0118-S007, S0118-S008, S0118-S009 y S0118-S0010).

Por otro lado, realizando la comparación con el estándar canadiense (Canada Soil Quality), se obtuvieron excedencias en **Cobre** en seis estaciones (S0118-S001, S0118-S006, S0118-S007, S0118-S008, S0118-S009 y S0118-S0010), **Cromo** excedió en todas las estaciones, **Níquel** excedió en ocho estaciones (S0118-S001, S0118-S002, S0118-S006, S0118-S007, S0118-S008, S0118-S009, S0118-S0010 y S0118-S0014), **Vanadio** excedió en todas las estaciones excepto en (S0118-S0011 y S0118-S0023), y por último el **Zinc** presento excedencias en seis estaciones (S0118-S001, S0118-S006, S0118-S007, S0118-S008, S0118-S009 y S0118-S0010).

Finalmente, en relación con las fracciones de hidrocarburos, HAPS y BTEX ningún parámetro excedió en las estaciones muestreadas.

OBSERVACIÓN N° 26

El PR, en la Figura 3-26 presenta curvas de isoconcentraciones de arsénico para dos profundidades. Al respecto, las figuras de isoconcentraciones deben presentar los puntos de muestreo de suelo para las profundidades respectivas. Asimismo, la delimitación del sitio S0118 corta isólinas de concentraciones superiores al ECA Suelo agrícola para arsénico 50 mg/kg lo que evidencia la falta de puntos de muestreo de detalle que corrobore la extensión de la dispersión de los contaminantes en el sitio, como ejemplo de los señalado ver Ilustración 1. Se deben desarrollar perfiles de isoconcentraciones en adición a los planos horizontales de isoconcentración para el arsénico y demás contaminantes que han superado el ECA para suelo agrícola y normas internacionales referenciales en el sitio S0118.



Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

La respuesta de la consultora no sustenta por qué considera al Vanadio como contaminante inorgánico “marcador”, toda vez que no adjunta análisis estadísticos, Coeficiente de correlación de Pearson u otros. En tal sentido, el modelamiento de isoconcentraciones debe ser desarrollado para los contaminantes de preocupación en suelo (As, V, Cr, Cu, Ni, Zn y Pb) por separado. Respecto a las Figuras 5-Ob-46a y 5-Ob-46b, se recomienda desarrollar estos modelamientos para cada uno de los elementos señalados en el párrafo anterior, incluyendo los resultados de los puntos S005, S002, S004 y S012 (de acuerdo a la profundidad de muestreo); así mismo, considerar que la delimitación del polígono no debe cortar las curvas de isoconcentraciones superiores al ECA para Suelo agrícola.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se presenta el sustento de los parámetros que se consideraron en el modelamiento de isoconcentraciones para el sitio S0118, asimismo, se presenta el sustento del método de interpolación, así como los criterios considerados para la delimitación del sitio.

Respuesta:

De acuerdo con lo indicado en la observación se procederá a indicar lo siguiente:

- (i) Con relación al parámetro vanadio, se retracta la afirmación de haberse considerado como un parámetro marcador; siendo el arsénico considerado como tal. Asimismo, si bien es cierto que el Vanadio presenta excedencias en la matriz suelo, se recalca que los niveles de fondo

también presentan dichas excedencias, por lo que se no necesariamente esté relacionado este parámetro a un evento de contaminación.

La presencia de este metal no se debe a contaminación por hidrocarburos, sino a su origen geogénico (natural de la zona). Es preciso indicar que, si bien es cierto que este metal está asociado a las actividades de hidrocarburos, su contenido en el crudo contiene pequeñas cantidades, siendo una fuente de exposición hacia el hombre los óxidos de vanadio liberados cuando se realiza la quema de combustibles de petróleo^c. Sin embargo, de acuerdo con la información recopilada del sitio S0118, estas actividades no han sido realizadas o no se han llevado a cabo en el sitio, tan solo la disposición de residuos tanto sólidos domiciliarios e industriales.

La presencia de hidróxidos de hierro, aluminio y manganeso contribuyen a la sorción de vanadio, así como el pH, el potencial redox, el contenido de materia orgánica y arcilla en el suelo. De acuerdo con lo manifestado por Martin y Kaplan (1998) la solubilidad del vanadio disminuye con el tiempo^d. En este sentido, la concentración obtenida de nivel de fondo (168 mg/kg) para vanadio representa estas condiciones naturales del área de estudio, donde además el 100% de las muestras en el sitio S0118 hay excedencias de vanadio respecto al estándar internacional canadiense (130 mg/kg).

Es preciso indicar que la toma de las muestras de nivel de fondo ha contemplado los lineamientos y criterios de la Guía de Muestreo de Suelos del MINAM, donde las submuestras de nivel de fondo se ubican en áreas boscosas de no intervención las cuales diagnostiquen las concentraciones naturales de vanadio en el sitio S0118, tal como se puede ver en la Figura 3-Ob-13b. Las submuestras de nivel de fondo presentan las mismas características de superficie, topografía y cobertura vegetal de la zona por lo cual es representativa su toma de muestra y las concentraciones obtenidas que reflejan las concentraciones naturales del sitio; además, la ubicación de las submuestras de niveles de fondo presenta las mismas características con la ubicación del punto S0118-S025, que de acuerdo a lo expuesto en el párrafo precedente podría también considerarse como referencia de condición natural del área.

^c ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. METALES: PROPIEDADES QUIMICAS Y TOXICIDAD, by Gunnar Nordberg

^d Maja A. Larsson (2014). Vanadium in soils. Chemistry and Ecotoxicity.

Figura 3-Ob-26a Ubicación de muestras de niveles de Fondo



Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE,2021.

A continuación, se detalla las características de los puntos donde se tomaron las submuestras para conformar la muestra de nivel de fondo para el sitio S0118.

Fotografía 3-Ob-26 Niveles de fondo del sitio S0118





Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Adicionalmente, el punto de muestreo S0118-S025 ubicado en una zona no intervenida (prístina), en los primeros 50 cm se tiene presencia de vanadio en una concentración de 166 mg/kg, y en el mismo punto a una profundidad de 2.00 metros una concentración de 249 mg/kg, lo que indica que las concentraciones de vanadio van aumentando directamente proporcional con la profundidad en una zona donde no se tiene intervención y/o no formaría parte del área del botadero, por lo que se puede considerar las concentraciones de este punto (S0118-S025) como referencia que sustenta estas excedencias de vanadio respecto al estándar canadiense. Adicionalmente, este punto está localizado por fuera de la potencial ruta de escorrentía natural entre el sitio del botadero y la quebrada s/n 2.

Es importante señalar, que, en el área del botadero Olaya se evidenció remoción y mezcla de suelo, por esta razón los esfuerzos se centraron en realizar sondeos con mayor énfasis en el rango de 1 hasta 1.5 metros de profundidad (perfil homogéneo con presencia de arena). Tomar muestras en capas superficiales no permitiría detectar elementos contaminantes, se requiere a profundidades mayores para verificar alguna posible afectación por migración vertical. Este principio aplica a los dos botaderos de la cuenca Corrientes. Para el presente estudio, se tomó como referencia (límite permisible) la concentración del vanadio según Canadian Soil Quality Guidelines for the Environmental and Human Health, Category Agricultural de 130 mg/kg.

Sin perjuicio de las excedencias reportadas tanto dentro y fuera del botadero con respecto al vanadio y de que las concentraciones dentro del sitio S0118 superaran al valor de nivel de

fondo y al valor registrado en el punto S0118-S025, se realizó un análisis estadístico a fin de determinar posibles anomalías o valores discordantes, como también la normalidad que puedan presentar las concentraciones en el sitio las cuales determinen las condiciones naturales del sitio.

Para establecer un valor discordante en un grupo de datos, se analizó primeramente las concentraciones de vanadio del sitio S0118 y posterior a ello se utilizó el diagrama de cajas y bigotes o *boxplot*, donde los valores que superan 1.5 veces el percentil p75 se representarán con un círculo (o); y aquellos valores extremos que superan 3 veces el percentil p75 son representados con un asterisco (*) en su respectiva gráfica (Mico Llopis, 2005)^e.

Tabla 3-Ob-26a Concentraciones de vanadio en el sitio S0118

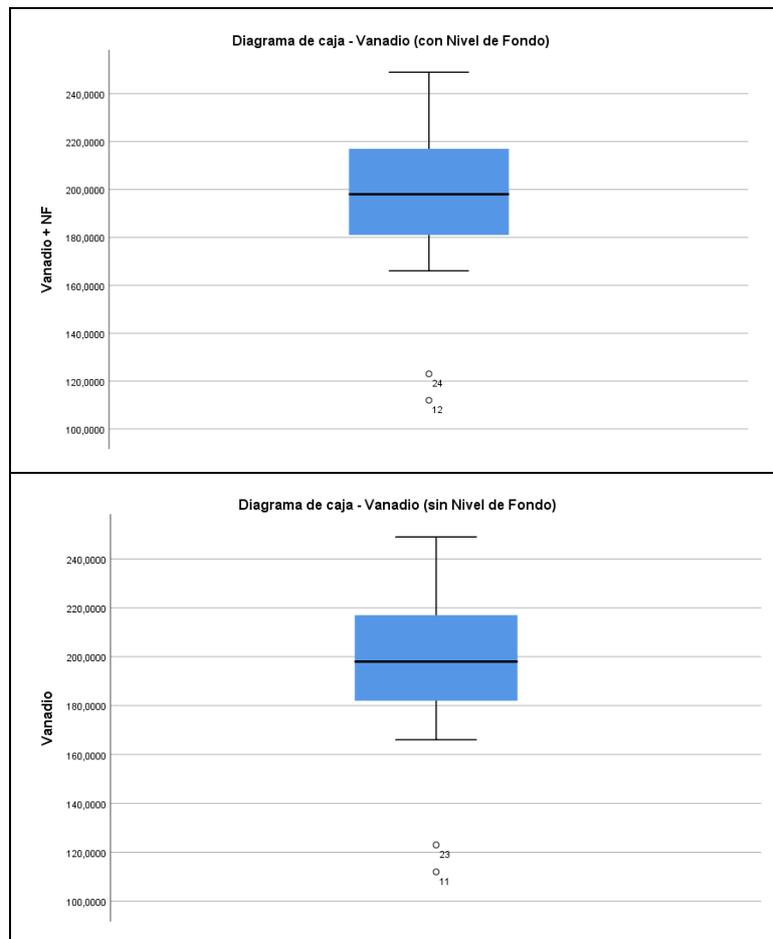
N°	Código de muestra	Tipo de muestreo	Vanadio (mg/kg)
1	S0118-NF	Nivel Fondo	168
2	S0118-S001-0.60	Barreno	205
3	S0118-S002-1.20	Barreno	218
4	S0118-S003-0.60	Barreno	233
5	S0118-S004-1.20	Barreno	238
6	S0118-S005-1.20	Barreno	223
7	S0118-S006-0.90	Barreno	181
8	S0118-S007-0.30	Barreno	193
9	S0118-S008-1.20	Barreno	197
10	S0118-S009-0.30	Barreno	198
11	S0118-S010-1.20	Barreno	197
12	S0118-S011-0.60	Barreno	112
13	S0118-S012-0.90	Barreno	210
14	S0118-S013-1.20	Barreno	214
15	S0118-S014-1.20	Barreno	204
16	S0118-S015-0.60	Barreno	231
17	S0118-S016-0.30	Barreno	198
18	S0118-S017-1.20	Barreno	206
19	S0118-S018-0.30	Barreno	174
20	S0118-S019-1.20	Barreno	217
21	S0118-S020-1.20	Barreno	194
22	S0118-S021-1.20	Barreno	174
23	S0118-S022-1.20	Barreno	182
24	S0118-S023-1.20	Barreno	123
25	S0118-S025-0.50	Barreno Compl	166
26	S0118-S025-2.00	Barreno Compl	249
	-	-	-

Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE,2021.

Por consiguiente, se evaluaron 2 escenarios, donde el primero contempla las concentraciones de los muestreos realizados en ambas temporadas (húmeda y seca) incluyendo el nivel de fondo a fin de demostrar la normalidad que presentan estos datos; y el segundo donde solo se tiene los muestreos realizados en el sitio S0118 en ambas temporadas (húmeda y seca) excluyendo el nivel de fondo del sitio.

^e Micó Llopis, C. (2005). Estudio de Metales Pesados en Suelos con Cultivos Hortícolas de la Provincia de Alicante. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, Valencia.

Gráfico 3-Ob-26a Diagrama de cajas y bigotes de las concentraciones de vanadio del sitio S0118



Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

De los gráficos se puede observar que se tienen 2 valores discordantes asociado a las concentraciones de los puntos de muestreo S0118-S11 (112 mg/kg) y S0118-S023 (123 mg/kg) para ambos casos; donde el primero se encuentra al borde de la delimitación del sitio S0118 (in situ) y el segundo se encuentra aguas abajo del mismo (en dirección noreste), esto indica la variabilidad que presentan estas concentraciones de vanadio en el sitio S0118 sin perjuicio de que estos valores se encuentran por debajo del valor de la media y del límite inferior del grupo de datos objeto de estudio.

Asimismo, a fin de establecer el tipo de distribución que presentan las concentraciones de vanadio, se aplicó la prueba no paramétrica de Shapiro-Wilkinson para un tamaño de datos $n < 50$, en esta prueba al obtener un valor de significancia (P) mayor o igual a 0,05, los datos presentan una distribución normal.

Tabla 3-Ob-26b Test de Shapiro-Wilkinson incluyendo el nivel de fondo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Vanadio + NF	0,150	26	0,136	0,933	26	0,092

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Tabla 3-Ob-26c Test de Shapiro-Wilkinson excluyendo el nivel de fondo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Vanadio	0,164	25	0,082	0,919	25	0,050

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

En las tablas precedentes se puede observar que la significancia (P) para ambos escenarios es mayor o igual a 0,05; por lo que en ambos casos las concentraciones de vanadio con y sin el nivel de fondo, mantienen una distribución normal y teniendo en cuenta el diagrama de cajas y bigotes no se advierten valores pico o por encima del grupo poblacional estudiado que represente una concentración anómala que pueda estar asociada a una fuente antrópica. De ello se obtiene que al retirar la concentración asociada al Nivel de Fondo del sitio S0118 no varía la distribución de los datos. Además, el nivel de fondo registrado en el sitio se encuentra dentro de este grupo poblacional, donde la desviación estándar para ambos casos es de 31,7 mg/kg por cual se demuestra que las concentraciones registradas se encuentran dentro de esta medida de dispersión, por lo cual no podría asociarse al vanadio por algún evento de contaminación, sino está asociado a las concentraciones y condiciones naturales de la zona.

Tabla 3-Ob-26d Estadísticos descriptivos para las concentraciones de vanadio con el nivel de fondo

Estadísticos descriptivos		Estadístico	Desv. Error	
Vanadio + NF	Media	196,346154	6,2096556	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	183,557129	-
		Límite superior	209,135179	-
	Media recortada al 5%	198,106838	-	
	Mediana	198,000000	-	
	Varianza	1002,555	-	
	Desv. Desviación	31,6631550	-	
	Mínimo	112,0000	-	
	Máximo	249,0000	-	
	Rango	137,0000	-	
	Rango intercuartil	38,0000	-	
	Asimetría	-0,979	0,456	
	Curtosis	1,494	0,887	

Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

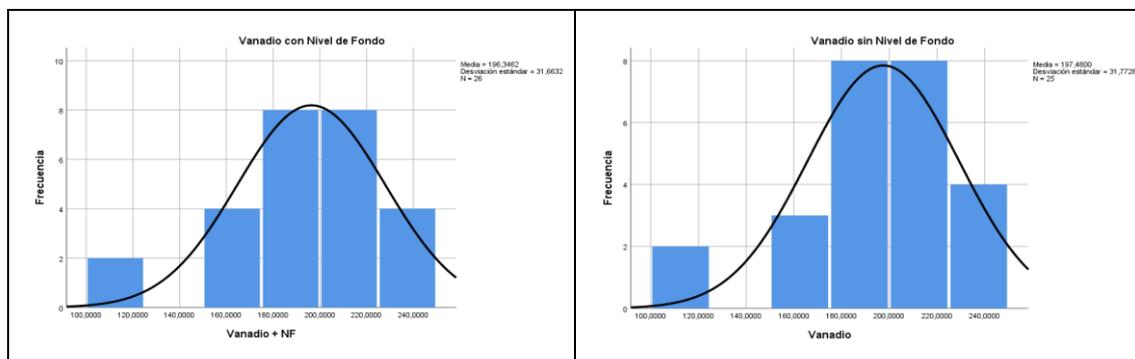
Tabla 3-Ob-26e Estadísticos descriptivos para las concentraciones de vanadio sin el nivel de fondo

Estadísticos descriptivos		Estadístico	Desv. Error	
Vanadio + NF	Media	197,480000	6,3545574	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	184,364838	-
		Límite superior	210,595162	-
	Media recortada al 5%	199,366667	-	
	Mediana	198,000000	-	
	Varianza	1009,510	-	
	Desv. Desviación	31,7727871	-	
	Mínimo	112,0000	-	
	Máximo	249,0000	-	
	Rango	137,0000	-	
	Rango intercuartil	36,0000	-	
	Asimetría	-1,097	0,464	
	Curtosis	1,802	0,902	

Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE,2021.

En los siguientes histogramas se puede evidenciar la distribución normal de las concentraciones de vanadio para ambos escenarios:

Gráfico 3-Ob-26b Histogramas de las concentraciones de Vanadio del sitio S0118



Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE,2021.

