

Lima, 13 de mayo del 2021
Carta PRFNP N° 299 – 2021

Dra. MARTHA ALDANA DURÁN
Directora General de la Dirección General de Asuntos Ambientales de
Hidrocarburos
Ministerio de Energía y Minas – MINEM

Asunto: Información complementaria para el Levantamiento de Observaciones subsistentes del Plan de Rehabilitación del sitio impactado SO108 y SO110 – Cuenca Corrientes

Referencia: Carta PRFNP N° 430 – 2020 (SO110)
Carta PRFNP N° 391 – 2020 (SO108)

Me dirijo a Usted, en relación a los documentos de la referencia, a fin de enviar la siguiente información:

SO108

- *Información complementaria para el Levantamiento de Observaciones subsistentes del Plan de Rehabilitación del sitio impactado SO108 (Sitio 2) – Cuenca Corrientes, en relación al Tomo B MINAM, el cual ha sido elaborado por la consultora Consorcio JCI-HGE.*

Link de acceso:

<https://drive.google.com/drive/folders/1-H2HjKhCii8AJUTneLqxaK-1z1NOqZ1B?usp=sharing>

Contenido del link:

- ✓ *Tomo B MINAM - SO108 - Informe Complementario C5 FOLIADO, cuenta con 96 folios.*
- ✓ *Carpeta Anexo 6.11, el cual contiene un Excel (Anexo 6.11.13_Calculos estadísticos).*

S110

- *Información complementaria para el Levantamiento de Observaciones subsistentes del Plan de Rehabilitación del sitio impactado SO110 (Sitio 5) – Cuenca Corrientes, en relación al Tomo B MINAM, el cual ha sido elaborado por la consultora Consorcio JCI-HGE, y cuenta con 85 folios.*

Atentamente,



Anton Willems Delanoy
Director Ejecutivo

Profonanpe

Firmado digitalmente por:
WILLEMS DELANOY ANTON profonanpe.org.pe

SEBASTIAN
Motivo: En señal de
conformidad

Fecha: 14/05/2021 08:57:46-0500

Av. Javier Prado Oeste 2378,
San Isidro (Lima), Perú

Contáctanos en:

✉ comunicaciones@profonanpe.org.pe

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES
(TOMO B MINAM)
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Auto Directoral N° 082-2020-MINEM-DG

**PLAN DE REHABILITACIÓN
DEL SITIO IMPACTADO
S0110 (Sitio 5)**

**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
Abril, 2021

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	INFORMACION COMPLEMENTARIA	1
	OBSERVACIÓN N.º 2	1
	OBSERVACIÓN N.º 3	11
	OBSERVACIÓN N.º 5	30
	OBSERVACIÓN N.º 6	38
	OBSERVACIÓN N.º 10	41
	OBSERVACIÓN N.º 15	45
	OBSERVACIÓN N.º 18	50
	OBSERVACIÓN N.º 19	52
	OBSERVACIÓN N.º 21	55
	OBSERVACIÓN N.º 23	57
	OBSERVACIÓN N.º 24	59
	OBSERVACIÓN N.º 26	62
	OBSERVACIÓN N.º 30	64
	OBSERVACIÓN N.º 37	65
	OBSERVACIÓN N.º 48	66
	OBSERVACIÓN N.º 51	68
	OBSERVACIÓN N.º 52	79

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 S0110 (Sitio 5) que, mediante Auto Directoral N° 082-2020-MINEM-DGAAH enviado a la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) solicita atender el Informe Técnico de Evaluación N° 00029-2019-MINAM/VMGA/DGCA correspondiente al Ministerio del Ambiente (MINAM). Asimismo, se atiende la opinión técnica al levantamiento de observaciones contenidas en el Informe N° 00009-2021-MINAM/VMGA/DGCA.

2. INFORMACION COMPLEMENTARIA

Tomo B - Ministerio del Ambiente (MINAM)

Descripción de las condiciones ambientales:

Hidrogeología: El PR, en el ítem 2.2.2 contiene la descripción de las características hidrogeológicas del área del sitio.

OBSERVACIÓN N.º 2

El PR S0110, no describe de manera completa las características de la hidrogeología del área de estudio; debe indicar la presencia de acuíferos y sus características hidrogeológicas tales como la granulometría, permeabilidad, porosidad, capacidad de almacenamiento y otros. Esta información permitirá conocer el comportamiento y destino final de las sustancias químicas de interés para el presente estudio; adicional a ello, es importante que todas las inferencias realizadas sean acompañadas con referencia bibliografía, los cuales respalden dicha información, tales como la inferencia de nivel freático de la zona, siendo esta información prioritaria en la caracterización para las futuras acciones.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora presenta una modificación del ítem 2.2.2. Hidrogeología, el cual se ha desarrollado considerando información secundaria, según lo dispuesto en la R.M. N° 108-2020-MINAM.

Al respecto, en los numerales 3.1 y 3.2 de la mencionada resolución se señala lo siguiente:

3.1 *La autoridad ambiental competente debe verificar que la información secundaria cumple con los términos de referencia aprobados y la normativa relacionada con los factores ambientales.*

3.2 *La información debe ser representativa para el área de estudio en función a su compatibilidad (según su finalidad original), temporalidad, ubicación, antigüedad, nivel de detalle, unidades temáticas (paisaje, vegetación, entre otros), veracidad, relevancia y a las características del proyecto de inversión”.*

En ese sentido, la Consultora no ha demostrado que la información secundaria se encuentra acorde con lo que señala la mencionada Resolución Ministerial, en los numerales 3.1 y 3.2. Debiendo precisar la fuente de la información y los criterios utilizados para la selección de las variables referidas como temporalidad, ubicación, antigüedad, nivel de detalle, unidades temáticas (paisaje, vegetación, entre otros).

Adicionalmente, se debe precisar que no se presentó la totalidad de la información requerida, tal es el caso como la porosidad. Por otro lado, cabe resaltar que, para complementar la información proporcionada, se está haciendo uso de un instrumento que se encuentra en proceso de aprobación, tal es el caso de la información del Estudio del Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1AB.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En respuesta al comentario del evaluador del MINAM, se indica lo siguiente:

La caracterización hidrogeológica tuvo como alcance identificar el nivel freático, además de la proximidad de algún posible acuífero próximo a la zona impactada. De los estudios realizados por medio de perforaciones manuales y a percusión, como también, por medio de la geofísica (secciones tomográficas de 30-35 metros de profundidad) no se identificó, en los 35 primeros metros de profundidad, el nivel freático.

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 identifico 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).

Respuesta:

En respuesta a la observación N°2, se indica lo siguiente:

Como parte de la información primaria, se presenta los resultados de la Tomografía eléctrica realizada en el sitio S0110, donde se evidencia la ausencia de algún estrato con condiciones de transmitir agua en los 35 m de profundidad evaluados. Adicional a lo anterior, con base en los sondeos tanto manuales como mecánicos realizados en el Sitio S0110, cuya profundidad de perforación (en algunos casos hasta 4.5 metros) no se registró presencia de agua subterránea.

Por otra parte, y con base en la Resolución Ministerial N° 108-2020-MINAM, que señala que durante el Estado de Emergencia y la Emergencia Sanitaria por el COVID-19 se prioriza el uso de la información secundaria para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental, permitió completar y validar en otros casos la información generada en campo.

Es importante señalar que, para el uso de la información secundaria se siguieron las siguientes premisas o condiciones:

- Uso de información representativa del área de estudio y de IGAs aprobado por la Autoridad. Se considera el mismo ámbito geográfico (Región Loreto, Provincia Datem Marañon) e incluso la misma cuenca hidrográfica, en este caso cuenca Corrientes y en el mismo Lote 192,
- Análisis basado en su relación/compatibilidad, es decir considera las mismas variables comparables como unidades temáticas (paisaje, vegetación, suelo, hidrogeología, entre otros), ubicación y características del estudio presentes en el sitio a caracterizar.
- Uso de información reciente (menor de 2 años), en algunos casos se complementa con el uso de bibliografía sobre estudios de determinados temas.
- Uso de puntos de monitoreo en campo claramente definidos (coordenadas).
- La información puede abarcar ámbitos geográficos de comunidades campesinas, nativas, centros poblados, distritos, provincias o regiones que se encuentren relacionados a los factores ambientales necesarios para la elaboración de la línea base.

Bajo la premisa anterior, y con el objetivo de suministrar información específica solicitada por el MINAM, se complementa con el uso de información secundaria, tal como el estudio realizado recientemente (año 2019) en área cercana al Sitio S0110. Con base en ello, se tiene información específica como permeabilidad (datos de campo), porosidad, capacidad portante, conductividad eléctrica, etc. todos pertenecientes a la misma unidad hidrogeológica del sitio S0110.

Con respecto al ítem 2.2.2 Hidrogeología, se modificó (ver líneas abajo). Acorde a los resultados de campo como: perforaciones manuales, perforaciones con maquinarias de percusión y tomografías eléctricas (registros hasta 35 m de profundidad), no se identificó un nivel freático, además, el estrato identificado en el subsuelo del sitio S0110 es arcilloso predominantemente y se comportaría como acuitardo evitando un flujo subterráneo.

2.2.2 Hidrogeología

Este ítem contiene la descripción de las características hidrogeológicas del área del sitio S0110. La arcilla depositada, sobre el área caracterizada, es porosa pero poco a nada permeable.

Los sedimentos arcillosos reconocidos sobre el sitio S0110 corresponderían a la formación Nauta inferior, se puede concluir que este material fino predominante se comportaría como un acuitardo hasta los 20 m, aproximadamente, y a partir de los 20 m como acuicludo.

En el Cuadro 2-Ob-2a, 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 35 m de profundidad aproximadamente.

Cuadro 2-Ob-2a Clasificación de terrenos por la permeabilidad

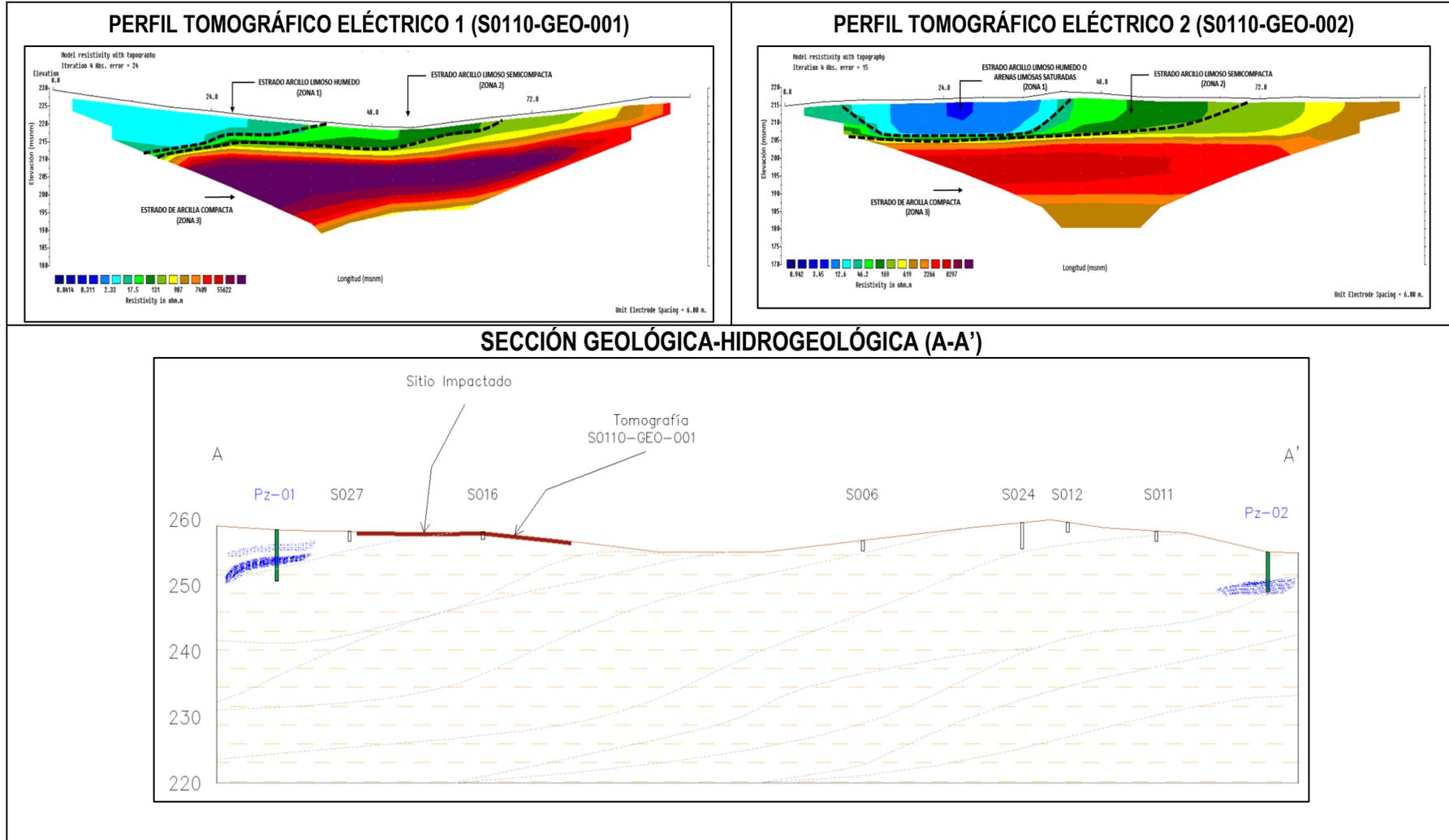
Permeabilidad m/día	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
	Impermeables		Poco permeable		Algo permeable		Permeable		Muy permeable		
Calificación	Impermeables		Poco permeable		Algo permeable		Permeable		Muy permeable		
Calificación del acuífero	Acuicludo		Acuitardo		Acuífero Pobre		Acuífero 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).

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 (35 m) la arcilla es el sedimento fino predominante, también, se identificó lentejones arcillo arenosos entre los 2.6-3.5 y 4.0-6.0 en el piezómetro 1, y de 4.5-6.0 metros en el piezómetro 2, estos se comportarían como pequeños acuíferos no significativos confinados (ver Anexo 6.5.5 Construcción de pozos del PR). Es muy probable que estos lentejones se recarguen o estén conectados con los cursos de agua superficial próximos a los piezómetros.

Según el Cuadro 2-Ob-2a, la arcilla se comportaría como acuitardo y acuicludo (dependiendo de la profundidad y compactación) y los lentejones de arcilla arenosa identificados como acuíferos pobres. (Ver Figura 2-Ob-2).

Figura 2-Ob-2 Sección geológica-hidrogeológica



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

2.2.2.1 Caracterización hidrogeológica

En la Figura 2-Ob-2, se muestra la sección geológica-hidrogeológica del área de evaluación (área que contornea a las exploraciones *in situ* del subsuelo). Las zonas con una trama de puntos de color azul representan los lentejones identificados, las líneas rectas gruesas de color verde representan a los piezómetros y por último las líneas punteadas de color gris representan las formas de sedimentación típica de las arcillas en ambientes de ríos meandriformes.

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

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

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad que se comporta como un acuitardo, poco a nada permeable y a profundidad como acuicludo. Superficialmente, la arcilla se encuentra húmeda debido a la precipitación y al desborde de los cursos de agua próximo.

En la Figura 2-Ob-2, se muestra un perfil hidrogeológico, construido en base al perfil litológico, el cual permitió inferir el comportamiento de la unidad hidrogeológica del sitio; el piezómetro 1 interceptó dos lentejones de 1 y 2 m de espesor a 2.6 y 4.0 metros de profundidad, en el piezómetro 2 se identificó un lentejón a los 4.5 m de profundidad de 2 m de espesor aproximadamente. Cabe resaltar, que los piezómetros se encuentran próximo a cursos de agua, además, se descarta alguna conexión entre los lentejones de los piezómetros.

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 con los ensayos y posterior interpretación de los datos obtenidos en campo se concluye:

Que el material fino subyacente al sitio S0110 es arcillo limoso generando un ambiente poroso y poco a nada permeable (acuitardo). Además, en este tipo de substratos (material arcilloso) no existiría una dirección de flujo subterráneo.

En el piezómetro 1 (S0110-Pz-001), identificó e interceptó dos lentejones.

En el piezómetro 2 (S0110-Pz-002), identificó un estrato arcillo arenoso saturado (lentejón), se estaría comportando como un acuífero no significativo confinado. (Anexo 6.5.5 del PR).

Las perforaciones y tomografías próximas a los piezómetros 1 y 2, no interceptaron o identificaron al estrato arcillo arenoso (ver anexos 6.5.2, 6.5.3 y 6.5.5 del PR), esto demostraría la reducida dimensión del lentejón interpretado.

Se procede a señalar que, dadas las condiciones y características del sitio impactado S0110, no existe una pluma de contaminación ni mecanismos de transporte activos.

En lo relacionado a prueba de permeabilidad, con base en lo presentado anteriormente, donde el material fino subyacente al sitio S0110 es predominantemente arcilloso generando un ambiente poroso y poco a nada permeable (acuitardo). En tal sentido, dadas las condiciones y características del sitio impactado S0110, no existe una pluma de contaminación ni mecanismos de transporte activos se concluye que no existe una dirección de flujo subterráneo.

Sin embargo, con base en información secundaria se procede a suministrar la data de permeabilidad solicitada

Pruebas de Permeabilidad

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 110. En el Cuadro 2-Ob-1b se presenta los datos obtenidos en campo.

Cuadro 2-Ob-1b Permeabilidad en campo

Coordenada		Cota (msnm)	Unidad geológica	Permeabilidad (K) (cm/seg)	Permeabilidad
Este	Norte				
367 436	9 708 579	272	Formación Nauta inferior	5.25×10^{-3}	Baja permeabilidad
367 337	9 708 305	278	Formación Nauta inferior	5.31×10^{-3}	Baja permeabilidad
367 920	9 709 144	268	Formación Nauta inferior	1.74×10^{-2}	Baja permeabilidad
366 680	9 708 390	280	Formación Nauta inferior	5.25×10^{-3}	Baja permeabilidad

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

El procedimiento utilizado consistió en excavar un hoyo cúbico de 30x30x30 cm; llenándosele rápidamente con agua y midiendo su descenso (abatimiento) cada minuto durante los primeros 5 minutos y luego según las características del suelo en periodos de 5 minutos hasta un máximo de 30 minutos; el ensayo de campo termina cuando toda el agua se filtra o se estabiliza en un tiempo prolongado.

Porosidad

En cuanto a la porosidad, en el PR del S0110, Anexo 6.10 (Folios 00811 a 00819) se presentaron 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 S0110 en los 35 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:

- a) Los resultados de tomografía en el sitio, señalar la ausencia de algún estrato con condiciones de almacenar y transmitir agua hasta los 35 m de profundidad evaluados.
- b) Los sondeos tanto manuales como mecánicos realizados en el Sitio S0110, cuya profundidad de perforación en algunos casos hasta 3.3 metros no registraron la presencia de agua subterránea.
- c) Los piezómetros realizados, interceptaron bancos arcillo arenoso saturado de agua (lentejones), se estaría comportando como un acuífero no significativo confinado.
- d) 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
- e) 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 S0110.

En el Cuadro 2-Ob-1c, 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-1c 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+01	Bueno	3.15E+07	3153600.00	15768000.00	31536000.00	63072000.00
	1.00E+02			31536000.00	157680000.00	315360000.00	630720000.00
Arenas limpias	1.00E+00			315360.00	1576800.00	3153600.00	6307200.00
Arenas limpias y mezcla de gravas	1.00E-01			31536.00	157680.00	315360.00	630720.00
	1.00E-02			3153.60	15768.00	31536.00	63072.00
	1.00E-03			315.36	1576.80	3153.60	6307.20
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-1d y 2-Ob-1e, se muestran la conductividad hidráulica y porosidad asociadas al material arcilloso identificado en el sitio S0110.

Cuadro 2-Ob-1d 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 $4 \cdot 10^{-4}$	10^{-7} a 10^{-3}		10^{-6} a 10^{-3}	10^{-6} a 10^{-3}

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

Cuadro 2-Ob-1e 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).

Descripción de las condiciones ambientales, Hidrología, Datos climáticos: El PR en el ítem 2.2, numeral 2.2.3.2 muestra las precipitaciones medias mensuales de cada estación.

OBSERVACIÓN N.º 3

El PR S0110, describe datos de precipitación de periodo 2000 al 2006, los cuales los muestra a través de promedios mensuales de todos los años, por lo que es recomendable que se muestre la información de forma anual con la finalidad de verificar los años con mayores niveles de precipitación y estos ayuden sean considerados en la elección de tecnologías, periodo de acciones de remediación entre otros.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora, brindó información complementaria sobre datos climáticos, pero esta no responde a la observación, sobre mostrar la información de manera anual para conocer la variabilidad de los mismos. Adicional a ello la consultora presenta data con una antigüedad mayor a 10 años (las más reciente corresponden al año 2006).

La consultora debe presentar data más actualizada, tomando como referencia lo indicado en la Ley 30327, Ley de promoción de las inversiones para el crecimiento económico y el desarrollo sostenible, artículo 7° Condiciones del uso compartido de la línea base, la cual indica que, para hacer uso compartido de la línea base esta no debe de ser mayor a cinco (5) años de antigüedad, contada desde la aprobación del EIA-d o EIA-sd en el que se aprobó la línea base que se pretenda utilizar.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se realiza el análisis correspondiente a la data actualizada, donde se presenta la información disponible por parte de Senamhi y estaciones meteorológicas pertenecientes a Pluspetrol; la cual para aquellos años donde no se tiene información, se completó los datos a través de modelos (HEC4, PISCO v2.0) previo a su tratamiento estadístico para una mayor consistencia y correlación de los datos.

No obstante, es importante señalar que el presente estudio no corresponde a un estudio de Línea base y busca la caracterización con fines de lograr un Plan de Rehabilitación adecuado, por otra parte, la información climática del Senamhi en la zona es escasa, por tal motivo se utilizó la data disponible más actualizada disponible y el apoyo de modelos.

Respuesta:

En atención a los comentarios de la Observación N°03, se indica lo siguiente:

Los datos climáticos presentados para el sitio S0110 (Sitio 5), son con la referencia de información disponible de las estaciones que opera el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (en adelante Senamhi), esta información fue adquirida por Consorcio JCI-HGE, y presentado en el Anexo 6.11.3 Planillas Senamhi, como entidad rectora en la evaluación del clima en nuestro país, el cual dicha información se presenta en el Cuadro 1-Ob-3b con el periodo de años de análisis, para las estaciones que se encuentran dentro del ámbito de estudio sitio S0110 (Arica, Sargento Puño, Teniente López y Bartra), estas estaciones cuentan con información de precipitación y en periodo de años dispersos descrito en el Cuadro 1-Ob-3b, a su vez se ha

utilizado información de monitoreos de la operadora petrolera (Pluspetrol) para la obtención de datos de meteorológicos adicionales.

La información de precipitación mensual y anual ha sido obtenida de las estaciones meteorológicas regionales del Senamhi y locales pertenecientes a Pluspetrol, de las cuales se cuenta con escasa información la cual fue evidenciada por el Senamhi mediante la disponibilidad de información solicitada, razón por la cual se completó la información mediante HEC 4, para algunos años, para que tenga una consistencia adecuada para el análisis estadístico.

Con relación a la data con una antigüedad mayor a 10 años, también se ha completado los datos con el producto PISCO de precipitación v2.0 (PISCO), en su versión mensual. Esta información se utilizó para contrastar con los resultados de la combinación de datos de estaciones terrenas con climatologías, reanálisis y productos satelitales de estimación de lluvias para obtener una base de datos grillada de la zona de estudio del S0110 con una resolución espacial (~5*5 km); los datos grillados abarcan una serie temporal que se inicia el 1^o de enero 1981 hasta el 31 de diciembre 2016.

Se ha realizado una comparación de los datos reales de la precipitación total mensual de toda la serie de datos de las estaciones en análisis y como ejemplo se ha realizado la comparación con la estación Teniente López, versus los datos grillados generados sobre la misma estación y se nota que existe una marcada diferencia y sesgo entre la media y la desviación estándar de los datos analizados del periodo de años A con relación al periodo de años B, con los resultados proporcionados por los registros de la estación con datos sin completar de Teniente López, el cual se analiza en el siguiente cuadro 1-Ob-3a:

Cuadro 1-Ob-3a Comparación de datos sin completar y completados con PISCO

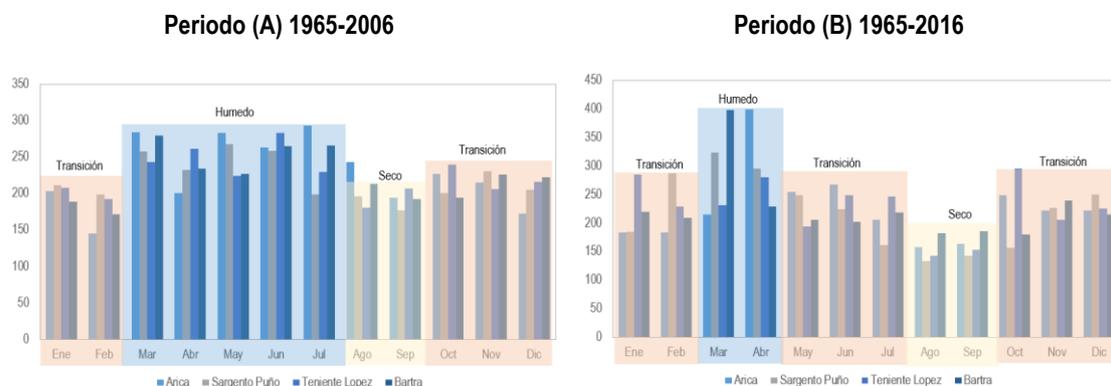
Estación Teniente López		
Mes	Data Sin Completar	Data completada PISCO
	Periodo (A) 1965-2006	Periodo (B) 1965-2016
Ene	208.1	218.0
Feb	192.2	172.6
Mar	243.0	151.1
Abr	261.2	181.3
May	224.0	108.6
Jun	283.1	144.4
Jul	229.7	182.3
Ago	180.6	83.6
Sep	207.0	76.3
Oct	239.7	234.6
Nov	205.6	137.3
Dic	215.6	161.2
Media	224.2	154.3
DvStad	29.2	48.6
Total	2689.8	1851.3

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

En el cuadro podemos notar que con los datos de PISCO la media tiene una reducción del 30% con relación a la lluvia real del registro del Senamhi. Lo mismo sucede con la desviación estándar existe un 19% de sesgo y la una diferencia del periodo A de 838.6 mm con relación a B, esta diferencia es estadísticamente no congruente, es decir que no existe una igualdad matemática.

Tomado en cuenta este sesgo tan pronunciado el producto PISCO desvirtúa el análisis de la periodicidad del Sitio S0110 puesto que según el Grafico 1-Ob-3a, se realiza la comparación grafica de las estaciones sin completar y completados, por lo que del grafico podemos notar que el periodo completado 1965-2016 (con PISCO) su periodo húmedo solo es de Marzo a Abril y se prolonga su periodo de transición, lo cual no concuerda con el periodo no completado 1965-2006 (sin PISCO) (información solo Senamhi) donde el periodo húmedo es de Marzo a Julio lo cual si se ha evidenciado en la época de campo para el sitio S0110. Cabe recalcar que el periodo seco para ambos casos si refleja la información con los periodos A y B.

Gráfico 1-Ob-3a Estacionalidad hidrológica (periodo húmedo – periodo seco).



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

La precipitación es una variable meteorológica evaluada que influye en los aportes hídricos del área de estudio, la cual se encuentran en la región hidrográfica del amazonas, denominada por el ANA como UH Cuenca Corrientes, donde el régimen de precipitaciones está principalmente gobernado por la influencia de ciclones provenientes del atlántico.

