



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CUT: 179044-2021

**INFORME TECNICO N° 0005-2022-ANA-DCERH/WQQ**

**A :** **LUIS ALBERTO DIAZ RAMIREZ**  
DIRECTOR  
DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS  
HIDRICOS

**ASUNTO :** Información Complementaria al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0100 (Sitio 22) por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Pastaza, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)

**REFERENCIA :** a) Oficio N° 629-2021- MINEM /DGAAH/DEAH  
b) Oficio N° 667-2021-MINEM/DGAAH/DEAH  
c) Oficio N° 719-2021-MINEM/DGAAH/DEAH

**FECHA :** San Isidro, 25 de enero de 2022

---

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle lo siguiente:

**I) ANTECEDENTES**

- 1.1. El 25 de Setiembre de 2019, mediante Oficio N° 382-2019-MINEM/DGAAH/DEAH, la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)), remitió a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) el Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) indicado en el asunto a fin de que se emita la opinión técnica en el marco del artículo 81° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos. Se precisa que el consorcio ECODES-VARICHEM realizó el Plan de Rehabilitación indicado en el asunto.
- 1.2. El 13 de diciembre de 2019, mediante Oficio N° 2741-2019-ANA-DCERH con CUT: 192067-2019, la DCERH de la ANA remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)), el Informe Técnico N° 1080-2019-ANA-DCERH/AEIGA, que contiene las observaciones al Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) indicado en el asunto.
- 1.3. El 05 de noviembre de 2021, mediante Oficio N° 629-2021-MINEM/DGAAH/DEAH, la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)) remitió a la DCERH de la ANA la subsanación de las observaciones del IGA indicado en el asunto.
- 1.4. El 08 de noviembre de 2021, mediante Oficio 1981-2021-ANA-DCERH, la DCERH de la ANA solicita a la DGAAH del MINEM remitir el documento que contenga la versión correspondiente para la emisión de la opinión técnica.
- 1.5. El 15 de noviembre de 2021, mediante Oficio N° 667-2021-MINEM/DGAAH/DEAH, la DGAAH del MINEM remite a la DCERH de la ANA el enlace en que se encuentra la información destinada a absolver las observaciones formuladas por esta Dirección.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- 1.6. El 14 de diciembre de 2021, mediante Oficio N° 719-2021-MINEM/DGAAH/DEAH, la DGAAH del MEM remitió a la DCERH de la ANA reiterando opinión técnica al IGA indicado en el asunto.
- 1.7. El 25 de enero del 2022, mediante sistema SIGGED y Carta S/N, se remitió informe elaborado por el Qco. Miguel Ángel Marcelo Torre con CQP N° 685 (Especialista en Evaluación del IGA) en conjunto con el Ing. Uriel Néstor Marca Ventura (Especialista en Hidrogeología) con CIP N° 166585, para la emisión.

## II) ANÁLISIS

### 2.1. MARCO LEGAL

- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, Decreto Supremo N° 001-2010-AG.
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento, Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM.
- Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental y su Reglamento, Decreto Supremo N° 039-2016-EM.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias.
- Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, Reglamento de Organización y Funciones de la ANA.
- Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM, Aprueban "Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación".
- Resolución Jefatural N° 106-2011-ANA, Procedimientos de Evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental relacionados con los recursos hídricos.
- Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, Reglamento para el otorgamiento de autorización de vertimientos y reúso de aguas residuales tratadas.
- Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA. Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA, Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo de Natural de Agua.
- Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales".

### 2.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 2.2.1. Descripción del proyecto

La Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM) contrata a CONSORCIO ECODES INGENIERÍA-VARICHEM DE COLOMBIA-CEV (en adelante ECODES-VARICHEM), quienes plantean el "Plan de Rehabilitación para el Sitio Impactado S0100 (Sitio 22), que



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

considera las características del área, la caracterización de sitio impactado, la evaluación de los impactos y/o riesgos para el ambiente y la salud de la persona, las acciones de remediación y rehabilitación: determinó como alternativa de remediación, la tecnología Bioestimulación enzimática para los suelos y sedimentos contaminados con hidrocarburos, Solidificación ex situ para los suelos contaminados con metales y, adicionalmente, la remoción de residuos en suelos.

La remoción de residuos implica: Aspectos logísticos y de selección de personal para la extracción de residuos enterrados, Transporte e instalación de personal, maquinaria y equipos para la extracción de residuos enterrados, Adecuación de la zona para la extracción de residuos enterrados, Excavación y retiro de residuos contaminados, Cierre y abandono y; la Bioestimulación enzimática más Solidificación ex situ implica: Aspectos logísticos y de selección de personal, Transporte e instalación de personal, maquinaria, productos y equipos para el desarrollo de las actividades de remediación en la zona de tratamiento, Reconocimiento y adecuación de la zona de remediación, Construcción y adecuación de las celdas de tratamiento para bioestimulación enzimática, Excavación, transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento, Implementación de la técnica de remediación de bioestimulación enzimática, Implementación de la técnica de solidificación ex situ, Finalización de la técnica de remediación y acciones de revegetación y, Cierre y desmantelamiento del campamento base y de la zona de tratamiento.

### 2.2.2. Ubicación

El proyecto de Rehabilitación del Sitio Impactado S0100 se ubica al norte de la Amazonía Peruana, políticamente en el distrito de Andoas, provincia Datem del Maraón y departamento de Loreto, y geográficamente dentro de la cuenca del río Pastaza. El sitio impactado S0100 (Figura 1) de coordenadas 339 748 E y 9691 879 N (UTM WGS 84, zona 18 Sur) se ubica en el ámbito de intervención del lote petrolero 192 (ex lote 1AB).



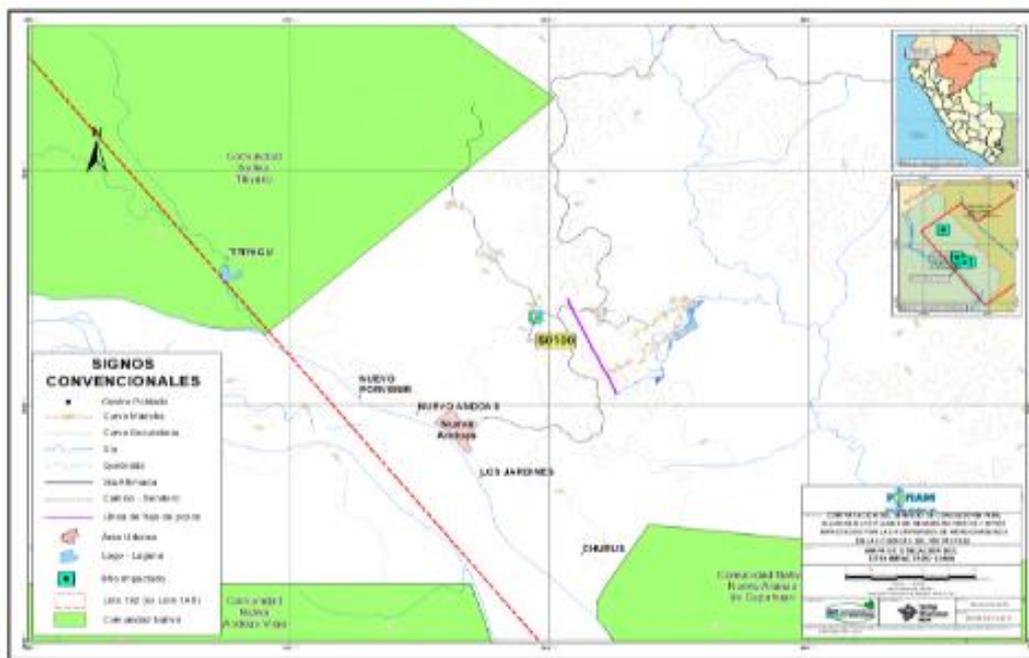
PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Figura 1. Ubicación del Sitio impactado S0100



Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019

### 2.2.3. Característica del área

El Sitio S0100 (Sitio 22), limita al suroeste con la comunidad Nativa de Nuevo Andoas, la distancia entre Nuevo Andoas y el sitio impactado, por vía terrestre es de 7,5 km; al oeste y separado por un aguajal se encuentra el Sitio S0105 (Botadero CS-32); hacia el este limita con el pozo CS-32, el cual está ubicado a una distancia de 140 m; hacia el sur limita con una zona boscosa.

La geología que domina el sistema acuífero es la unidad hidrogeológica "Acuífero" poroso no consolidado, de origen detrítico que está conformado por depósitos aluviales, fluviales, palustres del cuaternario reciente (Holoceno) y depósitos aluviales antiguos de la Formación Iquitos o también llamada Nauta perteneciente al cuaternario inferior (Pleistoceno) y parte de Terciario reciente (Plioceno).

Asimismo, el límite vertical del acuífero en la zona de impacto está representado por un acuitardo sedimentario, conformado por lodonitas, arcillitas y algunas areniscas pertenecientes a la Formación Ipururo que subyace a la formación Iquitos (formación Nauta). Este acuitardo (Fm. Ipururo) aflora en la zona, delimitando el acuífero detrítico horizontalmente y verticalmente. Por debajo de la formación Ipururo se encuentra la formación Pebas, la cual no aflora en ninguna parte de la zona de estudio ni zonas aledañas, únicamente aflora en la otra margen del río Pastaza.

Según el estudio geofísico, el subsuelo está compuesto por estratos arcillosos con diferentes estados de compactación. Si bien el acuífero está cubierto por estratos de suelos finos como arcillas inorgánicas o limos arcillosos y arenas limosas, éstos



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

estratos arcillosos sufren algunos procesos de hidroclástismo como consecuencia del desecamiento de dichos sedimentos, proveyendo una relativa mejora en el drenaje desde la superficie.

Se hizo una simulación de flujo subterráneo vertical considerando estratos de suelo limoso arcilloso y limoso arenoso y propiedades hidráulicas presentados previamente, como es el caso de los sitios SO101, SO103, S104 y SO105, en medio no saturado mediante el software Hydrus 1D y arrojaron velocidades de flujo máximos de  $4 \times 10^{-6}$  m/día, lo cual resulta prácticamente imperceptible. Esto significaría que el avance de flujo subterráneo en dirección vertical en el lapso de un año sería de 0.14 centímetros.

Con respecto a la hidrología, el río Pastaza tiene su origen en Ecuador y recorre la llanura amazónica hasta desembocar en el río Marañón. Tiene un ancho de cauce de 1200 metros promedio, es de forma meándrica donde predominan grandes islas y bancos de arena a lo largo de su cauce. Dentro del área de interés el principal cuerpo de agua es la quebrada Anapaza que circunda el sitio S0100 a la vez corresponden una zona inundable (cuerpo de agua estacionario) que se encuentra a 34,42 metros del Sitio en dirección norte que sirve de límite entre el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y el Sitio S0100 (Sitio 22), tiene un ancho promedio en esta zona de 2 a 3 metros y una profundidad de un metro, con flujo constante en ambas épocas del año y un caudal promedio de  $0,04 \text{ m}^3$ ; el afluente que alimenta a la quebrada Anapaza se encuentra a 47,22 metros en dirección suroeste cuyo dirección de flujo va de Norte a Sur; en el sitio S0105 desde el suroeste hacia el noroeste del sitio S0100 se extiende una ligera pendiente que limita el sitio impactado con una zona anegable.