Adicionalmente, a fin de demostrar la distribución de las concentraciones de vanadio en el suelo, se procede a realizar la prueba T-Student para una muestra, donde se evaluará los escenarios donde el primero considerará a todas las muestras tomadas en el sitio S0118 y comparándola con el Nivel de Fondo tomado inicialmente; y en segunda instancia, considerando el grupo muestral del sitio S118 donde el punto S0118-S025 constituiría un Nivel de Fondo, dado que su ubicación y/o propósito de muestreo fue de verificar la posible influencia de los parámetros del suelo sobre las concentraciones de agua subterránea (lentejón) cercanos al piezómetro y evaluar el origen geogénico de estos parámetros.

- En primera instancia, la prueba T para una sola muestra donde se considera las muestras del sitio S0118, se realiza la prueba de hipótesis de acuerdo a lo siguiente:

$H_0: \mu = 168$ (las muestras son iguales al Nivel de Fondo)

$H_1: \mu \geq 168$ (las muestras son mayores al Nivel de Fondo)

Tabla 3-Ob-26f Prueba para una muestra

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Vanadio c/ NF	31,077	24	,000	197,48000	184,3648	210,5952

Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Teniendo en cuenta el $\alpha = 0.05$ y el **p-value = 0.000**, la prueba de hipótesis tiene una tendencia unilateral y debido a que el SPSS por defecto considera su resultado del **p-value** para una prueba bilateral, se procede a dividir el **p-value / 2**, por lo cual se rechaza la H_0 y se asume la H_1 .

Sin perjuicio de ello, indica que la media poblacional estimada toma valores entre 184,3 y 210,6 mg/kg de Vanadio en el suelo, siendo este el intervalo de confianza al 95%. Sin perjuicio de lo antes mencionado y considerando la desviación estándar indicada en la Tabla 3-Ob-13f, la desviación estándar para ambos casos es de 31,7 mg/kg por cual se demuestra que las concentraciones registradas se encuentran dentro de esta medida de dispersión.

- En segunda estancia, se realiza la prueba T para una sola muestra donde se considera las muestras del sitio S0118, donde se tiene al punto S0118-S025 constituiría un Nivel de Fondo dada su relación con el piezómetro a fin de determinar el origen geogénico de las concentraciones del suelo hacia el piezómetro:

$H_0: \mu = 249$ (las muestras son iguales al Nivel de Fondo)

$H_1: \mu \leq 249$ (las muestras son menores al Nivel de Fondo)

Tabla 3-Ob-26g Prueba para una muestra

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Vanadio s/ NF	30,840	22	,000	196,60870	183,3873	209,8301

Elaboración JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Teniendo en cuenta el $\alpha = 0.05$ y el **p-value = 0.000**, la prueba de hipótesis tiene una tendencia unilateral y debido a que el SPSS por defecto considera su resultado del **p-value** para una prueba bilateral, se procede a dividir el **p-value / 2**, por lo cual se rechaza la H_0 y se asume la H_1 .

Del análisis estadístico se tiene que la media poblacional estimada toma valores entre 183,3 y 209,8 mg/kg de Vanadio en el suelo, siendo este el intervalo de confianza al 95%. Asimismo, estas concentraciones se encuentran por debajo de la concentración máxima registrada de 249 mg/kg relacionado con el origen geogénico del suelo.

Considerando la prueba T para ambos escenarios, se ve que el Vanadio presenta concentraciones que se encuentran dentro de una media poblacional estimada y sin perjuicio de la variabilidad que presenten estos valores, no supera la concentración máxima de 249 mg/kg relacionado a la determinación del origen geogénico de los parámetros en el suelo que podrían tener una influencia sobre el piezómetro del sitio S118. Ante lo expuesto, no correspondería realizar las isoconcentraciones para Vanadio dado su influencia geogénica de la zona de estudio.

(ii) Respecto al modelaje de las isoconcentraciones los puntos de muestreo, se procedió a mejorar la figura con las isoconcentraciones, teniendo en cuenta lo siguiente:

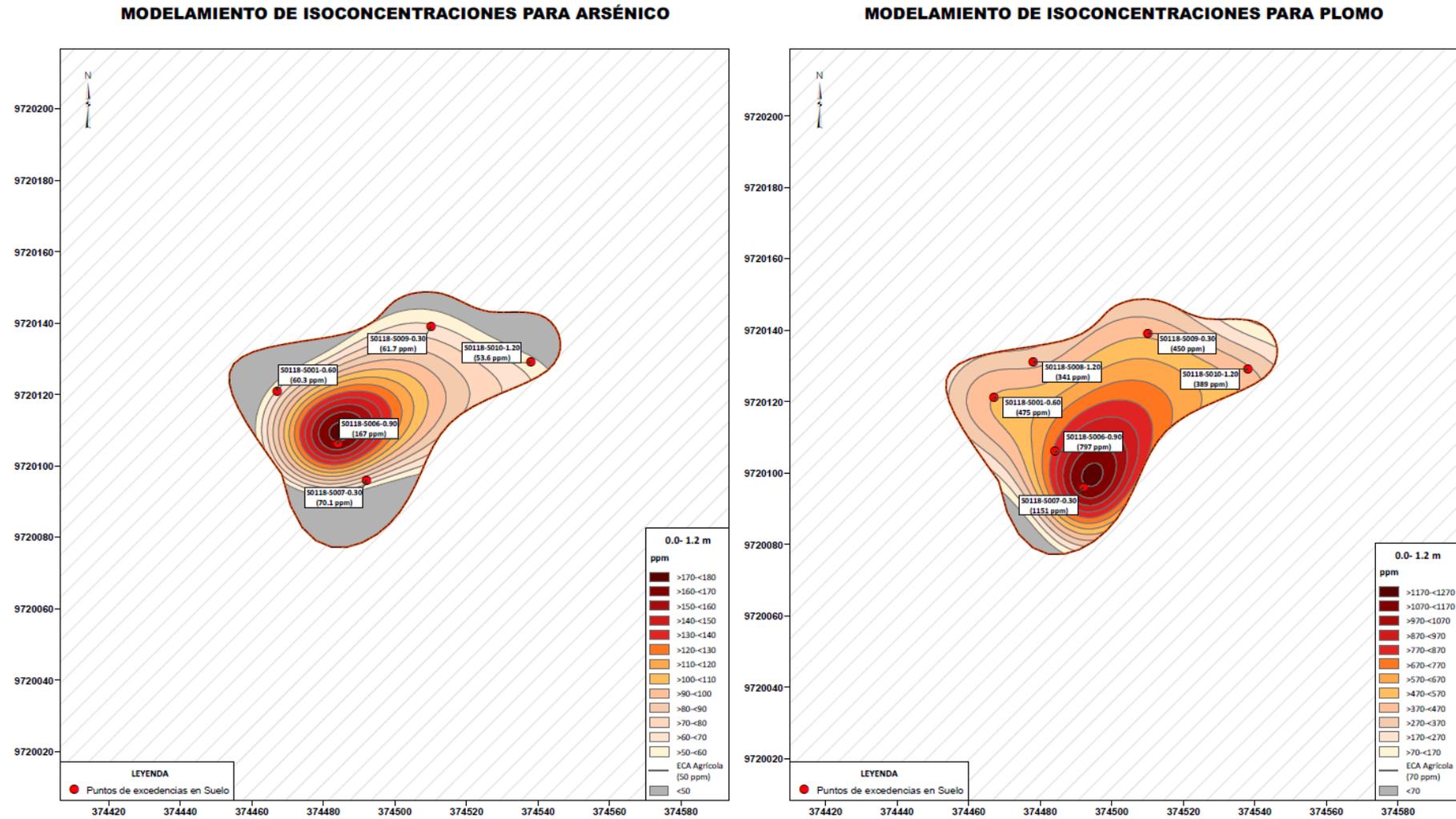
- Sin perjuicio de obtener parámetros que presentaron excedencias, y de su análisis en el ERSA para determinar los Contaminantes de Preocupación (CP), de la evaluación de riesgo se verifica que los parámetros arsénico y plomo son los que representarían un riesgo para los receptores evaluados.
- Existe una correlación espacial, superficial y en profundidad, en la ocurrencia de metales en la superficie y en profundidad distribuido en toda el área identificada durante la caracterización como impactada. Ver Anexo 6.4 Mapa 6.4.1 Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de fondo del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) – época húmeda y Mapa 6.4.2 Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de fondo del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) – época seca.
- Se procedió a la interpolación de los valores de concentración de arsénico y plomo por ser no tan solo el de mayor ocurrencia, sino adicionalmente por ser un contaminante de preocupación con un potencial riesgo cancerígeno a la salud humana.
- Se interpretó lo ocurrido a partir de los resultados de laboratorio, el análisis de imágenes históricas del botadero, así como de la información suministrada por los monitores ambientales, pobladores y trabajadores de la operadora, durante el reconocimiento y los ingresos a campo para la caracterización. Con esta interpretación y con los resultados del análisis de riesgo se desarrolló el modelo de isoconcentración para el peor escenario utilizando el contaminante de preocupación con mayor ocurrencia y con el más elevado nivel de riesgo al humano. Con toda esta información se definió la potencial distribución horizontal de los contaminantes (As y Pb), mientras que para la profundidad se determinó la mayor profundidad como la potencial distribución vertical. Bajo estos principios se determinaron los volúmenes de suelo a ser remediados para el sitio impactado S0118 (Botadero Comunidad Olaya).

(iii) Con relación al modelamiento de todos los contaminantes encontrados y que presentan excedencias con relación a la norma ECA suelos, es importante recalcar que los predominantes o que tienen mayor ocurrencia en el total de muestras son: el As y el Pb, con 5 muestras con excedencias de un total de 23 puntos. El Cd presenta una (1) excedencia y el Bario tres (3). La mayor profundidad a la que se encontró las excedencias de estos contaminantes fue de 1,20 metros. Al tener una coincidencia en la ocurrencia de ambos metales (Pb y As), además ambos coincidentes con las excedencias de Cd y Ba, se decidió modelar uno de estos para efectos de mostrar gráficamente los resultados de la interpolación espacial a nivel superficial. Es por esta razón que se visualiza la figura de isoconcentraciones de As en el PR.

Al ubicarse espacialmente las excedencias en los mismos puntos se considera graficar uno u otro, siendo la representación de metales como el área a remediar. Los argumentos que llevaron a este procedimiento en el modelaje por análisis espacial de contaminantes para la generación de isolíneas “hipotéticas” de concentración están orientados a la representación

del peor escenario de concentración o del escenario que simule el comportamiento de la mayoría de los contaminantes en el sitio impactado, La delimitación del sitio se considera adecuada con los valores analíticos obtenidos. El objetivo final de este modelaje está orientado a determinar el área a remediar de acuerdo con los valores obtenidos del ERSA.

Figura 5-Ob-26a Puntos de muestreo de suelo empleados para la generación de las isoconcentraciones



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

De la gráfica mostrada, se tiene el modelamiento de las isoconcentraciones de Arsénico y Plomo para el estrato 0,0 a 1.2 m de profundidad, donde se contemplaron los muestreos realizados en el sitio S0118. Cabe precisar que en relación a los puntos S002, S004, S005 y S012, estos fueron considerados en la interpolación, dado que sus concentraciones permitieron la delimitación y el sentido de la poligonal del sitio; además se puede ver que dichos puntos presentan concentraciones menores a los ECA para suelo respecto al Arsénico y Plomo, no obstante, esto no significa que no hayan sido considerados en dicho modelamiento. También se aclara que en la Figura 5-Ob-26a solo se mostraron los puntos excedentes en el sitio, pero la interpolación comprende las muestras tomadas como tan en el área.

Se aclara que el método de interpolación utilizado fue el “Radial basis function - RBF”. La interpolación mediante funciones de base radial conforma un método de aproximación, que utiliza una curva matemática para suavizar la representación de la variación espacial en dos dimensiones. Las funciones de base radial son un interpolador bastante exacto y la representación de las isoconcentraciones en la salida gráfica de las interpolaciones presenta coherencia de cómo podría ser una potencial distribución de una mancha de contaminación. Para algunos autores, este método de función de base radial resulta un excelente interpolador para la modelización de patrones de contaminantes en el suelo (Fortis-Hernández et al., 2010)⁶

Las funciones de base radial son funciones circularmente simétricas, centradas en un punto llamado centro. Para calcular el interpolante de una RBF se considera que se tiene un conjunto de N puntos tomados desde la superficie original S del objeto real. El objetivo principal es construir una función $y = f(x)$ en la cual el conjunto de ceros de la función $3 f(x) = 0 : x \in \mathfrak{R}$ aproxime la superficie S. Típicamente la interpolación construye una función $y = f(x)$ interpolando el conjunto P de la siguiente manera:

$$f(x) = \sum_{P_i \in P} [g_i(x) + \lambda_i] \phi_{\sigma}(\|x - P_i\|) \quad (1)$$

Donde $\phi_{\sigma}(r)$ es la función base, el conjunto de valores λ_i es el conjunto de pesos asociado a cada centro, g_i es típicamente, un polinomio de segundo o tercer grado que mejora la suavidad de la superficie generada cuando es utilizado en técnicas de aproximación, poco se ha estudiado sobre la determinación del efecto del grado del polinomio utilizado.

Sin embargo, en algunos casos como en el caso de la RBF TPS (thin-plate spline), la presencia del polinomio es necesaria para garantizar la definición positiva de la matriz resultante. Para este caso, el conjunto P_i es denominado el conjunto de centros, es decir en un enfoque general todos los puntos de la muestra de la superficie S son tomados como puntos referentes en la interpolación. Los parámetros $\phi_{\sigma}(r)$, P_i y g_i son conocidos, de tal forma que λ_i es estimado resolviendo el sistema de ecuaciones. Los enfoques clásicos de interpolación con RBF conocidos como interpolación con soporte global no contienen parámetros adicionales a los centros de interpolación.⁷

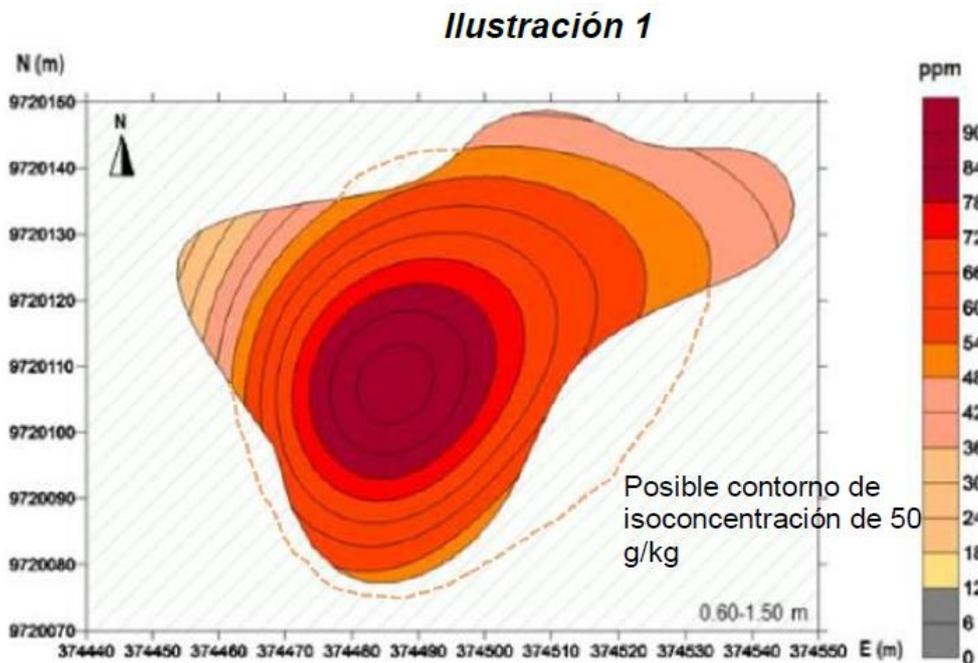
En este sentido, considerado la afirmación del MINAM donde indica que: **(...) la delimitación del polígono no debe cortar las curvas de isoconcentraciones superiores al ECA para**

⁶ Fortis et a. 2010. Validation of Four Interpolation Model for Mapping Nitrate and Ammonium in Soil. Terra Latinoamericana

⁷ Sanchez G. & William J. (2009). A geometrical approach for surface reconstruction by means of radial basis functions with compact support

suelo Agrícola (...), se recalca lo sustentado en los párrafos precedentes donde esta interpolación a ser un modelamiento 2D en los puntos donde se sitúa en los límites e la poligonal, la interpolación tiende a proyectar el sentido de las concentraciones del parámetro modelado pero no necesariamente mostrando la tendencia real así como las variables que rigen en el sitio (sentido de la topografía, presencia de barreras natural/artificiales, entre otros) que condiciones y/o limiten esta proyección. Es por ello que no necesariamente los límites de dicha interpolación aseguren o manifiesten la presencia del contaminante tal como lo indica la autoridad.

Figura 5-Ob-26b Posible tendencia de la presencia de arsenico en los limites del sitio S0118



Cabe precisar que parte de los criterios para la delimitación del sitio fue el modelamiento de las isoconcentraciones que da la orientación de la presencia de los parámetros, así como la topografía presente en el sitio, la presencia de las áreas intervenidas como uso de cantera (zona sur al sitio S0118), el área del botadero que se situaba en el sitio, la presencia de la carretera que se considera como una limitante que limita al sitio S0118 en la zona sur.