El régimen de precipitaciones en el área de estudio es variable, esta afirmación se puede evidenciar porque el comportamiento de la precipitación es variable debido a su ubicación latitudinal con respecto al Ecuador lo cual hace que los vientos del sur transporten masas de precipitación hacia diversas zonas de la amazonia, considerando también la gradiente altitudinal. La variación del volumen e intensidad de periodos lluviosos y secos es notable, lo cual se aprecia en el Gráfico 3-Ob-3

El análisis fue realizado y procesado en el lenguaje R, para la corrección del producto PISCO, de la misma manera se realizó el análisis estadístico y grafico mediante Boxplots.

Cuadro 1-Ob-3b Registro de precipitación media mensual

Estación	Administración	Parámetros	Período	Total de años
Arica	SENAMHI ⁽¹⁾	Precipitación total mensual	1965-1979 / 1980 / 1981-2016	52
Sargento Puño		Precipitación total mensual	1965-1966 / 1967-1977 / 1978-1980 / 1981-2016	52

Estación	Administración	Parámetros	Período	Total de años
Teniente López		Precipitación total mensual	1965-1980 / 1981-1988 / 1989 / 1990-1991 / 1992-1996 / 1997-2000 / 2001-2006 / 2007-2016	52
Bartra		Precipitación total mensual	1965-1967 / 1968-1980 / 1981-1988 / 1989 / 1990-1992 / 1993-2016	52
Sargento Lores		Precipitación total mensual	1965-1979 / 1980 / 1981-2016	52
San Jacinto	Pluspetrol ⁽²⁾	Precipitación total mensual	2001-2006 / 2007-2016	16
Nuevo Andoas		Precipitación total mensual	2002-2004 / 2005-2016	15
Puente Cahuide		Precipitación total mensual	2001-2006 / 2007-2016	16

(1) Estación administrada por el SENAMHI

(2) Estación monitoreo de PLUSPETROL

Fuente:

- Negro: Planillas SENAMHI (Anexo 6.11.3)

- Rojo: Completado con el método de la regresión múltiple (HEC-4)

- Azul: Completado con la Información del EIA de Prospección Sísmica 2D de 445 Km en el Lote 104 - LBA - Anexos, Nov. 2007 (folio1091)

- Verde: EIAs de la Prospección Sísmica 3D y de la Perforación Exploratoria del Lote 101 Volumen VII Anexo 2.1.1, Nov. 2006

- Morado: Estimado a partir del producto grillado PISCO-Senamhi v 2.1

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

A) Información registrada de estaciones meteorológicas

La información presentada en este ítem pertenece a información local de estaciones del Senamhi y estaciones de monitoreo de Pluspetrol, los cuales no cuentan con información actualizada a la fecha, siendo esta la principal razón para no subestimar la precipitación y comportamiento meteorológico en la zona de estudio.

Precipitación

La selección de estas estaciones meteorológicas obedece a su cercanía y similitud adicional al área de estudio. En base a la observación, se presenta la tabla de precipitación multianual de las estaciones meteorológicas usadas en el presente estudio, véase siguiente cuadro:

Cuadro 2-Ob-3b Precipitación total media mensual (mm)

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Altitud (msnm)
Teniente López*	208.6	192.5	245.2	262.5	224.0	283.1	229.7	180.6	207.0	239.7	205.6	215.6	2611.9	241
Nuevo Andoas**	181.4	200.6	199.7	129.4	348.5	286.5	259.7	215.9	182.8	226.0	237.2	124.8	2452.9	224
Sargento Puño*	211.0	199.0	257.8	232.2	267.3	258.5	198.6	195.7	176.4	200.9	230.3	205.0	2632.7	200
San Jacinto**	171.3	239.9	249.4	340.3	313.8	256.8	320.8	199.2	222.0	249.1	231.5	268.2	2604.2	174

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Altitud (msnm)
Pte Cahuide**	191.2	206.5	304.2	276.7	181.9	296.0	192.7	167.1	251.4	232.7	189.9	243.3	2471.5	158
Bartra*	188.3	171.7	279.7	233.8	227.0	264.5	265.7	213.3	192.7	194.4	226.2	222.3	2679.6	155
Arica*	203.2	144.9	283.7	200.5	282.8	262.8	293.3	242.8	194.4	227.1	214.6	172.3	2722.3	149
Sargento Lores*	246.2	242.0	256.9	237.4	271.3	236.0	234.5	219.4	231.1	239.1	237.9	260.2	2912.1	111
Promedio	200.2	199.6	259.6	239.1	264.6	268.0	249.4	204.3	207.2	226.1	221.7	214.0	2635.9	

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

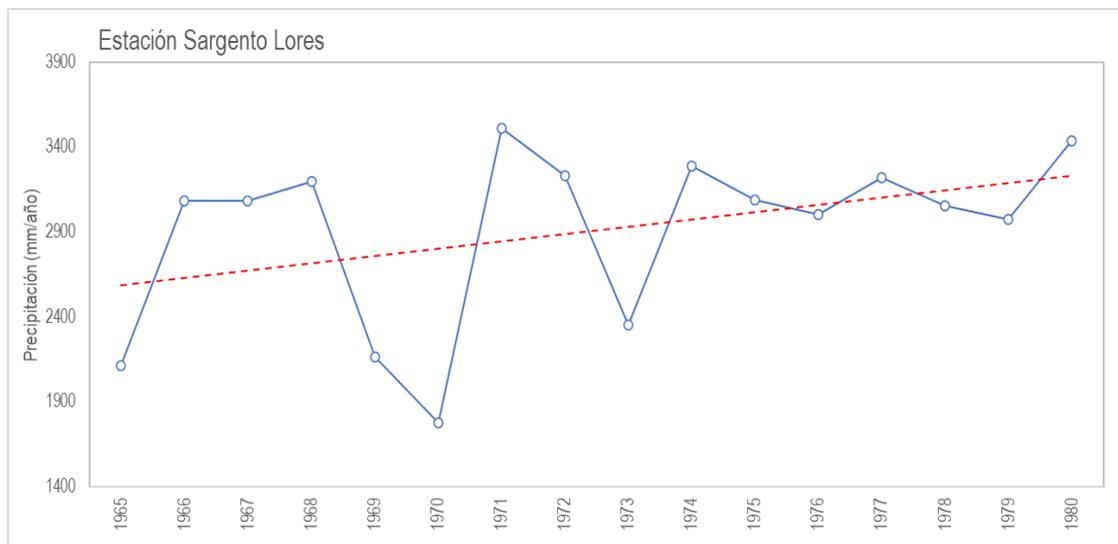
* Fuente: SENAMHI

** Fuente: Pluspetrol

Precipitación acumulada anual para registros históricos

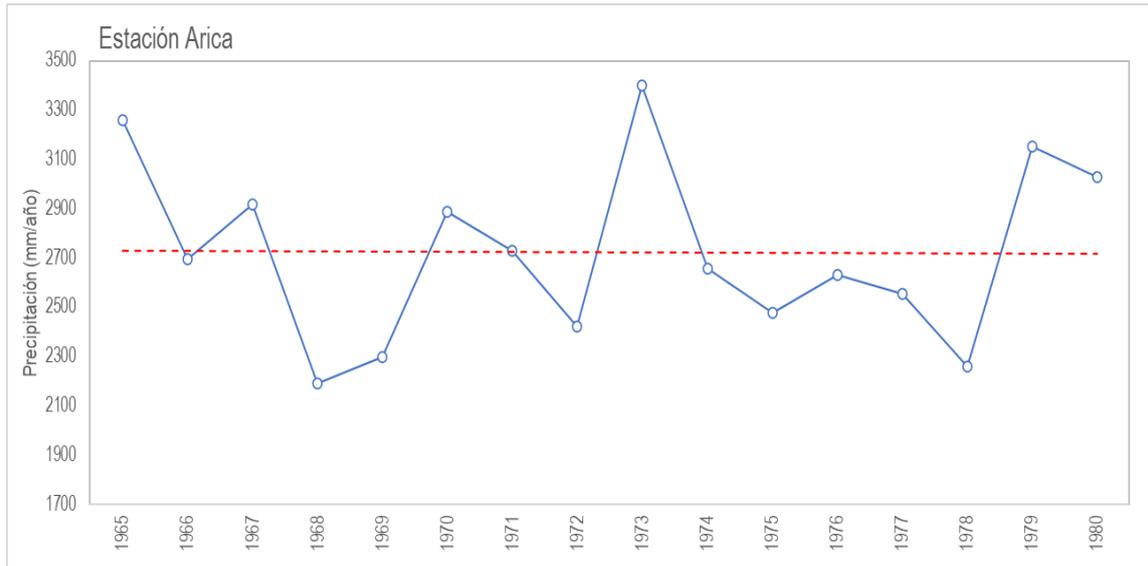
Para el cálculo de la precipitación acumulada anual, se hizo uso de las series totales mensuales, seguido a la acumulación anual, para lo cual se tomaron los datos de las estaciones Teniente López, Nuevo Andoas, Bartra, Sargento Lores, San Jacinto, Arica, Sargento Puño y Puesto Cahuide. Los resultados muestran una serie anual con una tendencia al incremento en las series evaluadas para ciertas estaciones. Los gráficos se muestran a continuación.

Gráfico 1-Ob-3 Precipitación total anual estación Sargento Lores



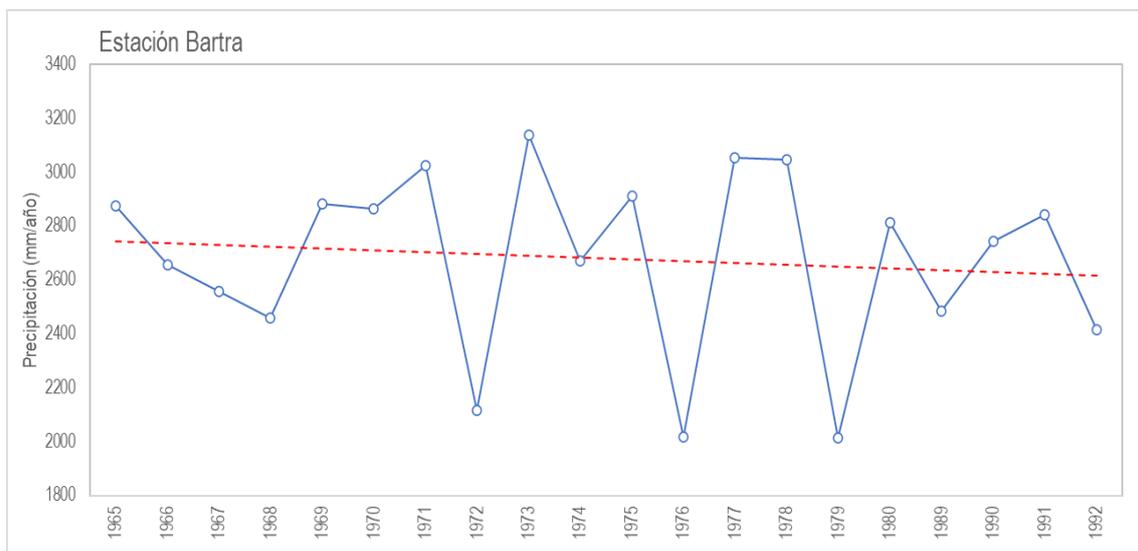
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 2-Ob-3 Precipitación total anual estación Arica

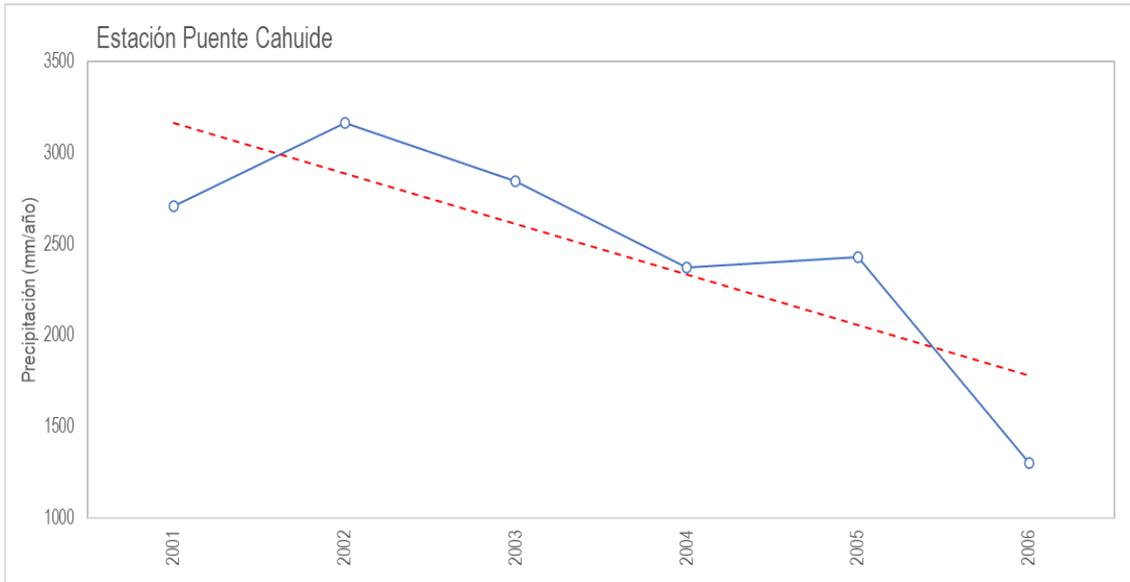


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

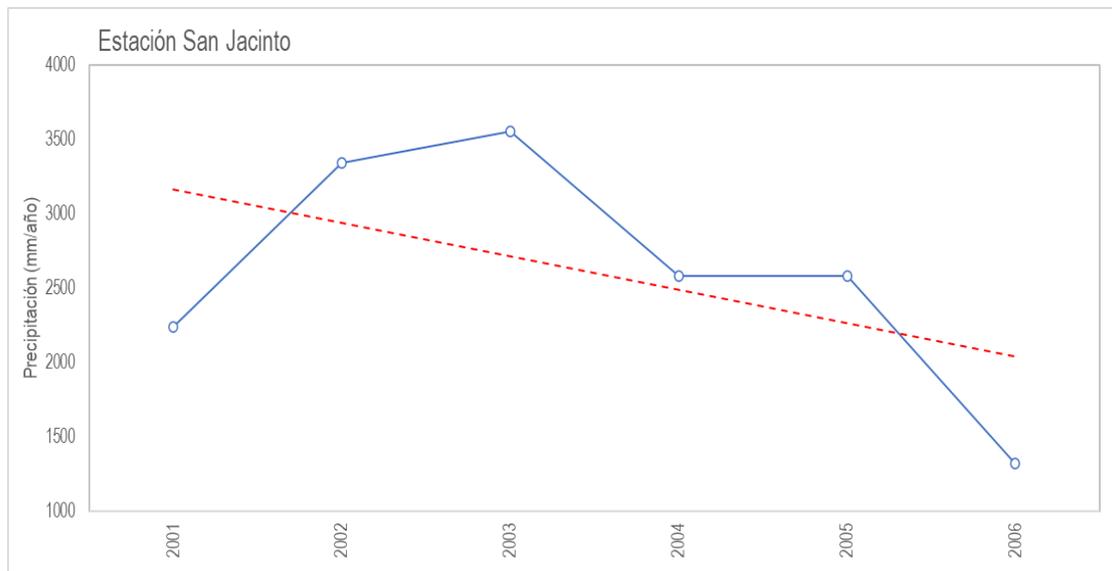
Gráfico 3-Ob-3 Precipitación total anual estación Bartra



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

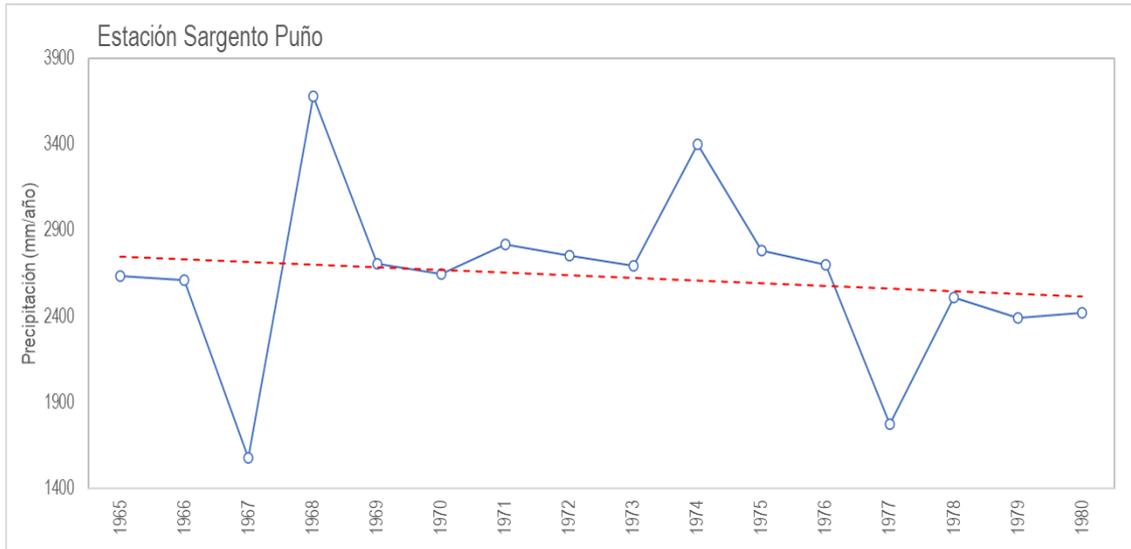
Gráfico 4-Ob-3 Precipitación total anual estación Puente Cahuide


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 5-Ob-3 Precipitación total anual estación San Jacinto


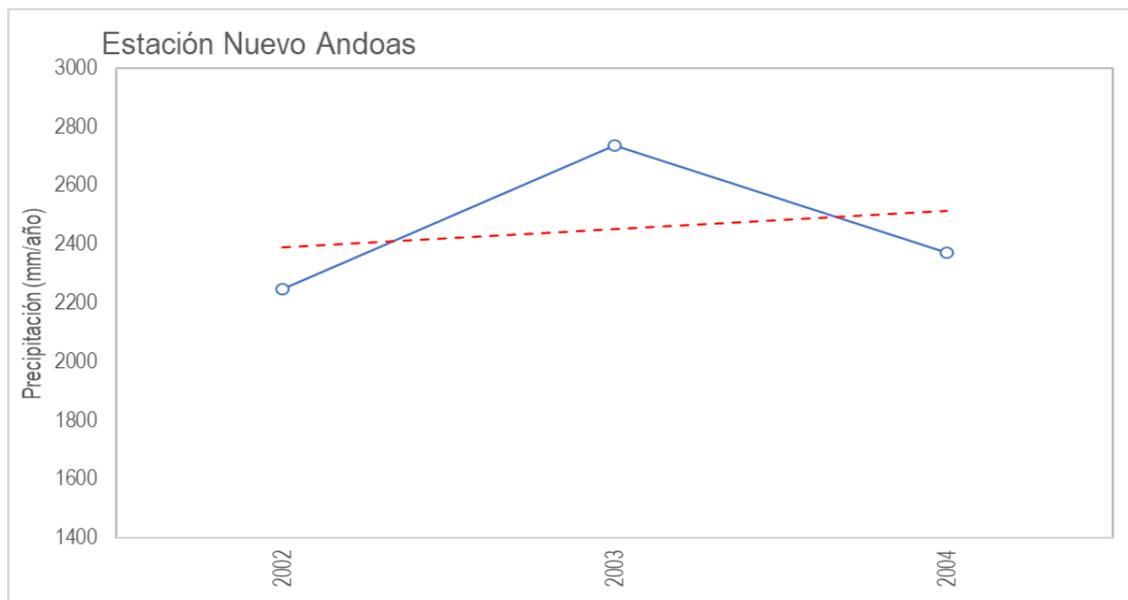
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 6-Ob-3 Precipitación total anual estación Sargento Puño



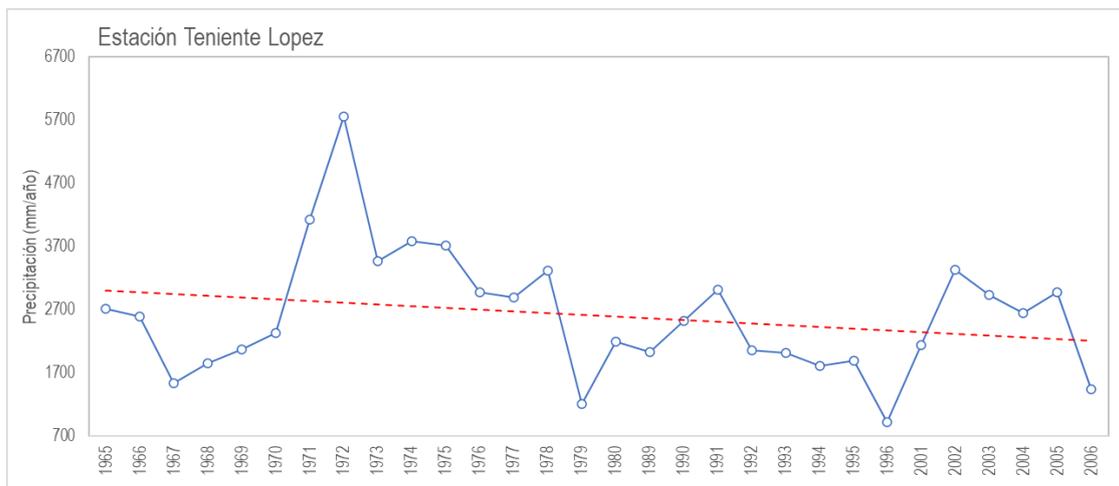
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 7-Ob-3 Precipitación total anual estación Nuevo Andoas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 8-Ob-3 Precipitación total anual estación Teniente López



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Los escenarios presentados anteriormente pertenecen a registros históricos de la precipitación registrada (sin completar) en las estaciones meteorológicas. A continuación, se presenta el registro de precipitación actualizado a diciembre del 2016, perteneciente al producto grillado PISCO del Senamhi en su v 2.1, al cual se le aplico correcciones en su serie en base al registro de cada estación mostrada anteriormente.

B) Información de precipitación actualizada mediante el producto PISCO

En este apartado se presenta la información corregida y tratada en base a las estaciones bases mencionadas anteriormente, al cual se le corrigió mediante el análisis de su media y desviación estándar. Los procesos se detallan a continuación.

Análisis y tratamiento de datos

El análisis de registros de precipitación se realizó en base a las estaciones administradas por el Senamhi, las cuales son: Arica, Sargento Puño, Teniente López, Bartra y Sargento Lores, seguidas de las estaciones privadas de Pluspetrol; San Jacinto, Nuevo Andoas y Puente Cahuide, las cuales cuentan con un registro de precipitación a nivel multianual.

Para completar los datos en meses sin información se hizo uso del software HEC 4, que mediante la regresión múltiple completa información para periodos similares. Finalmente se actualizó la información meteorológica al 2016 mediante el producto grillado PISCO del Senamhi, en su versión 2.1 (Aybar et al, 2019) el cual tiene una resolución espacial de 0.1 ° y abarca periodos del 1981 al 2016. El producto grillado PISCO, es una integración de datos satelitales CHIRPS y TRMM2A25 (para zonas donde el sesgo de CHIRPS es mayor); finalmente se hizo la validación de información mediante métodos de interpolación y reducciones de escala en base a estaciones meteorológicas. Si bien el producto grillado tiene un buen performance en la zona flanco occidental del Perú; en la selva el sesgo es alto, razón por la cual se hizo el procesamiento para las estaciones mencionadas y seguido se hizo la corrección de sesgo mediante la corrección de la media y desviación estándar, las cuales se usan para corregir series de saltos en registros mensuales.

La fórmula expresada es la siguiente:

Ecuación (1)

$$x'_{(t)} = \frac{x_t - \bar{x}_1}{s_1(x)} * s_2(x) + \bar{x}_2$$

Ecuación (2)

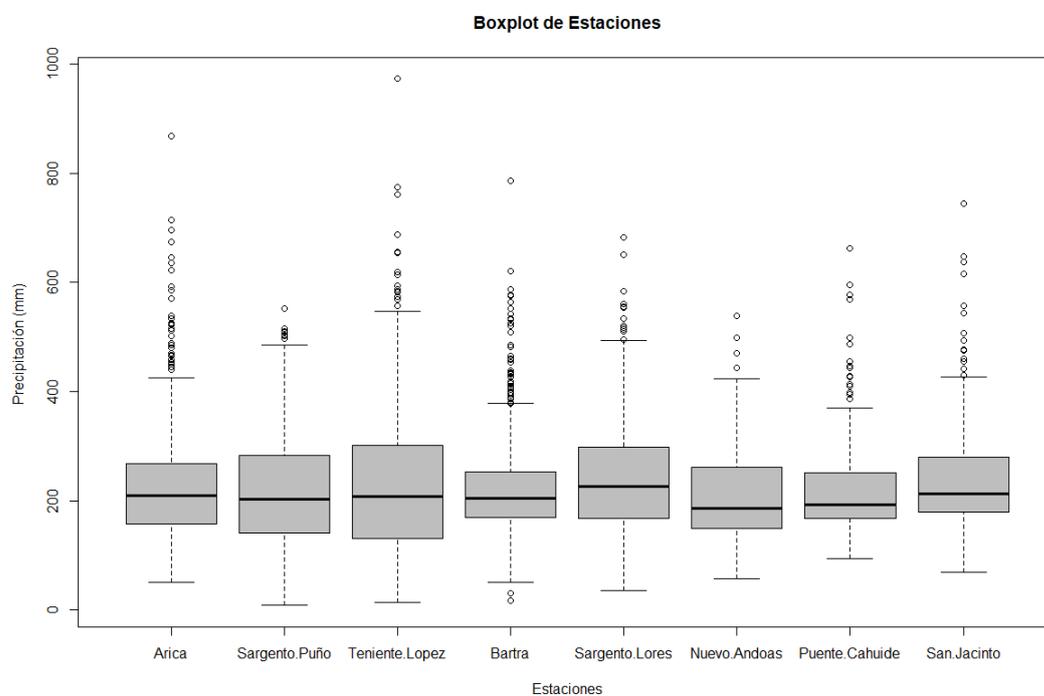
$$x'_{(t)} = \frac{x_t - \bar{x}_2}{s_2(x)} * s_1(x) + \bar{x}_1$$

Donde:

- $x'_{(t)}$ = Valor real (Información de plantillas del Senamhi)
- x_t = Serie sin corregir (Información del producto PISCO)

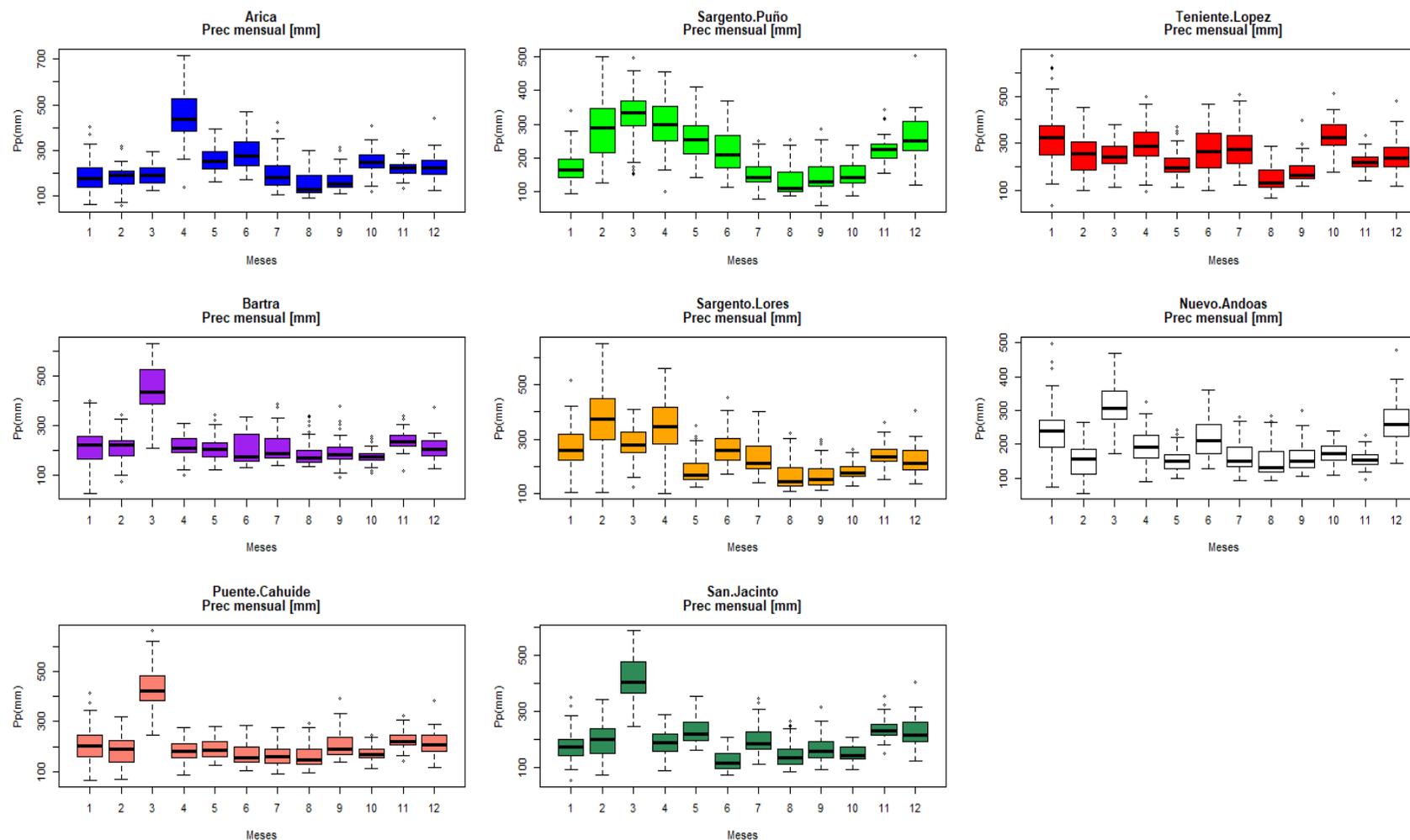
En el Anexo 6.11 / 6.11.2 y 6.11.3 se presenta las planillas de información meteorológica del Senamhi de todas las estaciones utilizadas y series corregidas.