El clima de la región nor-amazónica se considera ecuatorial húmedo, el cual es un clima de bosque tropical lluvioso, típico de las latitudes bajas, controlados por las masas de aire del trópico ecuatorial que convergen generando una depresión ecuatorial, derivando en lluvias a través de las tormentas de convección. El suelo del área corresponde a tierra apta para producción forestal de limitado drenaje, calidad agrícola media y baja, el cual tiene una codificación F3w - X. Cabe mencionar que, según la clasificación usada en el ECA para Suelo, el Sitio S0100 (Sitio 22) corresponde a Agrícola; la cobertura vegetal se clasifica como bosque de colina baja y bosque de terraza baja.

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de desagüe y disposición de residuos, por lo que las aguas servidas son directamente vertidas al río Pastaza. Además, cuenta con un punto de agua tratada y la captación se efectúa en el río Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, y esta a su vez, destinada el agua tratada a la comunidad a través de piletas de agua.

#### 2.2.4. Característica del sitio impactado

Las actividades que se desarrollaron anteriormente y las que se realizan en la actualidad:



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- En 1971 se da inicio a las operaciones de explotación de crudo en el ex lote 1A, por la empresa Occidental Petroleum Corporation of Peru (Oxy). Se realizaron diversos proyectos de producción y exploración, los cuales contaron con instrumentos ambientales aprobados por la Dirección General de Hidrocarburos, entre estos el PAMA.
- En 1978 se da inicio a las operaciones en el ex lote 1B por OXY.
- En 1986 ambos lotes se fusionan y forman el Lote 192 (Ex lote 1AB), que celebran Petróleos del Perú S.A. Occidental Peruana inc., Sucursal del Perú.
- En 2003, se suscribe el contrato de licencia para la explotación de Hidrocarburos en el Lote 192 (Ex lote 1AB), entre Perupetro S.A. y Pluspetrol Norte S. A.
- Desde el 23 de abril al 08 de mayo de 2013, el OEFA verificó la existencia de una serie de botaderos con residuos sólidos de distinta naturaleza y condición, los cuales se encontraban desperdigados y sin ningún tipo de protección y almacenamiento.

#### Características del entorno, fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos

El sitio S0100 (Sitio 22), fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera; a 140 m, hacia el sureste se encuentra el pozo CS-32; los elementos catalogados como fuentes y focos de contaminación son los siguientes:

- Fuentes asociados a los contaminantes de preocupación: las fuentes están asociados a los residuos industriales de diferente tipo y naturaleza que están dispersos y enterrados en el Sitio S0100 (Sitio 22).
- Fuentes asociadas a las actividades de hidrocarburos: en las inmediaciones al Sitio S0100, hacia el sector sureste se encuentra el pozo CS-32, es probable que en épocas pasadas desde el pozo se hayan realizado vertimientos de lodos de perforación y aguas de producción, esta afirmación se sustenta en el hecho que se ha encontrado en suelo bario, cadmio y plomo en concentraciones que supera el límite ECA.
- Focos: los residuos metálicos que se encuentran dispersos superficialmente y a nivel sub superficial, dependiendo de su naturaleza y de las aleaciones con las que han sido fabricados, como consecuencia de procesos de deposición y lixiviación están aportando al suelo metales pesados.

En sectores anegables ubicados dentro del área impactada, en sedimentos se encontraron hidrocarburos totales de petróleo, cromo y mercurio, en concentraciones que superan los estándares de referencia internacional.

- Vías de propagación: los contaminantes de potencial preocupación de naturaleza inorgánica, pueden propagarse a través de los sustratos de suelo por procesos de movilización, absorción y lixiviación; las corrientes de agua pueden propiciar la movilización de los contaminantes de preocupación por procesos de escorrentía, disolución y lixiviación.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Fuentes de contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental

Se identificaron fuentes de contaminación derivadas de la incorrecta disposición de residuos en el Sitio S0100 (Sitio 22). La fuente de contaminación identificada en este sitio corresponde a Residuos superficiales y enterrados los cuales se encuentran en toda la zona impactada:

- Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos: en la zona impactada se identificaron residuos industriales, los cuales se encuentran dispersos superficialmente y enterrados a diversas profundidades.
- Fugas y derrames visibles: en la fase de reconocimiento y muestreo no se identificaron fugas ni derrames visibles que afecten a las matrices de suelo, agua y sedimentos. En el área de influencia directa no hay infraestructura petrolera.
- Zonas de tanques de combustibles, insumos químicos: en el área de influencia directa no hay infraestructura petrolera.
- Drenajes: No hay descargas hacia el sitio impactado.
- Zonas de Carga y Descarga: No existen zonas de carga y descarga

En el Cuadro N° 1, se presenta la relación de fuentes de contaminación que contribuyen a la degradación ambiental.

Cuadro N° 1. Relación de fuentes de contaminación en el sitio S0100

Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
	Este	Norte
Tubo metálico	339752	9691858
Residuo metálico oxidado	339788	9691835
Batería de vehículo	339862	9691844
Residuos metálicos	339825	9691911
Caja de madera con residuos	339819	9691909

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 3-6)

### 2.2.5. Características de componentes

Hidrología: Dentro del área de interés el principal cuerpo de agua es la quebrada Anapaza que circunda el sitio S0100 a la vez corresponden una zona inundable (cuerpo de agua estacionario) que se encuentra a 34,42 metros del Sitio en dirección norte que sirve de límite entre el Sitio S0105(Botadero CS-32) y el Sitio S0100 (Sitio 22), tiene un ancho promedio en esta zona de 2 a 3 metros y una profundidad de un metro, con flujo constante en ambas épocas del año y un caudal promedio de 0,04 m<sup>3</sup>; el afluente que alimenta a la quebrada Anapaza se encuentra a 47,22 metros en dirección suroeste cuyo dirección de flujo va de Norte a Sur; en el sitio S0105 desde



PERÚ

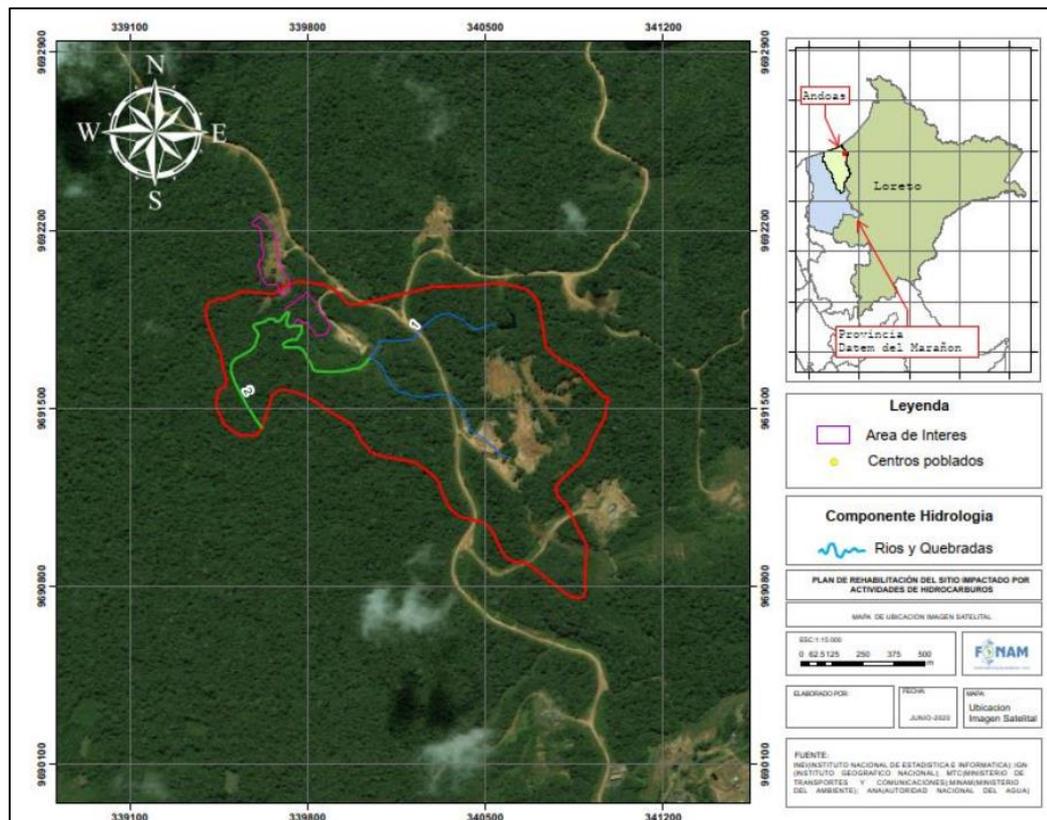
Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

el suroeste hacia el noroeste del sitio S0100 se extiende una ligera pendiente que limita el sitio impactado con una zona anegable.

La cuenca de la quebrada Anapaza, tiene un área de 1,02 Km<sup>2</sup> con un perímetro de 5,17 Km; como se muestra:

Figura 2. Cuerpos de aguas superficiales del sitio S0100 (sitio 22)



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Anexo 2 Figura 5).

- Calidad de agua superficial: Los resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) - Categoría 4 Subcategoría E2; en ambas épocas (húmeda y, seca: menos húmeda) se tomaron 4 puntos de muestreo (Cuadro N° 2). En ambas épocas y en todos los puntos de muestreo se registraron pH y oxígeno disuelto menor al rango establecido en el ECA-Cat4-E2. Los valores de pH se atribuyen a las características propias de los ríos de la selva, por la presencia de sustancias húmicas y ácido fúlvicos y, los valores de oxígeno disuelto, se atribuyen al bajo caudal y a procesos metabólicos de descomposición de la materia orgánica. Los demás parámetros evaluados como: aceites y grasas, cloruros, hidrocarburos totales de petróleo, compuestos orgánico volátiles (BTEX), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y metales (arsénico total, bario total, cromo hexavalente, cadmio total, cromo total, plomo total, selenio total, no superaron el estándar de referencia.

**PERÚ****Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**Cuadro N° 2. Puntos de muestreo de agua superficial del sitio S0100**

Punto de muestreo	Fecha (época seca*)	Fecha (época húmeda)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción
			Este	Norte	
S0100-As001	02/09/2018	23/04/2018	339675	9691845	Ubicado en la parte oeste del sitio impactado, aguas abajo.
S0100-As002	02/09/2018	23/04/2018	339720	9691825	Punto ubicado en la parte oeste aguas debajo de un puente de un camino de paso.
S0100-As003	02/09/2018	23/04/2018	339728	9691876	Ubicado en la parte oeste del sitio impactado como límite natural del sitio impactado.
S0100-As004	02/09/2018	23/04/2018	339761	9691777	Punto en la parte suroeste del Sitio impactado aguas arriba del sitio impactado

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Tabla 3-40).