Delimitación del sitio impactado y estimación de áreas y volúmenes

OBSERVACIÓN N° 30

El PR debe explicar paso a paso como se ha realizado la interpretación de la información hasta llegar a la delimitación de del sitio impactado. Cabe señalar que en la Observación N° 26 ya se evidenció que la delimitación del Sitio S0118, corta isolíneas de concentración superiores al ECA para suelo. Para la delimitación del sitio, se deben presentar planos con capas superpuestas de los resultados de monitoreo de suelo para los distintos contaminantes de potencial interés, así como los resultados de la geofísica que delimita polígonos y estratos de interés. Finalmente, como resultado de este análisis se deben definir los puntos de muestreo de detalle del Sitio S0118.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

El flujo presentado en la respuesta a la observación N°08, es un flujo general donde no se detalla como se delimitó el polígono del sitio S0118.

Asimismo, las figuras 3- Ob-30a, 3- Ob-30b y 3- Ob-30c no dan luz de como se llegó a la delimitación del polígono del sitio S0118. Más aún, la figura 3- Ob-30c presenta el polígono del sitio S0118 cortando curvas de isoconcentraciones superiores al ECA para suelo; lo cual ha sido también observado en la respuesta a la observación N°26.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención a la observación, se indica que los criterios para la delimitación del sitio S0118 se basa en la Observación N° 8 y N 26 del presente informe. Asimismo, la superposición de imágenes, así como las evidencias y condiciones del campo influyeron en la delimitación del sitio, el detalle del mismo se muestra en la Observación N° 26.

Respuesta:

En atención a la observación, se aclara que la observación N° 8 del presente informe, presenta el paso a paso para llegar a las diferentes áreas referidas en el modelo conceptual; asimismo, los criterios considerados para la delimitación del sitio considerando el modelamiento de las isoconcentraciones se detalló en la Observación N° 26.

No obstante, para dar mayor detalle al procedimiento se aclara que, la delimitación inicial del sitio se desarrolló con la representación espacial de tres poligonales del sitio, de los cuales una de ellas proporcionó el FONAM (Información de OEFA) y los otros dos de información existente. En base al reconocimiento en campo, se afina y delinea la poligonal del sitio el cual se muestra en la figura siguiente.

Figura 3- Ob-30a Imagen actual del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



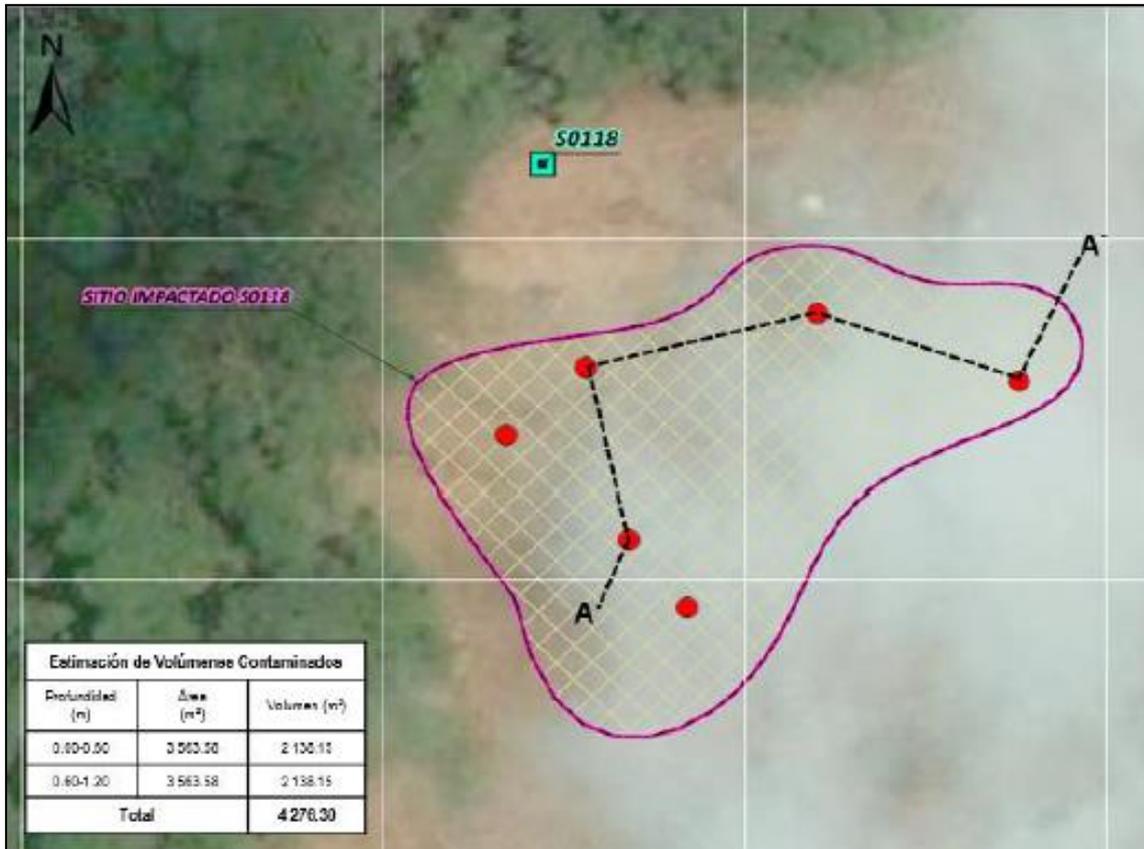
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

Seguidamente con los resultados del muestreo en ambas épocas los cuales se verifican en los en los cuadros 3-31 y 3-32 del PR, en el cual se detallan los resultados de muestreo de suelos en ambas épocas, identificando las excedencias en puntos de muestreo y parámetros:

Asimismo, se realizó la interpretación de la información levantada en campo y la simulación del contaminante en el sitio impactado y en su entorno inmediato.

Para la estimación de áreas y volúmenes, se tomaron los ejercicios de modelamiento de contaminantes, tomando la peor situación encontrada (cuyo detalle se muestra en la Observación N° 26). Por ello, en el mapa 6.4.3.1 del PR se muestra el área a intervenir con las acciones de rehabilitación, a continuación, se muestra la delimitación final del sitio.

Figura 3- Ob-30b Imagen actual del sitio S0118 (Sitio Botadero Comunidad Olaya)



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

El desarrollo de la superposición de capas de los contaminantes incluyendo los resultados geofísicos conllevan a determinar el área y volumen impactado. En el folio 00164 del PR, se muestra el polígono con el área impactada, el modelo de dispersión del contaminante y el perfil estratigráfico.

Asimismo, aclarar que durante el desarrollo del modelo de isoconcentraciones, la coloración circunferencial del contaminante no quiere decir que se distribuya de esa manera (circunferencial), sino que, depende de la distribución de los puntos excedidos y en base a ello se realizó dicha delimitación, por su puesto la delimitación también respondió a la consideración de puntos de muestreo realizados cercanos a la perimetral los cuales no excedieron el ECA para suelo como se muestra en el folio 00438 mapa 6.4.1 del PR.

Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial

Resultados de campo

OBSERVACIÓN N° 32

Con relación a lo presentado en el Cuadro 3-62 del PR, de acuerdo a lo indicado en la Observación N° 27 de la interpretación de resultados, el Bario no representa una excedencia a los ECA para suelo agrícola de acuerdo a lo establecido en el D.D. N° 011-2017-MINAM.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

La conclusión a la que llega la consultora indicando que el bario no se encuentra en forma de baritina es errónea.

De acuerdo a los resultados del análisis de bario total real y bario extraíble, y en concordancia con lo expresado en la respuesta de la observación N°27, el parámetro bario no requiere de acciones de remediación, por lo que no debe ser considerado en el numeral 3.7.9 como contaminante de preocupación.

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se sustenta la evaluación de las concentraciones de Bario Total, Bario Extraíble y Bario Total Real en base a los criterios definidos en el D.S. N° 011-2017-MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental para suelo, y la Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health. Asimismo, se detalla el sustento y la evaluación del parámetro Bario Total el cual fue evaluado en el ERSA y se determinó que no constituye un Contaminante de Preocupación (CP).

Respuesta:

Para sitio S0118 se registraron excedencias para el parámetro Bario Total según lo indicado en los resultados de laboratorio, para los puntos de muestreo S0118-S001, S0118-S008 y S0118-S010 los cuales fueron plasmados en el Cuadro 3-62 del folio 00172 del PR y también se muestran a continuación:

Cuadro 3-Ob-32a Excedencias de Bario Total

Código de muestra	Bario (mg/kg)
S0118-S001-0.60	1837
S0118-S008-1.20	848.8
S0118-S010-1.20	949.7
ECA para Suelo – Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM)	750

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

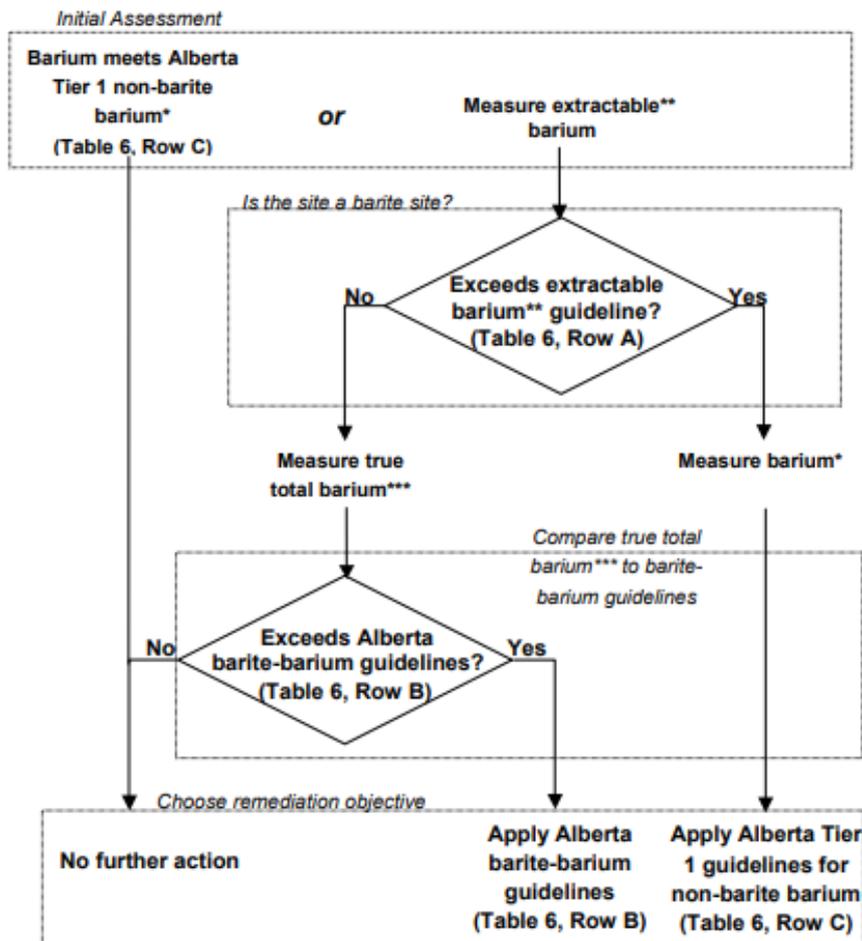
En este sentido, considerando las excedencias en tres puntos de muestreo se procedió a realizar el análisis de las mismas muestras para los parámetros **Bario Extraíble** y **Bario Total Real**, cuyos resultados se muestran en el folio 00138, Cuadro 3-42 del PR donde los resultados no exceden el ECA suelo.

Del Cuadro 3-42 se puede desprender que, para el caso del Bario Total, se determinaron excedencias en algunos puntos de muestreo; razón por la cual se prosiguió con la determinación del **Bario Extraíble**.

El D.S. N° 011-2017-MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental para suelo, indica en la Tabla 1 que, para efectos de aplicar los valores establecidos para el Bario total, Bario extraíble o Bario Total Real en sitios con presencia de baritina, corresponde utilizar el procedimiento detallado por Alberta Environment (2009). Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health. ISBN N° 978-0-7785-7691-4.

En el referido documento, se muestra en el ítem 9 la Figura 1 donde se detalla el procedimiento para la evaluación de las concentraciones de Bario Total, Bario Extraíble o Bario Total Real en sitios con presencia de baritina.

Figure 1. Guideline Application Procedure



* - Barium is measured in a strong acid digest or by fusion-XRF or fusion-ICP for comparison to non-barite barium guidelines.

** - Extractable barium is measured in a 0.1M CaCl₂ extract.

*** - True total barium must be measured by fusion-XRF or fusion-ICP methods.

Fuente: Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health - Alberta Environment

Los resultados muestras que, para **Bario Extraíble** no hay excedencias, lo que supone pensar que se trata de baritina (forma poco soluble). Finalmente, para determinar si la presencia de baritina requiere o no de acciones de remediación, se evalúa el **Bario Total Real**. Como se puede ver en el cuadro, no se registraron excedencias para bario total real lo que confirma que las acciones de remediación, para baritina, no son necesarias.

Finalmente, se concluye que, efectivamente, el bario extraíble y el bario total no superan estándar de calidad ambiental para suelo de tipo agrícola; por ende, el bario medido no se encuentra en forma de baritina. Sin embargo, se encuentran excedencias para bario total per se por lo que su consideración en el Cuadro 3-62 del PR es justificada.

Considerando lo anterior y sin perjuicio de que las acciones de remediación no se centrarían en la baritina (considerando el sustento expuesto en los párrafos precedentes), se recalca que para la evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) el parámetro Bario Total **fué evaluado** a fin de verificar si constituye o no un Contaminante de Preocupación. En este sentido, para los

parámetros que presentaron excedencias respecto a los estándares de referencia (nacional/internacional) así como los Niveles de Fondo, estos fueron sometidos a un tratamiento estadístico (cálculo del UCL95) a fin de validar si estos parámetros constituyen o no un CP, ello se basa en lo estipulado en el ítem **3.1 Determinación de contaminantes de preocupación** de la GUIA ERSA:

(...) *En la selección de los CP se considera el siguiente proceso de selección:*

Paso 1: *comparar las concentraciones máximas de contaminantes presentes en las matrices afectadas (agua, suelo y sedimentos) con los niveles de fondo. La selección de los contaminantes de acuerdo a sus concentraciones en el sitio se hará a través de los siguientes criterios:*

- Se eliminarán del estudio de ERSA aquellos contaminantes cuya concentración en las matrices sean menores o iguales a los niveles de fondo,
- Si superan los niveles de fondo deberán continuar con los pasos de selección indicados en los pasos 2 y 3.

Paso 2: *comparar las concentraciones de contaminantes presentes en las matrices afectadas (agua, suelo y sedimentos) con las concentraciones establecidas por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y en el caso de parámetros no regulados, con valores de referencia internacionales debidamente justificados.*

a) Criterio de selección para escenario humano

Según la US EPA5, para la definición de los CP se recomienda utilizar el “Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95 % de la media aritmética” (UCL95) por ser una medida de la “exposición máxima razonable” (US EPA 1989) y por lo tanto un valor más representativo y relevante para describir concentraciones en evaluaciones ambientales. Tanto la US EPA como agencias de otros países (Australia, Canadá) aplican la siguiente metodología:

(1) Contaminantes no cancerígenos

Un contaminante no cancerígeno será considerado en el ERSA si el UCL95 es igual o encima del estándar ambiental adoptado.

(2) Contaminantes cancerígenos

Todos los contaminantes considerados cancerígenos con el UCL95 encima del estándar ambiental aplicado serán considerados en el ERSA.

Considerado los pasos establecidos en la referida guía, el Bario entre los demás parámetros que presentaron excedencias, fueron sometidos al análisis estadístico a través del software PROUCL (recomendado por la EPA y también por la guía ERSA) para determinar el UCL95, **en razón de este último estadístico, es el que se determina si un parámetro es considerado o no, como un CP**. Para el parámetro Bario, de acuerdo con el UCL95 obtenido este no constituye como un CP de acuerdo a lo siguiente:

Cuadro 3-Ob-32b Determinación de los contaminantes de preocupación (suelo)

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de Fondo (mg/kg)	UCL95% / Valor Máx. (mg/kg)	Estándar Nacional /Internacional (mg/kg)	Comentarios
Bario Total	13,74	1837	17,9	651	750	95 % Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría.

Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

El Bario Total no constituye un CP dado que el UCL95 no sobrepasa el ECA para suelo de Uso Agrícola. Es preciso indicar que el análisis estadístico en el PROUCL y el detalle de la evaluación de los parámetros del sitio S0118 se presentan en el Anexo 6.6 del presente informe.

Interpretación de los resultados

Figura 3-36

OBSERVACIÓN N° 33

La conceptualización dinámica hidrogeológica sitio S0118 debe incluir la ubicación y profundidades de los 2 pozos piezométricos desarrollados en el sitio. Asimismo, tener en cuenta la Observación N° 04, sobre la Figura 2-5 Isolíneas conceptuales de la profundidad del nivel freático del Sitio S0118.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM)

El documento Levantamiento de Observaciones (Tomo B MINAM) no presenta la Figura 2-5 citada en la respuesta de la observación N°33

Por lo tanto, la información presentada por la consultora JCI es insuficiente y no corresponde a lo solicitado en la presente observación.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario de la autoridad se actualiza la respuesta.

Respuesta:

En respuesta a la observación, Se presenta el perfil (Figura 2-1) que contiene a los 2 piezómetros y que, además, considera los barrenos próximos y los perfiles tomográficos 2 y 3 (Ver Observación N° 2). Se modifican las cotas acordes a las curvas de nivel; con respecto a las isolíneas y nivel freático no fueron dibujados e identificados sobre el material acuitado subyacente al sitio S0118, por lo tanto, no existe una dirección de flujo. Así mismo la Figura 2-7 (Ver Observación N°4) fue actualizada considerando que no existe una dirección de flujo (Ver Observación N° 2).