Figura 1-Ob-3 Precipitaciones registradas en las estaciones evaluadas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Figura 2-Ob-3 Boxplots para la serie evaluada histórica



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Registro mensualizado de precipitación

Se realizó el análisis de consistencia mediante los boxplots, tratamiento de quiebres y roturas en la serie examinada, lo cual nos dio como resultado una información consistente y estable en la serie de tiempo examinada. Se calcularon las medias mensuales del registro de precipitación de las estaciones, obteniendo como resultado un promedio mínimo de precipitación para el mes de agosto con 156.3 mm y el máximo promedio para el mes de marzo con 333.9 mm. En este contexto no existe la relación precipitación – altitud debido a que se encuentra en un régimen no estacionario, razón por la cual las lluvias se concentran mayormente en zonas donde se tiene mayor influencia la latitud con respecto al Ecuador. Los registros de precipitación se pueden encontrar en el Anexo 6.11.2 Estaciones Meteorológicas

Cuadro 3-Ob-3 Registro de precipitación media mensual

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Altitud
Sargento Lores*	269.3	363.8	282.2	340.2	192.0	251.9	219.9	162.3	171.9	194.6	244.2	219.8	2912.1	111
Arica*	183.9	183.2	215.0	398.6	254.6	267.7	205.8	157.5	163.7	249.0	221.5	221.6	2722.3	149
Bartra*	220.1	208.6	398.5	229.2	205.1	202.5	218.5	182.1	185.8	179.6	239.1	214.7	2683.7	155
Puente Cahuide**	234.1	218.2	422.4	231.9	197.6	198.7	188.3	156.4	203.9	195.7	224.4	233.9	2705.5	158
San Jacinto**	237.5	230.9	459.4	248.4	252.2	187.1	232.2	166.8	198.2	203.9	247.0	250.4	2914.2	174
Sargento Puño*	184.0	287.4	323.5	295.1	249.0	224.3	160.7	133.4	142.6	156.7	226.0	250.1	2632.7	200
Nuevo Andoas**	261.9	183.4	338.8	223.9	172.6	233.8	183.4	150.0	156.6	187.8	170.3	264.7	2527.2	224
Teniente López*	284.6	229.4	231.5	280.0	194.1	248.4	246.2	142.1	152.5	295.4	205.5	225.8	2735.4	241
Promedio	234.4	238.1	333.9	280.9	214.7	226.8	206.9	156.3	171.9	207.8	222.2	235.1	2729.1	

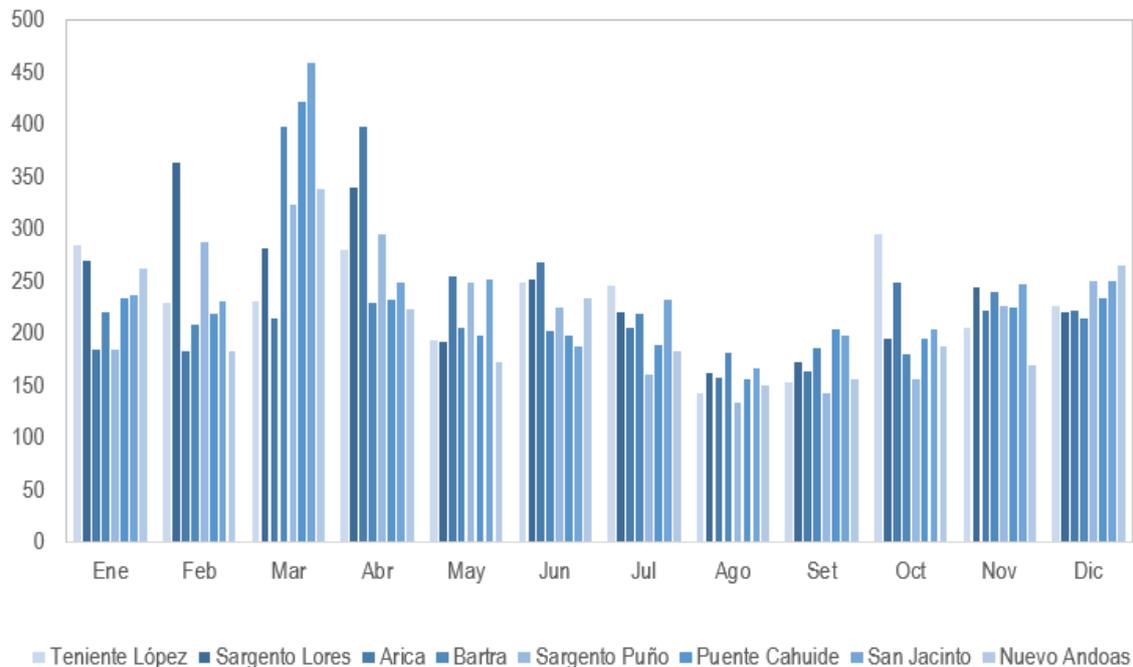
(*) Estación administrada por el SENAMHI

(**) Estación monitoreo de PLUSPETROL

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

En el Gráfico 9-Ob-3, la mayor precipitación total media mensual se presenta durante el mes de marzo, seguido por la época seca que podría considerarse a partir del mes de agosto a setiembre. El volumen de precipitación es constante y tiende al aumento entre los meses de diciembre a febrero.

Gráfico 9-Ob-3 Comportamiento medio mensual de la precipitación

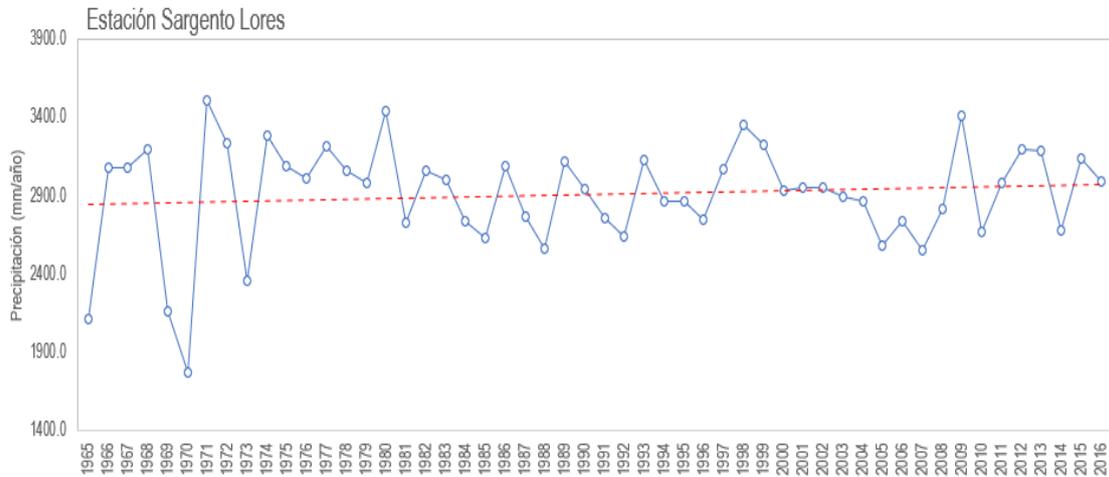


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Precipitación acumulada anual actualizada al 2016

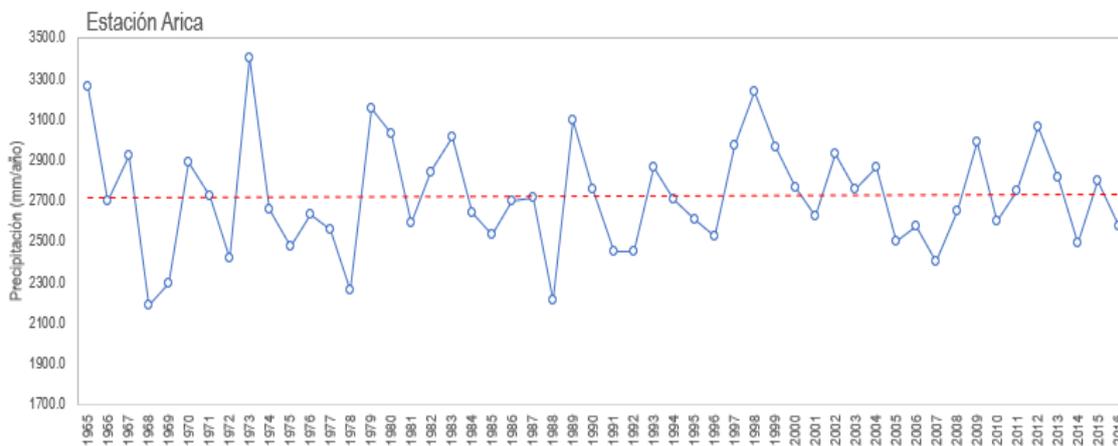
Para el cálculo de la precipitación acumulada anual, se hizo uso de las series totales mensuales, seguido a la acumulación anual, para lo cual se tomaron los datos de las estaciones Teniente López, Nuevo Andoas, Bartra, Sargento Lores, San Jacinto, Arica, Sargento Puño y Puente Cahuide. Los resultados muestran una serie anual con una tendencia al incremento en las series evaluadas para ciertas estaciones. Los gráficos se muestran a continuación.

Gráfico 10-Ob-3 Precipitación total anual estación Sargento Lores



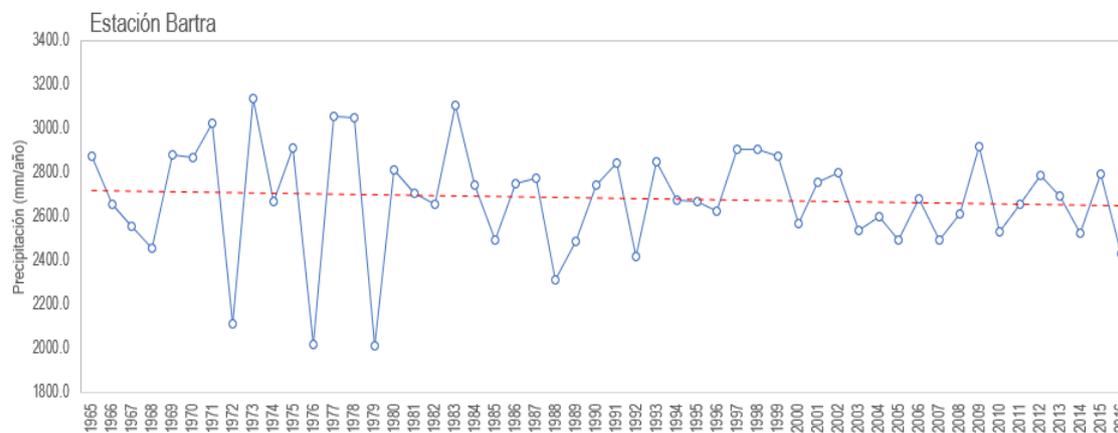
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 11-Ob-3 Precipitación total anual estación Arica



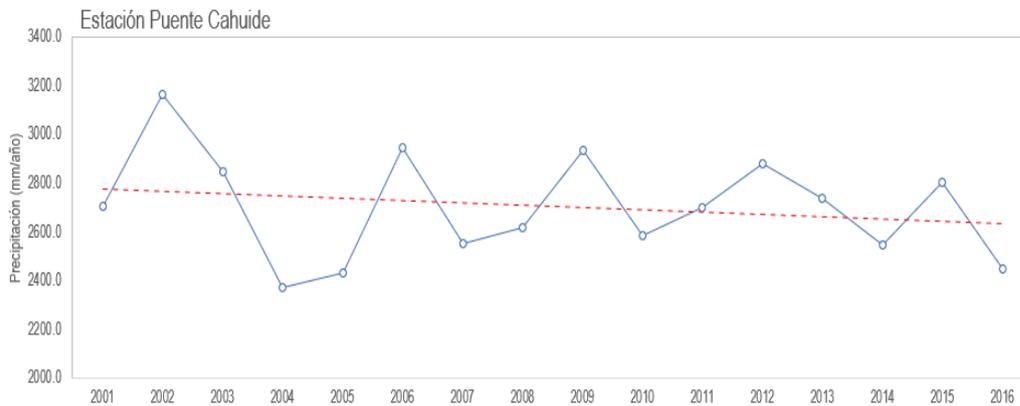
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 12-Ob-3 Precipitación total anual estación Bartra



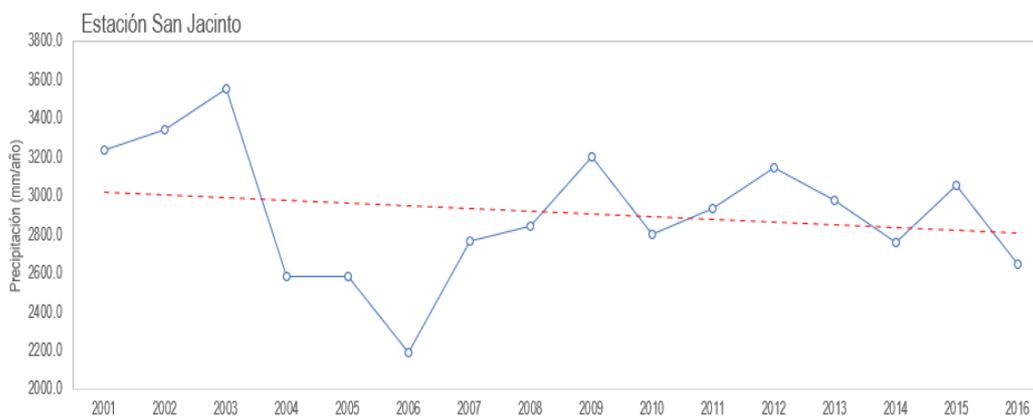
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 13-Ob-3 Precipitación total anual estación Puente Cahuide



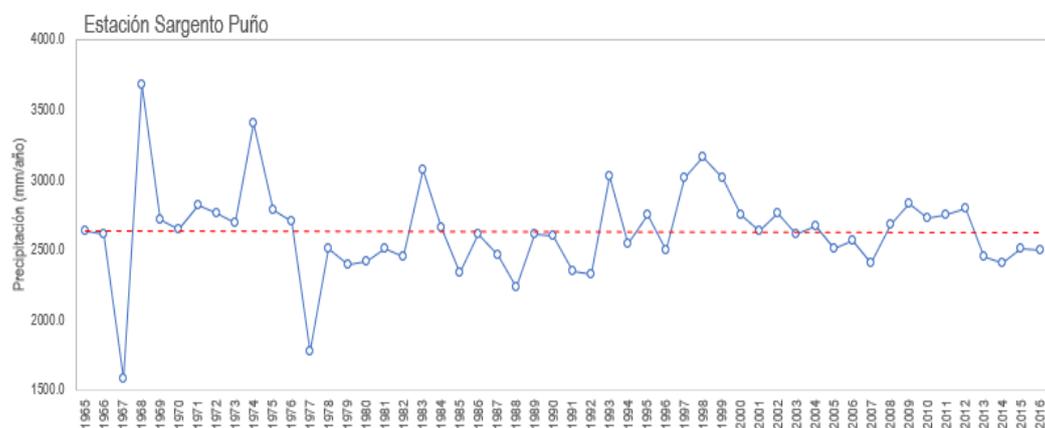
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 14-Ob-3 Precipitación total anual estación San Jacinto



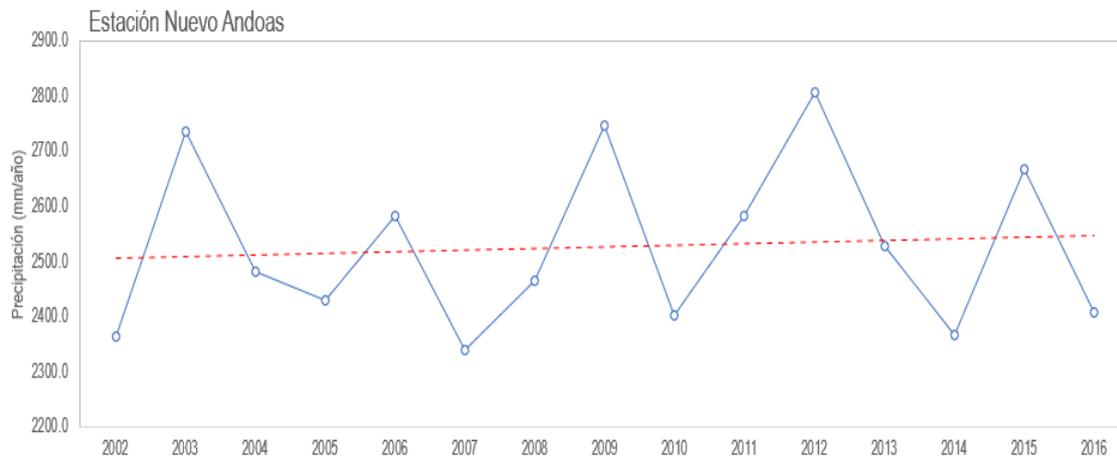
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 15-Ob-3 Precipitación total anual estación Sargento Puño



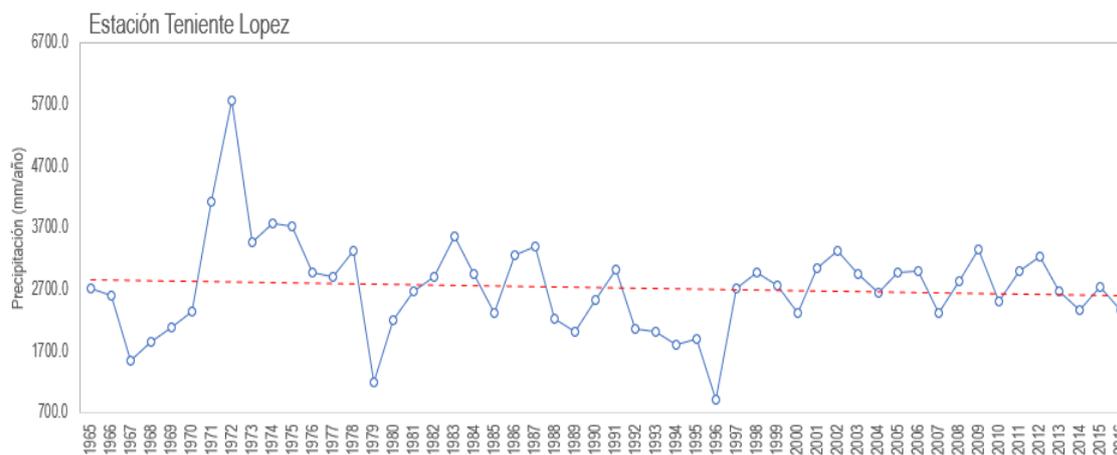
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 16-Ob-3 Precipitación total anual estación Nuevo Andoas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Gráfico 17-Ob-3 Precipitación total anual estación Teniente López



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Conclusión de la Estacionalidad del sitio S0110

Analizado los dos escenarios para la actualización de la información a periodos de años más cercanos de las estaciones más representativas del sitio S0110, es decir utilizando las estaciones meteorológicas sin completar (data real) y las estaciones meteorológicas completadas en sus serie de periodo del 2007 al 2016 (modelo PISCO), se concluye que la que mejor refleja la estacionalidad de los periodos hidrológicos (época húmeda y época seca), es la data de la estaciones del Senamhi sin completar (data histórica), puesto que esta no sufre de alteración en relación a sus cambios que ocurre con la media y la desviación estándar, razón por la cual el comportamiento registrado de la precipitación se ajusta con lo observado en la etapa de campo.

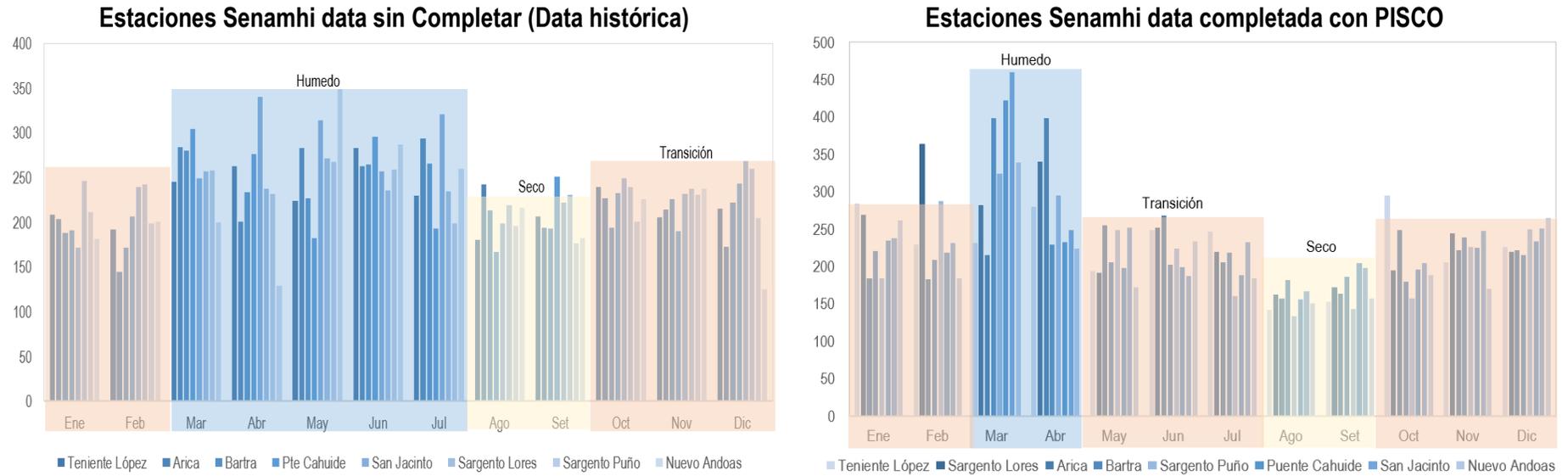
Tomado en cuenta dicha afirmación en la Figura 5-Ob-18, podemos observar dicha variación es muy evidente.

De la Figura 3-Ob-3, podemos concluir que la data histórica refleja el comportamiento hidrológico del sitio S0110, que es del mes de marzo a julio y se produce la mayor cantidad de precipitación

mensual por lo que es época húmeda. Y del mes de agosto a setiembre, al registrarse la menor cantidad de precipitación son meses o época seca. Los meses de octubre a febrero son meses de transición.

En cambio, la data completada con PISCO tiene un comportamiento hidrológico diferente es decir que solo en marzo y abril se presenta las precipitaciones (época húmeda) y de agosto y setiembre es época seca y los demás meses sin época de transición (octubre a febrero y de mayo a julio).

Figura 3-Ob-3 Gráfico de estacionalidad hidrológica (periodo húmedo – periodo seco).



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Climáticas: El PR en el ítem 2.2, numeral 2.2.5., describe que el área de estudio presenta un clima de Selva Tropical Muy Húmeda específicamente un clima muy lluvioso, cálido, muy húmedo con invierno seco y abundante precipitación durante todo el año, permanentemente húmedo por alta concentración de vapor de agua en la atmosfera.

OBSERVACIÓN N.º 5

El PR, debe presentar las estadísticas necesarias para establecer los datos climáticos. En ese sentido, el PR debe describir la caracterización climática del área de estudio tomando como referencias la información de las estaciones meteorológicas representativas disponibles. El Mapa 6.2.6 referido por el PR no incluye la caracterización climática con los valores estadísticos correspondientes.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora adjunta la caracterización climática del sitio, y toma como referencia el Mapa de Clasificación Climática del Perú, proporcionado por el SENAMHI como fuente principal. Sin embargo, la antigüedad de la información que señalan haber analizado, supera los 10 años tal como se precisa en la observación N° 3, en ese sentido se requiere que, para el análisis se utilice información más actualizada. La consultora debe utilizar data más actualizada, tomando como referencia lo indicado en la Ley 30327, Ley de promoción de las inversiones para el crecimiento económico y el desarrollo sostenible, artículo 7° Condiciones del uso compartido de la línea base, la cual indica que, para hacer uso compartido de la línea base esta no debe de ser mayor a cinco (5) años de antigüedad, contada desde la aprobación del EIA-d o EIA-sd en el que se aprobó la línea base que se pretenda utilizar.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Considerando lo sustentado en la Observación N° 3, se completa la serie de datos correspondiente a la serie de años más reciente, la cual para aquellos años donde no se tiene información, se completó los datos a través de modelos (HEC4, PISCO v2.0) previo a su tratamiento estadístico para una mayor consistencia y correlación de los datos, la cual permita y sustente la caracterización climática del sitio.

Respuesta:

En atención a la observación N°05, se indica lo siguiente:

En respuesta a la presente observación, se procede a realizar la clasificación climática de Thornthwaite (1949), en base a los parámetros necesarios para su cálculo.

Para ello se hizo uso de la estación Nueva Andoas, la cual es la única estación que cuenta con los parámetros necesarios para realizar los cálculos mediante la metodología establecida. Para ello se hizo uso de la Precipitación acumulada, Temperatura media y Humedad relativa. En la siguiente tabla se muestra el registro de datos procesados para la clasificación Climática.