- **Calidad de agua Subterránea:** en el sitio S0100 se construyó un pozo alcanzando una profundidad de 14,40 m. La perforación del pozo se suspendió debido a que se identificaron secuencias continuas de suelo ligeramente compactas y disturbadas. No se llegó al nivel freático, por consiguiente, no se tomó muestra de agua subterránea.
- **Calidad de sedimentos:** Los resultados fueron comparados con los valores establecidos en Environmental Quality Guidelines of Alberta (Guías de Calidad Ambiental de la provincia de Alberta, Canadá) del año 2014. Alternativamente se comparó con lo establecido en Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) de la provincia canadiense de Nueva Escocia para los parámetros que no contaron con estándares en la Guía de Calidad Ambiental de Alberta. Se tomaron muestras en 4 puntos y durante la época seca (menos húmeda) y en todos los puntos, las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40) superaron los límites establecidos para PEL (Environmental Quality Standards for Contaminated Sites); asimismo, se registraron concentraciones de mercurio total en S0100-Sed004 y cromo total en todos los puntos a excepción de S0100-Sed001, que superaron los límites establecidos para ISQG (Environmental Quality Standards for Contaminated Sites). Los demás parámetros evaluados como: BTEX y HAP (benzo(a)pireno, naftaleno, entre otros), y metales como: bario total, bario extraíble, cadmio total, plomo total, entre otros, no superaron el Environmental Quality Standards for Contaminated Sites.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

## 2.2.6. Evaluación de los impactos

### Definición del problema

- Origen de la contaminación: se asocia al manejo inadecuado de residuos industriales como piezas metálicas, plásticos, filtros, repuestos de autopartes, cables, vidrios, grasas y lubricantes, los cuales fueron depositados en la superficie y enterrados en toda el área del Sitio S0100 (Sitio 22). Se encontró bario total, cadmio total y plomo total en el suelo; en sedimentos se encontró hidrocarburos totales de petróleo, cromo total y mercurio total que superan el estándar de referencia de Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.
- Características naturales generales del sitio 22: el sitio se localiza en la llanura amazónica del norte del Perú, el área de interés se ubica sobre un terreno plano, las cotas varían entre 210 y 230 metros sobre el nivel del mar (msnm). Geomorfológicamente el área se caracteriza por ser una planicie en donde, en algunos sectores el suelo fue removido para enterrar residuos industriales de diversa naturaleza, el área se caracteriza por la presencia de bosques secundarios de terraza baja con una composición florística heterogénea y una diversidad y riqueza faunística. En sentido sur – noroeste fluye una quebrada que tiene importancia para las comunidades debido a que es un lugar de pesca. Se indica que en el área impactada y en inmediaciones al área de influencia directa, no existen acuíferos ni bocatomas de agua para uso doméstico o industrial.
- Características de la contaminación: en suelo se encontraron hidrocarburos (F2 y F3), bario total, bario extraíble, cadmio total y plomo total que superaron los ECA para suelo (DS N° 11-2017-MINAM) y, en sedimentos se encontró hidrocarburos totales de petróleo y los metales (cromo total y mercurio total), que excedieron lo establecido en los estándares de referencia Environmental quality Standard for contamination sites (2014) Nova Scotia y Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014) respectivamente; en agua superficial, no se detectaron contaminantes de preocupación.

### Contaminantes de preocupación

Para determinar los contaminantes de preocupación (CP) se tomó en cuenta la información disponible del área de estudio, tomando los criterios de la guía ERSA (R.M. N° 034-2015-MINAM). Los parámetros fueron comparados con los niveles de fondo, los estándares nacionales e internacionales y el cálculo del UCL95 fue comparado con los estándares nacionales e internacionales.

Los contaminantes de preocupación (CP) para:

Matriz suelo: se clasificaron como CP a la fracción de hidrocarburos F2 y F3, bario total y plomo total, debido a que los valores UCL95 para estos compuestos fueron superiores a los estándares de referencia (ECA para suelos). Debido a que el UCL95 para el cadmio total fue menor al límite de referencia del ECA para suelos y no se consideró para los cálculos del ERSA.

Matriz sedimentos: se clasificaron como CP a los hidrocarburos totales de petróleo (HTP), cromo total y mercurio total, debido a que su concentración fue superior a los estándares de referencia.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

En agua superficial no se encontraron CP. Por otro lado, el piezómetro construido para el muestreo de agua subterránea no presentó afloramiento de agua.

### Peligros identificados

#### - Fuentes primarias:

La fuente primaria de contaminación del Sitio S0100 (Sitio 22), que están aportando al medio ambiente metales pesados y fracciones de hidrocarburos son de diversa naturaleza y tipo. Los residuos industriales como piezas metálicas, repuestos de vehículos, vidrios, lubricantes, etc., se dispusieron superficialmente y también fueron enterrados, principalmente en la zona central y en el sector occidental del área impactada, a una profundidad que oscila entre 0,5 y 3,0 m.

#### Fuentes secundarias:

En el suelo, en el sector noroccidental del Sitio S0106 (Botadero km 4), fueron enterradas fracciones medias y pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos han migrado hacia un sector anegable que se inunda en época de lluvias. La absorción y fijación de metales pesados como el Bario (Ba), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en suelo se ha presentado preponderantemente, en los sustratos de la terraza alta en donde han sido enterrados los residuos y en aquellos sectores perimetrales, en donde hay piezas metálicas dispersas superficialmente y enterradas.

En los sedimentos, se ha presentado la precipitación y absorción de metales pesados como: cromo y mercurio, en concentraciones que superan los estándares de la Guía Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014). Las concentraciones de: cromo total en tres de los cuatro puntos de muestreo y mercurio total en uno de los cuatro puntos superaron los valores de ISQG (cromo: 37,3 mg/kg; mercurio: 0,17 mg/kg), pero fueron inferiores al límite PEL (cromo: 90 mg/kg; mercurio: 0,486 mg/kg). Asimismo, las concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40) en los cuatro puntos de muestreo fue superior al límite de referencia.

### Rutas y vías de exposición

Se identificaron dos principales vías de exposición a la contaminación: Contacto dérmico (directo) e ingestión (directa o indirecta a través de la cadena trófica), para el receptor humano.

En el caso de los CP identificados en tejidos vegetales, estos serían incorporados al hombre u otro ser vivo a través de la ingesta. El ingreso de estos CP al organismo humano se realiza de la siguiente manera:

- Ingesta y contacto dérmico con partículas de suelo con fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y con concentraciones de bario, cadmio y plomo, que se pueden producir accidentalmente en adultos y niños.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

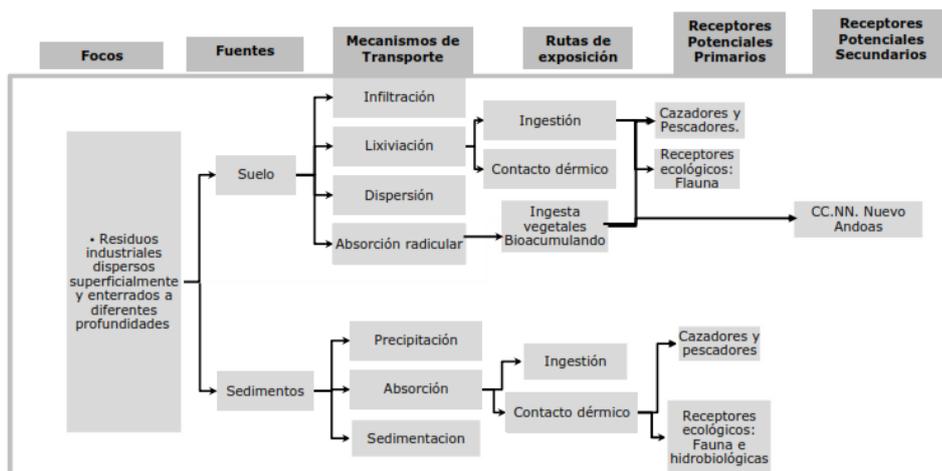
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- Ingesta de sedimentos con presencia de hidrocarburos totales de petróleo, cromo y mercurio.
- Consumo de vegetales con concentraciones de Arsénico, Cadmio y Plomo.

No se ha considerado la vía de inhalación de vapores, debido a que, en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV's debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales (P: 1 atmósfera, T: 20°C) de presión y temperatura se volatilizan fácilmente. Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada tiene cobertura vegetal, por lo tanto. Así mismo, se desestima la inhalación de material particulado debido a que los procesos de triturado de materiales y movimiento de suelos, no se desarrollan en el área. En la figura 3, se muestra el modelo conceptual del sitio S0100, para el mecanismo de transporte y las rutas de exposición.

Figura 3. Modelo conceptual del sitio S0100



Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (Figura 4-1)

### Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos se entiende como la determinación cualitativa y cuantitativa de un riesgo a la salud humana y el ambiente generado por la presencia actual de contaminantes o su dispersión potencial. Esto involucra la naturaleza, magnitud y la probabilidad de efectos adversos a la salud humana y/o ecosistemas, como resultados de la exposición a contaminantes por diferentes rutas y vías de exposición. Para la determinación de los niveles de riesgo se han considerado el efecto aditivo para la aplicación de fórmulas de determinación de dosis de exposición e índices de peligrosidad.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Para el caso del escenario ambiental, se ha estimado el riesgo ecológico a base de especies expuestas a los CP para las vías de exposición según los peligros identificados a través del modelo conceptual.

En el suelo se encontraron concentraciones de fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), Ba y Pb, que superaron los valores de referencia nacional y fueron clasificados como CP. Sin embargo, no se está considerando a la fracción de hidrocarburos F3, por la falta de valores de referencia para un representante de esta fracción de hidrocarburos.

En la estimación del riesgo para ecosistemas, las concentraciones registradas de F2, F3, Ba y Pb en suelo, y HTP y Cr en sedimentos son elevadas, por lo que el riesgo calculado es mayor a 1. Esto indicaría que hay un riesgo no aceptable para el ecosistema, y que se debe reducir o tratar. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que, al tratarse de especies terrestres y vegetales, no corresponde calcular un nivel de remediación específico (NRE) para los contaminantes de preocupación señalados. Las concentraciones registradas de Hg en sedimentos produjeron un riesgo aceptable (<1).

Riesgo para suelos y sedimentos:

En el suelo se encontraron fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y, metales Ba, Cd y Pb, en concentraciones que superaron los valores de referencia nacionales para suelo uso agrícola (MINAM, 2017); en sedimentos, se encontraron hidrocarburos totales de petróleo, Cr y Hg, en concentraciones que superan los valores de referencia internacional (NSE, 2014; ESRD, 2014).