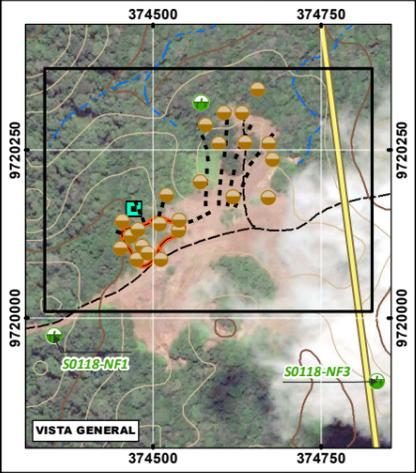
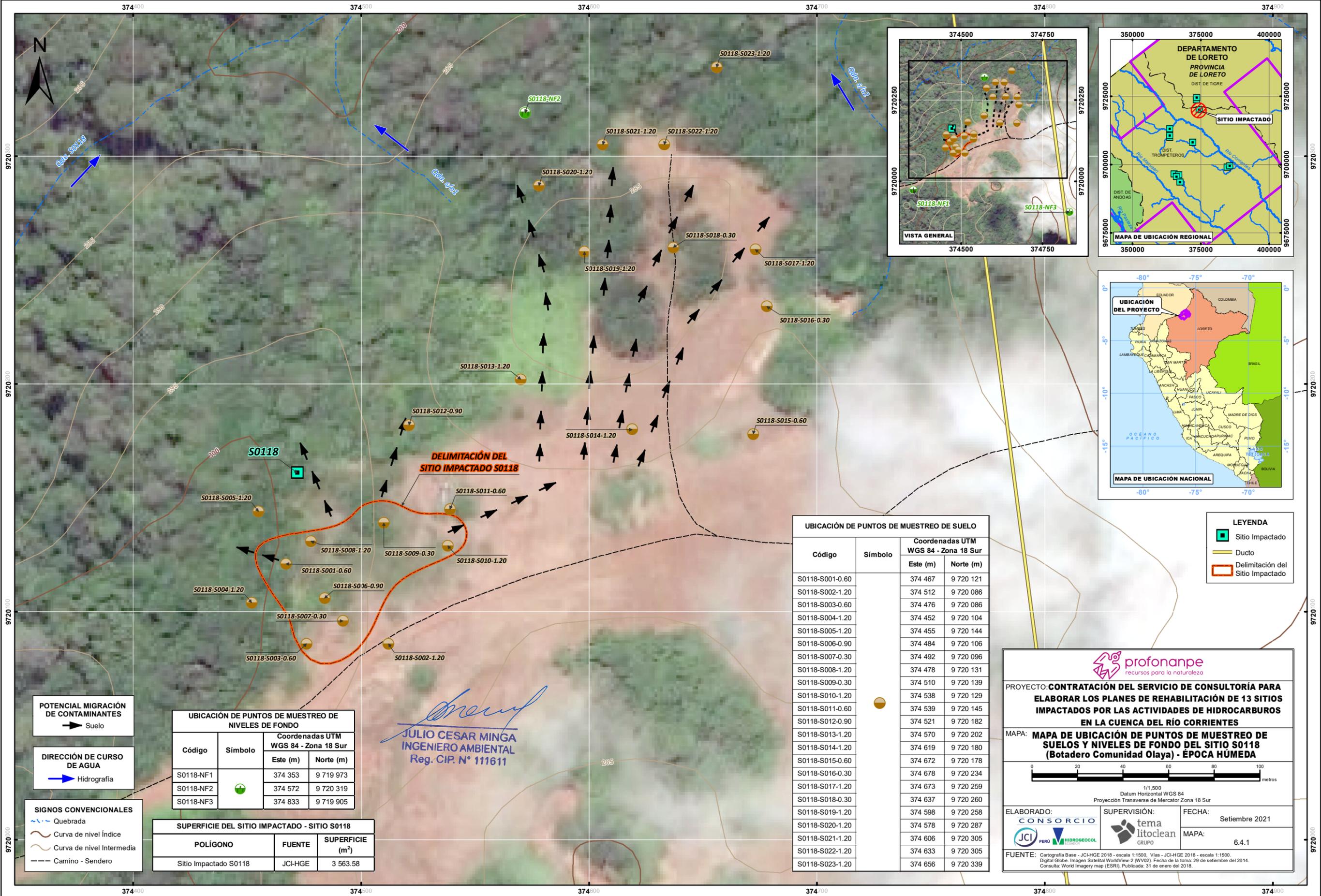
ANEXOS

- Anexo 6.4 Mapa de ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de fondo del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) – época húmeda y seca
- Anexo 6.6 Tablas y representación gráfica de resultados

ANEXO 6.4

Mapa de ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de fondo del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) – época húmeda y seca

- 6.4.1 Mapa Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de fondo del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) – época húmeda
- 6.4.2 Mapa Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelos y Niveles de fondo del sitio S0118 (Botadero Comunidad Olaya) – época Seca



LEYENDA

- Sitio Impactado
- Ducto
- Delimitación del Sitio Impactado

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELO

Código	Símbolo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
S0118-S001-0.60	●	374 467	9 720 121
S0118-S002-1.20	●	374 512	9 720 086
S0118-S003-0.60	●	374 476	9 720 086
S0118-S004-1.20	●	374 452	9 720 104
S0118-S005-1.20	●	374 455	9 720 144
S0118-S006-0.90	●	374 484	9 720 106
S0118-S007-0.30	●	374 492	9 720 096
S0118-S008-1.20	●	374 478	9 720 131
S0118-S009-0.30	●	374 510	9 720 139
S0118-S010-1.20	●	374 538	9 720 129
S0118-S011-0.60	●	374 539	9 720 145
S0118-S012-0.90	●	374 521	9 720 182
S0118-S013-1.20	●	374 570	9 720 202
S0118-S014-1.20	●	374 619	9 720 180
S0118-S015-0.60	●	374 672	9 720 178
S0118-S016-0.30	●	374 678	9 720 234
S0118-S017-1.20	●	374 673	9 720 259
S0118-S018-0.30	●	374 637	9 720 260
S0118-S019-1.20	●	374 598	9 720 258
S0118-S020-1.20	●	374 578	9 720 287
S0118-S021-1.20	●	374 606	9 720 305
S0118-S022-1.20	●	374 633	9 720 305
S0118-S023-1.20	●	374 656	9 720 339

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE NIVELES DE FONDO

Código	Símbolo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
S0118-NF1	●	374 353	9 719 973
S0118-NF2	●	374 572	9 720 319
S0118-NF3	●	374 833	9 719 905

SUPERFICIE DEL SITIO IMPACTADO - SITIO S0118

POLÍGONO	FUENTE	SUPERFICIE (m ²)
Sitio Impactado S0118	JCI-HGE	3 563.58

POTENCIAL MIGRACIÓN DE CONTAMINANTES
→ Suelo

DIRECCIÓN DE CURSO DE AGUA
→ Hidrografía

SIGNOS CONVENCIONALES

- ~ Quebrada
- Curva de nivel Índice
- ~ Curva de nivel Intermedia
- Camino - Sendero

JCM
JULIO CESAR MINGA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111611

profonanpe
 recursos para la naturaleza

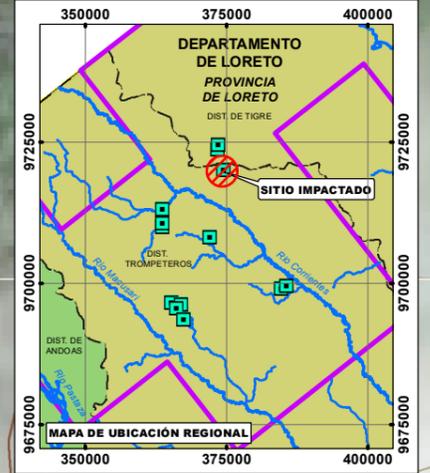
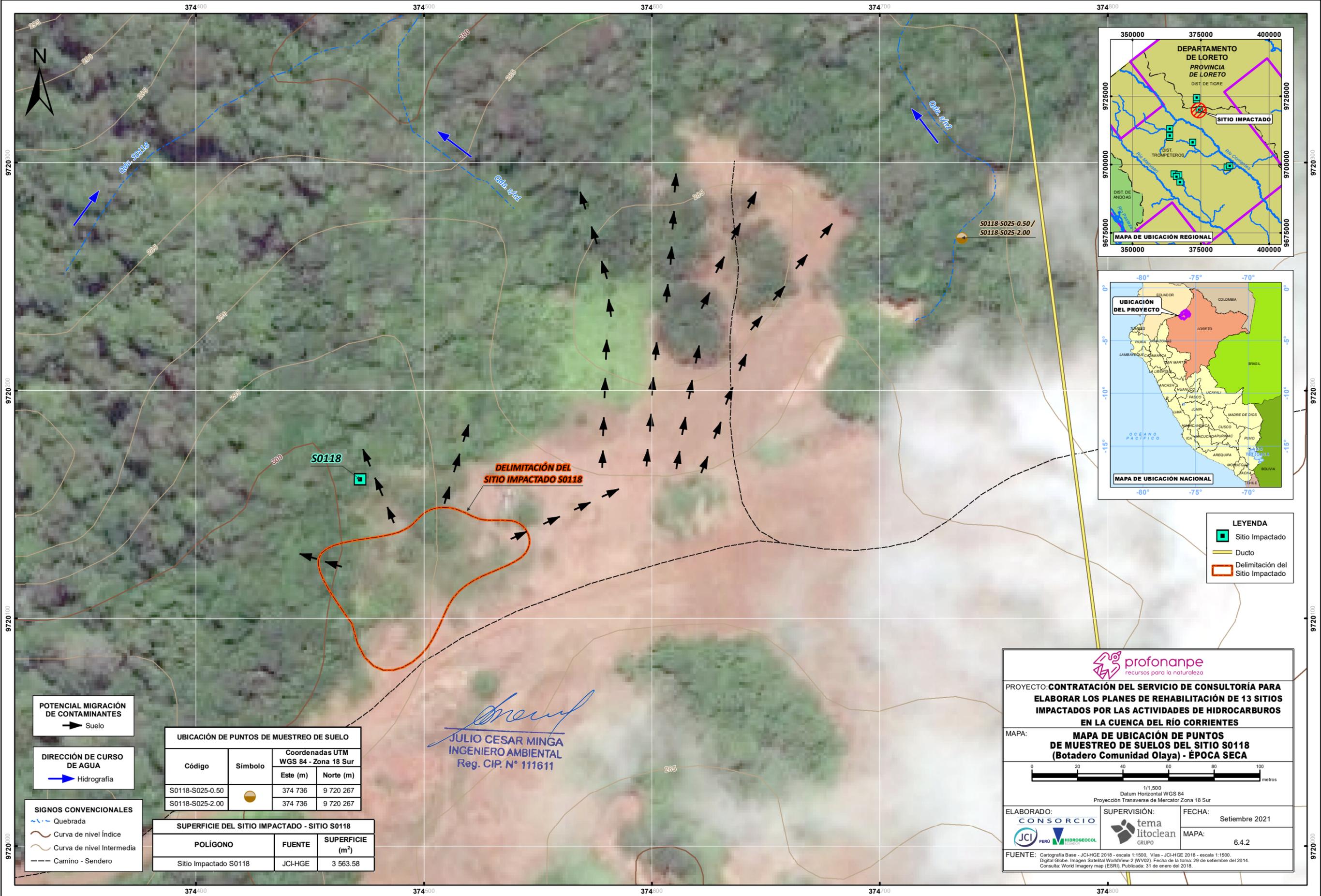
PROYECTO: **CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ELABORAR LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE 13 SITIOS IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO CORRIENTES**

MAPA: **MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS Y NIVELES DE FONDO DEL SITIO S0118 (Botadero Comunidad Olaya) - ÉPOCA HÚMEDA**

1/1.500
 Datum Horizontal WGS 84
 Proyección Transversal de Mercator Zona 18 Sur

ELABORADO: **CONSORCIO JCI PERÚ HIDROGEOCOL** SUPERVISIÓN: **tema litoclean GRUPO** FECHA: Setiembre 2021

FUENTE: Cartografía Base - JCI-HGE 2018 - escala 1:1500, Vías - JCI-HGE 2018 - escala 1:1500, Digital Globe, Imagen Satelital WorldView-2 (WV02), Fecha de la toma: 29 de setiembre del 2014. Consulta: World Imagery map (ESRI), Publicada: 31 de enero del 2018.



LEYENDA

- Sitio Impactado
- Ducto
- Delimitación del Sitio Impactado

POTENCIAL MIGRACIÓN DE CONTAMINANTES
→ Suelo

DIRECCIÓN DE CURSO DE AGUA
→ Hidrografía

SIGNOS CONVENCIONALES

- Quebrada
- Curva de nivel Índice
- Curva de nivel Intermedia
- Camino - Sendero

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELO

Código	Símbolo	Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 Sur	
		Este (m)	Norte (m)
S0118-S025-0.50	●	374 736	9 720 267
S0118-S025-2.00	●	374 736	9 720 267

SUPERFICIE DEL SITIO IMPACTADO - SITIO S0118

POLÍGONO	FUENTE	SUPERFICIE (m ²)
Sitio Impactado S0118	JCI-HGE	3 563.58

Julio Cesar Minga
JULIO CESAR MINGA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111611

profonanpe
recursos para la naturaleza

PROYECTO: **CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA ELABORAR LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE 13 SITIOS IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS EN LA CUENCA DEL RÍO CORRIENTES**

MAPA: **MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS DEL SITIO S0118 (Botadero Comunidad Olaya) - ÉPOCA SECA**

1/1.500
Datum Horizontal WGS 84
Proyección Transversa de Mercator Zona 18 Sur

ELABORADO: CONSORCIO JCI PERÚ / HIDROECOL	SUPERVISIÓN: tema litoclean GRUPO	FECHA: Setiembre 2021
FUENTE: Cartografía Base - JCI-HGE 2018 - escala 1:1500, Vías - JCI-HGE 2018 - escala 1:1500, Digital Globe, Imagen Satelital WorldView-2 (WV02), Fecha de la toma: 29 de setiembre del 2014. Consulta: World Imagery map (ESRI), Publicada: 31 de enero del 2018.		MAPA: 6.4.2

ANEXO 6.6

Tablas y representación gráfica de resultados

- Anexo 6.6.1 Determinación de UCL 95
- Anexo 6.6.2 Tabla de los CP

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L				
1	UCL Statistics for Uncensored Full Data Sets															
2																
3	User Selected Options															
4	Date/Time of Computation			ProUCL 5.115/09/2021 16:08:01												
5	From File			IN_UCL_118.xls												
6	Full Precision			OFF												
7	Confidence Coefficient			95%												
8	Number of Bootstrap Operations			2000												
9																
10																
11	Arsénico															
12																
13	General Statistics															
14	Total Number of Observations				23				Number of Distinct Observations				23			
15									Number of Missing Observations				0			
16	Minimum				0.473				Mean				21.21			
17	Maximum				167				Median				1.13			
18	SD				39.96				Std. Error of Mean				8.332			
19	Coefficient of Variation				1.884				Skewness				2.545			
20																
21	Normal GOF Test															
22	Shapiro Wilk Test Statistic				0.584				Shapiro Wilk GOF Test							
23	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914				Data Not Normal at 5% Significance Level							
24	Lilliefors Test Statistic				0.375				Lilliefors GOF Test							
25	5% Lilliefors Critical Value				0.18				Data Not Normal at 5% Significance Level							
26	Data Not Normal at 5% Significance Level															
27																
28	Assuming Normal Distribution															
29	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)									
30	95% Student's-t UCL				35.52				95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				39.64			
31									95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				36.26			
32																
33	Gamma GOF Test															
34	A-D Test Statistic				3.179				Anderson-Darling Gamma GOF Test							
35	5% A-D Critical Value				0.834				Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							
36	K-S Test Statistic				0.361				Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test							
37	5% K-S Critical Value				0.195				Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							
38	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level															
39																
40	Gamma Statistics															
41	k hat (MLE)				0.367				k star (bias corrected MLE)				0.349			
42	Theta hat (MLE)				57.72				Theta star (bias corrected MLE)				60.86			
43	nu hat (MLE)				16.9				nu star (bias corrected)				16.03			
44	MLE Mean (bias corrected)				21.21				MLE Sd (bias corrected)				35.93			
45									Approximate Chi Square Value (0.05)				7.984			
46	Adjusted Level of Significance				0.0389				Adjusted Chi Square Value				7.574			
47																
48	Assuming Gamma Distribution															
49	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				42.59				95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				44.89			
50																

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
51	Lognormal GOF Test													
52	Shapiro Wilk Test Statistic				0.757		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test							
53	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Lognormal at 5% Significance Level							
54	Lilliefors Test Statistic				0.322		Lilliefors Lognormal GOF Test							
55	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Lognormal at 5% Significance Level							
56	Data Not Lognormal at 5% Significance Level													
57														
58	Lognormal Statistics													
59	Minimum of Logged Data				-0.749		Mean of logged Data				1.239			
60	Maximum of Logged Data				5.118		SD of logged Data				1.916			
61														
62	Assuming Lognormal Distribution													
63	95% H-UCL				107.1		90% Chebyshev (MVUE) UCL				45.13			
64	95% Chebyshev (MVUE) UCL				57.46		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				74.57			
65	99% Chebyshev (MVUE) UCL				108.2									
66														
67	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics													
68	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)													
69														
70	Nonparametric Distribution Free UCLs													
71	95% CLT UCL				34.92		95% Jackknife UCL				35.52			
72	95% Standard Bootstrap UCL				34.68		95% Bootstrap-t UCL				45.31			
73	95% Hall's Bootstrap UCL				46.85		95% Percentile Bootstrap UCL				35.83			
74	95% BCA Bootstrap UCL				40.14									
75	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				46.21		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				57.53			
76	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				73.25		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				104.1			
77														
78	Suggested UCL to Use													
79	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				57.53									
80														
81	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.													
82	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.													
83	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).													
84	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.													
85														
86														
87	Bario Total													
88														
89	General Statistics													
90	Total Number of Observations				23		Number of Distinct Observations				23			
91							Number of Missing Observations				0			
92	Minimum				13.74		Mean				243.8			
93	Maximum				1837		Median				22.93			
94	SD				448		Std. Error of Mean				93.42			
95	Coefficient of Variation				1.838		Skewness				2.512			
96														
97	Normal GOF Test													
98	Shapiro Wilk Test Statistic				0.591		Shapiro Wilk GOF Test							
99	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Normal at 5% Significance Level							
100	Lilliefors Test Statistic				0.353		Lilliefors GOF Test							