Cuadro 1-Ob-5 Registro de parámetros meteorológicos

Estación	Administración	Parámetros	Período	Total de años
Nuevo Andoas	Pluspetrol (1)	Precipitación total mensual	2002-2004 / 2005-2016	15
		Temperatura media mensual	2002-2004 / 2005-2016	15
		Humedad relativa	2001-2004	4

(1) Estación monitoreo de PLUSPETROL

Fuente:

- Negro: Planillas SENAMHI (Anexo 6.11.3)

- Verde: EIAs de la Prospección Sísmica 3D y de la Perforación Exploratoria del Lote 101 Volumen VII Anexo 2.1.1, Nov. 2006

- Morado: Estimado a partir del producto grillado PISCO-Senamhi v 2.1

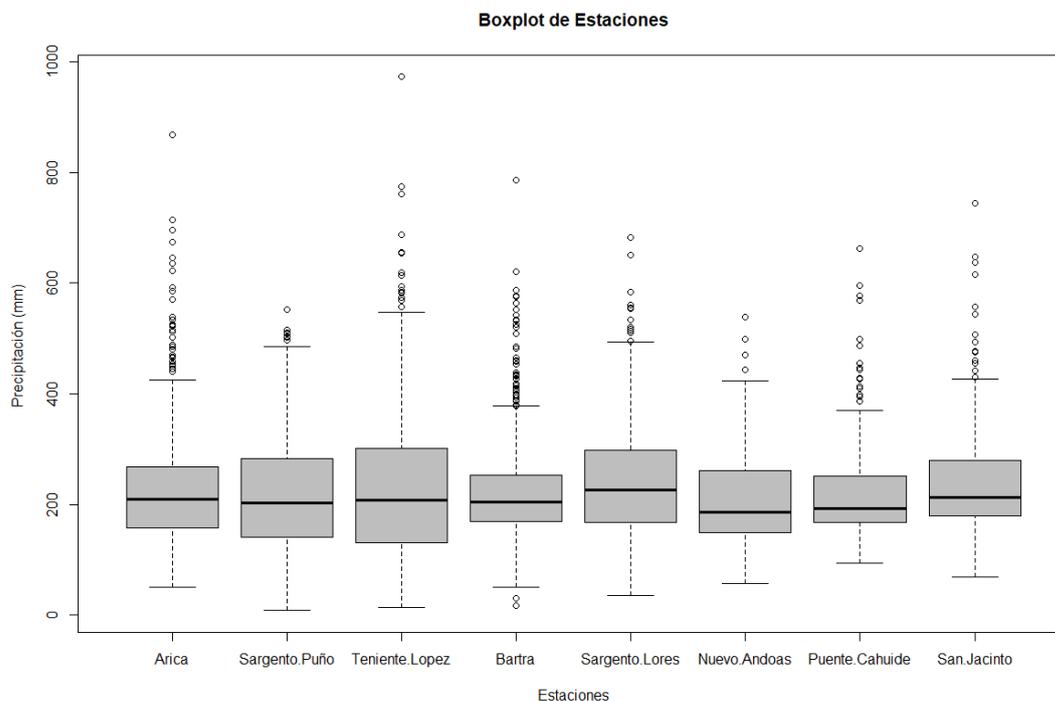
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Análisis y tratamiento de datos

El análisis de registros de precipitación y temperatura se realizó en base a la estación Nuevo Andoas propiedad de Pluspetrol, la cual cuenta con un registro de precipitación a nivel multianual, de la cual se cuenta con escasa información lo cual fue evidenciada por el Senamhi mediante la disponibilidad de información solicitada, razón por la cual se complementó la información en periodos sin registro actualizado con el producto grillado PISCO en su v 2.1, el cual fue procesado, aplicando su reducción de escala en base al registro histórico de estaciones meteorológicas, siendo procesada en el lenguaje R y realizando el análisis estadístico y gráfico mediante Boxplots.

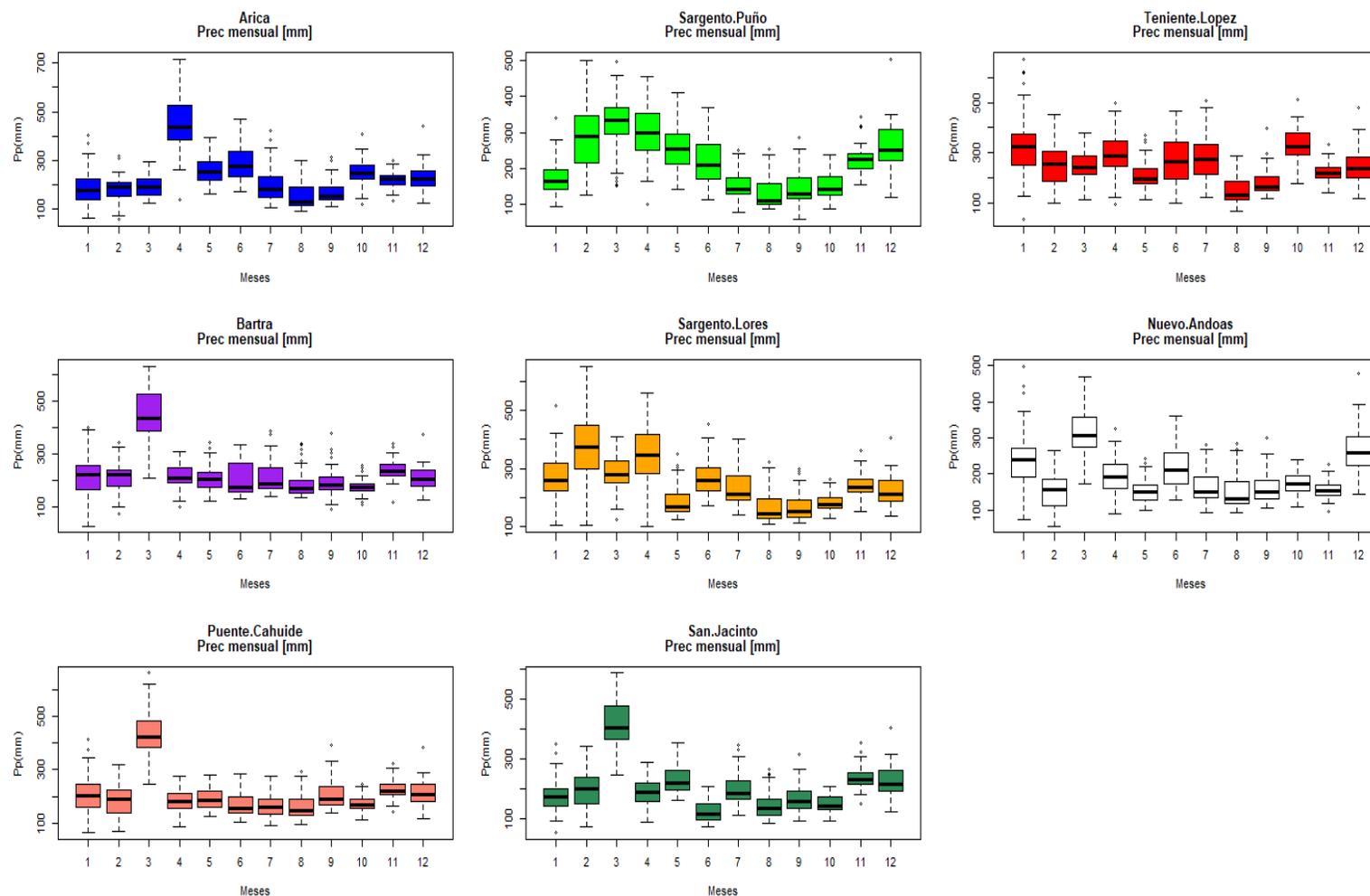
En el Anexo 6.11 / 6.11.2 y 6.11.3 se presenta las planillas de información meteorológica del Senamhi de todas las estaciones utilizadas y series corregidas.

Figura 1-Ob-5 Precipitaciones registradas en las estaciones evaluadas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

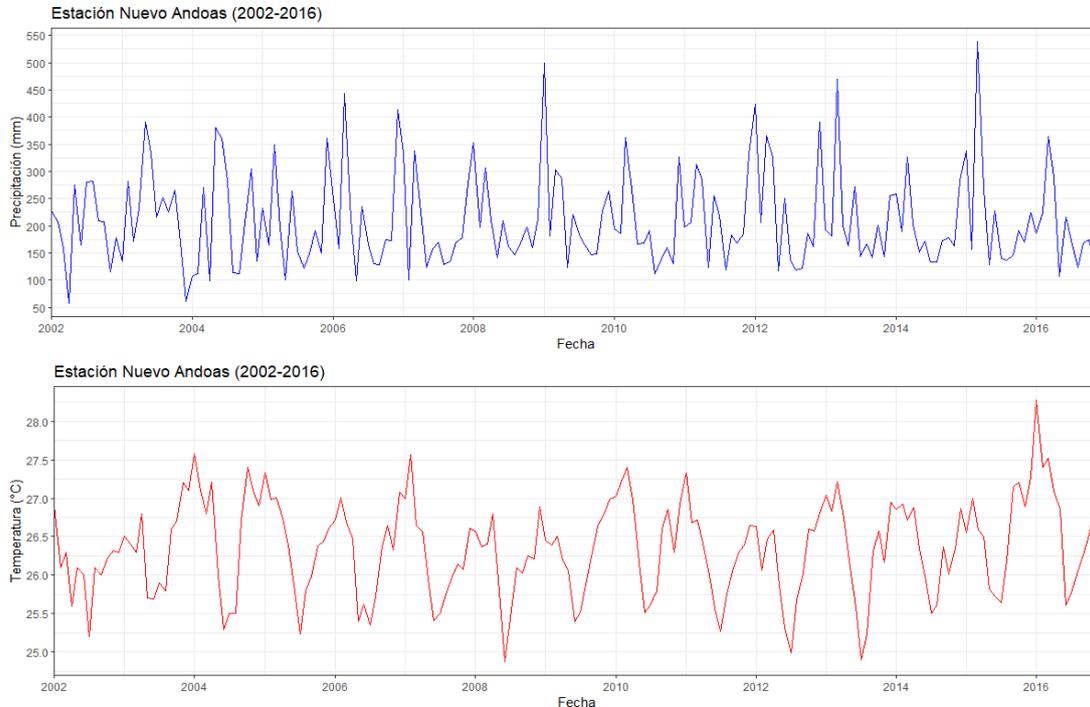
Figura 2-Ob-5 Boxplots para la serie evaluada



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Se procedió a corregir los datos de precipitación y temperatura para la estación Nuevo Andoas, los cuales se muestran corregidos de sesgo y desviación en el siguiente gráfico.

Figura 3-Ob-5 Precipitaciones registradas en las estaciones evaluadas



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Finalmente se muestra el resumen de parámetros medios evaluados en el siguiente cuadro.

Cuadro 2-Ob-5 Registro multianual de las variables meteorológicas

Var/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Tot /Med
Pp (mm)	261.90	183.38	338.79	223.91	172.62	233.75	183.44	149.97	156.62	187.80	170.26	264.72	2527.16
Tmedia (°C)	26.98	26.80	26.75	26.64	26.05	25.56	25.42	25.80	26.32	26.56	26.53	26.87	26.36
Hr (%)	82.00	81.00	82.20	82.20	83.40	82.30	81.60	79.40	78.50	81.00	82.00	82.10	81.48

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

La información meteorológica ha sido actualizada para los periodos 2002 – 2016 en el caso de precipitación y temperatura. Para el caso de humedad relativa no se cuenta con registros satelitales ni in situ de estaciones cercanas, razón por la cual se tomarán valores promedio multianual para realizar la caracterización climática.

A) Grado de eficiencia de humedad (I)

Este índice guarda relación con la humedad mensual producto de las precipitaciones ocurridas en el área de estudio y la temperatura del ambiente. Para la estación Nuevo Andoas, el valor de eficiencia de humedad es de 130.08 (A(r)), dándonos un carácter de clima muy húmedo. Y su identificación climática tiene un tipo de distribución sin estación seca bien definida.

$$I = \sum_{i=1}^{12} i ; i = 1.64 \times \left(\frac{P}{T + 12.2} \right)^{10/9}$$

Donde:

I = índice anual de jerarquía de humedad.

i = índice mensual de jerarquía de humedad.

P = precipitación promedio mensual.

T = temperatura promedio mensual.

Para establecer el grado de eficiencia de humedad se utilizan los Cuadro 3-Ob-5. y Cuadro 4-Ob-5.

Cuadro 3-Ob-5 Jerarquías de humedad

Valores del índice I	Símbolo	Carácter del Clima
128 o mayor	A	Muy húmedo
64 a 127	B	Húmedo
32 a 63	C	Sub Húmedo
16 a 31	D	Seco
Menor de 16	E	Muy Seco

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-Ob-5 Tipo de distribución de la humedad a través del año

Símbolo	Significado
r	Sin estación seca bien definida
i	Deficiente de lluvias en el invierno
p	Deficiente de lluvias en la primavera
b	Deficiente de lluvias en el verano
o	Deficiente de lluvias en el otoño
d	Deficiente de lluvias en todas las estaciones

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

B) Grados de eficiencia de temperatura ambiental (I')

Este índice relaciona la temperatura del ambiente producto de la radiación solar en el día, con el desarrollo fenológico de las plantas. Para la estación Nuevo Andoas, la eficiencia de temperatura ambiental asciende a 233.43 (A') que indica que el carácter del clima es de tipo cálido de zona tropical.

$$I = \sum_{i=1}^{12} i ; i = 1.64 \times \left(\frac{9 \times T}{20} \right)$$

Donde:

I' = índice anual de jerarquía de temperatura.

i = índice mensual de jerarquía de temperatura.

T = temperatura promedio mensual.

Para establecer el grado de eficiencia de temperatura ambiental se utiliza el Cuadro 5-Ob-5.

Cuadro 5-Ob-5 Jerarquías de temperatura

Valores del índice I'	Símbolo	Carácter del Clima	Zonas
128 o mayor	A'	Cálido	Tropical
101 a 127	B 1'	Semicálido	
80 a 100	B 2'	Templado	Mesotermal
64 a 79	B 3'	Semifrío	
32 a 63	C'	Frío	Microtermal
16 a 31	D'	Semifrío	
1 a 15	E'	Frío	
0	F'	Polar o gélido	Hielo Perpetuo

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

C) Distribución de la temperatura a través del año

En la determinación climática por el método de Thornthwaite se incluye una clasificación sobre la distribución de la temperatura a través del año, que mide el grado de incidencia térmica sobre las estaciones de verano permitiendo definir si el cambio térmico es brusco o leve. La distribución de temperatura para la estación Nuevo Andoas presenta con un valor de 25.46 (a') indicando que presenta una distribución de temperatura sin cambio térmico invernal bien definido. Esta distribución se muestra en el Cuadro 6-Ob-5.

$$\left[\frac{\sum_{i=1}^3 i'(enero, febrero y marzo)}{I'} \right] \times 100$$

Donde:

I' = índice anual de jerarquía de temperatura.

Cuadro 6-Ob-5 Tipos de distribución de la temperatura a través del año

Símbolo	Porcentaje (%)	Carácter del clima
a'	De 25 a 29	Sin cambio térmico invernal bien definido
b'	De 30 a 34	Con invierno benigno
c'	De 35 a 49	Con invierno extremoso
d'	De 50 a 69	Con invierno muy extremoso
e'	De 70 a 100	Con invierno extremadísimo

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

D) Clasificación de la humedad

Así mismo, es necesario el uso de humedad relativa, para la estación Ilo, su valor promedio mensual es de 81.5 % (H3), representando una característica descrita como muy húmeda, esto es debido a su ubicación en la selva amazónica, donde las lluvias se concentran en mayor cantidad y la evaporación y transpiración es mayor. De esta manera su clasificación se expresa en el Cuadro 7-Ob-5.

Cuadro 7-Ob-5 Clasificación de la humedad relativa

Valores medios anuales (H)	Característica climática	Símbolo
25 % - 44 %	Muy Seco	H1
45 % - 64 %	Seco	H2
65 % - 84 %	Húmedo	H3
85 % - 100 %	Muy Húmedo	H4

Fuente: Thornthwaite, 1949

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

De acuerdo con los valores obtenidos de la caracterización climática, la estación Nuevo Andoas corresponde al Clima **A(r)A'a'H3**, este se caracteriza por ser un clima muy húmedo, sin estación seca bien definida, con una jerarquía de temperatura cálida tropical, registrando una temperatura media de 26.4 °C, precipitación media anual de 2527.2 mm y una humedad relativa calificada como húmeda de 81.5 %

En el Anexo 6.11 / 6.11.4 se presenta la clasificación climática de la estación Nuevo Andoas

En base a los resultados obtenidos de la clasificación climática, se procedió a comparar con la clasificación climática propuesta por el Senamhi en su ráster climático, el cual representa lo siguiente.

Caracterización Climática Senamhi

La caracterización climática del sitio S0110, se basó en la metodología propuesta por Thornthwaite (1949) y presentada por el SENAMHI en el "Mapa de Clasificación Climática del Perú". El área de estudio se encuentra en la clasificación A(r)A'H4, el cual indica un clima muy húmedo, muy lluvioso con precipitación abundante en todo el año y permanentemente húmedo.

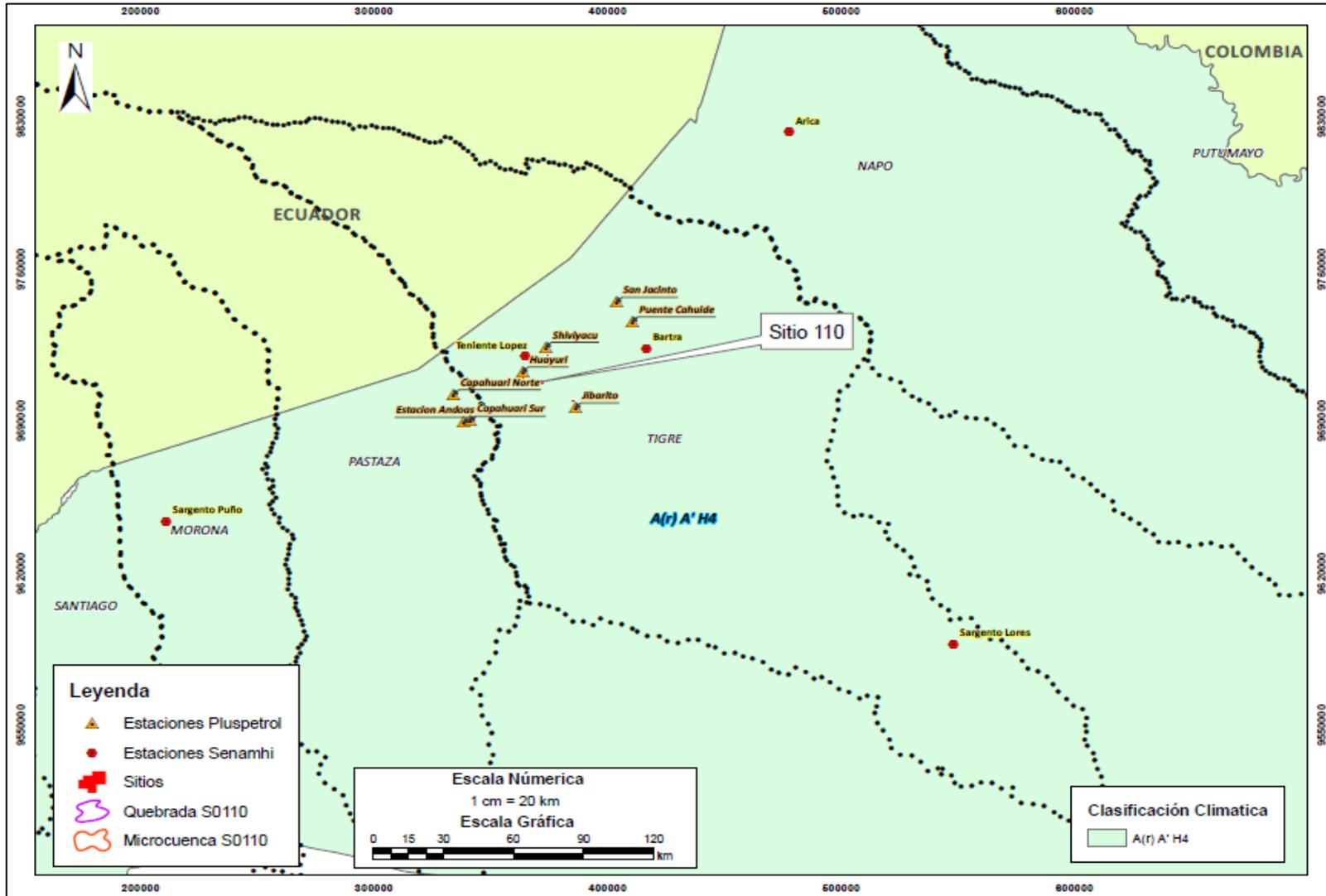
Asimismo, la descripción meteorológica y climática se desarrolló con el fin de determinar el potencial para generar cuerpos de agua en forma de escorrentía o sistema de almacenamiento natural a nivel superficial, así como determinar el potencial de aporte y recarga directa hacia el medio subterráneo; y de manera general, establecer la comprensión y relevancia de los factores meteorológicos con la disponibilidad hídrica.

En el Anexo 6.2 / 6.2.6- "Mapa Climático del Sitio S0110", se presenta las estaciones meteorológicas del análisis en el PR y en el área de estudio que corresponden al SENAMHI, y las que corresponden a los IGA de la zona de estudio; concretamente a la información proveniente de los monitoreos ambientales que ha realizado la empresa Pluspetrol en el área de estudio.

Finalmente se tiene una ligera variabilidad en la comparación de los resultados obtenidos y los del Senamhi, esto es debido a la clasificación de humedad relativa, la cual fue tomada del periodo (2001-2004) al no contar con mayor información disponible.

En la Figura 4-Ob-5 se presenta la clasificación climática del sitio S0110 con la ubicación de las estaciones del Senamhi y las estaciones de monitoreo de Pluspetrol.

Figura 4-Ob-5 Clasificación climática del área de estudio



Fuente: SENAMHI. Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

Suelos: El PR en el ítem 2.2, numeral 2.2.6., describe las condiciones edáficas del área de estudio.

OBSERVACIÓN N.º 6

El PR no describe las unidades edáficas del suelo, no registra la capacidad de uso mayor de tierras y el mapa 6.2.7 referido por el PR no incluye la mencionada información. Debe de considerar el D.S N° 017-2009-AG sobre la Clasificación de Tierras por su capacidad de uso mayor y el D.S N° 013-2010-AG sobre levantamiento de suelos. Debe indicar los resultados de los estudios de granulometría del suelo, indicar el tipo de arcillas del mismo.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora, detalla información referente al suelo, la cual en su mayoría corresponde a información secundaria, a niveles regionales, conforme las referencias bibliográficas del Cuadro 2-Ob-6 y Cuadro 3-41; por lo que deberá complementar la información, ya que resulta necesario conocer datos propiamente del sitio del estudio.

Así también, La consultora debe utilizar fuentes secundarias con información más actualizada, tomando como referencia lo indicado en la Ley 30327, Ley de promoción de las inversiones para el crecimiento económico y el desarrollo sostenible, artículo 7° Condiciones del uso compartido de la línea base, la cual indica que, para hacer uso compartido de la línea base esta no debe de ser mayor a cinco (5) años de antigüedad, contada desde la aprobación del EIA-d o EIA-sd en el que se aprobó la línea base que se pretenda utilizar.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Con relación a la observación, se indica que sí bien se indica la información bibliográfica utilizada corresponde a información regional, se precisa que esta información fue contrastada con la información obtenida durante las labores de campo en las dos temporadas de ingreso (seca y húmeda); asimismo, la interpretación y descripción de los suelos se realizó en el marco del D.S. N.º 013-2010-AG, considerando los chequeos de identificación (barrenos) para la obtención de muestras.

Cabe mencionar que, de acuerdo con la Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), el tiempo de formación de 1 cm de suelo puede variar entre 100 a 1000 años aproximadamente, sin embargo, este centímetro de suelo puede estar sujeto al transporte y/o erosión hídrica¹. Bajo esta concepción, se entiende que la información regional levantada en el EIA CT, es válida siempre y cuando se realice un muestreo de validación o identificación en las unidades cartográficas de suelo establecidas. Este muestreo se realizó como parte de la elaboración del PR del Sitio S0110.

Respuesta:

En atención a la observación N°06, se indica que en el Ítem 2.2.6 Suelo del PR, se realizó considerando como base referencial:

¹ <http://www.fao.org/3/i3855s/i3855s.pdf>

- Estudio de Impacto Ambiental EIA Centrales térmicas y unidad de producción de combustible – Lote 1AB (en adelante EIA CT), sobre el cual se procedió a realizar la verificación con lo descrito en este documento, frente a la clasificación natural de suelos de la 12va edición del Soil Taxonomy (2014), esto debido a que en el EIA CT, se realizó con la edición 9na del Soil Taxonomy (2003).
- para la interpretación de las características fisicoquímicas del suelo, expresas en los resultados obtenidos en laboratorio, se utilizó el Anexo N° IV Guía de clasificación de los parámetros edáficos, el cual se presenta en el “Reglamento de Ejecución de Levantamiento de Suelos y el Reglamento de Tierras por su capacidad de uso mayor” (017-2009-AG).
- Por otra parte, para realizar la descripción, identificación y evaluación de las características de los suelos se realizó chequeos de identificación, con la finalidad de verificar y comprobar las unidades taxonómicas establecidas, tal como se indica en el “Reglamento para la ejecución de Levantamiento de suelos”, aprobado en el Decreto Supremo (D.S. N.º 013-2010-AG).

De acuerdo con lo descrito anteriormente, las referencias se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2-Ob-6 Referencias bibliográficas para el ítem de suelos

Tipo de referencia bibliográfica	Descripción	Autor	Año de Publicación / Elaboración
Referencia Bibliográfica	Estudio de Impacto Ambiental EIA Centrales térmicas y unidad de producción de combustible – Lote 1AB	Plus Petrol	2007
	<i>Keys to soil Taxonomy, ninth edition</i>	<i>Soil Survey Staff</i>	2003
	<i>Keys to soil Taxonomy, twelfth edition</i>	<i>Soil Survey Staff</i>	2014
Referencia Institucional	Reglamento de Tierras por su capacidad de uso mayor	MINAGRI	2009
	Reglamento para la ejecución de Levantamiento de suelos	MINAGRI	2010

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Es necesario indicar que, de acuerdo con la característica del proyecto, el nivel de detalle en el estudio de suelo fue de manera referencial considerando para ello las referencias bibliográficas señaladas anteriormente.

Se menciona además que, de acuerdo con el D.S. 013-2010-AG, el pedón es la mínima unidad de estudio que puede ser clasificada y es en ella en donde se extraen las muestras para el laboratorio; al conjunto de ellos se le denomina polipedón, que representa características similares y sus límites se relacionan a los lugares donde no hay suelo propiamente dicho y/o los pedones presentan características que difieren significativamente. El Polipedon es la mínima unidad de clasificación y de representación cartográfica (mapeo), para su clasificación se utiliza el Sistema de Clasificación del Soil Taxonomy el cual cuenta con 6 categorías orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie.

Hecha esta salvedad, se indica que el ítem 2.2.6 Suelos del PR del sitio S0110 presenta una unidad cartográfica de suelo, la cual se detalla a continuación:

“Asociación Soldado - Huayuri (So-Hu), esta unidad cartográfica está formada por las unidades edáficas Soldado (Typic Distrudepts) y Huayuri (Lithic Distrudepts), en una proporción de 60 -40 %, se presenta en cuatro (04) fases por pendiente: plana a ligeramente inclinada (0 – 4 %), fuertemente inclinada (8 – 15 %), moderadamente empinada (15 – 25 %) y empinada (25 – 50 %).

Se caracterizan por ser suelos de incipiente desarrollo genético y con una clasificación de profundidad efectiva de clase muy superficial, textura gruesa a moderadamente fina (arena franca a arcillosa), lo que le brinda un drenaje natural bueno (en las zonas de pendientes empinadas) a imperfecto (zonas planas), presenta un color café grisáceo a amarillo rojizo.