En un sector del Sitio S0100 (Sitio 22), superficialmente se encontraron fracciones medias y pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); no se encontraron evidencias de migración de los hidrocarburos hacia sustratos inferiores de suelo. La dispersión de las fracciones de hidrocarburos es específica y puntual. La absorción y fijación de metales pesados como el Bario (Ba), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en suelo se ha presentado, en los sectores en donde han sido enterrados los residuos.

El suelo que se ha utilizado para tapar los residuos es un suelo permeable con un bajo contenido de materia orgánica que propicia procesos de infiltración de las aguas pluviales.

El riesgo asociado a los sedimentos en donde se encontraron hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), Cr y Hg, está relacionado con procesos de dispersión y emulsificación de hidrocarburos en la fase acuosa y reacciones químicas entre los compuestos orgánicos y el Hg. Adicionalmente, debe considerarse que la bioturbación producida por la actividad (alimentación, filtración, movimiento) de los organismos bentónicos, puede influir en la remoción y propagación de contaminantes adsorbidos en las partículas de sedimento, sobre todo los hidrofóbicos (fracciones de hidrocarburos F2 y F3), lo cual lo convierte en un riesgo abiótico.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

#### Riesgo para cuerpos de Aguas:

Durante ambas épocas (húmeda y época), los parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada que discurre en el Sitio S0100 (Sitio 22), cumplen con los ECA-Cat4-E2 (D.S. N° 004-2017-MINAM), sin embargo, los hidrocarburos totales de petróleo y los metales cromo y mercurio, encontrados en los sedimentos, pueden migrar a las aguas superficiales como resultados de procesos de transferencia de masa. El pH registrado en las aguas superficiales, la turbulencia, la capacidad de intercambio catiónico juegan un papel importante en la movilización de los metales pesados identificados.

#### 2.2.7. Propuesta de remediación

##### Propuesta seleccionada de acciones de remediación

###### Para suelos:

Producto del desarrollo de las distintas etapas de análisis para la selección de la alternativa tecnológica de remediación de suelos, se determinó que en el sitio S0100 (Sitio 22), para la zona que presenta contaminación con hidrocarburos totales de petróleo, sea la Bioestimulación Enzimática, y para la zona que presenta contaminación por Metales Pesados, sea la Solidificación ex situ; es importante mencionar que la técnica de solidificación, inmoviliza y reduce el potencial de lixiviación de los metales pesados, pero no reduce su concentración.

Es importante mencionar que en el sitio impactado existen tres (3) sectores a remediar; el primer sector con concentraciones de fracciones de hidrocarburo F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), el segundo sector, con concentraciones de fracciones de hidrocarburo F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y, metales como Bario (Ba) y Plomo (Pb) y el tercer sector con concentraciones de metales pesados. Por lo tanto, se propone para sitios mixtos en donde hay compuestos orgánicos y metales pesados, como es el caso del Sitio S0100 (Sitio 22), reducir inicialmente la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3(>C28-C40) y posteriormente solidificar los sustratos de suelo en donde los resultados analíticos indiquen la presencia de bario y plomo en concentraciones que según los cálculos del ERSA requieran de una intervención.

###### Para sedimentos:

Producto del desarrollo de las distintas etapas de análisis para la selección de la alternativa tecnológica de remediación de los sedimentos, se determinó la técnica de Bioestimulación Enzimática, teniendo en cuenta que los sedimentos serán tratados como suelo.

##### Superficie y volumen a remediar y rehabilitar

###### Para suelos:

El volumen y superficie a remediar se determinó con el método composite, en base en la profundidad en la que se encuentra el agente contaminante. En el Cuadro N° 3, se presentan las áreas y volúmenes a remediar del sitio impactado S0100.

**PERÚ****Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**Cuadro N° 3. Volúmenes y superficies de suelo a remediar del sitio S0100**

Superficie y volumen de suelo a remediar de metales pesados (Cd, Ba y Pb) y Fracciones (F2 y F3)			
Tipo de Contaminación	Superficie (Ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Técnica
Metales pesados	0,14	2358,54	Solidificación (ex situ – on site)
Mixta		771,04	Bioestimulación enzimática + solidificación (ex situ – on site)
Total	0,14	3129,58	

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-33)

Se identificaron también áreas donde se encontraron residuos superficiales y enterrados, los cuales se deberán retirar por medio de excavaciones mecánicas y posteriormente ser clasificados de acuerdo con lo establecido por la normatividad vigente. En el Cuadro N° 4, se presentan los volúmenes y superficies de los residuos enterrados.

**Cuadro N° 4. Volúmenes y superficies de residuos peligrosos del sitio S0100**

Área	Superficie (Ha)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Técnica
Área total de residuos enterrados	0,14	157,23	Disposición Final de Residuos Peligrosos en Relleno de Seguridad en Lima

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-34)

**Para sedimentos:**

En el Cuadro N° 5, se presenta el volumen y superficie de sedimentos a remediar. El volumen de sedimentos a tratar es de 159,045 m<sup>3</sup>, a una profundidad promedio 0,5 m.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Cuadro N° 5. Volúmenes y superficies de sedimentos del sitio S0100

Zona contaminada	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Tipo de contaminación	Técnica
Sedimentos	318,9	159,045	Hidrocarburos totales de petróleo	Bioestimulación enzimática

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-35)

### 2.2.8. Acciones de remediación

A continuación, se describen las acciones de remediación para el sitio S0100 (Sitio 22); para las zonas con contaminación mixta de hidrocarburos y metales pesados, se propone la técnica de Bioestimulación Enzimática y seguidamente, se realice el análisis del suelo tratado mediante la lixiviación TCLP, para determinar si existe lixiviación por la presencia de metales pesados y continuar con la aplicación del solidificante. Cabe mencionar que, si el análisis por TCLP indica que no hay toxicidad por la presencia de metales pesados según la norma internacional tomada como referencia, no se recomienda implementar la técnica de solidificación. Para las zonas con presencia de metales pesados (bario y plomo), se realizará la técnica de Solidificación (Ex situ – On Site).

### 2.2.9. Remoción de residuos:

A través de excavaciones mecánicas realizadas con una retroexcavadora y mediante el análisis geofísico de los sustratos de suelo con un georradar, se realizó la caracterización del tipo y naturaleza de los residuos que están enterrados en la terraza central del Sitio S0100 (Sitio 22). Se identificaron áreas con residuos enterrados y superficiales donde se identificaron residuos sólidos de diferente naturaleza (piezas metálicas, plásticos, vidrios, bolsas para embalaje de productos) dispersos en el sitio impactado a nivel superficial y enterrados

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después en el sitio impactado. Las acciones se presentan por fases:

- Fase 1. Aspectos logísticos y de selección de personal para la extracción de residuos enterrados:
  - Selección y habilitación del personal calificado
  - Permiso de vertimientos de aguas industrial tratada
  - Permiso para el aprovechamiento forestal
  - Permisos para el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos
  - Permisos según Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278)
  - Permiso o acuerdo con la CC.NN. Nuevo Andoas para el establecimiento de las áreas de acopio y separación de residuos
  - Contratación de los servicios de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS)
  - Contar con una póliza de seguro para las operaciones de transporte de residuos peligrosos según el D.S. 57 del 2004



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- Contar con un plan de contingencia de transporte de materiales y residuos peligrosos
- Fase 2. Transporte e instalación de personal, maquinaria y equipos para la extracción de residuos enterrados
- Fase 3. Adecuación de la zona para la extracción de residuos enterrados
  - Desbosque y desmonte
  - Retiro de capa orgánica del suelo (Manejo de Top Soil)
  - Disposición de material vegetal retirado
  - Despeje y retiro de material vegetal del área
  - Instalación de la zona de acopio y separación de residuos
  - Instalación de la zona almacenamiento de sustancias químicas y de residuos peligrosos
  - Instalación de la zona para manejo de herramientas y equipos
  - Instalación de zona de almacenamiento químico y almacenamiento de residuos peligrosos
  - Muestreo de fauna silvestre e identificación de hábitats sensibles y/o susceptibles en faunas que se puedan identificar en las áreas a intervenir
- Fase 4: Excavación y Retiro de Residuos Contaminados
  - Caracterización de los residuos
  - Acondicionamiento de canal perimetral para manejo y control de aguas de lluvias y/o de escorrentía
  - Los residuos de materiales metálicos serán retirados de manera manual y mecánica
  - Almacenamiento temporal de los residuos en la zona de acopio temporal
  - Transporte de residuos
- Fase 5: Cierre y Abandono
  - Cubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana
  - Disposición final de los residuos en el relleno
  - Movimiento de tierras para reconfiguración y nivelación del terreno
  - Estabilización del terreno en zonas donde existen pendientes (si aplica)
  - Adquisición de las especies vegetales y reforestación de la zona, proceso de revegetación
  - Desmantelamiento del campamento instalado.
  - Transporte de los equipamientos, y mano de obra

#### **2.2.10. Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ – on site**

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después de la implementación de la técnica de remediación mencionada, con el propósito de



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

cumplir con el objetivo de remediación, manteniendo las condiciones óptimas del suelo de acuerdo a sus requerimientos de funcionamiento, las cuales se presentan en fases:

- Fase 1. Aspectos logísticos y de selección de personal
  - Selección y habilitación del personal calificado
  - Gestión de los permisos ambientales para la captación de agua
  - Logística para llevar a cabo los ensayos del control de la técnica de remediación
  - Selección y adquisición de los insumos y equipamiento requerido para la excavación, movimiento y carga de los materiales
  - Selección, capacitación y habilitación del personal local
- Fase 2. Transporte e instalación de personal, maquinaria, productos y equipos para el desarrollo de las actividades de remediación en la zona de tratamiento.
- Fase 3. Reconocimiento y adecuación de la zona de remediación
  - Preparación del terreno
  - Delimitación e instalación del área de acopio y las dos (2) áreas de tratamiento
  - Despeje y retiro de material vegetal del área
  - Recibo y registro del material afectado y su posterior ubicación
  - Extracción de los sedimentos
  - Instalación de la geomembrana en la zona de acopio
  - Instalación del vivero
  - Instalación de un laboratorio portátil en el campamento base
- Fase 4. Construcción y Adecuación de las Celdas de Tratamiento para Bioestimulación enzimática
  - De ser necesario, gestión del permiso ambiental para el desbosque
  - Excavación del material para la construcción de las celdas de tratamiento
  - Construcción de dos (2) zonas de tratamiento: Suelos y Sedimentos
  - Instalación de la geomembrana en las celdas de tratamiento
  - Construcción de las canaletas, para lixiviados
- Fase 5. Excavación, transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento
  - Excavación del suelo contaminado
  - Cubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana y con cobertura vegetal
  - Transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento (bioceldas)
  - Recibo, registro, ubicación y distribución del suelo contaminado dentro del área de tratamiento