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
101	5% Lilliefors Critical Value				0.18	Data Not Normal at 5% Significance Level						
102	Data Not Normal at 5% Significance Level											
103												
104	Assuming Normal Distribution											
105	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
106	95% Student's-t UCL				404.2	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)					449.8	
107						95% Modified-t UCL (Johnson-1978)					412.4	
108												
109	Gamma GOF Test											
110	A-D Test Statistic				2.734	Anderson-Darling Gamma GOF Test						
111	5% A-D Critical Value				0.814	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
112	K-S Test Statistic				0.311	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
113	5% K-S Critical Value				0.193	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
114	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
115												
116	Gamma Statistics											
117	k hat (MLE)				0.46	k star (bias corrected MLE)				0.429		
118	Theta hat (MLE)				529.7	Theta star (bias corrected MLE)				568		
119	nu hat (MLE)				21.17	nu star (bias corrected)				19.75		
120	MLE Mean (bias corrected)				243.8	MLE Sd (bias corrected)				372.1		
121						Approximate Chi Square Value (0.05)				10.66		
122	Adjusted Level of Significance				0.0389	Adjusted Chi Square Value				10.18		
123												
124	Assuming Gamma Distribution											
125	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				451.5	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				472.9		
126												
127	Lognormal GOF Test											
128	Shapiro Wilk Test Statistic				0.787	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
129	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
130	Lilliefors Test Statistic				0.272	Lilliefors Lognormal GOF Test						
131	5% Lilliefors Critical Value				0.18	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
132	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
133												
134	Lognormal Statistics											
135	Minimum of Logged Data				2.62	Mean of logged Data				4.099		
136	Maximum of Logged Data				7.516	SD of logged Data				1.619		
137												
138	Assuming Lognormal Distribution											
139	95% H-UCL				730.3	90% Chebyshev (MVUE) UCL				448.3		
140	95% Chebyshev (MVUE) UCL				561.1	97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				717.8		
141	99% Chebyshev (MVUE) UCL				1026							
142												
143	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
144	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
145												
146	Nonparametric Distribution Free UCLs											
147	95% CLT UCL				397.5	95% Jackknife UCL				404.2		
148	95% Standard Bootstrap UCL				397.7	95% Bootstrap-t UCL				516.1		
149	95% Hall's Bootstrap UCL				473.8	95% Percentile Bootstrap UCL				407.1		
150	95% BCA Bootstrap UCL				460.4							

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
151			90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			524.1			95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			651
152			97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			827.2			99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			1173
153												
154	Suggested UCL to Use											
155			95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL			651						
156												
157	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
158	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
159	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
160	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
161												
162												
163	Cobre											
164												
165	General Statistics											
166			Total Number of Observations			23			Number of Distinct Observations			19
167									Number of Missing Observations			0
168			Minimum			23			Mean			157.6
169			Maximum			1000			Median			40
170			SD			243.7			Std. Error of Mean			50.82
171			Coefficient of Variation			1.547			Skewness			2.402
172												
173	Normal GOF Test											
174			Shapiro Wilk Test Statistic			0.595			Shapiro Wilk GOF Test			
175			5% Shapiro Wilk Critical Value			0.914			Data Not Normal at 5% Significance Level			
176			Lilliefors Test Statistic			0.395			Lilliefors GOF Test			
177			5% Lilliefors Critical Value			0.18			Data Not Normal at 5% Significance Level			
178	Data Not Normal at 5% Significance Level											
179												
180	Assuming Normal Distribution											
181			95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)			
182			95% Student's-t UCL			244.8			95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)			268.4
183									95% Modified-t UCL (Johnson-1978)			249.1
184												
185	Gamma GOF Test											
186			A-D Test Statistic			3.436			Anderson-Darling Gamma GOF Test			
187			5% A-D Critical Value			0.781			Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level			
188			K-S Test Statistic			0.367			Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test			
189			5% K-S Critical Value			0.188			Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level			
190	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
191												
192	Gamma Statistics											
193			k hat (MLE)			0.768			k star (bias corrected MLE)			0.697
194			Theta hat (MLE)			205.1			Theta star (bias corrected MLE)			226.1
195			nu hat (MLE)			35.33			nu star (bias corrected)			32.06
196			MLE Mean (bias corrected)			157.6			MLE Sd (bias corrected)			188.7
197									Approximate Chi Square Value (0.05)			20.12
198			Adjusted Level of Significance			0.0389			Adjusted Chi Square Value			19.43
199												
200	Assuming Gamma Distribution											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
201	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				251.1	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				259.9			
202													
203	Lognormal GOF Test												
204	Shapiro Wilk Test Statistic				0.734	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test							
205	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914	Data Not Lognormal at 5% Significance Level							
206	Lilliefors Test Statistic				0.324	Lilliefors Lognormal GOF Test							
207	5% Lilliefors Critical Value				0.18	Data Not Lognormal at 5% Significance Level							
208	Data Not Lognormal at 5% Significance Level												
209													
210	Lognormal Statistics												
211	Minimum of Logged Data				3.135	Mean of logged Data				4.283			
212	Maximum of Logged Data				6.908	SD of logged Data				1.134			
213													
214	Assuming Lognormal Distribution												
215	95% H-UCL				265.1	90% Chebyshev (MVUE) UCL				240.3			
216	95% Chebyshev (MVUE) UCL				289.4	97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				357.4			
217	99% Chebyshev (MVUE) UCL				491.2								
218													
219	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics												
220	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)												
221													
222	Nonparametric Distribution Free UCLs												
223	95% CLT UCL				241.2	95% Jackknife UCL				244.8			
224	95% Standard Bootstrap UCL				240.2	95% Bootstrap-t UCL				313.6			
225	95% Hall's Bootstrap UCL				306	95% Percentile Bootstrap UCL				242.2			
226	95% BCA Bootstrap UCL				263.7								
227	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				310	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				379.1			
228	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				474.9	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				663.2			
229													
230	Suggested UCL to Use												
231	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				379.1								
232													
233	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.												
234	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.												
235	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).												
236	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.												
237													
238													
239	Cadmio												
240													
241	General Statistics												
242	Total Number of Observations				23	Number of Distinct Observations				8			
243						Number of Missing Observations				0			
244	Minimum				4.0000E-4	Mean				0.345			
245	Maximum				1.66	Median				4.0000E-4			
246	SD				0.579	Std. Error of Mean				0.121			
247	Coefficient of Variation				1.679	Skewness				1.275			
248													
249	Normal GOF Test												
250	Shapiro Wilk Test Statistic				0.629	Shapiro Wilk GOF Test							

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
251			5% Shapiro Wilk Critical Value			0.914	Data Not Normal at 5% Significance Level					
252			Lilliefors Test Statistic			0.42	Lilliefors GOF Test					
253			5% Lilliefors Critical Value			0.18	Data Not Normal at 5% Significance Level					
254	Data Not Normal at 5% Significance Level											
255												
256	Assuming Normal Distribution											
257	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
258			95% Student's-t UCL			0.552	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				0.578	
259							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				0.558	
260												
261	Gamma GOF Test											
262			A-D Test Statistic			4.302	Anderson-Darling Gamma GOF Test					
263			5% A-D Critical Value			0.923	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
264			K-S Test Statistic			0.446	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
265			5% K-S Critical Value			0.203	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
266	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
267												
268	Gamma Statistics											
269			k hat (MLE)			0.172	k star (bias corrected MLE)				0.179	
270			Theta hat (MLE)			2.004	Theta star (bias corrected MLE)				1.931	
271			nu hat (MLE)			7.917	nu star (bias corrected)				8.218	
272			MLE Mean (bias corrected)			0.345	MLE Sd (bias corrected)				0.816	
273							Approximate Chi Square Value (0.05)				2.862	
274			Adjusted Level of Significance			0.0389	Adjusted Chi Square Value				2.637	
275												
276	Assuming Gamma Distribution											
277			95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))			0.99	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				1.075	
278												
279	Lognormal GOF Test											
280			Shapiro Wilk Test Statistic			0.603	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
281			5% Shapiro Wilk Critical Value			0.914	Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
282			Lilliefors Test Statistic			0.436	Lilliefors Lognormal GOF Test					
283			5% Lilliefors Critical Value			0.18	Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
284	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
285												
286	Lognormal Statistics											
287			Minimum of Logged Data			-7.824	Mean of logged Data				-5.44	
288			Maximum of Logged Data			0.507	SD of logged Data				3.699	
289												
290	Assuming Lognormal Distribution											
291			95% H-UCL			1018	90% Chebyshev (MVUE) UCL				3.573	
292			95% Chebyshev (MVUE) UCL			4.749	97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				6.381	
293			99% Chebyshev (MVUE) UCL			9.587						
294												
295	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
296	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
297												
298	Nonparametric Distribution Free UCLs											
299			95% CLT UCL			0.544	95% Jackknife UCL				0.552	
300			95% Standard Bootstrap UCL			0.539	95% Bootstrap-t UCL				0.596	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
301			95% Hall's Bootstrap UCL			0.538				95% Percentile Bootstrap UCL		0.544	
302			95% BCA Bootstrap UCL			0.581							
303			90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			0.707				95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		0.871	
304			97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			1.099				99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		1.547	
305													
306			Suggested UCL to Use										
307			95% Hall's Bootstrap UCL			0.538							
308													
309			In Case Bootstrap t and/or Hall's Bootstrap yields an unreasonably large UCL value, use 97.5% or 99% Chebyshev (Mean, Sd) UCL										
310													
311			Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.										
312			Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.										
313			These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).										
314			However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.										
315													
316													
317			Cromo Total										
318													
319			General Statistics										
320			Total Number of Observations			23				Number of Distinct Observations		23	
321										Number of Missing Observations		0	
322			Minimum			71.3				Mean		178	
323			Maximum			347				Median		159	
324			SD			69.98				Std. Error of Mean		14.59	
325			Coefficient of Variation			0.393				Skewness		1.008	
326													
327			Normal GOF Test										
328			Shapiro Wilk Test Statistic			0.903				Shapiro Wilk GOF Test			
329			5% Shapiro Wilk Critical Value			0.914				Data Not Normal at 5% Significance Level			
330			Lilliefors Test Statistic			0.207				Lilliefors GOF Test			
331			5% Lilliefors Critical Value			0.18				Data Not Normal at 5% Significance Level			
332			Data Not Normal at 5% Significance Level										
333													
334			Assuming Normal Distribution										
335			95% Normal UCL								95% UCLs (Adjusted for Skewness)		
336			95% Student's-t UCL			203.1				95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)		205.3	
337										95% Modified-t UCL (Johnson-1978)		203.6	
338													
339			Gamma GOF Test										
340			A-D Test Statistic			0.55				Anderson-Darling Gamma GOF Test			
341			5% A-D Critical Value			0.745				Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level			
342			K-S Test Statistic			0.158				Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test			
343			5% K-S Critical Value			0.182				Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level			
344			Detected data appear Gamma Distributed at 5% Significance Level										
345													
346			Gamma Statistics										
347			k hat (MLE)			7.277				k star (bias corrected MLE)		6.357	
348			Theta hat (MLE)			24.46				Theta star (bias corrected MLE)		28	
349			nu hat (MLE)			334.7				nu star (bias corrected)		292.4	
350			MLE Mean (bias corrected)			178				MLE Sd (bias corrected)		70.6	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
351							Approximate Chi Square Value (0.05)				253.8	
352	Adjusted Level of Significance				0.0389		Adjusted Chi Square Value				251.2	
353												
354	Assuming Gamma Distribution											
355	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50)				205.1		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				207.2	
356												
357	Lognormal GOF Test											
358	Shapiro Wilk Test Statistic				0.959		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
359	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
360	Lilliefors Test Statistic				0.135		Lilliefors Lognormal GOF Test					
361	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data appear Lognormal at 5% Significance Level					
362	Data appear Lognormal at 5% Significance Level											
363												
364	Lognormal Statistics											
365	Minimum of Logged Data				4.267		Mean of logged Data				5.112	
366	Maximum of Logged Data				5.849		SD of logged Data				0.384	
367												
368	Assuming Lognormal Distribution											
369	95% H-UCL				208.4		90% Chebyshev (MVUE) UCL				221.9	
370	95% Chebyshev (MVUE) UCL				241.7		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				269.3	
371	99% Chebyshev (MVUE) UCL				323.4							
372												
373	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
374	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level											
375												
376	Nonparametric Distribution Free UCLs											
377	95% CLT UCL				202		95% Jackknife UCL				203.1	
378	95% Standard Bootstrap UCL				201		95% Bootstrap-t UCL				207.5	
379	95% Hall's Bootstrap UCL				206.5		95% Percentile Bootstrap UCL				202.4	
380	95% BCA Bootstrap UCL				204							
381	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				221.8		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				241.6	
382	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				269.1		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				323.2	
383												
384	Suggested UCL to Use											
385	95% Adjusted Gamma UCL				207.2							
386												
387	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
388	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
389	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
390	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
391												
392												
393	Mercurio											
394												
395	General Statistics											
396	Total Number of Observations				23		Number of Distinct Observations				16	
397							Number of Missing Observations				0	
398	Minimum				0.005		Mean				0.177	
399	Maximum				1.59		Median				0.063	
400	SD				0.345		Std. Error of Mean				0.0719	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
401	Coefficient of Variation					1.95						Skewness	3.486
402													
403	Normal GOF Test												
404	Shapiro Wilk Test Statistic					0.519							Shapiro Wilk GOF Test
405	5% Shapiro Wilk Critical Value					0.914							Data Not Normal at 5% Significance Level
406	Lilliefors Test Statistic					0.357							Lilliefors GOF Test
407	5% Lilliefors Critical Value					0.18							Data Not Normal at 5% Significance Level
408	Data Not Normal at 5% Significance Level												
409													
410	Assuming Normal Distribution												
411	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
412	95% Student's-t UCL					0.3	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)					0.351	
413							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)					0.309	
414													
415	Gamma GOF Test												
416	A-D Test Statistic					1.173							Anderson-Darling Gamma GOF Test
417	5% A-D Critical Value					0.807							Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level
418	K-S Test Statistic					0.193							Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test
419	5% K-S Critical Value					0.192							Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level
420	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level												
421													
422	Gamma Statistics												
423	k hat (MLE)					0.493	k star (bias corrected MLE)					0.458	
424	Theta hat (MLE)					0.359	Theta star (bias corrected MLE)					0.386	
425	nu hat (MLE)					22.67	nu star (bias corrected)					21.05	
426	MLE Mean (bias corrected)					0.177	MLE Sd (bias corrected)					0.261	
427							Approximate Chi Square Value (0.05)					11.63	
428	Adjusted Level of Significance					0.0389	Adjusted Chi Square Value					11.12	
429													
430	Assuming Gamma Distribution												
431	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))					0.32	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)					0.335	
432													
433	Lognormal GOF Test												
434	Shapiro Wilk Test Statistic					0.884							Shapiro Wilk Lognormal GOF Test
435	5% Shapiro Wilk Critical Value					0.914							Data Not Lognormal at 5% Significance Level
436	Lilliefors Test Statistic					0.206							Lilliefors Lognormal GOF Test
437	5% Lilliefors Critical Value					0.18							Data Not Lognormal at 5% Significance Level
438	Data Not Lognormal at 5% Significance Level												
439													
440	Lognormal Statistics												
441	Minimum of Logged Data					-5.298	Mean of logged Data					-3.024	
442	Maximum of Logged Data					0.464	SD of logged Data					1.761	
443													
444	Assuming Lognormal Distribution												
445	95% H-UCL					0.905	90% Chebyshev (MVUE) UCL					0.47	
446	95% Chebyshev (MVUE) UCL					0.594	97.5% Chebyshev (MVUE) UCL					0.765	
447	99% Chebyshev (MVUE) UCL					1.102							
448													
449	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics												
450	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
451														
452	Nonparametric Distribution Free UCLs													
453	95% CLT UCL				0.295		95% Jackknife UCL				0.3			
454	95% Standard Bootstrap UCL				0.291		95% Bootstrap-t UCL				0.467			
455	95% Hall's Bootstrap UCL				0.675		95% Percentile Bootstrap UCL				0.304			
456	95% BCA Bootstrap UCL				0.372									
457	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.392		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.49			
458	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.626		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.892			
459														
460	Suggested UCL to Use													
461	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				0.49									
462														
463	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.													
464	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.													
465	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).													
466	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.													
467														
468														
469	Manganese													
470														
471	General Statistics													
472	Total Number of Observations				23		Number of Distinct Observations				23			
473									Number of Missing Observations				0	
474	Minimum				75.7		Mean				358.8			
475	Maximum				1184		Median				223			
476	SD				299.8		Std. Error of Mean				62.51			
477	Coefficient of Variation				0.836		Skewness				1.464			
478														
479	Normal GOF Test													
480	Shapiro Wilk Test Statistic				0.781		Shapiro Wilk GOF Test							
481	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Normal at 5% Significance Level							
482	Lilliefors Test Statistic				0.266		Lilliefors GOF Test							
483	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Normal at 5% Significance Level							
484	Data Not Normal at 5% Significance Level													
485														
486	Assuming Normal Distribution													
487	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)							
488	95% Student's-t UCL				466.1		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				482			
489									95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				469.3	
490														
491	Gamma GOF Test													
492	A-D Test Statistic				1.293		Anderson-Darling Gamma GOF Test							
493	5% A-D Critical Value				0.755		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							
494	K-S Test Statistic				0.224		Kolmogorov-Smimov Gamma GOF Test							
495	5% K-S Critical Value				0.184		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							
496	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level													
497														
498	Gamma Statistics													
499	k hat (MLE)				1.946		k star (bias corrected MLE)				1.721			
500	Theta hat (MLE)				184.4		Theta star (bias corrected MLE)				208.5			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
501	nu hat (MLE)				89.5	nu star (bias corrected)				79.16		
502	MLE Mean (bias corrected)				358.8	MLE Sd (bias corrected)				273.5		
503					Approximate Chi Square Value (0.05)				59.66			
504	Adjusted Level of Significance				0.0389	Adjusted Chi Square Value				58.44		
505												
506	Assuming Gamma Distribution											
507	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				476	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				486		
508												
509	Lognormal GOF Test											
510	Shapiro Wilk Test Statistic				0.918	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
511	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914	Data appear Lognormal at 5% Significance Level						
512	Lilliefors Test Statistic				0.182	Lilliefors Lognormal GOF Test						
513	5% Lilliefors Critical Value				0.18	Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
514	Data appear Approximate Lognormal at 5% Significance Level											
515												
516	Lognormal Statistics											
517	Minimum of Logged Data				4.327	Mean of logged Data				5.604		
518	Maximum of Logged Data				7.077	SD of logged Data				0.735		
519												
520	Assuming Lognormal Distribution											
521	95% H-UCL				502.6	90% Chebyshev (MVUE) UCL				524.6		
522	95% Chebyshev (MVUE) UCL				603.4	97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				712.8		
523	99% Chebyshev (MVUE) UCL				927.6							
524												
525	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
526	Data appear to follow a Discernible Distribution at 5% Significance Level											
527												
528	Nonparametric Distribution Free UCLs											
529	95% CLT UCL				461.6	95% Jackknife UCL				466.1		
530	95% Standard Bootstrap UCL				461.2	95% Bootstrap-t UCL				499.8		
531	95% Hall's Bootstrap UCL				481.4	95% Percentile Bootstrap UCL				458.9		
532	95% BCA Bootstrap UCL				485.2							
533	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				546.3	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				631.2		
534	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				749.1	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				980.7		
535												
536	Suggested UCL to Use											
537	95% H-UCL				502.6							
538												
539	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
540	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
541	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
542	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
543												
544	ProUCL computes and outputs H-statistic based UCLs for historical reasons only.											
545	H-statistic often results in unstable (both high and low) values of UCL95 as shown in examples in the Technical Guide.											
546	It is therefore recommended to avoid the use of H-statistic based 95% UCLs.											
547	Use of nonparametric methods are preferred to compute UCL95 for skewed data sets which do not follow a gamma distribution.											
548												
549												
550	Niquel											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
551												
552	General Statistics											
553	Total Number of Observations				23		Number of Distinct Observations				23	
554					Number of Missing Observations				0			
555	Minimum				18.9		Mean				61.93	
556	Maximum				188		Median				37.9	
557	SD				48.11		Std. Error of Mean				10.03	
558	Coefficient of Variation				0.777		Skewness				1.399	
559												
560	Normal GOF Test											
561	Shapiro Wilk Test Statistic				0.771		Shapiro Wilk GOF Test					
562	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Normal at 5% Significance Level					
563	Lilliefors Test Statistic				0.307		Lilliefors GOF Test					
564	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Normal at 5% Significance Level					
565	Data Not Normal at 5% Significance Level											
566												
567	Assuming Normal Distribution											
568	95% Normal UCL				95% UCLs (Adjusted for Skewness)							
569	95% Student's-t UCL				79.15		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				81.55	
570					95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				79.64			
571												
572	Gamma GOF Test											
573	A-D Test Statistic				1.574		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
574	5% A-D Critical Value				0.754		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
575	K-S Test Statistic				0.269		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
576	5% K-S Critical Value				0.184		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
577	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
578												
579	Gamma Statistics											
580	k hat (MLE)				2.264		k star (bias corrected MLE)				1.997	
581	Theta hat (MLE)				27.36		Theta star (bias corrected MLE)				31	
582	nu hat (MLE)				104.1		nu star (bias corrected)				91.88	
583	MLE Mean (bias corrected)				61.93		MLE Sd (bias corrected)				43.82	
584					Approximate Chi Square Value (0.05)				70.78			
585	Adjusted Level of Significance				0.0389		Adjusted Chi Square Value				69.44	
586												
587	Assuming Gamma Distribution											
588	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				80.39		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				81.94	
589												
590	Lognormal GOF Test											
591	Shapiro Wilk Test Statistic				0.886		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
592	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
593	Lilliefors Test Statistic				0.232		Lilliefors Lognormal GOF Test					
594	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
595	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
596												
597	Lognormal Statistics											
598	Minimum of Logged Data				2.939		Mean of logged Data				3.889	
599	Maximum of Logged Data				5.236		SD of logged Data				0.67	
600												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L			
601	Assuming Lognormal Distribution														
602					95% H-UCL		82.99					90% Chebyshev (MVUE) UCL		87.51	
603					95% Chebyshev (MVUE) UCL		99.76					97.5% Chebyshev (MVUE) UCL		116.8	
604					99% Chebyshev (MVUE) UCL		150.2								
605															
606	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics														
607	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)														
608															
609	Nonparametric Distribution Free UCLs														
610					95% CLT UCL		78.43					95% Jackknife UCL		79.15	
611					95% Standard Bootstrap UCL		77.44					95% Bootstrap-t UCL		84.4	
612					95% Hall's Bootstrap UCL		80.54					95% Percentile Bootstrap UCL		79.06	
613					95% BCA Bootstrap UCL		81.36								
614					90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		92.02					95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		105.7	
615					97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		124.6					99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		161.7	
616															
617	Suggested UCL to Use														
618					95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL		105.7								
619															
620	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.														
621	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.														
622	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).														
623	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.														
624															
625															
626	Plomo														
627															
628	General Statistics														
629	Total Number of Observations				23						Number of Distinct Observations		23		
630									Number of Missing Observations		0				
631					Minimum		5.794						Mean		165.5
632					Maximum		1151						Median		11.4
633					SD		303.7						Std. Error of Mean		63.33
634					Coefficient of Variation		1.836						Skewness		2.161
635															
636	Normal GOF Test														
637	Shapiro Wilk Test Statistic				0.602		Shapiro Wilk GOF Test								
638	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Normal at 5% Significance Level								
639	Lilliefors Test Statistic				0.396		Lilliefors GOF Test								
640	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Normal at 5% Significance Level								
641	Data Not Normal at 5% Significance Level														
642															
643	Assuming Normal Distribution														
644	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)								
645					95% Student's-t UCL		274.2						95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)		300.1
646													95% Modified-t UCL (Johnson-1978)		279
647															
648	Gamma GOF Test														
649					A-D Test Statistic		3.211		Anderson-Darling Gamma GOF Test						
650					5% A-D Critical Value		0.831		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
651	K-S Test Statistic				0.349	Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test							
652	5% K-S Critical Value				0.195	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level							
653	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level												
654													
655	Gamma Statistics												
656	k hat (MLE)				0.381	k star (bias corrected MLE)				0.36			
657	Theta hat (MLE)				434.8	Theta star (bias corrected MLE)				459.7			
658	nu hat (MLE)				17.51	nu star (bias corrected)				16.56			
659	MLE Mean (bias corrected)				165.5	MLE Sd (bias corrected)				275.8			
660						Approximate Chi Square Value (0.05)				8.357			
661	Adjusted Level of Significance				0.0389	Adjusted Chi Square Value				7.936			
662													
663	Assuming Gamma Distribution												
664	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				327.9	95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				345.3			
665													
666	Lognormal GOF Test												
667	Shapiro Wilk Test Statistic				0.751	Shapiro Wilk Lognormal GOF Test							
668	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914	Data Not Lognormal at 5% Significance Level							
669	Lilliefors Test Statistic				0.29	Lilliefors Lognormal GOF Test							
670	5% Lilliefors Critical Value				0.18	Data Not Lognormal at 5% Significance Level							
671	Data Not Lognormal at 5% Significance Level												
672													
673	Lognormal Statistics												
674	Minimum of Logged Data				1.757	Mean of logged Data				3.366			
675	Maximum of Logged Data				7.048	SD of logged Data				1.846			
676													
677	Assuming Lognormal Distribution												
678	95% H-UCL				709.3	90% Chebyshev (MVUE) UCL				329.9			
679	95% Chebyshev (MVUE) UCL				418.5	97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				541.5			
680	99% Chebyshev (MVUE) UCL				783.1								
681													
682	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics												
683	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)												
684													
685	Nonparametric Distribution Free UCLs												
686	95% CLT UCL				269.7	95% Jackknife UCL				274.2			
687	95% Standard Bootstrap UCL				264.5	95% Bootstrap-t UCL				343.4			
688	95% Hall's Bootstrap UCL				319	95% Percentile Bootstrap UCL				270.7			
689	95% BCA Bootstrap UCL				307.1								
690	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				355.5	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				441.5			
691	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				561	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				795.6			
692													
693	Suggested UCL to Use												
694	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				441.5								
695													
696	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.												
697	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.												
698	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).												
699	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.												
700													