En cuanto a su composición química, este suelo se caracteriza por una reacción muy fuertemente ácida en superficie y profundidad (pH 4.81 a 4.58); no presenta riesgo de salinidad (<0.07 dS/m); la capacidad de intercambio catiónico es muy baja (0.91 a 0.67 meq/100 gr); el contenido materia orgánica es bajo (1.84 a 0.62 %), bajo en fósforo disponible (< 3.5 ppm), lo cual determina que la fertilidad natural de la capa arable sea baja”

Cabe mencionar que para la interpretación de la textura de los suelos presentes en el área de evaluación se utilizaron los resultados de granulometría, los cuales se presentan en el Cuadro 3-32 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época húmeda) y el Cuadro 3-33 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época seca) (ver Anexo 6.10 Informes de ensayo de laboratorio del PR).

En lo que respecta a la capacidad de uso mayor de tierras (CUM), se hace la mención de que el objetivo general del proyecto es la rehabilitación del sitio impactado por derrame de hidrocarburos y que, según la metodología y los resultados obtenidos para el Sitio S0110 (Sitio 5) no se identificó riesgo a la salud y al ambiente, por tal motivo no aplica una remediación de suelo. Se recomienda realizar un estudio de capacidad de uso mayor de tierras, el cual tendrá el objetivo de definir la aptitud más idónea del suelo con fines de uso y manejo más apropiado futuro por los pobladores locales.

Finalmente, se indica que las arcillas que podrían formar parte del sitio S0110 (Sitio 5) son del tipo caolinitas, tal como lo indica el boletín geológico N.º130, Serie A: Carta Geológica Nacional (Quispesivana Quispe, y otros, 1999).

El siguiente cuadro se indican los resultados de granulometría.

Cuadro 3-41 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo para calidad agrícola o suelo agrícola (Granulometría)

Tipo de Producto		SUELO AGRICOLA			
Fecha de muestreo		25/06/2018	6/09/2018	23/06/2018	25/06/2018
Nombre de la Estación		S0110-SCA-012	S0110-SCA-013	S0110-SCA-014	S0110-SCA-015
Parámetro	Unidades	Resultados			
Propiedades Físicas - Granulometría					
Arcilla	%	32.2	29.6	18.5	21.3
Arena	%	17.4	25.3	33	24.5
Arena Fina	%	17.4	25.3	33	24.5
Arena Gruesa	%	< 0	< 0	< 0	< 0
Clase Textural	%	Franco-Arcillo-Limosa	Franco-Arcillosa	Franca	Franco-Limosa
Limo	%	50.5	45.1	48.5	54.2
Relaciones de Interés					
Relación C/N		14.5	7.55	15	9.47

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total: El PR en el ítem 3.5, numeral 3.5.1.1, donde presenta la comparación de los resultados, a su vez presenta los números de sondeos empleados finalmente acompañados de las consideraciones técnicas para cada sitio.

OBSERVACIÓN N.º 10

En consideraciones técnicas, se dice que se tomó en consideración los estándares establecidos por la Guía para el Muestreo de Suelos, pero sin embargo se mantuvo por debajo del muestreo de detalle, y proponen 29 sondeos real para dar profundidad máxima y media según las necesidades dentro del polígono y por consiguiente lograr sus objetivos; por lo que se necesita que se precisen los objetivos que se pretenden lograr bajo los supuestos para reducir el número de sondeos a detalle. Asimismo, cabe resaltar que el correcto procedimiento para el cálculo de muestras de Detalle requiere necesariamente conocer los resultados del muestreo de Identificación.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La Consultora presenta información explicando el proceso de determinación de puntos de muestreos, sin embargo, la observación formulada refiere al contenido del cuadro **3-8 Cálculo de número de sondeos total**, donde mencionan que, “Se tomó en consideración los estándares establecidos por la Guía para el Muestreo de Suelos, pero sin embargo se mantuvo por debajo del muestreo de detalle, y proponen 29 sondeos real para dar profundidad máxima y media según las necesidades dentro del polígono y por consiguiente lograr sus objetivos propuestos”, al respecto, la consultora no presenta explicación sobre lo requerido.

Por otro lado, la consultora adjunta un nuevo **cuadro 3-8 Cálculo de número de sondeos total**, donde consigna una nueva cifra (34) en lo que respecta a número sondeos reales, en lugar del valor antiguo (29), tal como figuraba en el PR inicial; cabe precisar que esta modificación lo realiza sin justificación alguna, es decir, no precisa si la actualización del cuadro responde a un error de redacción o a una nueva evaluación del cálculo de número de sondeos. Adicional a ello, la consultora no presenta el detalle de los 34 sondeos reales que indica.

Por otro lado, esta información se contradice con la indicada en las observaciones N° 18 y N° 19. La información presentada no es clara.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Es importante señalar que para el presente estudio corresponde realizar un muestreo de detalle mas no un muestreo de identificación; esta última labor quedo establecida por el OEFA.

Por otra parte, la Guía para muestreo de suelos se consideró como referencia para determinar la cantidad de muestreo de detalle de suelo, complementando con el conocimiento del especialista y las evidencias encontradas en campo, como efectivamente se realizó.

Según la Guía de suelos, se requeriría 34 puntos de detalle si los todos los puntos de identificación (18) hubieran superado el ECA o los niveles de fondo. Sin embargo, para el caso del sitio 110 se consideró realizar 28 puntos de detalle, es decir que representaría un más del 85% de excedencia en puntos de identificación. Este porcentaje aún sigue siendo muy conservador, y es validado posteriormente con los resultados obtenidos de laboratorio, donde muy pocas (<5%) de las muestras de suelo analizadas presentaron excedencia con referencia al ECA o los niveles de Fondo.

Todos los puntos de muestreo fueron realizados dentro del API, que incluye a las áreas: Fuente, Transporte, Validación y potencialmente impactada, sobre las cuales se han establecido 26 puntos de muestreo (primera salida de campo) y 2 puntos de muestreo (segunda salida de campo) para un total de 28 puntos más un (1) punto para nivel de fondo.

Con base en lo anteriormente expuesto, se actualiza y se corrige la respuesta con relación a los cálculos desarrollados para determinar finalmente los sondeos de detalle.

Respuesta:

En atención a la presente observación, se realiza la explicación del procedimiento para determinar la cantidad de puntos de muestreo de detalle, para ello se debe considerar la siguiente secuencia.

Primero. El área de potencial interés es de 2.6 ha, para ello empleamos la tabla N°5 de la Guía para muestreo de suelos, el área no está contemplado en la tabla N°5, en ese sentido, se realiza una interpolación, el cual se obtuvo 17.4, es decir 17 puntos de muestreo de identificación a nivel de gabinete (teórico). Por esta razón, se actualiza el cuadro 3-7 del PR quedando de la siguiente manera.

Cuadro 3-7 Estimación del número de sondeos de identificación por sitio: época húmeda

Sitio - Código OEFA	Área (ha)	Número de puntos de muestreo
S0110 (Sitio 5)	2.6	17

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Segundo. se consideró un escenario conservador, en el cual se asume que, de los 17 puntos de identificación calculados a nivel de gabinete, 15 hubieran excedido los estándares para calidad de suelo (es decir un 88% de excedencia).

Para determinar el número de sondeos se emplea la ecuación ($N=1.75X+2$), en el cual "N" viene hacer el número mínimo de puntos de muestreo de detalle y "X" son la cantidad de puntos de muestreo del MI que superaran los ECA suelos o Niveles de Fondo.

Con base en la formula anterior, si teóricamente los diecisiete (17) puntos hubieran presentado excedencias (es decir el 100%) la cantidad de sondeos a detalle resultaría en **treinta y dos (32) sondeos de detalle**; sin embargo, la cantidad de sondeos reales fueron **28 sondeos**, de los cuales en la época húmeda correspondieron 26 sondeos y en la época seca 2 sondeos. Este calculo se obtuvo de la estimación que quince (15) puntos en lugar de los diecisiete (17) hubieran presentado excedencias en el muestreo de identificación. Esta determinación completamente sustentada con base en las pocas o ninguna evidencia de contaminación encontradas en campo, y validado posteriormente con los resultados obtenidos de laboratorio, donde muy pocas (<5%) de las muestras de suelo analizadas presentaron excedencia con referencia al ECA o los niveles de Fondo.

Adicional se cuenta con **un sondeo histórico** realizado por el OEFA el punto "S-34", sin perjuicio de su ubicación, se realizaron sondeos muy próximos (S0110-S001, S0110-S002, S0110-S003, S0110-S005, S0110-S018 y S0110-S007), siendo representativos en el área y sobre los cuales se realizaron las labores de muestreo, este punto histórico presenta excedencias en las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, los sondeos próximos realizados, no presentaron excedencias en ningún parámetro.

En ese sentido, se actualiza el cuadro 3-8 del PR, reemplazándose por el siguiente cuadro.

Cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total

Código OEFA	Área (ha)	Número sondeos según área (Total)	Número sondeos a detalle*	Número sondeos reales**	Consideraciones Técnicas
S0110 (Sitio 5)	2.6	17	32	28	Se tomó en consideración los estándares establecidos por la Guía para el Muestreo de Suelos.

*Si se asumiera que las 17 muestras (100%) superaran el ECA o niveles de Fondo durante la etapa de identificación

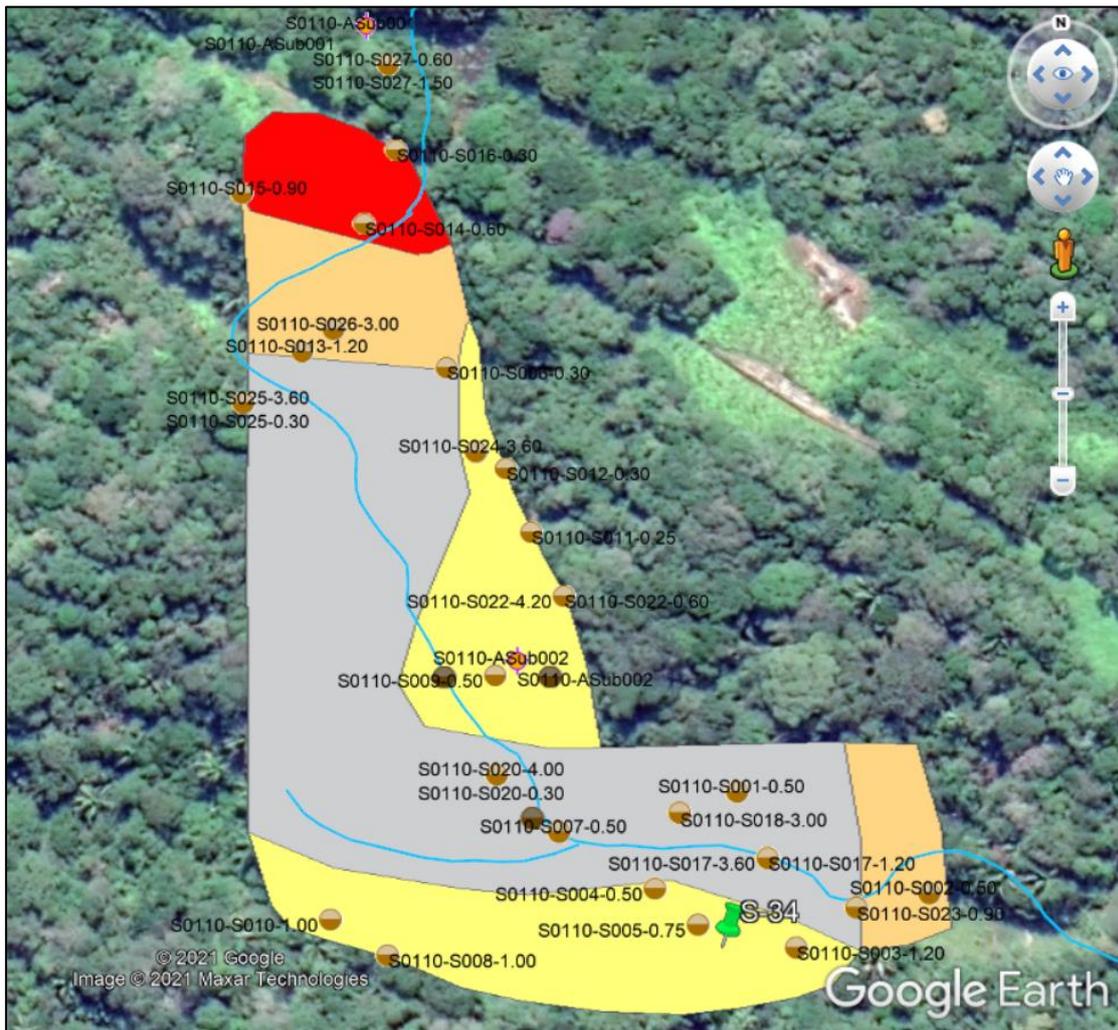
**Se asumió que 15 muestras (88%) superaron del ECA o niveles de fondo en la fase de identificación.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Por tal motivo, se indican los supuestos por el cual se consideró solo realizar 28 sondeos por debajo de lo calculado de 32 sondeos.

1. Los trabajos de muestreo de identificación estuvieron a cargo del OEFA.
2. Con base en los trabajos de campo, se evidenció la poca o ninguna afectación en suelo por hidrocarburo.
3. En las cuarenta (40) muestras analizadas, solo se obtuvieron excedencias en dos (02) puntos para la época húmeda, es decir representa el 5% de excedencias del total de muestras analizadas, en la época seca los sondeos se ubicaron próximos a las estaciones de muestreo de agua subterránea y estos no presentaron excedencias, por estas razones no se consideraron más sondeos próximos a los puntos de la época húmeda y se consideró suficiente y representativo los sondeos realizados, además, los sondeos que presentaron excedencia se ubican dentro del API, próximos a estos los sondeos realizados no presentaron ninguna excedencia.
4. La OEFA realizó un muestreo de tres (3) puntos en la zona y dentro del área de potencial interés se ubica el punto histórico "S-34"; en campo se densificaron sondeos próximos al punto señalado, los cuales no presentaron excedencias.
5. Con base en la falta de evidencia de hidrocarburo en suelo, se realizaron los cálculos considerando un escenario aun conservador para una primera etapa de muestreo, es decir que mas del 88 % de los puntos de muestreo de identificación hubieran presentado excedencia del ECA o niveles de fondo.
6. En la siguiente figura se muestran los sondeos realizados dentro del API en la época húmeda y en la época seca próximos a las estaciones de agua subterránea. Además, se tiene un punto histórico "S-34", el cual también se encuentra dentro del API y se plantearon sondeos próximos.

Figura 3-Ob-10 Puntos de muestreo de suelos (época húmeda y seca) y punto histórico



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Muestreo de agua superficial: El PR en el ítem 3.5.1.3, donde describe el muestreo de agua superficial

OBSERVACIÓN N.º 15

El PR S0110 detalla los siguientes parámetros de campo considerados en el muestreo de agua superficial: "T°, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez, potencial redox, pH y a los contaminantes de preocupación relacionados con la contaminación por actividades de la industria petrolera, los ensayos realizados fueron: BTEX, HTP totales, HAPs, metales totales, aceites y grasas". Sin embargo, el PR S0110 debe incluir los parámetros de acuerdo al programa analítico para el control de la calidad del agua natural de un cuerpo receptor en función de la actividad generadora de las aguas residuales y de la categoría ECA-Agua del cuerpo receptor, detallado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

Asimismo, los parámetros fisicoquímicos mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos incluyen a: DBO5, Ntot, N-NO3, N-NH3 y P, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

El PR detalla los parámetros de campo considerados en el muestreo de agua superficial, sin embargo, este no ha incluido el parámetro Sólidos Suspendedos Totales (SST). El PR debería considerar en la caracterización de la calidad del agua, el parámetro SST, el cual está relacionado con la migración de los contaminantes en este medio. Además, la toxicidad que se presenta en el agua está asociada a los SST.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora menciona que el estudio pretende determinar las características para la determinación de si existe o no una potencial migración de contaminación mediante los cuerpos de agua superficiales, en ese sentido es preciso indicar que, el parámetro Sólidos Suspendedos Totales (SST), está relacionado con la migración de los contaminantes en la matriz agua dado que, las partículas suspendidas en las aguas ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas que contienen las aguas ocasionando de esta manera alteración de la calidad de agua destinadas a la conservación del ambiente.

Asimismo, si bien la consultora indica el sustento de la relación entre los parámetros SST y turbidez en base a información científica, cabe precisar que, así como existe literatura científica que refiere la existencia de esta relación, también existe literatura que indica la débil consistencia de esta relación. Adicional a ello, la misma consultora indica que la validación de una relación lineal entre los SST y la turbidez requiere de experimentación que permita calibrar la función matemática. Al respecto Thackston y Palermo (2000) indica que no es posible usar la curva generada en una localidad para otra localidad diferente, incluso los sedimentos de diferentes tramos de un mismo curso tienen diferentes características físicas y por tanto diferente curva de relación turbiedad - SST.

En adición a ello, se debe tener presente que los SST están incluidos en la normativa nacional del Estándar de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4, Subcategoría E2, como en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales del ANA, el mismo que considera a los SST como parte del grupo de los parámetros principales a medir.

Por otro lado, para que la consultora use información secundaria con respecto a SST (Estudio del Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB realizado por Pluspetrol, 2019), deberá seguir las consideraciones mencionadas en la observación N°2.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

La toma de muestras de agua superficial para determinar si el evento ocurrido hace más de 10 años aún sigue presentando indicios de afectación resulta poco verídico, ya que esta matriz es muy dinámico en cuanto a la presencia del caudal y en muchos son dependientes de la estacionalidad, por esta razón, considerar el análisis de SST en los puntos muestreados en las épocas húmeda y seca, resulta poco preciso, ya que, si se desarrollaría no engranarían para un análisis más sólido con los resultados de los demás parámetros que fueron muestreados hace 3 años, además recordar para esta matriz, las muestras son de momento y pueden ser variables en cuanto al tiempo y la época en el cual se realicen. El obtener un dato de SST no variaría la tecnología de remediación ya que la matriz de interés es el suelo.

En el estudio realizado por la ETI, 2018 con la coordinación por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), indican que la estación inmediata aguas abajo de las baterías Shivyacu, entre otros sitios, realizaron muestras de metales y SST, y este último no registró valores que sobrepasen los estándares de calidad ambiental (ECA) agua Categoría 4.

Respuesta:

En atención a la presente observación, se indica lo siguiente:

De acuerdo con el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, en el cuadro N°2. Se presentan los Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de aguas superficiales. Al respecto, se debe aclarar que son recomendaciones del Ente y, por otra parte, y más importante es que el estudio no pretende realizar un monitoreo de la calidad de agua superficial o línea base, sino determinar las características para la determinación de si existe o no una potencial migración de contaminación mediante los cuerpos de agua superficiales.

Para finalizar, se aclara que la adición de los parámetros señalados no afecta los resultados obtenidos, además de cumplir con los alcances y objetivos de estudio planteado, el cual contó con la participación del grupo técnico ambiental del cual es parte el MINAM y la junta de administración.

En atención a la observación del evaluador se indica lo siguiente:

Adicionalmente, en relación con lo indicado por el evaluador: "...Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales recomienda parámetros mínimos para el monitoreo.", 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.

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)

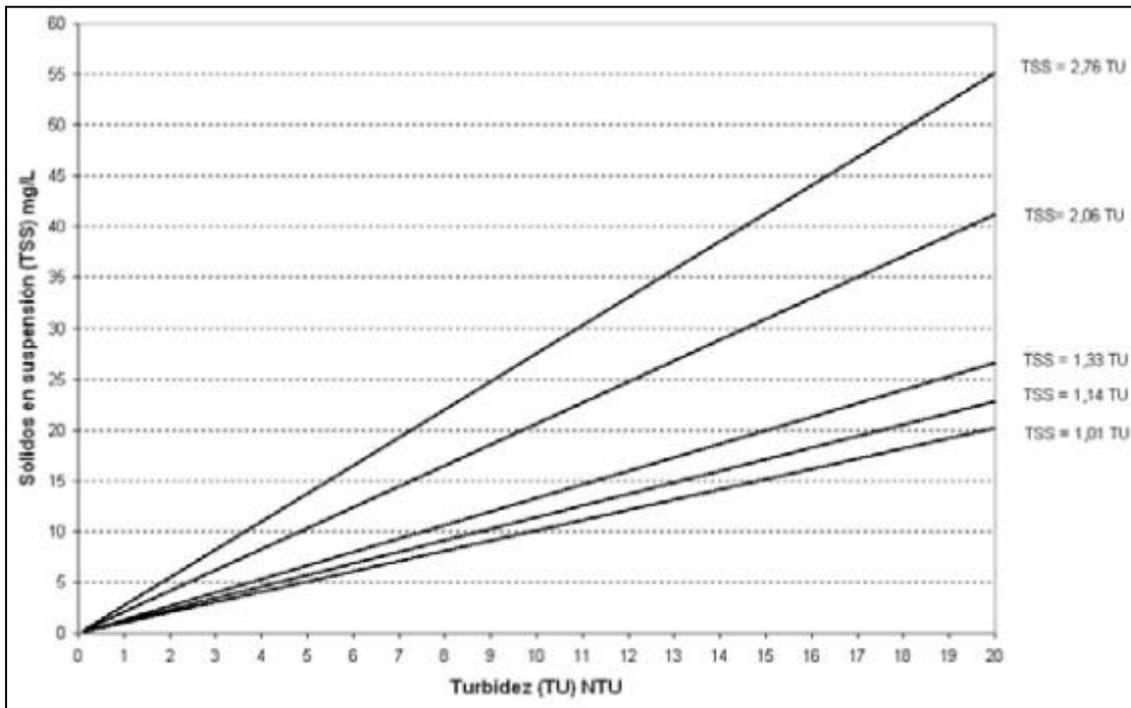
Es un parámetro que indica la cantidad de sólidos (medidos habitualmente en miligramos por litro - ppm) donde ocurre un fenómeno de disminución de la transparencia de un líquido por la presencia de sustancias insolubles en suspensión y que pueden ser separados por medios mecánicos. La forma estándar 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 los 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)² 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.

² 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*

Figura 3-Ob-15 Correlación 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, 2021.

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 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-15) 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 S0110. Sin embargo, es importante mencionar que los valores de turbidez registrados en la época húmeda y seca registran valores mínimo de 9.4 y máximo 11.9 NTU (en más de 5 puntos de medición); en el D.S. 004-2017-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E2: Ríos 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 S0110, en su regulación 357/05 para ríos de

selva (clase II) refiere un límite de turbidez hasta 100 NTU³, 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), el valor de sólidos suspendidos totales (TSS) registrados fueron entre 8.46; 27.29 y 19.88 mg/L, que no sobrepasan el valor límite establecido en el ECA-Agua, Categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la Selva": ≤ 400 mg/L.

A forma de conclusión se quiere destacar que, aun cuando no estuvo contemplado en las bases técnicas y a 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.

³ Souza-Filho & Hortêncio-Batista. 2019. Levantamiento de aspectos físico-químicos das águas da microbacia do mindu em Manaus-Amazonas. Revista Geográfica de América Central.

Sondeos manuales, Suelos: El PR en el ítem 3.6.1.1, dice que, se realizaron dieciséis (16) sondeos manuales de 1,2 metros de profundidad en esta época.

OBSERVACIÓN N.º 18

En el PR, según el cuadro 3-7. Estimación del número de sondeos de identificación por sitio: época húmeda, el cual indica que el área es de 2.6 hectáreas, correspondería la toma de 18 puntos de muestreo de identificación, el cual se contradice con lo mencionado en el acápite A. Sondeos manuales, del punto 3.6.1.1. Suelos, el cual menciona la toma de 16 puntos de muestreo. Asimismo, las 16 muestras no han sido tomadas a 1.2 metros de profundidad, como indican en la redacción del acápite A. Sondeos manuales y de igual forma no coinciden con lo que describen en el punto 3.5.1.1. Muestreo de suelos, donde indican que los sondeos manuales superficiales serían de 1.2 a 2.0 metros.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La Consultora indica que realizó la corrección en el párrafo del folio 00088 del PR, adicional a ellos, precisa que fueron 16 puntos de sondeos manuales y 10 sondeos con equipos, sumando un total de 26 puntos de muestro en la época húmeda, y según el PR, en el acápite A. Sondeos manuales (complementarios) del ítem 3.6.2 Resultados de campo (época seca), indica que para esta época se realizaron dos (02) sondeos, lo cual en sumatoria sería un total de 28 sondeos.

El número de sondeos no coincide con el número de sondeos del PR, 29 sondeos (el mismo que no fue atendido, según lo requerido, en la observación N°10), por otro lado, no coincide con el numero presentado en respuesta a la observación N° 10, donde indican que el número de sondeos será 34.

La información presentada no muestra consistencia técnica con relación al número de sondeos, por lo que se requiere precisar la información relacionada al número de sondeos.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se actualiza la respuesta en relación con los sustentos vertidos en la observación N°10.

Respuesta:

En atención a la observación N°18, se indica lo siguiente:

En relación con el sustento desarrollado en la observación N°10, se actualizó el cuadro 3-7 del PR, el cual se muestra a continuación:

Cuadro 3-7 Estimación del número de sondeos de identificación por sitio: época húmeda

Sitio - Código OEFA	Área (ha)	Número de puntos de muestreo
S0110 (Sitio 5)	2.6	17

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

El mismo modo, se actualizo el cuadro 3-8 del PR, el cual se muestra.

Cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total

Código OEFA	Área (ha)	Número sondeos según área (Total)	Número sondeos a detalle	Número sondeos reales	Consideraciones Técnicas
S0110 (Sitio 5)	2.6	17	32	28	Se tomó en consideración los estándares establecidos por la Guía para el Muestreo de Suelos.

*Si se asumiera que las 17 muestras (100%) superaran el ECA o niveles de Fondo durante la etapa de identificación

**Se asumió que 15 muestras (88%) superaron del ECA o niveles de fondo en la fase de identificación.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

En ese sentido, se realizaron 28 sondeos, de los cuales en la época húmeda correspondieron 26 sondeos y en la época seca 2 sondeos.

Además, se muestra la corrección del párrafo del folio 00088 del PR, dado que la afirmación “sondeos manuales superficiales (de 1.2 a 2.0 metros de acuerdo con la época)”, no corresponde, el correcto párrafo es el siguiente:

“...Las técnicas de muestreo de suelo fueron:

- Sondeos manuales superficiales (de 0.3 a 1.2 metros).
- Sondeos a profundidad, las cuales en algunos casos superó los 7 metros en zonas donde se evidenció presencia de contaminantes o subsuelo contaminado, o lecturas de COV obtenidas en la prueba Head Space con el PID (Photoionization detector) ...”

Se aclara que, el uso de la guía para muestreo de suelo es orientativo, hubo la necesidad de considerar el sondeo manual hasta 1.2 metros después se realizaron sondeos a mayor profundidad y no encontrar evidencias organolépticas y con el PID. La profundidad de muestreo manual obedece a las condiciones o evidencias encontradas durante la perforación (indicios de contaminación: olor, color, etc.), la presencia de agua, la selección previa de la ubicación de los sondeos manuales y la resistividad o tipo de suelo (textura) encontrada.

Es preciso indicar que la Guía para muestreo de suelos en el punto 2.3 menciona lo siguiente:

La profundidad del muestreo dependerá del tipo de suelo y contaminante a estudiar, y debe ser debidamente justificado, siendo necesario el muestreo a lo largo de la perforación.

Sondeo con equipo, Suelos: El PR en el ítem 3.6.1.1, indica que se realizaron diez (10) perforaciones por el método de sondeos con equipo de 3,0 metros de profundidad (promedio) en la época húmeda y para la cual se capturaron de 2 a 3 muestras por punto de perforación.

OBSERVACIÓN N.º 19

En el PR, según el cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total, correspondería la toma de 34 puntos de muestreo de detalle y finalmente 29 sondeos real, el cual se contradice con el acápite B. Sondeo con equipo, el cual menciona que se realizaron 10 perforaciones de las cuales se capturaron de 2 a 3 muestras por punto de perforación.