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- Homogenización del suelo contaminado
- Fase 6. Implementación de la técnica de remediación de bioestimulación enzimática
  - Toma de muestra compuesta para medición de los parámetros
  - Medición de parámetros fisicoquímicos in situ
  - Humectación del suelo contaminado
  - Aplicación de los insumos
  - Oxigenación mecánica del suelo contaminado
  - Toma de muestras intermedias para verificación del tratamiento
  - Toma de muestras finales (TCLP e hidrocarburos)
  - Si de evaluación TCLP las concentraciones son mayores a las establecidas en la normatividad, se aplica solidificación ex situ – on site
- Fase 7. Implementación de la técnica de solidificación ex situ – on site
  - Instalación del tamiz vibratorio
  - Instalación de la trituradora
  - Instalación de dos (2) bandas transportadoras
  - Excavación del material contaminado
  - Recubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana
  - Homogenización y secado del material contaminado
  - Separación y trituración del material contaminado
  - Adición de Cal para reducción de humedad del suelo
  - Actividad de mezclado
  - Colección de probetas con la mezcla final
  - Colocación del concreto
  - Impermeabilización
  - Recubrimiento
  - Nivelación, estabilización y recubrimiento de excavaciones
  - Construcción de la estructura para confinar el material solidificado
  - Determinar las propiedades de la mezcla suelo-cemento y del concreto
- Fase 8. Finalización de la técnica de remediación y acciones de revegetación
  - Ejecución del plan de muestreo de comprobación
  - Retiro, recolección, transporte y disposición final de las geomembranas
  - Transporte de una parte del suelo limpio hacía el vivero
- Fase 9. Cierre y desmantelamiento del campamento base y de la zona de tratamiento
  - Desmantelamiento de las celdas de tratamiento



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- Recolección, transporte y disposición del material contaminado
- Transporte e incorporación del suelo limpio a la zona del sitio S0100
- Ejecución del plan de monitoreo post-ejecución de obra
- Desmantelamiento y abandono del campamento base instalado
- Transporte de los equipos, insumos y mano de obra especializada a Lima

### 2.2.11. Identificación de Impactos ambientales

En el Cuadro N° 6, se presenta un cuadro resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales (IIA). Este cuadro muestra la IIA asociados a los recursos hídricos.

Cuadro N° 6. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales asociado a los recursos hídricos.

Medio físico: Recurso Hídrico			
Fases del proyecto	Acciones Impactantes	Caudal de agua superficial	Calidad de Agua superficial
Construcción de campamento base	Captación de agua superficial		C2
	Generación de efluentes domésticos	C1	
Fase 6: Implementación de la técnica de remediación, Bioestimulación Enzimática	Captación de agua superficial		C2
Fase 7: Implementación de La Técnica de Remediación Solidificación ex-situ	Captación de agua superficial		C2
	Movimiento de tierras		C2
Fase 5: Excavación, transporte y descarga del material contaminado en la zona de tratamiento. Fase 6: Implementación de la Técnica de Remediación Bioestimulación Enzimática. Fase 7: Implementación de la técnica de remediación Solidificación ex-situ Fase 8: Finalización de la técnica de remediación y acciones de revegetación	Generación de efluentes líquidos industriales (lixiviados)	C1	

C1: Alteración de la calidad de agua superficial; C2: Alteración del caudal de agua superficial;

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, anexo 15, Cuadro Matriz de identificación de impactos).

### 2.2.12. Manejo ambiental

De acuerdo a los impactos presentados en el Cuadro N° 7, el titular propone las siguientes medidas de manejo ambiental:



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Cuadro N° 7. Plan de manejo ambiental asociado a los recursos hídricos

Programa	Medidas
Programa de manejo del recurso hídrico	<p><b>Aguas de lluvia (de no contacto):</b></p> <p>Se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área donde se recolectarán las aguas de lluvia. Las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado, tendrán techo removible con materiales plásticos flexibles, y las aguas lluvias discurrirán desde los techos hacia los canales perimetrales. La zona de preparación de suelo solidificado tiene un techado permanente, las aguas lluvias discurrirán hacia los canales perimetrales de la zona de tratamiento. Las zonas de almacenamiento y de tratamiento de solidificación Ex Situ tienen techado para evitar el contacto del agua lluvia con el suelo a tratar. Limpieza de los canales de captación de agua. Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos para el material particulado que puede llegar a los canales perimetrales. El almacenamiento temporal de agua de lluvia se realiza en tanques impermeables, herméticos y, accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza. Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno, hacia el terreno evitando que tengan contacto con zonas de tratamiento o material contaminado.</p> <p><b>Aguas de contacto (lixiviados):</b></p> <p>Se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área excavada y área de tratamiento de Bioestimulación Enzimática; se recolectarán las aguas de lluvia que tengan contacto con material suelo a tratar. Se contempla el uso de motobombas que tendrán la capacidad para retirar toda el agua que se presente en la excavación para ser enviadas a los canales perimetrales. La zona de excavación debe tener la disponibilidad de toldos de lona para cubrir en el momento que se presente la precipitación para evitar el contacto del agua lluvia. Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos para el material particulado que puede llegar a los canales perimetrales. Limpieza de los canales de captación de agua. El almacenamiento temporal de agua de lluvia que tuvo contacto con el área excavada se realiza en tanques impermeables, herméticos y accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza. Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno y serán direccionadas al sistema de tratamiento de agua residuales industriales para tener su disposición final en el reúso de agua para control de polvo.</p> <p>Durante la remoción de sedimentos, se deberá establecer tramos en el cuerpo de agua para la ubicación del dique de contención con previa autorización para la Ejecución de Obras en Fuente Natural de Agua o en la Infraestructura Hidráulica Multisectorial solicitada a la Autoridad</p>



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Programa	Medidas
	Nacional del Agua (ANA); instalar sacos de polipropileno rellenos con arena a lo ancho del cuerpo de agua, aguas arriba del punto de extracción de los sedimentos para represar y contener temporalmente el flujo de agua; en caso que se presenten lluvias o los niveles de represamiento lleguen hasta el límite superior del dique de contención se realizará el bombeo de agua y su descarga se realizará aguas abajo del punto de remoción de los sedimentos; la extracción de los sedimentos se realizará mediante el uso de herramientas menores (palas) o por medio mecánico, (retrocargador) siempre y cuando las condiciones del Sitio lo permitan; para evitar la dispersión del contaminante hacia otros medios, al momento de hacer la extracción se coloca barreras de contención de 12 pulgadas, en el cuerpo de agua y en las orillas barreras oleofílicas; los sedimentos retirados se depositarán en vehículos de transporte para ser llevados a la zona de remediación donde va a ser ejecutada la técnica de remediación seleccionada.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc Subsanción de observaciones)

### 2.2.13. Inversión y cronograma

- El monto de inversión estimado para la rehabilitación del sitio impactado es de S/. 17 244 020 (diecisiete millones doscientos cuarenta y cuatro mil veinte y 00/100 soles) incluido IGV.
- Se estima una duración de 7 meses para la ejecución de las actividades de rehabilitación del sitio.

### 2.2.14. Del consumo y abastecimiento de agua

Para el presente proyecto se plantea la instalación de un Campamento Base y de casetas temporales en el Área de Obra, es decir un Área Temporal para albergar al personal que trabaja en la remediación (obreros, operadores de maquinaria, supervisores, etc.).

Para el campamento base, en los servicios higiénicos, se utilizará el agua captada de la quebrada Anapaza, donde se incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. El consumo doméstico estimado es de 12,5 m<sup>3</sup>/día (0,14 L/s) para un máximo de 50 trabajadores que albergará el campamento base.

El punto de captación de agua para consumo humano se ubicará en la margen derecha de la quebrada Anapaza (Cuadro N° 8). La captación de agua se realizará mediante el uso de electrobombas que estarán ubicados en la orilla, soportados en una balsa y anclados a la orilla por dos cables de acero. La línea de conducción será con tuberías de alta densidad HDPD hasta reservorios de aproximadamente 5 000 litros.

Cuadro N° 8. Ubicación de punto de captación de agua para consumo humano

**PERÚ****Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
		Este	Norte	
CAP-01	0,14	339647	9691853	Margen derecha de la quebrada Anapaza. Para uso de actividades del campamento, lavado de equipo y riego de vías

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 12).

Para las actividades de remediación en el sitio impactado, se utilizará agua captada del afluente sur de la quebrada Anapaza, estimada en 13,48 m<sup>3</sup> /día; 0,16 L/s. El punto de captación se ubicará en la margen derecha de la quebrada Anapaza, en la parte noroeste del Sitio Impactado (Cuadro N° 9). La captación de agua se realizará mediante el uso motobombas ubicados en la orilla, soportados en una balsa y anclados a la orilla por cables de acero, y para la línea de conducción de agua se usará tuberías de HDPD de alta densidad desde la captación hasta la zona de tratamiento.

**Cuadro N° 9. Ubicación del punto de captación de agua para remediación**

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
		Este	Norte	
S0100-CAP-RE-01	0,16	339648	9691843	Margen derecha del afluente Quebrada Anapaza. Para uso de actividades de las técnicas de remediación de Bioestimulación Enzimática y Solidificación.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 13).

Para la disponibilidad hídrica de la quebrada Anapaza, se revisaron generación de caudales medios mensuales, y en el Cuadro N° 10 muestra las descargas medias mensuales de la quebrada Anapaza, con el fin de observar la disponibilidad hídrica, con una persistencia al 75 %.

**Cuadro N° 10. Disponibilidad hídrica al 75% del punto de captación de la quebrada Anapaza (L/s)**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Disp. Hídrica 75%	20,323	22,089	21,948	27,983	25,231	27,696	23,384	21,723	23,599	22,651	22,558	21,679

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Anexo 14, Tabla 1).

Falta corregir las comparaciones de las demandas de agua para consumo humano y remediación y, la oferta de la quebrada Anapaza.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

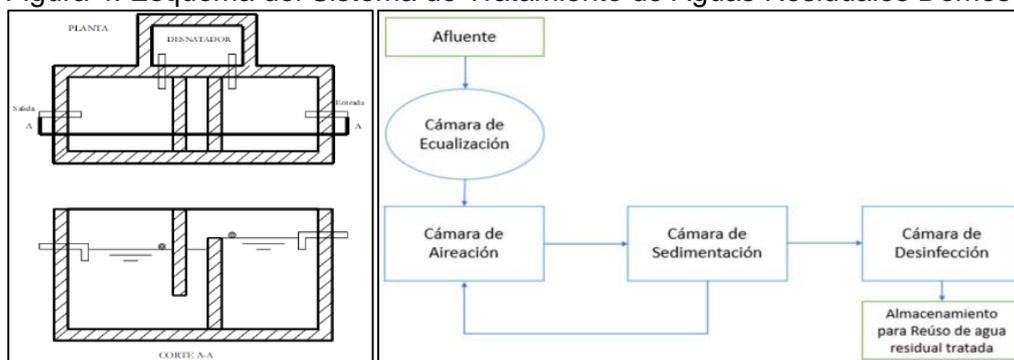
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

## 2.2.15. Del manejo de aguas residuales

### Efluentes domésticos:

En las instalaciones del Campamento Base, las aguas grises provenientes del comedor y cocina serán recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa. Esta trampa retendrá los aceites y grasas antes del su ingreso al Sistema de tratamiento (Figura 4) del PR, en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTARD). La trampa de grasas, que, mediante la sedimentación y flotación, se retendrá y recuperará el aceite, el cual se coleccionará y se almacenará en cilindros para su transporte y disposición final adecuada, según el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

Figura 4. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Figura 5-29; Doc. Subsanación de observaciones, Figura 4).

Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas serán almacenados en tanques de 5000 litros. Posteriormente utilizados en control de polvo de las vías de acceso por medio de un camión cisterna; presenta la frecuencia de humectación de vías. Además, plantea el control de calidad de las aguas tratadas para cumplimiento del D.S. N° 037-2008-PCM y las directrices sanitarias de la OMS: análisis de DBO, DQO y nematodos intestinales.

Adicionalmente, menciona que se utilizará letrinas, que serán sin arrastre hidráulico, ubicadas en las áreas cercanas al área de tratamiento con 1,2 m de profundidad máxima, que se construirá en una parte alta o en un área donde el agua discurra y no se anegue, será cubierta y se construirá de forma rectangular o circular y de ser necesario, se construirá canaletas laterales para la evacuación del agua de lluvia, además, se cubrirá cada cierto tiempo con suelo extraído del sitio.

### Efluentes no domésticos:

Proviene de las actividades de remediación como el lavado de equipos y las aguas de contacto de las excavaciones serán llevadas a un sistema de tratamiento (Figura 5), que consiste en: separador de sólidos gruesos, donde elimina sólidos de mayor tamaño; coagulación y floculación, donde se adiciona reactivos químicos que, desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación) y a continuación favorezcan la floculación de las partículas fácilmente sedimentables; cámara de sedimentación, operación eficaz para separar por tamaño y densidad las partículas del agua y



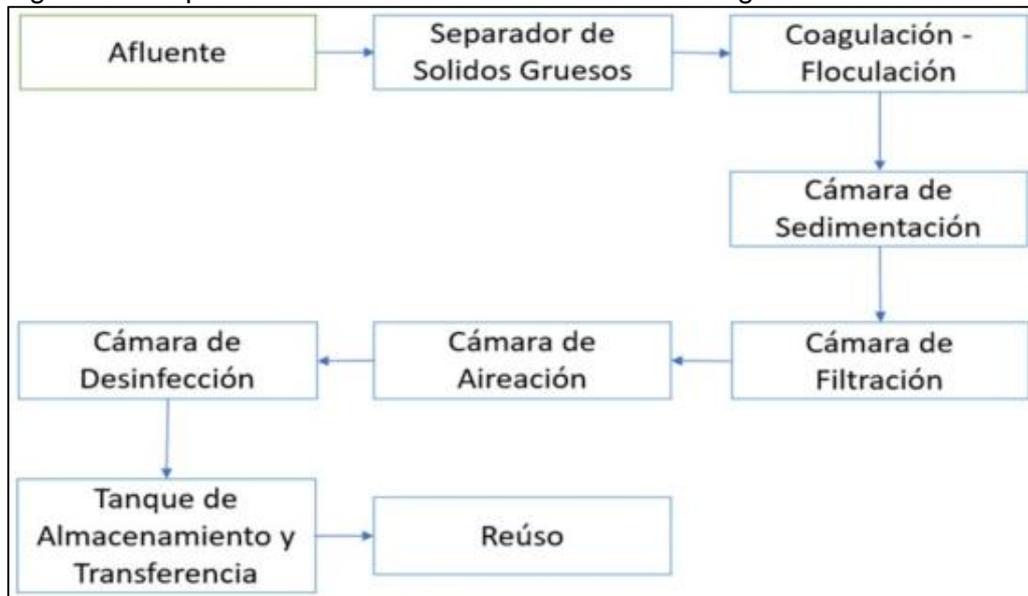
PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

posteriormente realizar la decantación; cámara de filtración, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones (sedimentación); cámara de aireación, que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asociarán a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y retiradas del sistema; cámara de desinfección (contacto), con la aplicación de cloro en pastillas; almacenamiento para reúso de agua residual tratada, en tanques de 5000 litros y; disposición final de efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, que serán utilizados para el reúso en control de polvo de las vías de acceso que tienen un ancho promedio de 6 metros que se realizará por un camión cisterna.

Figura 5. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 5).

## 2.2.16. Del control y monitoreo ambiental

### Programa de monitoreo componentes

Durante la caracterización de suelo y de la evaluación de sedimentos, los que podrían ser focos de contaminación, se determinaron a las fracciones de hidrocarburos, bario, plomo, cromo y mercurio como contaminantes de preocupación, los que se considera en el programa de monitoreo. Aquellos parámetros que no se encontraron o las concentraciones no fueron significativas en el sitio impactado y/o no determinados como componentes de contaminación como los BTEX, HAP y metales y/o metaloides (arsénico, zinc) entre otros, no serán considerados en el programa de monitoreo durante y post ejecución de las actividades de rehabilitación.

### Agua superficial.

El monitoreo durante la ejecución y post ejecución (Cuadro N° 11), se ubican aguas arriba y aguas abajo del lugar de la remediación.

**PERÚ**Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**Cuadro N° 11. Ubicación de estaciones de monitoreo de agua superficial**

Nombre	Sitio	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
S0100-AsMont-001	Sitio 22	339 675	9 691 845
S0100-AsMont-002		339 720	9 691 825
S0100-AsMont-003		339 728	9 691 876
S0100-AsMont-004		339 761	9 691 777
S0100-AsMont-005		339 811	9 691 797
S0100-AsMont-006		339 672	9 691 836

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 21).

Los parámetros y frecuencia de monitoreo de las aguas superficiales se presentan en el Cuadro N° 12 (durante la ejecución) y Cuadro N° 13 (post ejecución).

**Cuadro N° 12. Parámetros y frecuencia de monitoreo de aguas superficiales durante la ejecución**

Parámetro	Unidad de medida	Frecuencia	ECA-Cat4-E2: ríos de la selva
Conductividad	uS/cm	Mensual	1000
Oxígeno Disuelto	mg/L		≥ 5
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 a 9,0
Temperatura	°C		Δ 3
Inorgánicos			
Arsénico	mg/L	Mensual	0,15
Bario	mg/L		1
Cobre	mg/L		0,1
Cromo VI	mg/L		0,011
Mercurio	mg/L		0,0001
Plomo	mg/L		0,0025
Orgánicos			

**PERÚ**Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Parámetro	Unidad de medida	Frecuencia	ECA-Cat4-E2: ríos de la selva
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	Mensual	0,5

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-58)

**Cuadro N° 13. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo de aguas superficiales, post ejecución**

Parámetros	Medida	Frecuencia	ECA agua Cat4-E2: Ríos de la Selva
Conductividad	uS/cm	Monitoreo Semestral durante los dos primeros años y, anual durante los tres posteriores	1000
Oxígeno Disuelto	mg/L		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 a 9,0
Temperatura	°C		Δ 3
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L		0,5
Arsénico	mg/L		0,15
Bario	mg/L		1
Mercurio	mg/L		0,0001
Plomo total	mg/L		0,0025

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 22).

### Sedimentos

El monitoreo de sedimentos se realizará aguas arriba y aguas abajo del sitio S0100. Los parámetros, normativa de referencia, así como el período de monitoreo se presenta en la Cuadro N° 14.



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Cuadro N° 14. Estaciones de Monitoreo de Sedimentos

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Frecuencia	Parámetros
	Este	Norte		
S0100-SedMont-001	339 730	9 691 900	Durante la ejecución: Mensual;  Post ejecución: semestral durante los dos primeros años y, anual durante los tres posteriores	Hidrocarburos
S0100-SedMont-002 3	339 777	9 691 825		Totales de Petróleo (C9C40) (500 mg/kg)
S0100-SedMont-003 3	339 726	9 691 870		Mercurio 0,170 mg/kg (ISQG) / 0,486 mg/kg (PEL)
S0100-SedMont-004 3	339 721	9 691 854		Cromo 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
S0100-SedMont-005 3	339 717	9 691 832		<b>Cadmio: 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)</b>
S0100-SedMont-006 3	339 729	9 691 820		<b>Plomo: 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)</b>
S0100-SedPMont-007	339 745	9 691 822		

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tablas 19 y 20).

### 2.3. SUBSANCIÓN DE OBSERVACIONES EN MATERIA DE RECURSOS HIDRICOS

Luego de evaluar la subsanación de observaciones conforme al Informe Técnico N° 1080-2019-ANA-DCERH/AEIGA del “Plan de Rehabilitación para el Sitio Impactado S0100”, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se tiene lo siguiente:

**2.3.1. Observación N° 01.** El ítem 2.2.2 “Hidrogeología”, señala que en base al inventario de fuentes de agua subterránea, los pozos existentes se encuentran a 330 km al sureste de la zona de estudio y que a partir de los estudios geofísicos SEV (Sondaje Eléctrico Vertical), de las perforaciones helicoidales realizadas (donde no se encontró nivel freático en la zona hasta las profundidades perforadas) y por información suministrada por la comunidad relacionada con el Sitio S0100 (Sitio 22), se reconoce que no existe aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo.

Al respecto, el ítem 2.3.5.2 “Agua y saneamiento”, indica que la mayoría de las familias de la CN Nuevo Andoas, cuenta con pozos artesianos (poco profundos) y los comerciantes cuentan con pozos tubulares para el abastecimiento de agua; la CN Nuevo Andoas se encuentra (en línea recta) a 2,5 km del sitio S0100, por lo que no se puede decir que no hay uso del agua subterránea. Por otro lado, no se dispone del estudio hidrogeológico que determine los mecanismos del flujo subterráneo; en un medio donde la precipitación media anual se acerca a los 3000 mm, el flujo subterráneo debe ser importante y probablemente tiene lugar solo a nivel del estrato superficial.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

En ese sentido, el titular debe presentar un inventario de las fuentes de agua subterránea con sus características fisicoquímicas, incluyendo las fuentes de agua de la CN Nuevo Andoas. Asimismo, debe calcular tanto la permeabilidad como la gradiente hidráulica y consecuentemente determinar la dirección real del flujo subterráneo, parámetro que tiene relación directa con la dispersión de los contaminantes en el medio poroso.

Tanto la permeabilidad como la gradiente hidráulica del acuífero y consecuentemente no se conoce la velocidad del flujo subterráneo; parámetro que tiene una relación directa con la dispersión de los contaminantes en el acuífero. Tampoco se adjunta las vistas del logeo litológico, lo cual impide caracterizar el flujo subterráneo, indispensable en un proyecto de descontaminación.