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
701													
702	Vanadio												
703													
704	General Statistics												
705	Total Number of Observations				23		Number of Distinct Observations				20		
706									Number of Missing Observations				0
707	Minimum				112		Mean				196.6		
708	Maximum				238		Median				198		
709	SD				30.57		Std. Error of Mean				6.375		
710	Coefficient of Variation				0.156		Skewness				-1.443		
711													
712	Normal GOF Test												
713	Shapiro Wilk Test Statistic				0.869		Shapiro Wilk GOF Test						
714	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Normal at 5% Significance Level						
715	Lilliefors Test Statistic				0.192		Lilliefors GOF Test						
716	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Normal at 5% Significance Level						
717	Data Not Normal at 5% Significance Level												
718													
719	Assuming Normal Distribution												
720	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
721	95% Student's-t UCL				207.6		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				205		
722									95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				207.2
723													
724	Gamma GOF Test												
725	A-D Test Statistic				1.361		Anderson-Darling Gamma GOF Test						
726	5% A-D Critical Value				0.742		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
727	K-S Test Statistic				0.217		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
728	5% K-S Critical Value				0.181		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
729	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level												
730													
731	Gamma Statistics												
732	k hat (MLE)				35.68		k star (bias corrected MLE)				31.06		
733	Theta hat (MLE)				5.51		Theta star (bias corrected MLE)				6.33		
734	nu hat (MLE)				1641		nu star (bias corrected)				1429		
735	MLE Mean (bias corrected)				196.6		MLE Sd (bias corrected)				35.28		
736									Approximate Chi Square Value (0.05)				1342
737	Adjusted Level of Significance				0.0389						Adjusted Chi Square Value		1336
738													
739	Assuming Gamma Distribution												
740	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				209.3		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				210.3		
741													
742	Lognormal GOF Test												
743	Shapiro Wilk Test Statistic				0.787		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
744	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
745	Lilliefors Test Statistic				0.229		Lilliefors Lognormal GOF Test						
746	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
747	Data Not Lognormal at 5% Significance Level												
748													
749	Lognormal Statistics												
750	Minimum of Logged Data				4.718		Mean of logged Data				5.267		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
751	Maximum of Logged Data					5.472	SD of logged Data					0.181
752												
753	Assuming Lognormal Distribution											
754	95% H-UCL					210.8	90% Chebyshev (MVUE) UCL					219.3
755	95% Chebyshev (MVUE) UCL					229.5	97.5% Chebyshev (MVUE) UCL					243.6
756	99% Chebyshev (MVUE) UCL					271.2						
757												
758	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
759	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
760												
761	Nonparametric Distribution Free UCLs											
762	95% CLT UCL					207.1	95% Jackknife UCL					207.6
763	95% Standard Bootstrap UCL					207	95% Bootstrap-t UCL					206
764	95% Hall's Bootstrap UCL					205.3	95% Percentile Bootstrap UCL					206.7
765	95% BCA Bootstrap UCL					205.5						
766	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					215.7	95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					224.4
767	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					236.4	99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL					260
768												
769	Suggested UCL to Use											
770	95% Student's-t UCL					207.6	or 95% Modified-t UCL					207.2
771												
772	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
773	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
774	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
775	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
776												
777	Note: For highly negatively-skewed data, confidence limits (e.g., Chen, Johnson, Lognormal, and Gamma) may not be reliable. Chen's and Johnson's methods provide adjustments for positively skewed data sets.											
778												
779												
780												
781	Zinc											
782												
783	General Statistics											
784	Total Number of Observations					23	Number of Distinct Observations					19
785							Number of Missing Observations					0
786	Minimum					20	Mean					551
787	Maximum					2744	Median					37
788	SD					904.6	Std. Error of Mean					188.6
789	Coefficient of Variation					1.642	Skewness					1.369
790												
791	Normal GOF Test											
792	Shapiro Wilk Test Statistic					0.618	Shapiro Wilk GOF Test					
793	5% Shapiro Wilk Critical Value					0.914	Data Not Normal at 5% Significance Level					
794	Lilliefors Test Statistic					0.439	Lilliefors GOF Test					
795	5% Lilliefors Critical Value					0.18	Data Not Normal at 5% Significance Level					
796	Data Not Normal at 5% Significance Level											
797												
798	Assuming Normal Distribution											
799	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
800	95% Student's-t UCL					874.9	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)					918.8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
851	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
852	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
853	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
854	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
855												
856												
857	Hidrocarburos Totales C10-C28											
858												
859	General Statistics											
860	Total Number of Observations				23		Number of Distinct Observations				8	
861							Number of Missing Observations				0	
862	Minimum				2.5		Mean				67.17	
863	Maximum				343		Median				2.5	
864	SD				107.4		Std. Error of Mean				22.4	
865	Coefficient of Variation				1.599		Skewness				1.397	
866												
867	Normal GOF Test											
868	Shapiro Wilk Test Statistic				0.658		Shapiro Wilk GOF Test					
869	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Normal at 5% Significance Level					
870	Lilliefors Test Statistic				0.422		Lilliefors GOF Test					
871	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Normal at 5% Significance Level					
872	Data Not Normal at 5% Significance Level											
873												
874	Assuming Normal Distribution											
875	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
876	95% Student's-t UCL				105.6		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				111	
877							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				106.7	
878												
879	Gamma GOF Test											
880	A-D Test Statistic				4.242		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
881	5% A-D Critical Value				0.839		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
882	K-S Test Statistic				0.447		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
883	5% K-S Critical Value				0.196		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
884	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
885												
886	Gamma Statistics											
887	k hat (MLE)				0.345		k star (bias corrected MLE)				0.329	
888	Theta hat (MLE)				194.5		Theta star (bias corrected MLE)				204	
889	nu hat (MLE)				15.89		nu star (bias corrected)				15.15	
890	MLE Mean (bias corrected)				67.17		MLE Sd (bias corrected)				117	
891							Approximate Chi Square Value (0.05)				7.366	
892	Adjusted Level of Significance				0.0389		Adjusted Chi Square Value				6.975	
893												
894	Assuming Gamma Distribution											
895	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				138.2		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				145.9	
896												
897	Lognormal GOF Test											
898	Shapiro Wilk Test Statistic				0.614		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
899	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
900	Lilliefors Test Statistic				0.436		Lilliefors Lognormal GOF Test					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
901			5% Lilliefors Critical Value			0.18		Data Not Lognormal at 5% Significance Level				
902	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
903												
904	Lognormal Statistics											
905			Minimum of Logged Data			0.916				Mean of logged Data		2.256
906			Maximum of Logged Data			5.838				SD of logged Data		2.079
907												
908	Assuming Lognormal Distribution											
909			95% H-UCL			530.2				90% Chebyshev (MVUE) UCL		173.2
910			95% Chebyshev (MVUE) UCL			222.2				97.5% Chebyshev (MVUE) UCL		290.2
911			99% Chebyshev (MVUE) UCL			423.8						
912												
913	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
914	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
915												
916	Nonparametric Distribution Free UCLs											
917			95% CLT UCL			104				95% Jackknife UCL		105.6
918			95% Standard Bootstrap UCL			103.2				95% Bootstrap-t UCL		118.3
919			95% Hall's Bootstrap UCL			106				95% Percentile Bootstrap UCL		104.8
920			95% BCA Bootstrap UCL			108.6						
921			90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			134.4				95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		164.8
922			97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL			207.1				99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL		290.1
923												
924	Suggested UCL to Use											
925			97.5% Chebyshev (Mean, Sd) UCL			207.1						
926												
927	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
928	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
929	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
930	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
931												
932												
933	Hydrocarburos Totales C28-C40											
934												
935	General Statistics											
936			Total Number of Observations			23				Number of Distinct Observations		8
937										Number of Missing Observations		0
938			Minimum			2.5				Mean		89
939			Maximum			451				Median		2.5
940			SD			148.2				Std. Error of Mean		30.9
941			Coefficient of Variation			1.665				Skewness		1.414
942												
943	Normal GOF Test											
944			Shapiro Wilk Test Statistic			0.637				Shapiro Wilk GOF Test		
945			5% Shapiro Wilk Critical Value			0.914				Data Not Normal at 5% Significance Level		
946			Lilliefors Test Statistic			0.416				Lilliefors GOF Test		
947			5% Lilliefors Critical Value			0.18				Data Not Normal at 5% Significance Level		
948	Data Not Normal at 5% Significance Level											
949												
950	Assuming Normal Distribution											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
951	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
952	95% Student's-t UCL				142.1		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				149.6	
953							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				143.6	
954												
955	Gamma GOF Test											
956	A-D Test Statistic				4.182		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
957	5% A-D Critical Value				0.845		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
958	K-S Test Statistic				0.445		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
959	5% K-S Critical Value				0.196		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
960	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
961												
962	Gamma Statistics											
963	k hat (MLE)				0.316		k star (bias corrected MLE)				0.304	
964	Theta hat (MLE)				281.6		Theta star (bias corrected MLE)				293	
965	nu hat (MLE)				14.54		nu star (bias corrected)				13.97	
966	MLE Mean (bias corrected)				89		MLE Sd (bias corrected)				161.5	
967							Approximate Chi Square Value (0.05)				6.553	
968	Adjusted Level of Significance				0.0389		Adjusted Chi Square Value				6.187	
969												
970	Assuming Gamma Distribution											
971	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				189.8		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				201	
972												
973	Lognormal GOF Test											
974	Shapiro Wilk Test Statistic				0.618		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
975	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.914		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
976	Lilliefors Test Statistic				0.435		Lilliefors Lognormal GOF Test					
977	5% Lilliefors Critical Value				0.18		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
978	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
979												
980	Lognormal Statistics											
981	Minimum of Logged Data				0.916		Mean of logged Data				2.325	
982	Maximum of Logged Data				6.111		SD of logged Data				2.198	
983												
984	Assuming Lognormal Distribution											
985	95% H-UCL				892.7		90% Chebyshev (MVUE) UCL				237.2	
986	95% Chebyshev (MVUE) UCL				305.8		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				400.9	
987	99% Chebyshev (MVUE) UCL				587.8							
988												
989	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
990	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
991												
992	Nonparametric Distribution Free UCLs											
993	95% CLT UCL				139.8		95% Jackknife UCL				142.1	
994	95% Standard Bootstrap UCL				138.5		95% Bootstrap-t UCL				158.1	
995	95% Hall's Bootstrap UCL				139.5		95% Percentile Bootstrap UCL				140	
996	95% BCA Bootstrap UCL				146.7							
997	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				181.7		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				223.7	
998	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				282		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				396.4	
999												
1000	Suggested UCL to Use											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1001	97.5% Chebyshev (Mean, Sd) UCL					282							
1002													
1003	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.												
1004	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.												
1005	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).												
1006	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.												
1007													
1008													
1009	Antraceno												
1010													
1011	General Statistics												
1012	Total Number of Observations					8	Number of Distinct Observations					1	
1013							Number of Missing Observations					15	
1014						Minimum	0.0025	Mean					0.0025
1015						Maximum	0.0025	Median					0.0025
1016													
1017	Warning: There is only one distinct observation value in this data set - resulting in '0' variance!												
1018	ProUCL (or any other software) should not be used on such a data set!												
1019	The data set for variable Antraceno was not processed!												
1020													
1021	If possible, compute and collect Data Quality Objectives (DQOs) based sample size and analytical results.												
1022	The Project Team may decide to use alternative site specific values to estimate environmental parameters (e.g., EPC, BTV).												
1023													
1024													
1025													
1026	Benzo (a) antraceno												
1027													
1028	General Statistics												
1029	Total Number of Observations					8	Number of Distinct Observations					3	
1030							Number of Missing Observations					15	
1031						Minimum	0.0025	Mean					0.0065
1032						Maximum	0.019	Median					0.0025
1033						SD	0.00741	Std. Error of Mean					0.00262
1034						Coefficient of Variation	1.14	Skewness					1.446
1035													
1036	Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use												
1037	guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.												
1038	For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).												
1039	Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1												
1040													
1041	Normal GOF Test												
1042	Shapiro Wilk Test Statistic					0.577	Shapiro Wilk GOF Test						
1043	5% Shapiro Wilk Critical Value					0.818	Data Not Normal at 5% Significance Level						
1044	Lilliefors Test Statistic					0.455	Lilliefors GOF Test						
1045	5% Lilliefors Critical Value					0.283	Data Not Normal at 5% Significance Level						
1046	Data Not Normal at 5% Significance Level												
1047													
1048	Assuming Normal Distribution												
1049	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
1050	95% Student's-t UCL					0.0115	95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)					0.0122	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1101	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
1102	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
1103	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
1104	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
1105												
1106												
1107	Benzo (b) fluoranteno											
1108												
1109	General Statistics											
1110	Total Number of Observations				8		Number of Distinct Observations				2	
1111							Number of Missing Observations				15	
1112	Minimum				0.0025		Mean				0.00594	
1113	Maximum				0.03		Median				0.0025	
1114	SD				0.00972		Std. Error of Mean				0.00344	
1115	Coefficient of Variation				1.638		Skewness				2.828	
1116												
1117	Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use											
1118	guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.											
1119	For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).											
1120	Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1											
1121												
1122	Normal GOF Test											
1123	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk GOF Test					
1124	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1125	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors GOF Test					
1126	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1127	Data Not Normal at 5% Significance Level											
1128												
1129	Assuming Normal Distribution											
1130	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
1131	95% Student's-t UCL				0.0125		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				0.0153	
1132							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				0.013	
1133												
1134	Gamma GOF Test											
1135	A-D Test Statistic				2.558		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
1136	5% A-D Critical Value				0.735		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1137	K-S Test Statistic				0.539		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
1138	5% K-S Critical Value				0.301		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1139	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
1140												
1141	Gamma Statistics											
1142	k hat (MLE)				1.037		k star (bias corrected MLE)				0.731	
1143	Theta hat (MLE)				0.00573		Theta star (bias corrected MLE)				0.00812	
1144	nu hat (MLE)				16.59		nu star (bias corrected)				11.7	
1145	MLE Mean (bias corrected)				0.00594		MLE Sd (bias corrected)				0.00694	
1146							Approximate Chi Square Value (0.05)				5.031	
1147	Adjusted Level of Significance				0.0195		Adjusted Chi Square Value				3.983	
1148												
1149	Assuming Gamma Distribution											
1150	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				0.0138		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				0.0174	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1151												
1152	Lognormal GOF Test											
1153	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
1154	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1155	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors Lognormal GOF Test					
1156	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1157	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
1158												
1159	Lognormal Statistics											
1160	Minimum of Logged Data				-5.991		Mean of logged Data				-5.681	
1161	Maximum of Logged Data				-3.507		SD of logged Data				0.879	
1162												
1163	Assuming Lognormal Distribution											
1164	95% H-UCL				0.0142		90% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00922	
1165	95% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0113		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0141	
1166	99% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0196							
1167												
1168	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
1169	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
1170												
1171	Nonparametric Distribution Free UCLs											
1172	95% CLT UCL				0.0116		95% Jackknife UCL				N/A	
1173	95% Standard Bootstrap UCL				N/A		95% Bootstrap-t UCL				N/A	
1174	95% Hall's Bootstrap UCL				N/A		95% Percentile Bootstrap UCL				N/A	
1175	95% BCA Bootstrap UCL				N/A							
1176	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0163		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0209	
1177	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0274		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0401	
1178												
1179	Suggested UCL to Use											
1180	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				0.0209							
1181												
1182	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
1183	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
1184	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
1185	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
1186												
1187												
1188	Benzo (a) pireno											
1189												
1190	General Statistics											
1191	Total Number of Observations				8		Number of Distinct Observations				2	
1192							Number of Missing Observations				15	
1193	Minimum				0.0025		Mean				0.00481	
1194	Maximum				0.021		Median				0.0025	
1195	SD				0.00654		Std. Error of Mean				0.00231	
1196	Coefficient of Variation				1.359		Skewness				2.828	
1197												
1198	Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use											
1199	guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.											
1200	For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1201	Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1											
1202												
1203	Normal GOF Test											
1204	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk GOF Test					
1205	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1206	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors GOF Test					
1207	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1208	Data Not Normal at 5% Significance Level											
1209												
1210	Assuming Normal Distribution											
1211	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
1212	95% Student's-t UCL				0.00919		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				0.0111	
1213							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				0.00958	
1214												
1215	Gamma GOF Test											
1216	A-D Test Statistic				2.548		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
1217	5% A-D Critical Value				0.729		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1218	K-S Test Statistic				0.535		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
1219	5% K-S Critical Value				0.299		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1220	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
1221												
1222	Gamma Statistics											
1223	k hat (MLE)				1.429		k star (bias corrected MLE)				0.977	
1224	Theta hat (MLE)				0.00337		Theta star (bias corrected MLE)				0.00493	
1225	nu hat (MLE)				22.87		nu star (bias corrected)				15.63	
1226	MLE Mean (bias corrected)				0.00481		MLE Sd (bias corrected)				0.00487	
1227							Approximate Chi Square Value (0.05)				7.7	
1228	Adjusted Level of Significance				0.0195		Adjusted Chi Square Value				6.346	
1229												
1230	Assuming Gamma Distribution											
1231	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				0.00977		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				0.0119	
1232												
1233	Lognormal GOF Test											
1234	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
1235	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1236	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors Lognormal GOF Test					
1237	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1238	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
1239												
1240	Lognormal Statistics											
1241	Minimum of Logged Data				-5.991		Mean of logged Data				-5.725	
1242	Maximum of Logged Data				-3.863		SD of logged Data				0.752	
1243												
1244	Assuming Lognormal Distribution											
1245	95% H-UCL				0.00973		90% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00752	
1246	95% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00905		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0112	
1247	99% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0153							
1248												
1249	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
1250	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1251												
1252	Nonparametric Distribution Free UCLs											
1253	95% CLT UCL				0.00862		95% Jackknife UCL				N/A	
1254	95% Standard Bootstrap UCL				N/A		95% Bootstrap-t UCL				N/A	
1255	95% Hall's Bootstrap UCL				N/A		95% Percentile Bootstrap UCL				N/A	
1256	95% BCA Bootstrap UCL				N/A							
1257	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0118		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0149	
1258	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0193		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0278	
1259												
1260	Suggested UCL to Use											
1261	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				0.0149							
1262												
1263	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
1264	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
1265	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
1266	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
1267												
1268												
1269	Criseno											
1270												
1271	General Statistics											
1272	Total Number of Observations				8		Number of Distinct Observations				3	
1273							Number of Missing Observations				15	
1274	Minimum				0.0025		Mean				0.00875	
1275	Maximum				0.035		Median				0.0025	
1276	SD				0.0122		Std. Error of Mean				0.00433	
1277	Coefficient of Variation				1.4		Skewness				1.871	
1278												
1279	Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use											
1280	guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.											
1281	For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).											
1282	Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1											
1283												
1284	Normal GOF Test											
1285	Shapiro Wilk Test Statistic				0.605		Shapiro Wilk GOF Test					
1286	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1287	Lilliefors Test Statistic				0.445		Lilliefors GOF Test					
1288	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1289	Data Not Normal at 5% Significance Level											
1290												
1291	Assuming Normal Distribution											
1292	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
1293	95% Student's-t UCL				0.017		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				0.0189	
1294							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				0.0174	
1295												
1296	Gamma GOF Test											
1297	A-D Test Statistic				1.752		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
1298	5% A-D Critical Value				0.74		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1299	K-S Test Statistic				0.474		Kolmogorov-Smimov Gamma GOF Test					
1300	5% K-S Critical Value				0.303		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1301	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
1302												
1303	Gamma Statistics											
1304	k hat (MLE)				0.884		k star (bias corrected MLE)				0.636	
1305	Theta hat (MLE)				0.0099		Theta star (bias corrected MLE)				0.0138	
1306	nu hat (MLE)				14.14		nu star (bias corrected)				10.17	
1307	MLE Mean (bias corrected)				0.00875		MLE Sd (bias corrected)				0.011	
1308							Approximate Chi Square Value (0.05)				4.049	
1309	Adjusted Level of Significance				0.0195		Adjusted Chi Square Value				3.132	
1310												
1311	Assuming Gamma Distribution											
1312	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				0.022		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				0.0284	
1313												
1314	Lognormal GOF Test											
1315	Shapiro Wilk Test Statistic				0.598		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
1316	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1317	Lilliefors Test Statistic				0.454		Lilliefors Lognormal GOF Test					
1318	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1319	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
1320												
1321	Lognormal Statistics											
1322	Minimum of Logged Data				-5.991		Mean of logged Data				-5.402	
1323	Maximum of Logged Data				-3.352		SD of logged Data				1.102	
1324												
1325	Assuming Lognormal Distribution											
1326	95% H-UCL				0.0384		90% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0164	
1327	95% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0204		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				0.026	
1328	99% Chebyshev (MVUE) UCL				0.037							
1329												
1330	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
1331	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
1332												
1333	Nonparametric Distribution Free UCLs											
1334	95% CLT UCL				0.0159		95% Jackknife UCL				0.017	
1335	95% Standard Bootstrap UCL				N/A		95% Bootstrap-t UCL				N/A	
1336	95% Hall's Bootstrap UCL				N/A		95% Percentile Bootstrap UCL				N/A	
1337	95% BCA Bootstrap UCL				N/A							
1338	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0217		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0276	
1339	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0358		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0518	
1340												
1341	Suggested UCL to Use											
1342	Recommendation Provided only for 95% Confidence Coefficient											
1343												
1344	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
1345	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
1346	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
1347	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
1348												
1349												
1350	Fenantreno											