De igual manera el texto del acápite B. Sondeo con equipo, donde dice que se capturaron de 2 a 3 muestras por punto de perforación, no coincide con lo que refleja el cuadro 3-12. Ubicación de los sondeos con equipo, donde solo se aprecia que por punto de perforación se obtuvieron solo 2 muestras.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La Consultora aclara la información presentada en el PR, realizando la corrección del Cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total (fueron 28 sondeos real). Sin embargo, no presenta los criterios técnicos que sustenten considerar un número de sondeos real por debajo del número de sondeo a detalle.

Por otro lado, esta observación se encuentra relacionada con la N° 18 y la N° 10, las mismas que muestran inconsistencia técnica de los datos indicados. Se requiere precisar la información relacionada a los sondeos.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se actualiza la respuesta en relación con los sustentos vertidos en la observación N°10.

Respuesta:

En la observación N°10 se detalló la cantidad de sondeos realizados y los supuestos por el cual se consideró solo realizar 28 sondeos en ambas épocas.

Finalmente, en los siguientes cuadros 3-Ob-19a, 3-Ob-19b y 3-Ob-19c, se muestran las ubicaciones de sondeos manuales y con equipos, respectivamente:

Cuadro 3-Ob-19a Ubicación de sondeos manuales (16 sondeos)

Código de muestra	Prof. de muestreo (mbns)	Coordenada UTM WGS84 (Zona 18)		Fecha de muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0110-S001	0.5	372 087	9 707 968	23/06/2018	Si	5.6
S0110-S002	0.5	372 137	9 707 939	23/06/2018	Si	2.5
S0110-S003	1.2	372 100	9 707 926	23/06/2018	Si	14.2

Código de muestra	Prof. de muestreo (mbns)	Coordenada UTM WGS84 (Zona 18)		Fecha de muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0110-S004	0.5	372 063	9 707 943	23/06/2018	No	4.2
S0110-S005	0.75	372 064	9 707 910	23/06/2018	Si	5.1
S0110-S006	0.3	372 014	9 708 088	22/06/2018	No	0
S0110-S007	0.5	372 038	9 707 959	23/06/2018	Si	12.5
S0110-S008	1	371 990	9 707 928	23/06/2018	No	5.6
S0110-S009	0.5	372 023	9 708 002	23/06/2018	No	20.4
S0110-S010	1	371 975	9 707 938	23/06/2018	No	12.5
S0110-S011	0.25	372 035	9 708 041	23/06/2018	No	25
S0110-S012	0.3	372 029	9 708 059	22/06/2018	No	0
S0110-S013	1.2	371 974	9 708 094	22/06/2018	No	9.8
S0110-S014	0.6	371 993	9 708 130	22/06/2018	No	0
S0110-S015	0.9	371 959	9 708 140	22/06/2018	No	0
S0110-S016	0.3	372 003	9 708 151	22/06/2018	No	3.4

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 3-Ob-19b Ubicación de sondeos manuales (2 sondeos complementarios)

Código de muestra	Prof. de muestreo (mbns)	Coordenada UTM WGS84 (Zona 18)		Fecha de muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0110-S027	0.6	372 009	9 708 002	06/09/2018	No	0
S0110-S027	1.5			06/09/2018	No	0.5
S0110-S028	0.6	372 002	9 708 176	06/09/2018	si	0
S0110-S028	1.5			06/09/2018	No	0

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 3-Ob-19c Ubicación de sondeos con equipos (10 sondeos)

Código	Profundidad de muestreo (m)	Coordenada UTM WGS84		Fecha de muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0110-S017	1.2	372 094	9 707 950	25/06/2018	No	0
	3.6	372 094	9 707 950	25/06/2018	No	No Medido
S0110-S018	0.6	372 071	9 707 963	25/06/2018	No	0
	3	372 071	9 707 963	25/06/2018	No	No Medido
S0110-S019	0.3	372 031	9 707 963	25/06/2018	No	0
	4.2	372 031	9 707 963	25/06/2018	No	0
S0110-S020	0.3	372 022	9 707 975	24/06/2018	No	0
	4	372 022	9 707 975	24/06/2018	No	No Medido
S0110-S021	0.6	372 038	9 708 001	24/06/2018	No	6.8
	3.3	372 038	9 708 001	24/06/2018	No	No Medido
S0110-S022	0.6	372 047	9 708 026	23/06/2018	No	0
	4.2	372 047	9 708 026	23/06/2018	No	0
S0110-S023	0.6	372 117	9 707 936	25/06/2018	No	0
	4.2	372 117	9 707 936	25/06/2018	No	No Medido
S0110-S024	0.6	372 021	9 708 064	23/06/2018	No	0
	3.6	372 021	9 708 064	23/06/2018	No	0
S0110-S025	0.3	371 957	9 708 080	23/06/2018	No	0.1
	3.6	371 957	9 708 080	23/06/2018	No	0
S0110-S026	0.6	371 983	9 708 100	22/06/2018	No	0
	3	371 983	9 708 100	22/06/2018	No	0

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Muestras duplicadas, Suelos: El PR en el ítem 3.6.1.1, indica que se estableció en un 5 % del total de muestras por sitio, el número total de muestras duplicadas.

OBSERVACIÓN N.º 21

El valor de muestras para el control de la calidad analítica debe de ser del 10% de las muestras analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, de acuerdo a la a la Guía para Muestreo de Suelos, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM. Asimismo, el PR no indica los resultados de monitoreo de los puntos duplicados, analizados por el laboratorio SGS.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora hace referencia a la respuesta dada en la observación N° 17, donde presentan el sustento técnico del porque se estableció en un 5% del total de muestras por sitio. Sin embargo, indican que se presentan resultados, pero no adjuntan información relacionada a los resultados analizados por el laboratorio SGS, la respuesta se encuentra incompleta.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En atención al comentario se complementa la respuesta con los resultados de las muestras duplicadas.

Respuesta:

En atención de la observación, se indica lo siguiente:

En la observación N°17 se presentó el sustento técnico del porque se estableció en un 5 % del total de muestras por sitio, considerando que el total de sitios impactados supera las 30 ha.

A continuación, se presentan los resultados analizados por el laboratorio SGS para el sitio S0110.

A. Muestras duplicadas

Se tomaron 2 muestras en campo las cuales fueron mandadas a analizar al laboratorio SGS para el control de calidad analítico de los ensayos. En el Cuadro 3-14 se muestra las coordenadas de ubicación de las muestras duplicadas. Se estableció en un 5 % del total de muestras por sitio.

Cuadro 2-1 Identificación de muestras duplicadas

Código	Profundidad de Muestreo (m)	Fecha de Muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID (VOC)
S0110-S001	0,5	23/06/2018	Si	5,6
S0110-S005	0,75	23/06/2018	Si	5,1

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Finalmente, en el siguiente cuadro se muestran los resultados de las muestras duplicadas.

Cuadro 3-Ob-21 Resultados de muestras duplicadas

Canada Soil Quality		*	*	63 (1)	*	64(1)	*	*	45(1)	*	130(1)	250(1)
ECA-Suelo		50	750	*	1.4	*	6.6	*	*	70	*	*
VEMA								8 400				
Unidad de Análisis		mg/kg PS	mg/kg	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS					
Temporada	Código de muestra	Arsénico	Bario	Cobre	Cadmio	Cromo	Mercurio	Manganeso	Níquel	Plomo	Vanadio	Zinc
Húmeda	S0117-S005-1.00	11.982	5.99	7.59	0.0720	8.81	<0.262	49.91	1.20	6.39	45.12	16.77
Húmeda	S0117-S004-1.20	4.813	97.57	7.82	0.0720	11.20	<0.262	59.18	1.13	11.73	45.90	18.00

(1) Canadian Council of ministers of the Environment (CCME) / Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health
 Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Descripción de los resultados de campo y de laboratorio, Suelos: El PR, en el ítem 3.6.2.1, detalla los sondeos manuales complementarios.

OBSERVACIÓN N.º 23

En base al punto 3.6.2.1 "Suelos" del PR, se detalla lo siguiente: 1) La Guía de muestreo de suelo (R.M. 085-2014-MINAM), especifica el número de puntos a muestrear según el área potencial de interés (API), ello para el MI (Muestreo de Identificación), MD (Muestreo de Detalle) y NF (Nivel de Fondo), considerando ello, las dos épocas son muestreos diferentes por lo que en ambas debería de establecerse el muestreo de identificación y muestreo de detalle de ser necesario. 2) Tomando el criterio establecido en este estudio, mínimamente el número de puntos establecidos en esta época debería de ser considerando la fórmula de muestreo de detalle ($MD=1.75*MI+2$) que utilizan los números de puntos de muestreo de identificación que sobrepasan los ECA. Y 3) A su vez como menciona en el punto 3.6.2.1 es un muestreo complementario para definir el área de evaluación, por lo que necesariamente debería de considerarse lo descrito líneas arriba.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora hace referencia a la respuesta de la observación N° 10, al respecto cabe mencionar que dicha respuesta no muestra consistencia técnica, ya que la misma no guarda relación con la señalada en las observaciones N° 18 y N° 19.

Asimismo, refiere a la figura 3-ob-10 de la observación N° 10, para apreciar los puntos de muestreos complementarios. En relación a ello cabe mencionar que la figura referida no identifica los puntos de muestreos complementarios.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

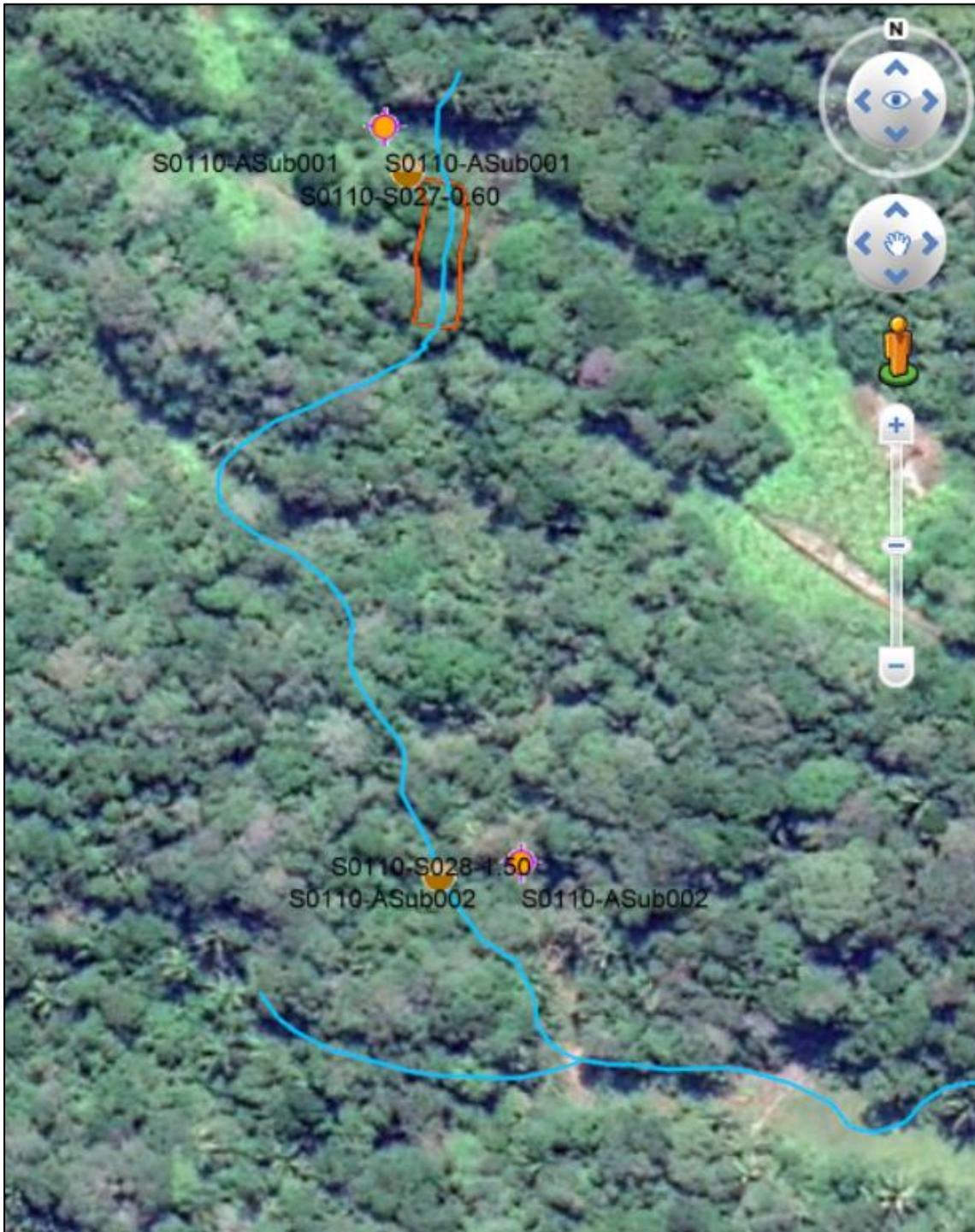
Se actualiza la respuesta en relación con los sustentos vertidos en la observación N°10.

Respuesta:

En atención a la presente observación, en la observación N° 10 se explicó los pasos que se realizaron para determinar los sondeos a detalle.

Finalmente, en la época seca se consideró puntos de muestreo complementarios los cuales se muestran en la siguiente figura. Además, en el anexo 6.4 Mapa 6.4.2 Mapa de ubicación de puntos de muestreo de suelos del sitio S0110 (Sitio 5) - Época seca, se muestran los dos sondeos realizados en la época seca con la finalidad de verificar la influencia del suelo con el piezómetro.

Figura 3-Ob- 23 Puntos de muestreo de suelos - Época seca



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Descripción de los resultados de campo y de laboratorio, Resultados de laboratorio: El PR en el ítem 3.6, numeral 3.6.3, muestra los resultados de laboratorio.

OBSERVACIÓN N.º 24

En el cuadro 3-31. *Resumen de normativa utilizada para evaluación de resultados*, indican que usarán el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo – Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM) para la comparación de los resultados de laboratorio e interpretación, sin embargo, no coincide con el cuadro 3-32 debido a que, en los parámetros para F1 contemplan “Hidrocarburos Totales C5-C10”. Cabe mencionar que el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo – Categoría Uso Agrícola (D.S. N° 011-2017-MINAM) contempla para Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10).

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora indica que se está actualizando el cuadro 3-32, sin considerar la Fracción de Hidrocarburos F1 (C6 - C10), debido a que no es considerado un parámetro de interés, al respecto mencionar que, las bases integradas del concurso público internacional N° 07-2017- FONAM “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”, Anexo N° A- 4, e.7. Análisis de fracción de hidrocarburos en suelos (F1), indica que corresponde al 10 % del total de muestras de suelo.

Por otro lado, indica que el cuadro actualizado se presenta en la observación N° 30, al respecto cabe mencionar que el cuadro 3-ob-30, muestra un total de 28 sondeos, este número de sondeos no se encuentra claro ya que, en el PR inicial se mencionaba que sería un total de 29, y en la Observación N° 10 se indicó que serían 34 y posteriormente en la observación N° 18, hacen referencia a una cifra de 28, el cual si coincide sin embargo, no muestra certeza debido a que en el presente documento se indica otra cantidad de sondeos (34, en la observación N° 10).

Al respecto se requiere precisar la información relacionada a los sondeos.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Con relación al comentario, se indica que si se realizó el análisis de la fracción de hidrocarburos F1; sin embargo, en la actualización de los Cuadros 3-32 y 3-33 no se consideró este parámetro, ya que, en su lugar se consideraron a los HAPs debido a que estos presentan también a los hidrocarburos ligeros y se analizó al 10% del total de las muestras. Además, los parámetros de interés considerados han sido avalados por el MINEM, en esa línea se están manteniendo el análisis de estos parámetros para este sitio y los demás.

Los resultados de la fracción de hidrocarburos F1 en las cinco estaciones de muestreo reportaron valores que se encuentran por debajo del límite detección (LD) de 0.3 mg/kg PS reportado por el laboratorio.

En ese sentido, en la observación N° 10 se aclar la cantidad de puntos de muestreo de detalle.

Respuesta:

En atención a la observación, se indica lo siguiente:

Si bien es cierto, que el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo – Categoría Uso Agrícola (D.S. N°011-2017-MINAM) si contempla para Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10). No obstante,

cabe resaltar que actualmente el cuadro 3-32 se actualizó sin considerar la Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10), debido a que no es considerado un parámetro de interés, esto se sustenta por su menor persistencia en el ambiente debido a su vulnerabilidad a los procesos de degradación (biodegradación, volatilización, fotooxidación, oxidaciones, etc.) y que ocurren en tiempo cortos después del evento (derrame). En el presente estudio se debe recordar que estamos ante eventos con antigüedades mayores a 20 años, por ello no resulta oportuno analizar la totalidad de las muestras y se consideró un porcentaje. Estas consideraciones solo aplican a las matrices suelo y sedimento.

Si se realizó el análisis de la fracción de hidrocarburos F1, sin embargo, en la actualización del cuadro 3-32 y 3-33 no se consideró este parámetro, ya que, en su lugar se consideraron a los HAPs debido a que estos presentan también a los hidrocarburos ligeros y se analizó al 10% del total de las muestras. Además, los parámetros de interés considerados han sido avalado por el MINEM, en esa línea se están manteniendo el análisis de estos parámetros para este sitio.

Los resultados de la fracción de hidrocarburos F1 en las cinco estaciones de muestreo reportaron valores que se encuentran por debajo del límite detección (L.D) de 0.3 mg/kg PS.

Por otra parte, en la observación N° 10 se aclaró la cantidad de puntos de muestreo de detalle.

A continuación, los Cuadros 3-32 y 3-33 del PR, se actualizaron y se reemplazan por el Cuadro 3-Ob-24.

Cuadro 3-Ob-24 Parámetros para la matriz suelo analizados

Canada Soil Quality		*	*	63 (1)	*	64(1)	*	*	45(1)	*	130(1)	250(1)	*	*	2.5(2)	0.1(2)	0.1(2)	*	6.2(3)	0.046(2)	50(2)	15.4(3)	*	*	*	*	*	
ECA-Suelo		50	750	*	1.4	*	6.6	*	*	70	*	*	1200	3000	*	*	*	0.1	*	*	*	*	0.1	0.03	0.082	0.37	11	
VEMA		8 400																										
Unidad de Análisis		mg/kg PS	mg/kg	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS	mg/kg PS									
Temporada	Código de muestra	Arsénico	Bario	Cobre	Cadmio	Cromo	Mercurio	Manganeso	Níquel	Plomo	Vanadio	Zinc	Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28)	Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40)	Antraceno	Benzo (a) antraceno	Benzo (b) fluorante no	Benzo (a) pireno	Criseno	Fenantreno	Fluorante no	Fluoreno	Naftaleno	Benceno	Etilbenceno	Tolueno	Xilenos	
Húmeda	S0110-NF	6.25	15.26	4	<0.0008	13.3	0.061	26.2	2.27	41.1	48	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S001-0.50	12.80	33.18	7.9	<0.0008	11.2	<0.01	119	4.07	13.7	64	17	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01	<0.005	<0.005	<0.003	-	-	-	
Húmeda	S0110-S002-0.50	3.84	7.26	1.6	<0.0008	4.068	<0.01	14.9	0.524	4.596	12	3.2	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Húmeda	S0110-S003-1.20	7.44	15.85	4.6	<0.0008	20.1	<0.01	21.9	1.97	6.41	49	8.2	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S004-0.50	7.31	18.92	4.2	<0.0008	6.301	<0.01	81.6	1.48	8.769	33	8.1	282.0	375	<0.005	0.092	0.021	<0.005	<0.005	0.097	<0.005	0.019	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Húmeda	S0110-S005-0.75	15.00	87.79	9	<0.0008	18.7	<0.01	23.1	1.19	6.931	48	10	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S006-0.30	8.03	22.76	6.3	<0.0008	8.393	<0.01	157	3.39	10.4	45	12	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S007-0.50	4.94	11.79	2.9	<0.0008	5.115	<0.01	27.1	0.512	5.957	18	4.9	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S008-1.00	5.54	12.51	3.5	<0.0008	9.513	<0.01	15.1	0.872	6.64	39	5.7	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S009-0.50	5.25	21.8	4.7	<0.0008	6.5	<0.01	105	1.41	9.38	32	9	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S010-1.00	5.33	11.02	4.6	<0.0008	7.927	<0.01	29	1.17	7.856	40	8.7	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S011-0.25	8.91	25.61	6	<0.0008	8.601	<0.01	115	2.06	10.3	46	17	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S012-0.30	7.57	19.45	5	<0.0008	7.852	<0.01	101	2.39	9.786	39	9.5	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S013-1.20	7.52	15.76	5.1	<0.0008	8.464	<0.01	44.3	2.19	8.049	40	12	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S014-0.60	6.52	23.83	3.8	<0.0008	9.114	<0.01	32.6	1.64	8.252	41	9.3	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S015-0.90	8.64	22.14	5.1	<0.0008	11.1	<0.01	78.2	2.39	9.972	52	15	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S016-0.30	12.00	31.03	9.5	<0.0008	11.2	<0.01	257	2.66	13.3	47	15	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S017-1.20	17.60	22.49	9.5	<0.0008	11.9	<0.01	440	2.69	9.06	32	24	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Húmeda	S0110-S017-3.60	7.26	14.45	6	<0.0008	8.435	<0.01	413	1.92	7.035	30	14	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S018-0.60	3.50	11.53	3.6	<0.0008	9.743	<0.01	17.6	1.01	5.34	40	6.7	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S018-3.00	5.11	13.15	7.9	<0.0008	12.9	<0.01	19.8	1.3	6.534	32	9.3	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S019-0.30	4.92	22.87	3.6	<0.0008	6.276	<0.01	153	1.54	9.473	31	7.6	341.0	595	<0.005	0.103	0.023	<0.005	<0.005	0.092	<0.005	0.018	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Húmeda	S0110-S019-4.20	7.67	20.7	6.2	<0.0008	4.411	<0.01	139	1.55	6.69	28	12	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S020-0.30	6.66	16.87	4.6	<0.0008	6.855	<0.01	71.8	2.03	8.365	35	8.2	409.0	668	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S020-4.00	0.48	11.37	5.8	<0.0008	5.136	<0.01	10.6	1.06	5.394	11	2.6	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S021-0.60	6.70	32.94	5.8	<0.0008	9.137	<0.01	123	2.75	15.4	49	12	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S021-3.30	0.40	2.829	0.78	<0.0008	3.832	<0.01	4.43	0.409	2.339	4	4.1	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S022-0.60	5.45	23.85	4	<0.0008	7.229	<0.01	147	2.09	14.1	34	7	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S022-4.20	15.70	23.72	10	<0.0008	12.3	<0.01	296	4.12	16.7	43	25	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S023-0.90	6.20	24.87	4.7	<0.0008	10.1	<0.01	20.4	1.14	8.134	43	9.1	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S023-4.20	7.54	9.76	6.3	<0.0008	7.787	<0.01	23.3	1.51	6.157	25	8.1	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S024-0.60	5.91	12.6	2.9	<0.0008	12.6	<0.01	26.4	1.96	6.887	60	7.9	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S024-3.60	5.65	17.62	6.3	<0.0008	11.6	<0.01	59.2	2.08	6.702	43	12	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S025-0.30	13.00	31.28	8.9	<0.0008	13.6	<0.01	168	4.32	15.3	75	16	<5	<5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Húmeda	S0110-S025-3.60	0.39	5.533	1.2	<0.0008	3.241	<0.01	4.21	0.495	4.927	4	1.4	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S026-0.60	9.81	27.16	8.4	<0.0008	12.8	<0.01	158	4.33	14.5	72	17	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Húmeda	S0110-S026-3.00	1.10	30.32	7.2	0.1390	10	<0.01	14	2.68	9.349	33	27	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Seca	S0110-S027-0.60	6.27	17.51	5.2	<0.0008	11.6	0.01	68	1.44	7.12	45	14	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Seca	S0110-S027-1.50	10.10	112.9	10	<0.0008	9.11	0.061	989	2.25	14.5	50	20	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Seca	S0110-S028-0.60	6.17	24.91	5.4	<0.0008	7.92	<0.01	164	2.41	9.37	50	14	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Seca	S0110-S028-1.50	1.82	7.414	1.2	<0.0008	3.18	<0.01	38.2	0.851	4.84	15	3.7	<5	<5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: AQQ Perú S.A.C.

Nota: La comparación inicial de todos los resultados se realizó con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)-Suelo, en caso algún parámetro no cuente con estándar, empleamos los estándares de Canada Soil Quality, finalmente si en esta norma no hay estándar calculamos los VEMA, para este último se tuvo en cuenta lo siguiente: DdR= Dosis de Referencia, PC=Peso corporal (12 kg, que es el peso estándar para un niño) y TI = Tasa de ingesta (200 mg x día) las magnitudes obtenidas por este método distan mucho de las magnitudes que regularmente se presentan para elementos o contaminantes equivalentes.

Leyenda:

No excede los Estándares: ECA-Suelo o Soil Quality Guidelines
Excede los Estándares: ECA-Suelo o Soil Quality Guidelines
(-) Parámetro no medido
* No hay estándar de comparación.

(1) Canadian Council of ministers of the Environment (CCME) / Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health

(2) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons 2010 / Table 1: Soil Quality Guidelines for Carcinogenic and Other PAHs, from CCME

(3) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons 2010 / Table 2: Soil Quality Guidelines for Carcinogenic and Other PAHs, from CCME.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 3-32 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época húmeda) y Cuadro 3-33 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época seca): El PR presenta los resultados de muestras de suelo.

OBSERVACIÓN N.º 26

El PR indica la instalación de estaciones de muestreo de suelos para la época húmeda y época seca con la finalidad de ver el comportamiento de sustancias químicas presentes en la referida matriz ambiental; sin embargo, todas las estaciones tienen ubicaciones diferentes (no coincidentes). El PR deberá indicar los criterios asumidos para ubicar estaciones de muestreo indistintos para las épocas (húmeda y seca) en este tipo de estudios. Además, los resultados presentados en el Cuadro 3-32. Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época húmeda) y Cuadro 3-33. Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época seca), corresponden a la fase de identificación. El PR no presenta información sobre muestreo detallado o de caracterización, que debe ser implementado de acuerdo a los resultados obtenidos en el muestreo de la fase de identificación.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La Consultora presenta información errónea, indica que de acuerdo a lo detallado en la observación N° 9 en relación con las estaciones de muestreo de suelo, se puntualiza que los 25 puntos para la caracterización del sitio solo correspondieron a la época Húmeda. Esta información se contradice con la información proporcionada en respuesta a las observaciones N° 18 y N° 19, donde indican que para época húmeda se consideraron 26 puntos.

La información presentada demuestra inconsistencia técnica.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se actualiza la respuesta en relación con los sustentos vertidos en la observación N°10.

Respuesta:

En atención a la presente observación, se indica lo siguiente:

Se desarrolló un texto con relación al muestreo de identificación y las consideraciones y criterios técnicas desarrolladas para determinar la cantidad y ubicación de puntos de muestreo de detalle.

De acuerdo con lo detallado en la observación N°09 y N° 10 en relación con las estaciones de muestreo de suelo, se puntualiza que los 26 puntos para la caracterización del sitio (muestreo de detalle) sólo correspondieron a la época húmeda (en el cual se realizaron sondeos en diferentes zonas, con coordenadas de ubicación distintas). Por otro lado, en el segundo ingreso y último considerado como época seca, se propusieron sondeos complementarios (sondeos con coordenadas de ubicación distintas) para evaluar el origen geogénico de las excedencias en los piezómetros.

Por otro lado, respecto a la ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos, en la época húmeda se realizaron en tres (03) estaciones de muestreo ubicados aguas arriba y abajo con relación al sitio, por su parte en la época seca se mantuvieron los mismos puntos de la época húmeda y se adicionaron cuatro (04) puntos de muestreo adicionales ubicándose éstos aguas arriba y abajo.

Además, hay que recordar que estamos evaluando sitios con pasivos de más de 20 años de ocurrencia los cuales han sido meteorizados, por lo que sus contaminantes de mayor movilidad, más volátiles y de fácil biodegradabilidad ya no deben encontrarse en este sitio impactado.