### Respuesta:

El titular señala que dentro del alcance del proyecto no estaba estipulado presentar el inventario de las fuentes de agua subterránea con sus características fisicoquímicas.

Respecto a la velocidad de flujo subterráneo cabe señalar lo siguiente: Se debe recordar que la velocidad de flujo está supeditado al medio y sus características físicas como la permeabilidad, además de una carga hidráulica que motive el flujo subterráneo.

La velocidad de flujo subterráneo en un "medio saturado" puede ser determinada por la ecuación de Darcy, la cual se define de la siguiente manera:

$$V = -K \frac{dh}{dl}$$

Donde:

- V = Promedio de la velocidad
- K = Conductividad hidráulica
- dh/dl = Gradiente hidráulico

Suponer un gradiente del 100% equivale a un gradiente hidráulico dh/dl=1 en "medio saturado" y además no correspondería a un flujo vertical, sino equivalente al flujo en dirección de flujo establecido en los modelos conceptuales y mapas de isohipsas.

Para el cálculo de velocidad de flujo en medios no saturados se puede hacer uso de la Ecuación de Richards que supone un perfil de humedad inicial lineal, mínimo en la superficie del suelo y el máximo en la superficie del nivel freático. Asimismo, se sugiere una variación lineal de la succión en el frente de saturación, máxima en la superficie del suelo y nula en el nivel freático.

$$q_i = -K_{is} k_{ri} \Delta h_i$$

Donde:

- $K_{is}$  = Conductividad hidráulica saturada para fase i
- $k_{ri}$  = Permeabilidad relativa fase i
- $\Delta h_i$  = Potencial hidráulico



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Se hizo una simulación de flujo subterráneo vertical, en medio no saturado mediante el software Hydrus 1D y arrojaron velocidades de flujo máximos de  $8 \times 10^{-14}$  m/día, lo cual resulta prácticamente imperceptible.

\*\*\*\*\* Program HYDRUS\*\*\*\*\*

Welcome to HYDRUS-1D

Date: 2.12.2020 Time: 16:23:23

Units: L = m , T = days , M = mmol

```
-----  
Length [L]      0.20000E+02 0.20000E+02  
W-volume [L]    0.40000E+01 0.40000E+01  
In-flow [L/T]   0.00000E+00 0.00000E+00  
h Mean [L]      -0.14884E+05 -0.14884E+05  
Top Flux [L/T]  -0.79492E-13  
Bot Flux [L/T]  -0.79492E-13  
-----
```

En el Anexo ANA Observación N° 1, se presenta el Estudio de Hidrogeología realizado para los siete (7) Sitios de la cuenca del río Pastaza donde se realiza el cálculo de la velocidad de flujo, parámetros de permeabilidad y gradiente hidráulico.

Al respecto, del Anexo ANA Observación N° 1 (ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA LOS SITIOS S0100, S0101, S0102, S0103, S0104, S0105, S0106 – CUENCA DEL RÍO PASTAZA), resuelve, que habiendo indicado que en el Sitio 100 solo existe un medio para acceder a la posible fuente de agua subterránea (S0100-PZ-01) la cual pertenece a un piezómetro, por el cual no se determinó un nivel de agua a profundidades menores a los 14.40 m b.n.t. Así mismo, las otras fuentes de agua subterránea naturales o artificiales más próximas se ubican a más de 2,5 km del sitio S0100 (CN Nuevo Andoas).

Se dispone de un estudio hidrogeológico donde se mediante el análisis de información recopilada InSitu e información secundaria se desarrolla la caracterización hidrogeológica del Sitio0100. Dentro de lo desarrollado se abarca la Geología, Fisiografía, Geomorfología, Inventario de fuentes de agua subterránea y Prospección geofísica, se determina la morfología, geometría y extensión del reservorio acuífero, así también, se caracteriza las distintas unidades hidrogeológicas presente en el sitio en evaluación mediante análisis de las disciplinas mencionadas líneas arriba, así como, se determina la recarga y descarga al medio subterráneo y los parámetros hidráulicos para las distintas unidades hidrogeológicas y como se comportara el sistema de agua subterránea. Para lo cual mediante un método de cálculo y considerando parámetros como la conductividad hidráulica (factor de permeabilidad K), gradiente hidráulico, y otros se determina la velocidad de flujo de una potencial migración de un tipo de contaminante al recurso de agua subterránea.

Finalmente, el administrado no realiza la descripción del modelo conceptual hidrogeológico para el Sitio0100, así como el mapa hidrogeológico enfocado al Sitio en evaluación no se puede observar los valores de las hidroisohipsas.

#### **Observación no subsanada.**

- 2.3.2. Observación N° 02.** El ítem 2.2.3 "Hidrología", se identifica una cocha superficial que se encuentra a 34,2 m del sitio impactado en dirección norte. Por otro lado, en el ítem 4.2.2.2.1 "Suelo", se menciona que en el sector noroccidental del Sitio S0106 (Botadero km 4), fueron enterradas fracciones medias y pesadas de hidrocarburos (lubricantes,



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

grasas, y aceites); las fracciones de hidrocarburos migraron hacia un sector anegable que se inunda en época de lluvias.

Al respecto, no se ha caracterizado a la cocha ni establecido un plan de monitoreo durante y después de los procesos de remediación. Por otro lado, se identifica el Sitio S0106 ubicado aproximadamente a 3 km en dirección noroeste del lugar de evaluación, que tendría zonas anegables en época de lluvia.

En ese sentido, el titular debe sustentar la no evaluación de la cocha y/o realizar la caracterización del cuerpo de agua y los sedimentos de la cocha, asimismo, debe establecer un programa de monitoreo durante el proceso de rehabilitación, como control preventivo de la contaminación y, un plan de monitoreo post ejecución de los procesos de rehabilitación, el cual debe incluir como mínimo, los contaminantes de preocupación del sitio impactado, además de los parámetros pH, conductividad, metales totales, HTP, BTEX y HAP.

Además, debe aclarar y sustentar la relación que tendría el sitio S0106 con el Sitio S0100. Asimismo, si fuera aplicable, debe indicar en un plano, la ubicación de la zona anegable, y determinar el tratamiento que se realizará a los suelos contaminados con fracciones de hidrocarburos, a fin de evitar que la zona anegable, contamine a las aguas y estas a su vez, a través de escorrentía pueda contaminar a los cuerpos de agua cercanos.

#### Respuesta:

El titular aclara que la denominada cocha superficial es en realidad un bajo inundable y equivocadamente se llamó cocha. Señala que entre el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y S0100 (Sitio 22) existe un bajo inundable de aguas estancadas y estacionales que se muestran en la Fotografía 1 y Fotografía 2 (Figura 6), las cuales no son representativas para el monitoreo de aguas superficiales; adicionalmente la profundidad de las aguas del bajial no permite cumplir con el protocolo de toma de muestra de agua superficial, el cual estipula que debe existir una profundidad mínima que permita introducir verticalmente el envase y girarlo para colocarlo en sentido contrario a la corriente y en dirección paralela a la superficie, de forma tal que éste se cargue por el movimiento natural de las aguas para la toma de la muestra, por las razones anteriormente expuestas, no se puede realizar el monitoreo de agua superficial en el señalado bajial.

Figura 6. A) imagen aérea tomada por sobrevuelo de drone entre los sitios S0105 y S0100; b) Bajial en la parte sur del Sitio Impactado S0105



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figuras 1 y 2).

Adicionalmente muestra una imagen satelital entre ambos sitios, en el que no se aprecia alguna cocha o laguna. En el sitio se puede visualizar una zona boscosa.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Corrige la descripción, señala que la quebrada Anapaza fluye desde el sector suroccidental del área impactada, tangencialmente pasa por el margen occidental del Sitio S0100 (Sitio 2), para continuar su curso hacia el occidente; la Quebrada Anapaza tiene un ancho promedio en esta zona de 2 a 3 metros y una profundidad de un metro, con flujo constante en ambas épocas del año y un caudal promedio de 0,04 m<sup>3</sup>/s. El afluente que alimenta a la quebrada Anapaza se encuentra a 47,22 metros en dirección suroeste y dirección de flujo de norte a sur; en el sitio S0105 desde el suroeste hacia el noroeste se extiende una ligera pendiente que limita el sitio impactado con una zona anegable (Figura 7). Señala también que los cuerpos de agua estacionales identificados en el Sitio S0106 (Botadero km 4), no fluyen ni están relacionados con el Sitio S0100 (Sitio 22).

Figura 7. Imagen google earth de los sitios S0105 y S0100.



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figuras 3 y, Anexo 2 plano CEV-PASTAZA-S0100-CA-03-22).

Al respecto, debe revisar la observación 6, y actualizar la descripción de los cuerpos de agua del sitio S0100. Asimismo, revisar la observación 19 y actualizar la descripción de los cuerpos de agua del sitio S0100 de corresponder.

### Observación no subsanada

**2.3.3. Observación N° 03.** La Tabla 3-7 del ítem 3.4.1 "Posibles Focos de contaminación" señala al agua superficial como foco (fuente secundaria) de contaminación, asimismo, la tabla 3-104 "Focos de Contaminación en el Sitio S0100 (Sitio 22)" del ítem 3.9.1.2 "Priorización y Validación" menciona al agua superficial como foco potencial, y que el bario, cadmio, plomo pueden ser lixiviados desde el suelo hacia el cuerpo de agua.

Al respecto, sabemos que la fuente (primaria o secundaria) es un área o punto de contaminación que emite contaminantes al ambiente (Guía ERSA, Anexo A, glosario), asimismo, el foco (fuente secundaria) comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales (D.S. N° 012-2017-MINAM), además las aguas superficiales del área de estudio son sistemas lóaticos y no contienen contaminantes (todas las concentraciones de los compuestos de preocupación fueron menores al límite de detección y/o menores a lo establecido en el ECA-Cat4-E2) de acuerdo a la caracterización de las aguas superficiales del área de estudio, por lo que no se podría considerar a las aguas superficiales como fuente secundaria de contaminación.

En ese sentido, el titular debe aclarar el fundamento de la inclusión del agua superficial como fuente secundaria de contaminación o en su defecto corregir lo indicado.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

### Respuesta:

El titular señala que los hidrocarburos totales de petróleo (C9 - C40), cromo (Cr) y mercurio (Hg), fueron considerados contaminantes de preocupación debido a que el UCL95 es superior a los estándares de referencia para sedimentos. El fundamento para realizar la inclusión del agua superficial como foco, es que los sedimentos pueden ser movilizados a la columna del agua por cambios en las condiciones ambientales tales como pH, potencial Redox, Oxígeno disuelto o la presencia de quelatos orgánicos (Förstner, 1981; Sing et al., 1987; Carignan y Tessier, 1988; Vaithyanathan et al., 1993; Singh et al., 1999), por lo tanto, los procesos de transferencia de masa entre la interfase agua-sedimentos pueden alterar las propiedades físico químicas del agua de la quebrada que pasa por el Sitio S0100 (Sitio 22). Asimismo, señala que en el ítem 3.9.4. "Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro" se describe: "Los metales pesados encontrados en los sedimentos pueden ser absorbidos por los sustratos del lecho de los cuerpos de agua, formar enlaces químicos estables dependiendo de las propiedades de los sustratos y de la naturaleza de los agentes contaminantes, también se pueden producir fenómenos de desorción, transferencia de masa desde los sedimentos hacia la columna de agua."