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1351													
1352	General Statistics												
1353	Total Number of Observations				8		Number of Distinct Observations				2		
1354									Number of Missing Observations				15
1355	Minimum				0.0025		Mean				0.00394		
1356	Maximum				0.014		Median				0.0025		
1357	SD				0.00407		Std. Error of Mean				0.00144		
1358	Coefficient of Variation				1.033		Skewness				2.828		
1359													
1360	<p>Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use</p>												
1361	<p>guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.</p>												
1362	<p>For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).</p>												
1363	<p>Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1</p>												
1364													
1365	Normal GOF Test												
1366	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk GOF Test						
1367	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Normal at 5% Significance Level						
1368	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors GOF Test						
1369	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Normal at 5% Significance Level						
1370	Data Not Normal at 5% Significance Level												
1371													
1372	Assuming Normal Distribution												
1373	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)						
1374	95% Student's-t UCL				0.00666		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				0.00784		
1375									95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				0.0069
1376													
1377	Gamma GOF Test												
1378	A-D Test Statistic				2.536		Anderson-Darling Gamma GOF Test						
1379	5% A-D Critical Value				0.723		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
1380	K-S Test Statistic				0.531		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test						
1381	5% K-S Critical Value				0.297		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level						
1382	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level												
1383													
1384	Gamma Statistics												
1385	k hat (MLE)				2.245		k star (bias corrected MLE)				1.487		
1386	Theta hat (MLE)				0.00175		Theta star (bias corrected MLE)				0.00265		
1387	nu hat (MLE)				35.93		nu star (bias corrected)				23.79		
1388	MLE Mean (bias corrected)				0.00394		MLE Sd (bias corrected)				0.00323		
1389									Approximate Chi Square Value (0.05)				13.69
1390	Adjusted Level of Significance				0.0195		Adjusted Chi Square Value				11.79		
1391													
1392	Assuming Gamma Distribution												
1393	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				0.00684		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				0.00794		
1394													
1395	Lognormal GOF Test												
1396	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test						
1397	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
1398	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors Lognormal GOF Test						
1399	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Lognormal at 5% Significance Level						
1400	Data Not Lognormal at 5% Significance Level												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1401												
1402	Lognormal Statistics											
1403	Minimum of Logged Data				-5.991		Mean of logged Data				-5.776	
1404	Maximum of Logged Data				-4.269		SD of logged Data				0.609	
1405												
1406	Assuming Lognormal Distribution											
1407	95% H-UCL				0.00672		90% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00602	
1408	95% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0071		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00859	
1409	99% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0115							
1410												
1411	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
1412	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
1413												
1414	Nonparametric Distribution Free UCLs											
1415	95% CLT UCL				0.0063		95% Jackknife UCL				N/A	
1416	95% Standard Bootstrap UCL				N/A		95% Bootstrap-t UCL				N/A	
1417	95% Hall's Bootstrap UCL				N/A		95% Percentile Bootstrap UCL				N/A	
1418	95% BCA Bootstrap UCL				N/A							
1419	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.00825		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0102	
1420	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0129		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0182	
1421												
1422	Suggested UCL to Use											
1423	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				0.0102							
1424												
1425	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
1426	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
1427	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
1428	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
1429												
1430												
1431	Fluoranteno											
1432												
1433	General Statistics											
1434	Total Number of Observations				8		Number of Distinct Observations				2	
1435							Number of Missing Observations				15	
1436	Minimum				0.0025		Mean				0.00669	
1437	Maximum				0.036		Median				0.0025	
1438	SD				0.0118		Std. Error of Mean				0.00419	
1439	Coefficient of Variation				1.771		Skewness				2.828	
1440												
1441	Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use											
1442	guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.											
1443	For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).											
1444	Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1											
1445												
1446	Normal GOF Test											
1447	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk GOF Test					
1448	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1449	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors GOF Test					
1450	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Normal at 5% Significance Level					