En el Plan de Trabajo se presentó el cronograma considerando el inicio de la primera salida de campo en época húmeda y la toma de las muestras en la misma. Esta consideración, tuvo la participación del Grupo Técnico Ambiental, la Junta de Administración del Fondo de Contingencia, y la validación previa del PROFONANPE y la Supervisora.

La variación en la toma de muestras de suelos en una época u otra no tiene implicancia en los resultados obtenidos, esto debido que esta matriz no es dependiente de la temporalidad. Además, los puntos muestreados corresponden a la caracterización del sitio S0110.

Por otra parte, se aclara que las Bases Integradas del Concurso Público Internacional N° 07-2017-FONAM 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 en su Anexo N° A-4 Detalle de trabajos de campo y análisis de muestras, ítem 03: cuenca Corrientes, presenta al cuadro detallando las especificaciones técnicas la cual señala que en el literal a) Investigaciones en Suelo y Sedimentos lo siguiente para los sub ítems a.1) y a.4), respectivamente:

“.. se realizarán 130 calicatas de manera referencial, ya la cuenca Corrientes posee 13 sitios impactados, donde realizarán 10 calicatas aproximadamente para cada uno de los sitios impactados, que incluye solo la época seca”

“Corresponde al total de muestras de sedimentos a considerar por los 13 sitios impactados de la Cuenca Corrientes, que incluye solo la época seca”.

Para finalizar, en relación con la fase de identificación se precisa lo siguiente:

La OEFA tuvo a su cargo la identificación de los sitios impactados, previo a la aprobación del reglamento de la Ley N° 30321. Parte de la información generada por OEFA en esa oportunidad sirvió como base para la definición de las poligonales durante el desarrollo del Modelo Conceptual Inicial.

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 el 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.*

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

OBSERVACIÓN N.º 30

El PR señala que, para el cromo total la norma ECA suelo no cuenta con el parámetro para uso agrícola y por tal motivo, se ha optado utilizar el ECA para uso residencial/parques. Sin embargo, el PR muestra en la Cuadro 3-31. Resumen de normativa utilizada para evaluación de resultados, la norma ecuatoriana y la canadiense como referentes para comparar concentraciones de parámetros del suelo, estas normas si consideran Cromo total para uso agrícola y el PR debería utilizar estas concentraciones, en vez de asumir uso residencial/parques.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La Consultora corrige el texto precisando que la comparación se realizará con el estándar canadiense. Así también, menciona que se adjunta el cuadro 3-ob-30 que reemplaza a los cuadros 3-32 y 3-33 del PR. Al respecto, indicar que en este cuadro nuevo se aprecia un total de 28 sondeos, cifra que al momento presenta incertidumbre debido a las contradicciones presentadas en las respuestas a las observaciones.

La información presentada demuestra inconsistencia técnica.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se actualiza la respuesta en relación con los sustentos vertidos en la observación N°10.

Respuesta:

En atención a la presente observación, se indica lo siguiente:

Con respecto al Cromo total, se corrige el párrafo señalado en el ítem 3.7.1 Suelos:

“El Cuadro 3-34 y Cuadro 3-35, presentaron los resultados analíticos de las muestras colectadas durante la Fase de Caracterización que excedieron, en al menos un parámetro, la Normativa Peruana de los ECA para suelos de uso agrícola o el nivel de fondo. Por otra parte, en vista que el cromo total no está considerado en el ECA por la categoría agrícola, se comparó con el ECA para tipo de suelo residencial/parques”.

El cual se reemplaza con el siguiente párrafo:

“El Cuadro 3-34, presenta los resultados analíticos de las muestras colectadas durante la Fase de Caracterización que excedieron, en al menos un parámetro, la Normativa Peruana de los ECA para suelos de uso agrícola o el nivel de fondo. Por otra parte, en vista que el cromo total no está considerado en el ECA por la categoría agrícola, se comparó con el estándar canadiense.”

En la observación N° 24 se muestra el cuadro 3-Ob-24, el cual muestra la actualización de los cuadros 3-32 y 3-33 del PR. Además, en la observación N° 10 se precisó en cuanto a la cantidad de sondeos realizados en los dos ingresos.

Características generales naturales del sitio: El PR en el ítem 4.1, describe las características geológicas, hidrogeológicas, de cobertura vegetal, hidrología y fisiografía.

OBSERVACIÓN N.º 37

El PR, deberá de brindar mayor detalle en relación a las evaluaciones hidrogeológicas, tales como la permeabilidad, porosidad, tipo de arcilla.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora menciona que, corresponde a una descripción muy general del entorno inmediato al sitio impactado y no pretende brindar nuevamente la información que se desarrolla en el ítem 2.2.2 Hidrogeología, así también refiere que los datos solicitados se encuentran en la observación N° 02.

Al respecto indicar que, la consultora, en respuesta de la observación N° 02, presenta una modificación del ítem 2.2.2. Hidrogeología, el cual se ha desarrollado considerando información secundaria, la misma que no ha demostrado que la información secundaria se encuentra acorde con lo que señala la R.M. N° 108-2020-MINAM, tal como se indica en los comentarios a la absolución de la observación N° 02.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

En respuesta al comentario del evaluador del MINAM, para la caracterización de la hidrogeología se usó información y evidencias de campo (toma de muestras en perforaciones manuales y mecánicas), además, de ensayos geofísicos que sirvieron para una mejor interpretación hasta 35 metros de profundidad. También, para esta caracterización se utilizó información secundaria que sirvió para complementar lo identificado, indicando información de permeabilidad, porosidad, entre otros.

Respuesta:

En atención a la Observación, se indica lo siguiente:

Que lo referido en el ítem 4.1 Definición del problema, en su literal B) Características generales naturales del sitio, corresponde a una descripción muy general del entorno inmediato al sitio impactado y no pretende brindar nuevamente la información que se desarrolla en el ítem 2.2.2 Hidrogeología (folio 00041) y que se ha mejorado. En la observación N°02 del presente informe, se encuentran los datos solicitados.

Mecanismos de transporte, Rutas y Vías de Exposición (mecanismos de transporte) de los contaminantes asociados a las actividades de hidrocarburos: El PR en el ítem 4.5, se detallan las ruta y vías de exposición en función a los acontecimientos de contaminación relevantes.

OBSERVACIÓN N.º 48

El PR explica los mecanismos de transporte, sin embargo, no menciona el sustento técnico para la explicación de las afirmaciones consideradas.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora, señala que el punto observado comprende análisis integrado a partir de la información analizada, la misma que se basa en la interpretación de especialistas, y que ello tiene sustento técnico en el manejo de la información que se ha venido haciendo a lo largo de la elaboración del PR. Asimismo, mencionan que los mecanismos de transporte también se plasman en el Elemento Orientativo N° 7 y el Anexo N° 4 de la Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos (PDS). Al respecto, la consultora no presenta la información analizada a la que hace referencia, ni detalla la interpretación de la misma realizada por el especialista, a la cual refieren como sustento técnico.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se presenta el análisis y sustento de los mecanismos de transporte considerados en la evaluación de riesgos, la cual corresponde como parte del análisis en el ERSA y se detalla en el modelo conceptual del sitio S0110. Además, se presenta la interpretación de cada uno de estos mecanismos de transporte y la información presentada en el PR que sustenta el análisis.

Respuesta:

En atención a lo señalado, se aclara que este punto comprende un análisis integrado a partir de la información analizada en la interpretación técnica en base a las condiciones particulares presentes en el sitio. Las explicaciones que en este acápite se dan, tienen sustento técnico en el manejo de la información que se ha venido generando a lo largo de la elaboración del PR y las condiciones presentes sobre el área de estudio, evidenciadas durante las labores de campo por parte de los especialistas. Los fenómenos explicados en este acápite y que potencialmente puedan tener lugar, son fenómenos físicos de transporte de materiales que ocurren con mucha frecuencia en la naturaleza; para el caso del sitio S0110 y teniendo en cuenta lo plasmado en el modelo conceptual, se tiene como mecanismos de transporte a lo siguiente:

- Agua de lluvia – transporte por agua superficial y/o fragmentación de sedimentos. - Producto de las altas precipitaciones que se dan en la región amazónica y considerando que los suelos son de predominancia arcillosa, es frecuente la formación de líneas de escurrimiento y tributen estas aguas hacia cuerpos de agua como pequeñas quebradas, cochas, aguajales o ríos de mayor orden; según corresponda. Con relación al transporte por agua superficial, se considera un escenario en la cual estas precipitaciones generan un transporte superficial por estas líneas de escurrimiento la cual produciría un lavado del suelo contaminado; y por ende se produciría un posible transporte por este escurrimiento superficial. En el Anexo 6.7 del PR se muestra el registro fotográfico donde se evidencia los cuerpos de agua presentes en el sitio S0110. Por lo que, en la evaluación de riesgos se considera el transporte por agua superficial y/o fragmentación de sedimentos como mecanismo de transporte.

- Volatilización / Dispersión atmosférica. – Considerando una afectación al suelo, donde puedan estar presentes contaminantes orgánicos (hidrocarburos) e inorgánicos (metales pesados), estos puedan propagarse producto de la acción de los vientos (dispersión atmosférica) considerando un escenario en la cual el suelo este expuesto a corrientes de aire y teniendo en cuenta la dirección y velocidad del viento. Estas variables antes mencionadas son consideradas en la evaluación de riesgos dado que es información considerada en el RBCA y se detallan en el Anexo 6.6.4 del PR. Asimismo, considerando en el caso de los compuestos orgánicos tienen a volatilizarse, no se descartó este mecanismo de transporte, teniendo en cuenta las lecturas del *Photo Ionization Detector* (PID) los cuales se detallan en las fichas de los sondeos realizados (ver Anexo 6.5.2 y 6.5.3 del PR).
- Absorción animal. - Sin perjuicio de los eventos que suceden en el sitio relacionados a la fauna silvestre, no se descarta una posible vía o mecanismo de transporte por acción de la cadena trófica, desde la asimilación de los posibles contaminantes en las matrices ambientales afectadas hacia los consumidores primarios, secundarios o terciarios, según corresponda. En este sentido, se consideró este mecanismo de transporte en la evaluación de riesgos, en la cual, de acuerdo con la dinámica del sitio, se evaluó el riesgo por consumo de carne de pescado en el PR (análisis de metales en tejido muscular, Anexo 6.10 del PR), dada las actividades que realizan en el sitio y también acorde a enfocarse en el riesgo que podría representar estos CP a estas especies, que a diferencia de las otras especies, aquellas donde viven en un ecosistema de agua o suelo, tendrían una mayor exposición.
- Absorción vegetal. – Las plantas son un verdadero laboratorio de experimentación de la contaminación por metales pesados gracias a su fisiología abierta al medio ambiente y a su gran flexibilidad adaptativa (Barceló y Paschenrieder, 1989). Entre las razones que explican lo anterior están la especificidad genética a la tolerancia de ciertos niveles tóxicos de algunos elementos, los caracteres, que responden a los problemas de minerales específicos, son hereditarios, y el ser seres eficientes en la toma y absorción de los nutrientes (Christiansen & Lewis, 1991). Las plantas tienen una enorme capacidad de acumular contaminantes desde el entorno y llevar a cabo su desintoxicación por diversos mecanismos, tales como la absorción por las raíces, su translocación y acumulación en tallos y hojas; por lo que no se descarta a la absorción vegetal como mecanismo de transporte para el sitio S0110.
- Transporte por aguas subterráneas. – Si bien se ha demostrado como resultado de la fase de caracterización para el sitio S0110, las condiciones del subsuelo tendrían un comportamiento como acuitardo y acuicludo (dependiendo de la profundidad y compactación) y a los lentejones de arcilla arenosa como un acuífero pobre (de acuerdo al ítem 2.2.2 del PR); por lo que se considera como mecanismo de transporte bajo un escenario hipotético para la evaluación de riesgos para el escenario 3 relacionado con los pobladores locales de la comunidad nativa Antioquia.

Es importante recordar que muchos de los escenarios de transporte y vías de exposición reflejan los peores escenarios de ocurrencia, asumiendo estas premisas en la evaluación de riesgo expuesta ante FONAM (PROFONANPE), supervisión y las federaciones de las CCNN. Para la base del modelo conceptual, esta se encuentra asociada a los diferentes mecanismos de transporte, ruta y vías de exposición, elementos básicos y fundamentales para el análisis de ERSA.

Caracterización del riesgo ecológico, Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM: El PR, en el literal C. del ítem 4.10, indica que, para caracterizar el riesgo ecológico, se ha empleado la Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD.

OBSERVACIÓN N.° 51

El PR debe considerar la Guía ERSA del MINAM, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 034-2015-MINAM, que recomienda las siguientes estrategias para brindar una explicación más detallada de la evaluación de riesgos ecológicos: 1) la realización de ensayos en laboratorio (típicamente de toxicidad aguda y sub crónica) conjuntamente con el uso de modelos para predecir los efectos de diferentes contaminantes que puedan ser introducidos en el ambiente, y 2) la utilización de indicadores ecológicos presentes en ecosistemas naturales.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora señala que, en relación con la caracterización del riesgo ecológico "... existen diferentes enfoques para la estimación de un riesgo. En una evaluación de riesgos ecológicos es común no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas y es necesario tener decisiones basadas en una evaluación cualitativa o semi-cuantitativa. En estos casos es necesario confiar en el peso de las evidencias y en la experiencia de los especialistas que participan en la evaluación," por lo que infiere la libertad que se promueve en la guía ERSA para direccionar la caracterización del riesgo ecológico, reconociendo la falta de información o data ecotoxicología, que se hace mucho más notable para especies de selva (terrestres y acuáticas).

De igual manera señala que, complementariamente para la determinación del riesgo ecológico también empleo la metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados, aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo No 028-2017-OEFA/CD / Adaptado de *Canadian Council of Ministers of the Environment (2008) National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document*, todo ello para la determinación del riesgo ecológico.

Al respecto, la Consultora deberá adjuntar el análisis y el sustento técnico que llevaron al uso de la metodología antes indicada, además existen muchas metodologías para abordar la evaluación del riesgo ecológico, en ese sentido la Consultora puede usar para tal fin lo publicado por las agencias reguladoras: i) USEPA metodologías para determinar el riesgo ecológico (U.S. EPA Ecological Risk Management Guidance document); ii) Guidance for Conducting Ecological Risk Assessment 2008 del Estado de OHIO; iii) Federal Contaminated Sites Action Plan – Ecological Risk Assessment Guidance Canada-2012, entre otras fuentes reconocidas, ya que estas tienen un enfoque cuantitativo.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se sustenta los criterios considerados para contemplar la metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados, aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo No 028-2017-OEFA/CD, la cual se consideró para la evaluación de riesgos para el escenario ecológico, la cual se realizó paralelamente la evaluación de riesgos para las comunidades hidrobiológicas considerando los valores de ecotoxicidad provenientes de la ECOTOX para los CP presentes en las matrices ambientales (agua superficial y sedimentos) sobre las cuales estarían expuestas. Asimismo, se sustenta los criterios con relación al método empírico (o método del cociente) en la evaluación de riesgo ecológico, acorde a lo indicado en las monografías como: i) USEPA metodologías para determinar el riesgo ecológico (U.S. EPA Ecological Risk Management Guidance document); ii) Guidance for

Conducting Ecological Risk Assessment 2008 del Estado de OHIO; iii) Federal Contaminated Sites Action Plan – Ecological Risk Assessment Guidance Canada-2012, entre otras fuentes; las cuales tienen similitud con la evaluación de riesgos para las comunidades hidrobiológicas. Además, se sustenta la no consideración de esta para la evaluación de riesgos, por lo cual se adoptó la metodología de OEFA para la evaluación del riesgo ecológico.

Respuesta:

A diferencia de la evaluación del riesgo a la salud humana donde se tiene un solo receptor (el ser humano), el riesgo ecológico tiene la particularidad de presentar diversos receptores debido a la variedad de especies predominantes en este escenario con diferentes mecanismos de respuesta ante un contaminante. Asimismo, tal como menciona la referida guía, **se le da un peso o un valor considerable en la evaluación de riesgos a los organismos que se encuentran en cuerpos de agua y/o suelo contaminado los cuales tienen un mayor contacto frente a otros receptores.**

Considerando los lineamientos de la Guía ERSA se indica lo siguiente:

“(…) las evaluaciones de riesgo ecológico son más complejas debido a que típicamente no existe una sola especie como receptor sino una variedad de especies en el universo de la fauna y flora con diferentes respuestas a una exposición a los contaminantes. Especies que viven dentro de un cuerpo de agua o suelo contaminado naturalmente tienen un contacto muy superior a seres humanos, lo que puede resultar en una mayor susceptibilidad al contaminante (…)”

En base a lo indicado, se realizó una evaluación sobre las comunidades hidrobiológicas en el sitio S0110 con información analítica de las matrices ambientales evaluadas (agua superficial y sedimentos) sobre las cuales estaría expuestas estas especies, el desarrollo de este se detalla en el PR. Para la evaluación del riesgo hacia las comunidades hidrobiológicas (receptores ecológicos) es preciso indicar que, al no contarse con información cuantitativa de toxicidad de las especies del sitio, se consideró los valores de toxicidad de las especies análogas provenientes de la ECOTOXicology knowledgebase (ECOTOX) administrada por el Centro de Toxicología Computacional y Exposición (CCTE) de la División de Ecología de Toxicología de los Grandes Lagos (GLTED) de la USEPA.

La ECOTOX es una base conocimiento de datos únicos de toxicidad química sobre la vida acuática, plantas terrestres y vida silvestre, sustentadas en publicaciones y artículos científicos, cuyos ensayos se basan en pruebas y análisis de Dosis – Respuesta. Estos datos de toxicidad (NOAEL, LOAEL, NOEC, entre otros) parten de resultados de ensayos toxicológicos en dichas especies acorde a los procedimientos y estándares de la USEPA; y que son recopiladas en la ECOTOX⁴.

Se consideraron especies análogas respecto a las especies de las comunidades hidrobiológicas identificadas en las estaciones de muestreo del sitio S0110, las cuales tengan una similitud a nivel taxonómico y/o función dentro del mismo nicho ecológico. La selección de las especies análogas, siguen los siguientes criterios:

- Se seleccionan especies representativas, para el caso de comunidades hidrobiológicas, categorizados por grupo.
- Afinidad/relación taxonómica de las especies o grupos (familia, clase, orden, género, especies) encontrados.

⁴ Framework for ecological risk assessment. 1992. EPA/630/R-92/001. Guidelines for Ecological Risk Assessment. 1998. EPA/630/R-95/002F.

- Selección de la especie más abundante, por *phyllum*, clase u orden taxonómico. Los resultados en abundancia permiten considerar a un grupo como representativo para otros grupos. Cuando esta situación tiene lugar, es decir que los *Phyla* más abundantes son comunes, el análisis comparativo de toxicidad se efectuará sobre el representante más abundante de estos
- Que ocupen en el mismo nicho o nichos equivalentes dentro del mismo sistema acuático
- Dinámica trófica equivalente o que presente similitud en la selección que se efectúe
- Tener un similar tipo de hábitat y tipo de alimentación de la especie identificada en campo.

En base a lo expuesto y teniendo en cuenta sobre la evaluación de riesgos indicada en las monografías como: i) USEPA metodologías para determinar el riesgo ecológico (U.S. EPA Ecological Risk Management Guidance document); ii) Guidance for Conducting Ecological Risk Assessment 2008 del Estado de OHIO; iii) Federal Contaminated Sites Action Plan – Ecological Risk Assessment Guidance Canada-2012, entre otras fuentes, se tiene lo siguiente:

La metodología para realizar la evaluación de riesgos ecológicos sugiere un método empírico (o método del cociente) para realizar la evaluación de riesgo ecológico donde se realiza las comparaciones de valores únicos de efecto y exposición, que se basan en la relación de una concentración de exposición y un valor toxicológico conforme a la siguiente expresión:

$$HQ = \frac{Dose}{NOAEL} \quad or \quad HQ = \frac{EEC}{NOAEL}$$

Donde:

HQ : Cociente de peligrosidad

Dose : Ingesta estimada de contaminantes en el sitio (mg contaminant/kg body weight per day)

EEC : Concentración ambiental estimada en el sitio (mg/kg soil; mg/L water; mg/kg food, etc.)

NOAEL : Nivel sin efectos adversos observados.

De acuerdo con esta expresión, al obtener como producto de esta operación un HQ con un valor superior a 1 indica una preocupación de la sustancia evaluada, caso contrario, si el valor es menor a 1, no se tendría riesgo sobre las sustancias evaluadas.

Sin embargo, considerando la información disponible del sitio S0110 y considerando la información que pueda haber sobre toxicidad de todos los compuestos y las especies estudiadas, se tiene una incertidumbre en algunos casos alta dependiendo de la información disponible, por lo cual este método no es aplicable. A continuación, se cita un extracto sobre esta metodología de acuerdo con lo mencionado por la *Guidelines for Ecological Risk Assessment* de la US EPA, la cual sugiere la propia guía ERSA, que a su vez hace hincapié el evaluador. Esta guía indica lo siguiente (traducción):

(...) este método supone que las concentraciones en el ambiente no cambian en el tiempo ni en el espacio, y que los datos relacionados con el efecto son los adecuados para ser extrapolados directamente al campo. Es un método muy útil para elaborar un primer cálculo del riesgo, pero no debe considerarse como una estimación cuantitativa, ya que no es consistente con los esquemas

probabilísticos; por esta razón, es difícil integrar estos resultados con cualquier parámetro de evaluación que esté expresado en términos de probabilidad (...).

(...) además, en la mayoría de los casos el método del cociente no considera el análisis de incertidumbres (...)

Con referencia a lo expuesto, se consideraron estos aspectos a la hora de definir la metodología para evaluar los riesgos para el escenario ecológico. Además, y sin perjuicio de lo indicado líneas arriba, para la evaluación de riesgos en las comunidades hidrobiológicas, si bien es cierto que se consideraron los valores de ecotoxicidad provenientes de la ECOTOX, estos se compararon con las concentraciones en las matrices ambientales (agua superficial y sedimentos) sobre las cuales estarían expuestas ante los CP presentes.

De lo referido, el análisis realizado para la evaluación de estos receptores ecológicos en base con la toxicidad de estos CP en estas matrices sigue los lineamientos establecidos por la guía ERSA y también por el método propuesto por la US EPA que se ciñe bajo el enfoque del método determinístico (o método del cociente). Lo indicado líneas arriba se evidencia tal como se detalló en el ítem 4.3 del PR, específicamente en los Cuadros 4-11, 4-12, 4-13 y 4-15; donde se realiza el análisis correspondiente; del cual se tiene que estos receptores ecológicos no presentan un riesgo por exposición a los CP evaluados en estas matrices ambientales.

Cuadro 4-11 Evaluación de toxicidad de la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del sitio S0110 (Sitio 5)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante		
							Arsénico Total		
							Resultado análisis	Valor referencial ECOTOX (NR)	Interpretación
Agua superficial	Húmeda	SO110-HB-FIT-1-001	DESMIDIALES	CLOSTERIACEAE	<i>Closterium sp.</i>	mg/L	0,00002	0,00075	Valor encontrado por debajo del del límite de referencia
			BACILLARIALES	BACILLARIACEAE	<i>Nitzschia cf. sigma</i>	mg/L			
		SO110-HB-FIT-2-001	EUNOTIALES	EUNOTIACEAE	<i>Eunotia sp.</i>	mg/L			
			DESMIDIALES	CLOSTERIACEAE	<i>Closterium sp.</i>	mg/L			
			OSCILLATORIALES	ND	ND	mg/L			
			EUGLENALES	EUGLENACEAE	<i>Trachelomonas sp.</i>	mg/L			
		SO110-HB-FIT-3-001	NAVICULALES	PINNULARIACEAE	<i>Pinnularia sp.</i>	mg/L			
			EUNOTIALES	EUNOTIACEAE	<i>Eunotia sp.</i>	mg/L			
	NAVICULALES		AMPHIPLURACEAE	<i>Frustulia sp.</i>	mg/L				
	DESMIDIALES		CLOSTERIACEAE	<i>Closterium sp.</i>	mg/L				
	Seca	SO110-HB-FIT-1-001	BACILLARIALES	BACILLARIACEAE	<i>Nitzschia cf. sigma</i>	mg/L	0,00172	0,00075	Valor encontrado por encima del límite de referencia
			EUNOTIALES	EUNOTIACEAE	<i>Eunotia sp.</i>	mg/L			
			DESMIDIALES	CLOSTERIACEAE	<i>Closterium sp.</i>	mg/L			
			OSCILLATORIALES	ND	ND	mg/L			
		SO110-HB-FIT-1-003	EUGLENALES	EUGLENACEAE	<i>Trachelomonas sp.</i>	mg/L			
			BACILLARIALES	BACILLARIACEAE	<i>Nitzschia cf. sigma</i>	mg/L			
EUNOTIALES			EUNOTIACEAE	<i>Eunotia sp.</i>	mg/L				
DESMIDIALES			CLOSTERIACEAE	<i>Closterium sp.</i>	mg/L				
		OSCILLATORIALES	ND	ND	mg/L				
		EUGLENALES	EUGLENACEAE	<i>Trachelomonas sp.</i>	mg/L				

Base de datos: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-12 Evaluación de toxicidad de la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0110 (Sitio 5)

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante		
							Arsénico Total		
							Resultado análisis	Valor referencial ECOTOX (LC50)	Interpretación
Agua superficial	Húmeda	SO110-HB-ZOO-1-001	No se detectaron organismos en el volumen analizado			mg/L	0,00002	3,8	Valor encontrado por debajo del del límite de referencia
		SO110-HB-ZOO-2-001	BACILLARIALES	BACILLARIACEAE	<i>Nitzschia cf. sigma</i>	mg/L			
			EUNOTIALES	EUNOTIACEAE	<i>Eunotia sp.</i>	mg/L			
			DESMIDIALES	CLOSTERIACEAE	<i>Closterium sp.</i>	mg/L			
			OSCILLATORIALES	ND	ND	mg/L			
			EUGLENALES	EUGLENACEAE	<i>Trachelomonas sp.</i>	mg/L			
		SO110-HB-ZOO-3-001	NAVICULALES	PINNULARIACEAE	<i>Pinnularia sp.</i>	mg/L			
			EUNOTIALES	EUNOTIACEAE	<i>Eunotia sp.</i>	mg/L			
			NAVICULALES	AMPHIPLEURACEAE	<i>Frustulia sp.</i>	mg/L			
			DESMIDIALES	CLOSTERIACEAE	<i>Closterium sp.</i>	mg/L			
	Seca	SO110-HB-ZOO-1-001	ND (Larva nauplio)			mg/L	0,00172	3,8	Valor encontrado por encima del límite de referencia
			ND	ND	ND	mg/L			
			ARCELLINIDA	ARCELLIDAE	<i>Arcella sp.</i>	mg/L			
			PLOIMA	LECANIDAE	<i>Lecane cf. bulla</i>	mg/L			
			ND	ND	ND	mg/L			
SO110-HB-ZOO-1-003		ARCELLINIDA	ARCELLIDAE	<i>Arcella sp.</i>	mg/L				
PLOIMA	LECANIDAE	<i>Lecane cf. bulla</i>	mg/L						

Base de datos: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-13 Evaluación de toxicidad de la comunidad bentónica en agua superficial del sitio S0110 (Sitio 5)

Matriz	Época	Estación	Orden	Familia	Género y/o especie	Unidades	Contaminante		
							Arsénico		
							Resultado análisis	Valor referencia ECOTOX (LD50)	Interpretación
Agua Superficial	Húmeda	SO110-Hb-BEN1-003	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,002	>40	Valor por debajo del límite de referencia
			Diptera	Ceratopogonidae (Larva)	ND	mg/L	0,002	>40	
			Odonata	Gomphidae	ND	mg/L	0,002	>40	
			Ephemeroptera	Baetidae	ND	mg/L	0,002	>40	
		SO110-Hb-BEN1-002	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0,0004	>40	
			Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp. (Larva)	mg/L	0,0004	>40	
			Odonata	Gomphidae	ND	mg/L	0,0004	>40	
			Decapoda	Trichodactylidae	<i>Trichodactylus fluviatilis</i>	mg/L	0,0004	>40	
	Seca	SO110-Hb-BEN1-001	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0.00172	>40	
			Diptera	Ceratopogonidae	ND	mg/L	0.00172	>40	
			Trichoptera	Polycentropodidae	ND	mg/L	0.00172	>40	
			Hemiptera	Veliidae	ND	mg/L	0.00172	>40	
		SO110-Hb-BEN1-003	Diptera	Chironomidae (Larva)	ND	mg/L	0.00211	>40	
			Odonata	Gomphidae	ND	mg/L	0.00211	>40	

Base de datos: EPA/ECOTOX base de datos: <http://www.Epa.gov/ecotox/> (Matriz Agua Superficial)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cuadro 4-15 Evaluación de toxicidad para peces en agua superficial del sitio S0110 (Sitio 5)

Matriz	Época	Estación	Orden	Familia	Especie	Unidades	Contaminante					
							Bario Total			Cadmio		
							Resultado análisis	Valor ECOTOX referencial (NR)	Interpretación	Resultado análisis	Valor ECOTOX referencia (NOEC)	Interpretación
Agua Superficial	Húmeda	SO-110-HB-PEC-1-003	Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon jelskii</i>	mg/L	0,0186	0,9	Valor por debajo del límite Ecotox	0,00001	0,0105	Valor por debajo del límite Ecotox
					<i>Hyphessobrycon loretoensis</i>	mg/L	0,0186	0,9		0,00001	0,0105	

Importante:

Se indica que el Bario Total y Cadmio no son CP para la matriz agua superficial del sitio S0110 (Sitio 5); sin embargo, se evaluaron estos elementos a fin de demostrar que las concentraciones registradas no superan los valores de Ecotox. Además, los valores excedentes de estos CP en las muestras de peces pudieron ser contraído en zonas no necesariamente proveniente del sitio S0110 (Sitio 5).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

De los valores indicados en los cuadros precedentes, al realizar la división bajo el enfoque del método determinístico de los valores presentes, tenemos como parte de la concentración ambiental estimada en el sitio a los resultados del análisis de ensayo del laboratorio de las concentraciones en agua y sedimentos evaluados en el sitio S0110; y como parte de las concentraciones de toxicidad y sin perjuicio de que para algunas especies no se cuente con el NOAEL sino con información de LOAEL, NOEC, LD50, entre otros; al realizar dicha división, los resultados no sobrepasan la 1, sustentando de esta manera la ausencia de riesgo por exposición ante estos CP por parte de estos receptores ecológicos.