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1451	Data Not Normal at 5% Significance Level											
1452												
1453	Assuming Normal Distribution											
1454	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
1455	95% Student's-t UCL				0.0146		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				0.018	
1456							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				0.0153	
1457												
1458	Gamma GOF Test											
1459	A-D Test Statistic				2.561		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
1460	5% A-D Critical Value				0.739		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1461	K-S Test Statistic				0.54		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
1462	5% K-S Critical Value				0.303		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1463	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
1464												
1465	Gamma Statistics											
1466	k hat (MLE)				0.899		k star (bias corrected MLE)				0.645	
1467	Theta hat (MLE)				0.00744		Theta star (bias corrected MLE)				0.0104	
1468	nu hat (MLE)				14.38		nu star (bias corrected)				10.32	
1469	MLE Mean (bias corrected)				0.00669		MLE Sd (bias corrected)				0.00833	
1470							Approximate Chi Square Value (0.05)				4.144	
1471	Adjusted Level of Significance				0.0195		Adjusted Chi Square Value				3.213	
1472												
1473	Assuming Gamma Distribution											
1474	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				0.0167		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				0.0215	
1475												
1476	Lognormal GOF Test											
1477	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
1478	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1479	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors Lognormal GOF Test					
1480	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1481	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
1482												
1483	Lognormal Statistics											
1484	Minimum of Logged Data				-5.991		Mean of logged Data				-5.658	
1485	Maximum of Logged Data				-3.324		SD of logged Data				0.943	
1486												
1487	Assuming Lognormal Distribution											
1488	95% H-UCL				0.0176		90% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0102	
1489	95% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0126		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0158	
1490	99% Chebyshev (MVUE) UCL				0.0222							
1491												
1492	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
1493	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
1494												
1495	Nonparametric Distribution Free UCLs											
1496	95% CLT UCL				0.0136		95% Jackknife UCL				N/A	
1497	95% Standard Bootstrap UCL				N/A		95% Bootstrap-t UCL				N/A	
1498	95% Hall's Bootstrap UCL				N/A		95% Percentile Bootstrap UCL				N/A	
1499	95% BCA Bootstrap UCL				N/A							
1500	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0193		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0249	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1501	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0328		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.0484	
1502												
1503	Suggested UCL to Use											
1504	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL				0.0249							
1505												
1506	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.											
1507	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.											
1508	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).											
1509	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.											
1510												
1511												
1512	Fluoreno											
1513												
1514	General Statistics											
1515	Total Number of Observations				8		Number of Distinct Observations				1	
1516							Number of Missing Observations				15	
1517	Minimum				0.0025		Mean				0.0025	
1518	Maximum				0.0025		Median				0.0025	
1519												
1520	Warning: There is only one distinct observation value in this data set - resulting in '0' variance!											
1521	ProUCL (or any other software) should not be used on such a data set!											
1522	The data set for variable Fluoreno was not processed!											
1523												
1524	If possible, compute and collect Data Quality Objectives (DQOs) based sample size and analytical results.											
1525	The Project Team may decide to use alternative site specific values to estimate environmental parameters (e.g., EPC, BTV).											
1526												
1527												
1528												
1529	Naftaleno											
1530												
1531	General Statistics											
1532	Total Number of Observations				8		Number of Distinct Observations				2	
1533							Number of Missing Observations				15	
1534	Minimum				0.0015		Mean				0.00163	
1535	Maximum				0.0025		Median				0.0015	
1536	SD				3.5355E-4		Std. Error of Mean				1.2500E-4	
1537	Coefficient of Variation				0.218		Skewness				2.828	
1538												
1539	Note: Sample size is small (e.g., <10), if data are collected using ISM approach, you should use											
1540	guidance provided in ITRC Tech Reg Guide on ISM (ITRC, 2012) to compute statistics of interest.											
1541	For example, you may want to use Chebyshev UCL to estimate EPC (ITRC, 2012).											
1542	Chebyshev UCL can be computed using the Nonparametric and All UCL Options of ProUCL 5.1											
1543												
1544	Normal GOF Test											
1545	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk GOF Test					
1546	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1547	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors GOF Test					
1548	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Normal at 5% Significance Level					
1549	Data Not Normal at 5% Significance Level											
1550												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1551	Assuming Normal Distribution											
1552	95% Normal UCL						95% UCLs (Adjusted for Skewness)					
1553	95% Student's-t UCL				0.00186		95% Adjusted-CLT UCL (Chen-1995)				0.00196	
1554							95% Modified-t UCL (Johnson-1978)				0.00188	
1555												
1556	Gamma GOF Test											
1557	A-D Test Statistic				2.507		Anderson-Darling Gamma GOF Test					
1558	5% A-D Critical Value				0.716		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1559	K-S Test Statistic				0.523		Kolmogorov-Smirnov Gamma GOF Test					
1560	5% K-S Critical Value				0.294		Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level					
1561	Data Not Gamma Distributed at 5% Significance Level											
1562												
1563	Gamma Statistics											
1564	k hat (MLE)				31.05		k star (bias corrected MLE)				19.49	
1565	Theta hat (MLE)				5.2335E-5		Theta star (bias corrected MLE)				8.3378E-5	
1566	nu hat (MLE)				496.8		nu star (bias corrected)				311.8	
1567	MLE Mean (bias corrected)				0.00163		MLE Sd (bias corrected)				3.6809E-4	
1568							Approximate Chi Square Value (0.05)				271.9	
1569	Adjusted Level of Significance				0.0195		Adjusted Chi Square Value				262.5	
1570												
1571	Assuming Gamma Distribution											
1572	95% Approximate Gamma UCL (use when n>=50))				0.00186		95% Adjusted Gamma UCL (use when n<50)				0.00193	
1573												
1574	Lognormal GOF Test											
1575	Shapiro Wilk Test Statistic				0.419		Shapiro Wilk Lognormal GOF Test					
1576	5% Shapiro Wilk Critical Value				0.818		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1577	Lilliefors Test Statistic				0.513		Lilliefors Lognormal GOF Test					
1578	5% Lilliefors Critical Value				0.283		Data Not Lognormal at 5% Significance Level					
1579	Data Not Lognormal at 5% Significance Level											
1580												
1581	Lognormal Statistics											
1582	Minimum of Logged Data				-6.502		Mean of logged Data				-6.438	
1583	Maximum of Logged Data				-5.991		SD of logged Data				0.181	
1584												
1585	Assuming Lognormal Distribution											
1586	95% H-UCL				0.00185		90% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00193	
1587	95% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00207		97.5% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00227	
1588	99% Chebyshev (MVUE) UCL				0.00265							
1589												
1590	Nonparametric Distribution Free UCL Statistics											
1591	Data do not follow a Discernible Distribution (0.05)											
1592												
1593	Nonparametric Distribution Free UCLs											
1594	95% CLT UCL				0.00183		95% Jackknife UCL				N/A	
1595	95% Standard Bootstrap UCL				N/A		95% Bootstrap-t UCL				N/A	
1596	95% Hall's Bootstrap UCL				N/A		95% Percentile Bootstrap UCL				N/A	
1597	95% BCA Bootstrap UCL				N/A							
1598	90% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.002		95% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.00217	
1599	97.5% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.00241		99% Chebyshev(Mean, Sd) UCL				0.00287	
1600												

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
1601	Suggested UCL to Use													
1602	95% Student's-t UCL				0.00186		or 95% Modified-t UCL				0.00188			
1603														
1604	Note: Suggestions regarding the selection of a 95% UCL are provided to help the user to select the most appropriate 95% UCL.													
1605	Recommendations are based upon data size, data distribution, and skewness.													
1606	These recommendations are based upon the results of the simulation studies summarized in Singh, Maichle, and Lee (2006).													
1607	However, simulations results will not cover all Real World data sets; for additional insight the user may want to consult a statistician.													
1608														
1609														
1610	Benceno													
1611														
1612	General Statistics													
1613	Total Number of Observations				2		Number of Distinct Observations				1			
1614									Number of Missing Observations				21	
1615	Minimum				0.005		Mean				0.005			
1616	Maximum				0.005		Median				0.005			
1617														
1618	Warning: This data set only has 2 observations!													
1619	Data set is too small to compute reliable and meaningful statistics and estimates!													
1620	The data set for variable Benceno was not processed!													
1621														
1622	It is suggested to collect at least 8 to 10 observations before using these statistical methods!													
1623	If possible, compute and collect Data Quality Objectives (DQO) based sample size and analytical results.													
1624														
1625														
1626														
1627	Etilbenceno													
1628														
1629	General Statistics													
1630	Total Number of Observations				2		Number of Distinct Observations				1			
1631									Number of Missing Observations				21	
1632	Minimum				0.005		Mean				0.005			
1633	Maximum				0.005		Median				0.005			
1634														
1635	Warning: This data set only has 2 observations!													
1636	Data set is too small to compute reliable and meaningful statistics and estimates!													
1637	The data set for variable Etilbenceno was not processed!													
1638														
1639	It is suggested to collect at least 8 to 10 observations before using these statistical methods!													
1640	If possible, compute and collect Data Quality Objectives (DQO) based sample size and analytical results.													
1641														
1642														
1643														
1644	Tolueno													
1645														
1646	General Statistics													
1647	Total Number of Observations				2		Number of Distinct Observations				1			
1648									Number of Missing Observations				21	
1649	Minimum				0.005		Mean				0.005			
1650	Maximum				0.005		Median				0.005			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1651												
1652	Warning: This data set only has 2 observations!											
1653	Data set is too small to compute reliable and meaningful statistics and estimates!											
1654	The data set for variable Tolueno was not processed!											
1655												
1656	It is suggested to collect at least 8 to 10 observations before using these statistical methods!											
1657	If possible, compute and collect Data Quality Objectives (DQO) based sample size and analytical results.											
1658												
1659												
1660												
1661	Xileno											
1662												
1663	General Statistics											
1664	Total Number of Observations				2		Number of Distinct Observations				1	
1665					Number of Missing Observations				21			
1666	Minimum				0.005		Mean				0.005	
1667	Maximum				0.005		Median				0.005	
1668												
1669	Warning: This data set only has 2 observations!											
1670	Data set is too small to compute reliable and meaningful statistics and estimates!											
1671	The data set for variable Xileno was not processed!											
1672												
1673	It is suggested to collect at least 8 to 10 observations before using these statistical methods!											
1674	If possible, compute and collect Data Quality Objectives (DQO) based sample size and analytical results.											
1675												
1676												

Anexo 6.6.2
Tablas de los CP

Suelo – S0118

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Arsénico	0,473	167	0,811	57,53	50	Si	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Bario Total	13,74	1837	17,9	651	750	No	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Cobre	23	1000	33	379,1	63	Si	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Cadmio	4,0000E-4	1,66	0,0008	0,538	1,4	No	95% Hall's Bootstrap UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Cromo Total	71,3	347	94,6	207,2	64	Si	95% Adjusted Gamma UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Mercurio	0,005	1,59	0,066	0,49	6,6	No	95% Adjusted Gamma UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Manganeso	75,7	1184	124	502,6	8400	No	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Níquel	18,9	188	22	105,7	45	Si	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Plomo	5,794	1151	7,628	441,5	70	Si	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Vanadio	112	238	168 249*	207,6	130	No	95% Student's-t UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría. *Sin perjuicio de las excedencias presentadas de este parámetro en este sitio, considerando el análisis estadístico donde se demuestra la distribución de estas concentraciones y su relación a las condiciones naturales del sitio, no se considera como un CP, de acuerdo a lo sustentado en la Observación N° 9 y 13.
Zinc	20	2744	25	1373	250	Si	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Hidrocarburo Totales C10-C28	2,5	343	-	207,1	1200	No	97.5% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Hidrocarburos Totales C28-C40	2,5	451	-	282	3000	No	97.5% Chebyshev (Mean, Sd) UCL. Recomendación basada en el tamaño de los datos, la distribución de datos y la asimetría
Antraceno	0,0025	0,0025	-	-	2,5	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Benzo (a) antraceno	0,0025	0,019	-	-	0,1	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95. Se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Benzo (a) pireno	0,0025	0,021	-	-	0,1	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Benzo (b) fluoranteno	0,0025	0,03	-	-	0,1	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95. Se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Criseno	0,0025	0,035	-	-	6,2	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95. Se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Fenantreno	0,0025	0,014	-	-	0,046	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95. Se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Fluoranteno	0,0025	0,036	-	-	50	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Fluoreno	0,0025	0,0025	-	-	15,4	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Naftaleno	0,0015	0,0025	-	-	0,1	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Benceno	0,005	0,005	-	-	0,03	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Etilbenceno	0,005	0,005	-	-	0,082	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Tolueno	0,005	0,005	-	-	0,37	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.
Xilenos	0,005	0,005	-	-	11	No	El conjunto de datos no es apto para calcular el UCL95.

Sedimentos - S0118

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Arsénico Total	0.999	4.5	-	-	5,90	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Bario Total	6.371	108.8	-	-	4200	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cadmio	0.0008	0.0008	-	-	0,6	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cobre Total	4.8	34	-	-	35,7	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cromo Total	14.9	150	-	-	37,3	Si	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Mercurio	0.01	0.278	-	-	0,17	Si	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Manganeso Total	56.4	507	-	-	1100	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Níquel Total	3.4	26.8	-	-	75	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Plomo Total	4.14	19	-	-	35	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Vanadio Total	23	163	-	-	4,2	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Se comparó referencial con el VEMA para este parámetro, sin embargo, sin perjuicio de que se exceda este valor referencial, se sustentó en la Observación N° 9 que sus concentraciones se atribuyen a las condiciones naturales del sitio.
Zinc Total	7.4	44	-	-	123	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
TPH Totales	5	5	-	-	500	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Antraceno	0,005	0,005	-	-	0,0469	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Benzo (a) antraceno	0,005	0,005	-	-	0,0317	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Benzo (a) pireno	0,005	0,005	-	-	0,0319	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Benzo (b) fluoranteno	0,005	0,005	-	-	300	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Criseno	0,005	0,005	-	-	0,0571	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Fenantreno	0,005	0,005	-	-	0,0419	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Fluoranteno	0,005	0,005	-	-	0,111	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Fluoreno	0,005	0,005	-	-	0,0212	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Naftaleno	0,003	0,003	-	-	0,0346	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP

Agua superficial S0118

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Arsénico Total	0.00024	0.00339	-	-	0,01	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Bario Total	0.00740	0.01220	-	-	1	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cadmio	0.00001	0.00001	-	-	0,00001	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cobre Total	0.00060	0.00200	-	-	0,1	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cromo Total	0.001	0.001	-	-	0,05	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Mercurio	0.00007	0.00007	-	-	0,0001	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Manganeso Total	0.09038	0.14158	-	-	0,82	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Níquel Total	0.00120	0.00140	-	-	0,052	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Plomo Total	0.00020	0.00099	-	-	0,0025	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Vanadio Total	0.006	0.006	-	-	0,006	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Zinc Total	0.00300	0.00600	-	-	0,12	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
TPH Totales	0,05	0,05	-	-	0,5	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Antraceno	0,00008	0,00008	-	-	0,0004	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Benzo (a) antraceno	0,00008	0,00008	-	-	0,000018	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Benzo (a) pireno	0,00008	0,00008	-	-	0,0001	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Benzo (b) fluoranteno	0,00008	0,00008	-	-	0,000038	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Criseno	0,00008	0,00008	-	-	0,0014	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Fenantreno	0,00008	0,00008	-	-	0,0004	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Fluoranteno	0,00008	0,00008	-	-	0,001	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Fluoreno	0,00004	0,00004	-	-	0,003	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Naftaleno	0,00008	0,00008	-	-	0,0011	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Benceno	0,007	0,007	-	-	0,05	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Etilbenceno	0,007	0,007	-	-	0,09	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Tolueno	0,007	0,007	-	-	0,0005	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Xilenos	0,006	0,006	-	-	0,03	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestras, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.

Agua subterránea S0118

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Arsénico Total	0.00113	0.00155	-	-	0,005	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Bario Total	0.0181	0.0327	-	-	0,625	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cobre Total	0.0045	0.0103	-	-	0,007	Si	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cadmio	0.00001	0.00001	-	-	0,006	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Cromo	0.003	0.005	-	-	0,03	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Mercurio	0.00007	0.00012	-	-	0,000005	Si	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Manganeso Total	0.05892	0.08058	-	-	0,05	Si	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Níquel	0.0026	0.0035	-	-	0,075	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Plomo Total	0.00135	0.00423	-	-	0,075	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Vanadio	0.01	0.007	-	-	0,132	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Zinc Total	0.02	0.028	-	-	0,03	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
TPH (F2+F3)	0,05	0,05	-	-	0,2	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Antraceno	0,00008	0,00008	-	-	0,005	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Benzo (a) antraceno	0,00008	0,00008	-	-	0,0005	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Benzo (b) fluoranteno	0,00008	0,00008	-	-	0,06	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Benzo (a) pireno	0,00008	0,00008	-	-	0,00005	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP. Las concentraciones se encuentran por debajo del L.D.A.
Criseno	0,00008	0,00008	-	-	0,0002	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Fenantreno	0,00008	0,00008	-	-	0,0004	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP

CP	Valor Min. (mg/kg)	Valor Max. (mg/kg)	Nivel de fondo (mg/kg)	UCL95% (mg/kg)	Estándar Nacional / Internacional (mg/kg)	Contaminante de preocupación (CP)	Comentarios
Fluoreno	0,00004	0,00004	-	-	0,003	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Fluoranteno	0,00008	0,00008	-	-	0,001	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Naftaleno	0,00008	0,00008	-	-	0,001	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Benceno	0,007	0,007	-	-	0,03	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Etilbenceno	0,007	0,007	-	-	0,15	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Tolueno	0,007	0,007	-	-	0,024	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP
Xilenos	0,006	0,006	-	-	0,02	No	El conjunto de datos es menor a 10 muestra, siendo no apto para calcular el UCL95, se utiliza la concentración más alta para la determinación de CP