Con base a lo sustentado líneas arriba, la evaluación de riesgos para el escenario ecológico del sitio S0110 se **complementa** con la metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados, aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD / Adaptado de *Canadian Council of Ministers of the Environment (2008) National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document.*

Como parte de los criterios considerados para adoptar esta metodología, es tener un enfoque a nivel de ecosistema considerando todos los aspectos presentes en el sitio S0110 y los principales mecanismos de transporte y receptores (ecológicos) para la evaluación del nivel de riesgo, las características del sitio (cobertura, tipo de suelo, topografía, permeabilidad, entre otros), propiedades y características de los contaminantes (tipo de contaminantes, nivel de excedencias, entre otros) y del receptor (categorías de protección, presencia de ecosistemas frágiles, entre otros).

Es preciso indicar que esta metodología recoge los criterios y lineamientos establecidos en las normas y guías internacionales para la toma de decisiones para la gestión y manejo de sitios contaminados, como son la Guía Estándar para la Acción Correctiva Basada en el Riesgo (RBCA)⁵, la *Guidance for Superfund* de la *United States Environmental Protection Agency (USEPA)*⁶, la Guía Sistema Nacional de Clasificación de Sitios Contaminados de *Canadian Council of Ministers of the Environment*⁷, la Descripción del Catastro de Sitios Contaminados y de su Sistema de Puntuación y Priorización de la Secretaría de Medio Ambiental y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México⁸, el Sistema de Puntuación de Áreas Contaminadas, Brasil⁹ y el Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)¹⁰, entre otras. Asimismo, se han tenido en consideración normativa nacional, la Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA)¹¹ y la Metodología para Estimación del Nivel de Riesgo de Pasivos Ambientales en el Subsector Hidrocarburos¹².

⁵ American Society of Testing Materials (ASTM). *Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites. E1739-95(Reapproved 2015).*

⁶ U.S. Environmental Protection Agency. (1989). *Risk Assessment Guidance for Superfund, Human Health Evaluation Manual (Part A)*. Extraído de: <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>

⁷ Canadian Council of Ministers of the Environment. (2008) *National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document*. Extraído de: www.ccme.ca

⁸ Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. (2009) *Descripción del Catastro de Sitios Contaminados y de su sistema de puntuación y priorización*. Extraído de: <http://www.semarnat.gob.mx>.

⁹ Projeto CETESB – GTZ. (2001). *Ficha puntuación de áreas contaminadas*. Extraído de: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/11/7101.pdf>.

¹⁰ Servicio Nacional de Geología y Minería. (2008) *Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)*. Extraído de: <http://www.sernageomin.gob.cl/pdf/material/MANUALDEEVALUACIONRIESGOSFMAP.pdf>.

¹¹ Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en sitios contaminados, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 034-2015-MINAM.

¹² Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo de Pasivos Ambientales en el Subsector Hidrocarburos, aprobada mediante Resolución del Consejo Directivo N° 022-2013-OEFA/CD.

La metodología de OEFA se ha realizado para ecosistemas terrestres, y se ha complementado con otras metodologías existentes (evaluación a través de especies análogas). La evaluación del riesgo ecológico aplicando la metodología cualitativa OEFA que da mayor peso a la información de calidad ambiental e información respecto al escenario ecológico, complementa a la evaluación de riesgos realizado sobre las comunidades hidrobiológicas la cual parte de la evaluación de la toxicidad de los CP sobre estos receptores. La información de estos datos ecotoxicológicos corresponden a las especies análogas las cuales se encuentran publicadas en la base de datos de la ECOTOX y han sido empleadas para evaluar a las especies identificadas en el sitio S0110.

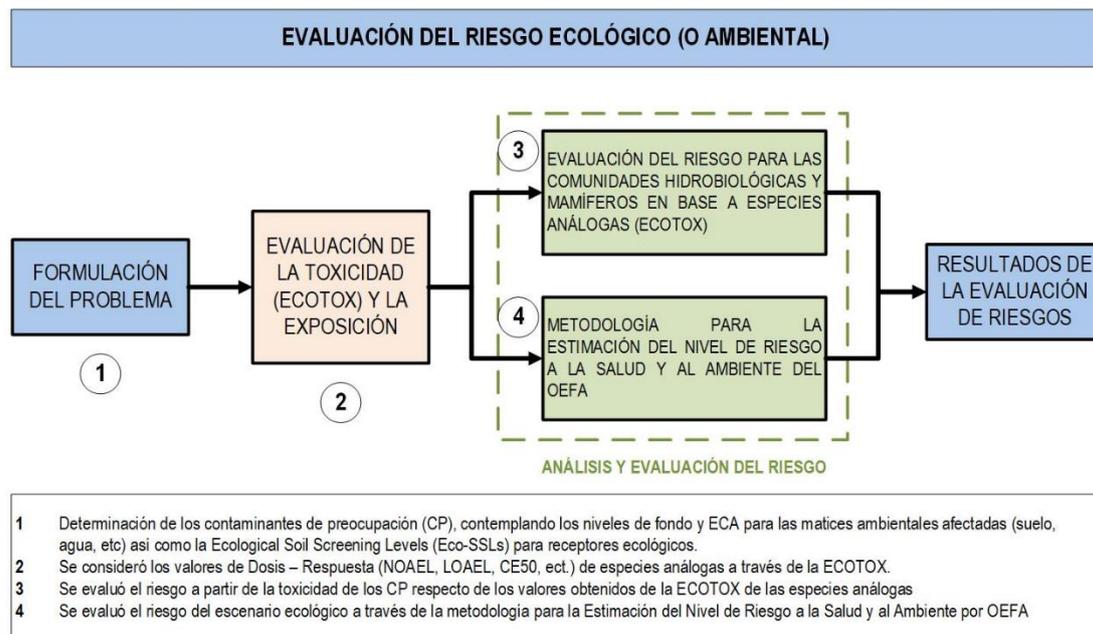
Por otro lado, esta metodología se basa en un método numérico aditivo, que adiciona puntuaciones a una serie de características o factores asociados al sitio impactado y al medio en el que se encuentra, considerando los mecanismos de transporte y la exposición de los receptores potenciales. Además, si perjuicio que esta aproximación numérica no ha sido diseñada para proporcionar una evaluación de riesgo cuantitativa como tal, proporciona un método a fin de asistir de manera técnica y científica en la evaluación del riesgo.

Si bien es cierto que el alcance de esta metodología se aplica obligatoriamente a las acciones de OEFA para la identificación de sitios impactados por actividades de hidrocarburos para las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón; no es restrictiva su aplicación como tal, debido a que como parte de la priorización de un sitio impactado por hidrocarburos se realiza una evaluación de riesgos a fin de realizar una toma de decisiones en función del riesgo para su debida atención; a pesar de no encontrarse necesariamente en la fase de caracterización. Además, la evaluación de riesgos por la metodología propuesta por OEFA la cual es aplicado para la priorización de los sitios impactados en el marco de la ley 30321, no restringe su aplicación exclusivamente para esta fase; dado que tal como lo indica el D.S. N° 012-2017-MINAM, en la fase de caracterización se realiza la respectiva evaluación de riesgos a la salud y el ambiente.

La determinación del riesgo acorde a la metodología planteada, considera el cálculo del Índice Foco (I_{Foco}) el cual se basa en la suma de varios factores asociados al impacto sobre el componente ambiental suelo, agua subterránea, agua superficial, sedimento y flora/fauna; el Índice de Transporte asociado al receptor ecológico ($I_{Transporte\ asociado\ a\ receptor\ ecológico}$) se basa en un escenario de potencial migración y/o atenuación de la afectación de los contaminantes a consecuencia del transporte hacia escenarios de exposición ambiental fuera del sitio impactado; y el Índice Ecológico ($I_{Receptor\ ambiente}$) el cual se basa en la exposición del receptor ecológico ante los contaminantes en evaluación.

Cada uno de estos índices son calculados por una serie de factores los cuales otorgan una puntuación máxima de 100 puntos y tienen un peso ponderal de 33 %. Es preciso indicar que el I_{Foco} toma como premisas información analítica y basado en la toxicidad de los contaminantes a evaluar como el caso del Factor Sustancia (F_{sust}); criterios y evidencias organolépticas en las matrices ambientales afectadas del sitio que corroboren y/o complementen la información analítica obtenida de los contaminantes evaluados como el caso del Factor *in-situ* ($F_{in-situ}$); la extensión del sitio impactado que contempla el Factor Extensión (F_{ext}); y por último, la presencia y/o persistencia de focos que tienen el potencial de liberar contaminantes al entorno, como el caso del Factor Actividad del Foco (F_{ACT}). Cada uno de los índices expuestos y los respectivos factores que determinan el cálculo de este, se sustenta con la información resultante de la fase de caracterización, tal como se detalla en el literal C del ítem 4.10 del PR.

Gráfico 4-Obs-51a Esquema de la evaluación del riesgo ecológico



Elaboración: Consorcio JCI & HGE / PROFONANPE, 2021.

Se hace énfasis en el enfoque general para ilustrar la integración del factor de estrés-respuesta respecto a la comparación de efectos individuales y valores de exposición; para este caso se realizó la comparación de efectos individuales con base a especies análogas que permitan la extrapolación de esta información, es en parte equivalente a lo desarrollado para la caracterización del riesgo ecológico para el Plan de Rehabilitación. Pese a que se manifieste preocupaciones sobre la extrapolación a partir de observaciones en unas pocas especies hacia agrupaciones de muchos individuos en la evaluación de riesgos ecológicos, se tiene una mejor comprensión de las respuestas individuales a través de ensayos ecotoxicológicos y las respuestas de poblaciones, comunidades o ecosistemas están comenzando a proporcionar una base más firme para la extrapolación (Callow, P, 2003)¹³.

Si bien OEFA tiene un uso obligatorio de esta metodología, también lo pueden hacer otras instituciones de manera opcional, al igual que el uso de los Indicadores de Calidad de los Recursos Hídricos (Publicación 2018 y 2020) donde se indica que es de uso obligatorio de la ANA, y además más opcional por otras entidades, entre otros.

Finalmente, es preciso indicar que el objetivo del PR del sitio S0110 es la aplicación del ECA Suelo de uso agrícola, más no la aplicación de niveles de remediación específicos que pudieran advertirse como parte del ERSA independientemente de las metodologías establecidas o contempladas en su desarrollo; de este modo, se tiene que las acciones de rehabilitación contempladas en el PR del Sitio S0110 se consideraron valores de remediación más conservadores. En ese sentido, los resultados de la aplicación de la Metodología de OEFA y la metodología para recursos hidrobiológicos a partir de la evaluación de la toxicidad en referencia a las especies análogas (ECOTOX), no tendrá implicancias en el cumplimiento del objetivo del PR del Sitio S0110.

¹³ Callow, P. 2003. Ecotoxicology Ecological risk Assessment?

Caracterización del riesgo para recursos naturales abióticos, Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM: El PR describe los riesgos de manera cualitativa.

OBSERVACIÓN N.º 52

El PR debe de sustentar la evaluación de riesgo abiótico a través de evidencia cuantitativa y estadística respecto a las determinaciones redactadas.

Comentario del Ministerio del Ambiente (MINAM):

La consultora infiere que, de acuerdo con la Guía ERSa Capítulo 8 – “*Caracterización del riesgo para recursos naturales abióticos*” (página 57) “(...) el análisis del riesgo debe abarcar la determinación a nivel conceptual de la probabilidad de una posible contaminación del suelo por las fuentes de contaminación, **y de ser posible**, una estimación de la carga de contaminantes esperados”, en ese sentido realizar una evaluación cuantitativa del riesgo abiótico no es de carácter obligatorio y no se considera necesario puesto que cubre los alcances y objetivos planteados en el PR.

Así también, la Consultora señala que la evaluación del riesgo para recursos naturales abióticos se realizó considerando cinco criterios para la determinación de la probabilidad de migración de los contaminantes del foco a una matriz ambiental cumpliendo con el análisis conceptual del riesgo abiótico (análisis cualitativo).

La consultora deberá tener en cuenta lo indicado por la DGCA del Minam, en la observación N° 51.

Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se precisa que lo indicado en la Observación N° 51 hace referencia solo y exclusivamente a las metodologías a considerar para la evaluación del riesgo para el Escenario Ecológico; sin embargo, en la presente observación se hace referencia a la evaluación de riesgos para los Recursos Naturales Abióticos, de acuerdo con la estructura definida en la guía ERSa, siendo una metodología distinta a lo indicado por el evaluador.

Respuesta:

Acorde a ello, la metodología para estimar el riesgo para el escenario abiótico es un método empírico basado en criterios indirectos a partir de mediciones analíticas y/o resultados de ensayos de laboratorio, así como de referencias bibliográficas en relación a la movilidad de los contaminantes, sus propiedades fisicoquímicas, las condiciones geo-hidrológicas existentes en el sitio, así como de estimaciones de las funciones de retención y degradación de suelos y subsuelos.

Estos criterios se detallan en el Anexo H de la Guía ERSa, la cual permite establecer un sistema de escala de valoración del riesgo de tipo No Probable, De Esperarse y Probable, teniendo en cuenta el contenido y movilidad de contaminantes en el suelo y subsuelo (Tabla N° VI-20 de la Guía ERSa).

Cuadro 4-74 Criterios para estimar el riesgo en el suelo

Rango del nivel de riesgo	Clasificación del Riesgo	Descripción
Cambios y/o alteraciones perceptibles (visual) de las condiciones del suelo	No Probable	No se evidencia ningún cambio en la matriz suelos, o se evidencian leves olores a HC.
	De Esperarse	Se evidencian olores pronunciados de HC volátiles y/o machas de HC (borra) en el suelo.
	Probable	Se evidencian manchas oscuras de HC, manchas y/o presencia de HC viscoso en el estrato, así como olores pronunciados de HC volátil.
Transporte/ Movilidad del contaminante por dispersión / volatilización o escurrimiento por lluvias	No Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, humedad, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una BAJA/NULA DISPERSIÓN .
	De Esperarse	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una DISPERSIÓN MODERADA/REGULAR .
	Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una ALTA DISPERSIÓN .
Transporte / Movilidad del contaminante en el suelo hacia las aguas subterráneas	No Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una BAJA MOVILIDAD .
	De Esperarse	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una MOVILIDAD MEDIA .
	Probable	Por las condiciones del entorno (pendiente, cobertura vegetal, suelo desnudo, etc.) y las propiedades del suelo (arcilloso, limoso, arenoso), el contaminante presenta una MOVILIDAD ALTA .
Biodegradabilidad de los contaminantes (especialmente para compuestos orgánicos)	No Probable	ALTA/FAVORABLE BIODEGRADACIÓN . El medio presenta una tasa de permeabilidad baja, con recubrimiento en el sitio y condiciones para la proliferación bacteriana (oxígeno, M.O., etc.).
	De Esperarse	MEDIA BIODEGRADACIÓN . El medio presenta una tasa de permeabilidad media, con recubrimiento parcial en el sitio y condiciones limitantes para la proliferación bacteriana (oxígeno, M.O., etc.).
	Probable	REDUCIDA BIODEGRADACIÓN . Se considera un medio saturado o en suelos con buena permeabilidad, sin recubrimiento en el sitio y donde la capacidad de biodegradación es despreciable.
Contenido de contaminantes en el suelo	No Probable	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia < 30 % y relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia < 10.
	De Esperarse	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia > 30 % y/o relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia > 10 pero < 20.
	Probable	Porcentaje de muestras que superan el límite de referencia > 60 % y/o relación entre UCL 95 o concentración máxima y niveles de referencia > 20.

Adaptado del Anexo H de la Guía ERSa (R.M. N° 034-2015-MINAM).
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

En lo que respecta al sustento para cada uno de los criterios descritos en el Cuadro 4-74 actualizado del PR, se tiene lo siguiente:

- **Cambios y/o alteraciones perceptibles (visual) de las condiciones del suelo.** – En lo que respecta a este criterio, se tiene explícitamente los registros y evidencias realizadas durante la fase de reconocimiento y también durante la ejecución de las labores de muestreo de detalle como parte de la etapa de caracterización del sitio S0110 la cual tienen un carácter cualitativo. Para el desarrollo de la evaluación de este criterio, se tuvo en cuenta la presencia de manchas o presencia de hidrocarburos en el suelo, la cual es corroborable en las fichas de muestreo detalladas en el Anexo 6.5 y 6.7 del PR. Acorde a ello, se evidenció en las labores de muestreo de suelos, donde se tiene ligeras evidencias a nivel superficial (no mayor a 0,5 m), sin embargo, por la poca cantidad se consideró un **Riesgo No Probable** con relación S0110.
- **Transporte/ Movilidad del contaminante por dispersión / volatilización o escurrimiento por lluvias.** – Respecto al transporte y/o movilidad de los contaminantes por dispersión, volatilización o escurrimiento superficial, se consideró en primera instancia los los registros de las lecturas del PID del Photo Ionization Detector (PID) para el sitio S0110, donde no se tiene lecturas mayores a 20 ppm, siendo el valor máximo registrado en el punto S0110-S009-0.50 (20,4 ppm) por lo cual se consideró un Riesgo De Esperarse en relación a la movilidad del contaminante por volatilización ante una exposición de un posible receptor cercano al sitio S0110.

Tal como se detalló en el PR, respecto a la movilidad de los HAP's en el suelo, se consideró un riesgo representativo en función a cada uno de los compuestos que los conforman. De acuerdo con su composición y propiedades de estos CP, la USEPA ha señalado algunos HAP's los cuales presentan cierta movilidad en función a la cantidad de anillos:

- Naftalina (2 anillos): Movilidad Media. - Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Fluoreno, Fenantreno (3 anillos): Movilidad Media.
- El resto de los HPA: Movilidad Baja a Muy Baja.

De acuerdo con su composición, se detalla cada uno de estos compuestos según su N° de anillos bencénicos:

Cuadro 4-75 Clasificación de los HAP's por el N° de anillos bencénicos

N° Anillos	HAP's
2 Anillos	Naftaleno, Metil-naftaleno.
3 Anillos	Acenaftileno, Acenaftaleno, Fluoreno, Fenantreno, Antraceno.
4 Anillos	Fluoranteno, Pireno, Benzo(a) antraceno, Criseno.
≥ 5 Anillos	Benzo(b) fluoranteno, Benzo(k) fluoranteno, Benzo(a) pireno, Indeno(1,2,3-cd) pireno, Dibenz(a,h) antraceno, Benzo(ghi) perileno.

Adaptado del Anexo H de la Guía ERSa (R.M. N° 034-2015-MINAM).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Considerando estos criterios, se establecieron la movilidad para cada uno de los HAP's presentes en el suelo del sitio S0110 (Sitio 5).

Cuadro 4-76 Movilidad de los HAP's en el suelo del sitio S0110 (Sitio 5)

Contaminante de preocupación	Movilidad	Descripción
Fenantreno	Media	La movilidad disminuye a medida que aumenta el número de anillos de benceno. Tienen baja solubilidad en agua y baja volatilidad. Pueden ser arrastrados al agua subterránea cuando están adsorbidos en coloides.

Adaptado del Anexo H de la Guía ERSA (R.M. N° 034-2015-MINAM).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Respecto a la movilidad de Selenio por dispersión atmosférica, se tiene en cuenta las condiciones topográficas del sitio S0110 (Sitio 5); que a pesar de presentar una reducida área desnuda se tiene una barrera natural (vegetación) frondosa alrededor del sitio la cual impide dicha dispersión en el entorno, por lo cual representaría un Riesgo No Probable la dispersión atmosférica de este CP.

Los HAP's tienden a ser volátiles en su mayoría (de acuerdo a su estructura química), sin embargo, se ha considerado un Riesgo De Esperarse debido a que existen algunas limitantes que impiden su dispersión/volatilización; tal como el recubrimiento del derrame producido en el sitio, donde aquellas partes del suelo que presenten contenido del hidrocarburo podrían liberar este CP (Fenantreno) hacia un posibles receptor ecológico (siendo el más próximo la vegetación del lugar), así como la presión de vapor, temperatura atmosférica, su afinidad por las partículas atmosféricas¹⁴, e incluso la fotoxidación a la que están expuestos en la atmosfera para su eliminación¹⁵.

- Transporte / Movilidad del contaminante en el suelo hacia las aguas subterráneas. -

La movilidad de los metales pesados en el suelo está influenciada por el pH principalmente, donde la mayor solubilidad se da a bajos niveles de pH; sin embargo, para el Selenio ocurre todo lo contrario, toda vez que su solubilidad aumenta a niveles de pH por arriba de 5. En este sentido, se considera un Riesgo No Probable de este metal, dado que el pH en el suelo del sitio S0110 (Sitio 5) oscila entre 4,58 a 4,81 (Anexo 6.10 del PR).

- Biodegradabilidad de los contaminantes (especialmente para compuestos orgánicos). -

La biodegradabilidad de estos compuestos por lo general es media o baja, específicamente para aquellos HAP's de más de tres (3) anillos donde es limitada la biodegradación¹⁶. Este proceso ocurre a través de una apertura oxidativa sucesiva de los anillos bencénicos hasta alcanzar una mineralización, lo cual ocurre en menor medida; por ende, se consideró un Riesgo De Esperarse de acuerdo con la biodegradabilidad de este CP (Fenantreno).

- Contenido de contaminantes en el suelo. -

Respecto al contenido de HAP's en el suelo, se tiene que el Fenantreno representa un Riesgo No Probable, toda vez que se tiene que el 16 % (2 muestras) del total de las muestras exceden los SQG Canadienes. Por último, se consideró un Riesgo De Esperarse respecto al contenido

¹⁴ Baert, A. (2002). Comentarios acerca de los riesgos que entraña la recogida del petróleo del prestige y la limpieza de las aves, por si pudieran afectar al litoral francés, según los datos disponibles a 29 de noviembre de 2002.

¹⁵ Caballero López, S.N. & Alvarado Díaz, D. (2006). Análisis y determinación de la concentración de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's) contenidos en el material particulado respirable (PM10) en la localidad de Puente Aranda de Bogotá en la zona de alta actividad industrial y alto flujo vehicular.

¹⁶ Anexo H, ítem 3.4 de la Guía para la elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en sitios contaminados.

de Selenio en el suelo, toda vez que se tiene el 42,5 % del total de las muestras las cuales superan el estándar canadiense (SQL=1 mg/kg) por este elemento.

La descripción de cada escala de valoración se presenta en el mismo cuadro. La adopción de los criterios es empírica y no es más que una adaptación de criterios tomados de la Guía ERSA que permitiese establecer un sistema de escala de valoración del riesgo. Para la adopción de las escalas del rango de nivel de riesgo “contenido de contaminantes en el suelo” se utilizaron los criterios de % de muestras que superan el límite de referencia y la relación del UCL95 con este límite, considerando lo siguiente:

- Se adopta el porcentaje de muestras que supera el límite de referencia y la relación UCL95 (o máxima concentración) con este límite de modo orientativo, cualitativo y empírico tomando en cuenta el agotamiento de contaminantes que existe en un foco. Este agotamiento depende del volumen de contaminación (% de muestras que superan el límite de referencia) y la cantidad de contaminantes (relación entre el UCL95 y el límite de referencia),
- Los valores numéricos adoptados en las clasificaciones obedecen a un juicio de experto que se basa en una determinación estadística, para muchos de los casos, conservadora.

La evaluación del riesgo para el escenario abiótico a partir de los criterios expuestos en el Cuadro N° 4-74. Estos criterios son sometidos a cada uno de los CP que son evaluados para cada una de las matrices donde se ha registrado su presencia. Asimismo, la valoración cualitativa del riesgo donde los resultados de esta clasificación del riesgo tienen la siguiente interpretación:

Cuadro 4-Obs-52 Determinación del riesgo para el recurso suelo por CP

Clasificación del Riesgo	Interpretación
No Probable	Esta valoración corresponde cuando el CP no presenta evidencias de afectación en la matriz ambiental evaluada, tampoco condiciones de transporte y/o movilidad hacia las otras matrices ambientales, así como su degradabilidad en el ambiente. No se requiere acciones de intervención y/o remediación en el sitio respecto al CP evaluado.
De Esperarse	Esta valoración corresponde cuando el CP presenta alguna evidencia de afectación en la matriz ambiental evaluada, o una probabilidad baja de transporte y/o movilidad hacia las otras matrices ambientales y/o posible permanencia en el ambiente. Sin embargo, por las condiciones que predominan en el sitio y la resiliencia del mismo, no se requiere acciones de intervención y/o remediación respecto al CP evaluado.
Probable	Esta valoración corresponde cuando el CP presenta evidencias significativas de afectación en la matriz ambiental evaluada, o condiciones de transporte y/o movilidad hacia las otras matrices ambientales, así como su permanencia en el ambiente. El sitio presenta una afectación en sus componentes, por lo que se requiere acciones de intervención y/o remediación respecto al CP evaluado.

Adaptado del Anexo H de la Guía ERSA (R.M. N° 034-2015-MINAM).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2021.

Es preciso indicar que esta valoración es de carácter cualitativo, por ende, no se realiza una ponderación como tal para cada uno de los rangos o criterios para estimar el riesgo abiótico; solo se considera la clasificación del riesgo “**Probable**” como la de mayor peso o valoración para cada uno de los CP sobre la cual se centrarían las actividades de remediación.