Al respecto, los sedimentos contienen los CP que provienen probablemente de las actividades petroleras y, como bien se menciona, estos CP pueden ser movilizados fisicoquímicamente, además de los procesos biológicos, hacia el cuerpo de agua, y a través de este medio pueden ser transportados y llegar a un receptor. En ese sentido el agua superficial interviene como un medio de transporte, no como fuente secundaria (foco de contaminación). De lo antes mencionado, el titular debe corregir lo señalado.

### Observación no subsanada

**2.3.4. Observación N° 04.** La tabla 3.9 "Marco Legal Nacional Vigente para el Proyecto" del ítem 3.5.1.4 "Marco legal, guías y normas", establece las normas vigentes para el desarrollo del proyecto, como: Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental; DS N° 004-2017-MINAM, Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y se establecen disposiciones complementarias; RJ N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, entre otros documentos.

Al respecto no considera en el marco legal de gestión ambiental, documentos listados abajo, relacionados con la protección del recurso hídrico.

- Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reuso de Aguas Residuales Tratadas
- Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA, Reglamento de Procedimientos Administrativos para Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua
- Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA, Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto de un vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua

En ese sentido, el titular de incluir los documentos mencionados arriba como parte de la norma legal nacional vigente, relacionados con la protección del recurso hídrico.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**Respuesta:**

El titular menciona que se incluye estas resoluciones como parte del marco legal, en el ítem 3.5.1.4.

**Observación subsanada**

- 2.4. Observación N° 05.** La tabla 3-22 Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por el Laboratorio y Estándares de Calidad de Agua Superficial del ítem 3.5.1.7.2 "Parámetros de Monitoreo y Metodologías Analíticas", indica que el límite de detección de Aceites y grasas usando el método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012, es 0,5 mg/L. Al respecto, el método estándar del SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012, señala en la página 5-38 (5520 Oil and grease) que el límite de detección para el método "5520 B Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method es 10 mg/L. en ese sentido el titular debe aclarar el valor indicado y/o demostrar que este límite no afectó la evaluación de la calidad de las aguas superficiales.

**Respuesta:**

El titular indica que el valor del límite de detección para Aceites y Grasas del método SWEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B empleado por el laboratorio (aprobado por el INACAL) será corregido; en la Tabla 3-23 se coloca el valor del límite de detección de 1,0 mg/L, valor que utilizo el laboratorio acreditado en los análisis efectuados para el parámetro Aceites y Grasas. Adjunta comunicación del laboratorio donde realizó los ensayos, el que manifiesta que la metodología tiene referencia EPA method 1664 el cual tiene límite de detección 1,4 mg/L y límite de cuantificación 5,0 mg/L, además, indica que el método fue verificado por INACAL, y que de acuerdo a su procedimiento de desarrollo del límite de detección y cuantificación obtuvieron los valores de 1,0 mg/L y 5,0 mg/L respectivamente. En ese sentido, dado que el límite de cuantificación es igual al ECA se puede afirmar que la evaluación no afecto los resultados de aceites y grasas.

**Observación subsanada**

- 2.5. Observación N° 06.** El ítem 3.5.2.4.2 "Puntos y Técnicas de Muestreo", señala los lugares de muestreo de sedimentos, tabla 3-44.

**Tabla 3-44. Puntos de Muestreo de Sedimentos Realizados en Época Seca (Menos Húmeda)**

Punto de muestreo	Fecha Seca	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S	
		Este	Norte
S0100-Sed001	01/09/2018	339777	9691826
S0100-Sed002	01/09/2018	339746	9691824
S0100-Sed003	01/09/2018	339727	9691872
S0100-Sed004	31/09/2018	339730	9691902

El punto "Modificación de Coordenadas de Puntos de Muestreo" del ítem 3.5.2.4.4 "Justificación de modificación de plan de muestreo" indica que se modificaron dos puntos señalados en la tabla 3-45.



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

En la **Tabla 3-45**, se relacionan las muestras modificadas para sedimentos.

**Tabla 3-45. Muestras Modificadas para la Matriz de Sedimentos**

Código	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Justificación
	Norte	Este	
S0100-Sed001	334777	9091988	Punto en el cuerpo hídrico en la parte oeste del sitio impactado, se reubica para localizar una zona anegada representativa.
S0100-Sed004	339730	9691901	Este punto es reubicado dentro de una zona impactada ya que se encontraba aguas arriba del sitio impactado, y no tenía representatividad.

Finalmente, el ítem 3.6.4 "Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Sedimentos", indica que los puntos de muestreo (tabla 3-72) de sedimentos se realizó en cuatro (4) puntos distribuidos en el cauce de la quebrada que discurre a través del Sitio S0100 (Sitio 22); tres muestras de sedimentos se tomaron dentro de la zona impactada y una muestra se tomó 100 m, aguas abajo de la zona impactada.

**Tabla 3-72. Valores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) en Sedimentos, Medidos In situ**

Estación de Muestreo	Fecha Muestreo	Profundidad (m)		Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Época de Muestreo	Medición PID (ppm)
		Inicial	Final	Este	Norte		
S0100-Sed001-0,00	20/09/2018	1,6	2	339777	9691826	Seca	4,5
S0100-Sed002-0,00	20/09/2018	1	1,4	339746	9691824	Seca	5,5
S0100-Sed003-0,00	20/09/2018	1	1,4	339727	9691872	Seca	5,1
S0100-Sed004-0,00	20/09/2018	0,75	1	339730	9691901	Seca	8,8

Al respecto, las georreferencias para el punto S0100-Sed001 (tabla 3-72), tomadas en campo, no corresponden a la georreferencia modificada (tabla 3-45), asimismo, la descripción indicada en el ítem 3.6.4, difiere de lo mostrado en el anexo 6,4 "mapa de muestreo de sedimentos del sitio impactado S0100", donde solo dos puntos se ubican dentro de la zona impactada y en el cauce de la quebrada Anapaza, asimismo, no hay el punto de muestreo de sedimentos que se ubique a 100 m aguas abajo del sitio impactado.

En ese sentido, el titular debe revisar y corregir los puntos de muestreo, así como las descripciones de los mismos.

**Respuesta:**

El titular corrige la tabla 3-45 y señala la justificación de la modificación del punto de monitoreo:



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

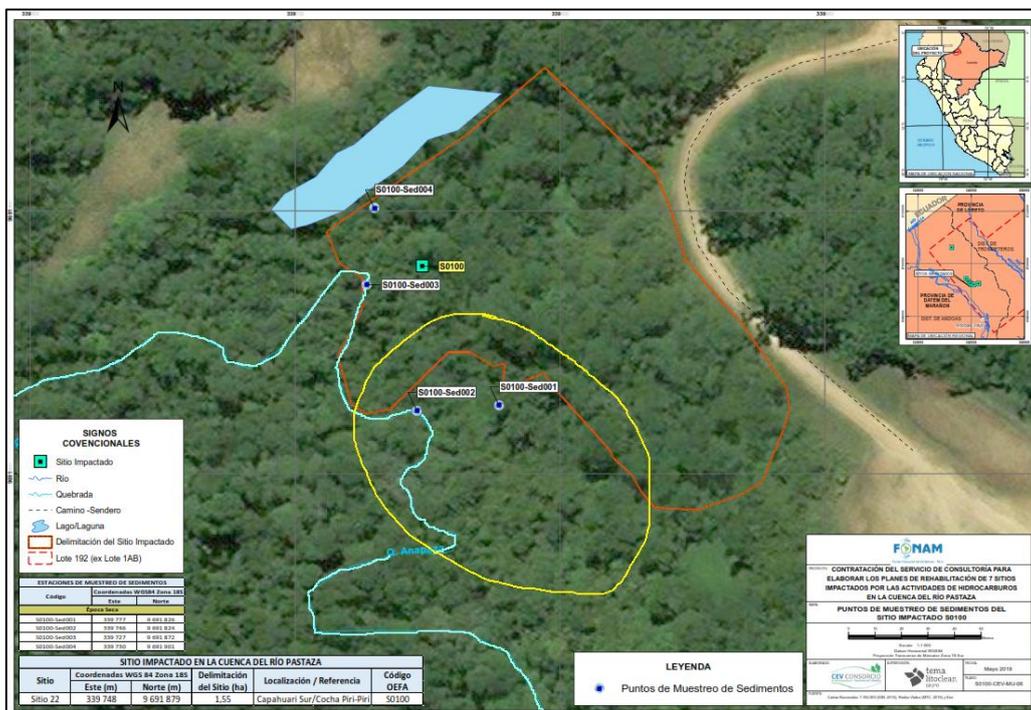
**Tabla 5. (Tabla 3-45) Muestras Modificadas para la Matriz de Sedimentos**

Código	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Justificación
	Norte	Este	
S0100-Sed001	339 777	9 691 826	El punto de muestreo con coordenadas: 339 675 (E) y 9 691 845 (N), definidas en el Plan de muestreo, se cambia para caracterizar los sedimentos de un bajjal porque se considera que tienen mayor representatividad.
S0100-Sed004	339 730	9 691 901	El punto de muestreo con coordenadas: 339 747 (E) y 9 691 880 (N), definidas en el Plan de muestreo, se cambia para caracterizar los sedimentos de una zona inundable que está en el límite entre el Sitio S0100 (Sitio 22) y el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Asimismo, corrige el ítem 3.6.4. “El muestreo de sedimentos se realizó en cuatro (4) puntos ubicados de la siguiente manera: Los puntos de muestreo “S0100-Sed002” y “S0102-Sed003” están ubicados en el cauce de la quebrada Anapaza, la cual discurre a través del Sitio S0100 (Sitio 22). El punto de muestreo “S0100-Sed001” está ubicado en un bajjal y el punto “S0100-Sed004” está ubicado en una zona inundable en el límite entre el Sitio S0100 (Sitio 22) y el Sitio S0105 (Botadero CS-32)”.

Al respecto, en la actualización de la información (tabla 3-45, e ítem 3.6.4) señala que el punto S0100-Sed001 se ubica sobre un bajjal, lo cual puede ser concordante con lo mostrado en el círculo amarillo del mapa (inicial, Figura 8) antes de la actualización (Mapa S0100-CEV-MU-06 del PR):

Figura 8. Puntos de muestreo de sedimentos del sitio impactado S0100



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Anexo 6.4, mapa S0100-CEV-MU-06).

Debe anotarse que este bajjal no fue incluido en la descripción de los cuerpos de agua del sitio S0100.



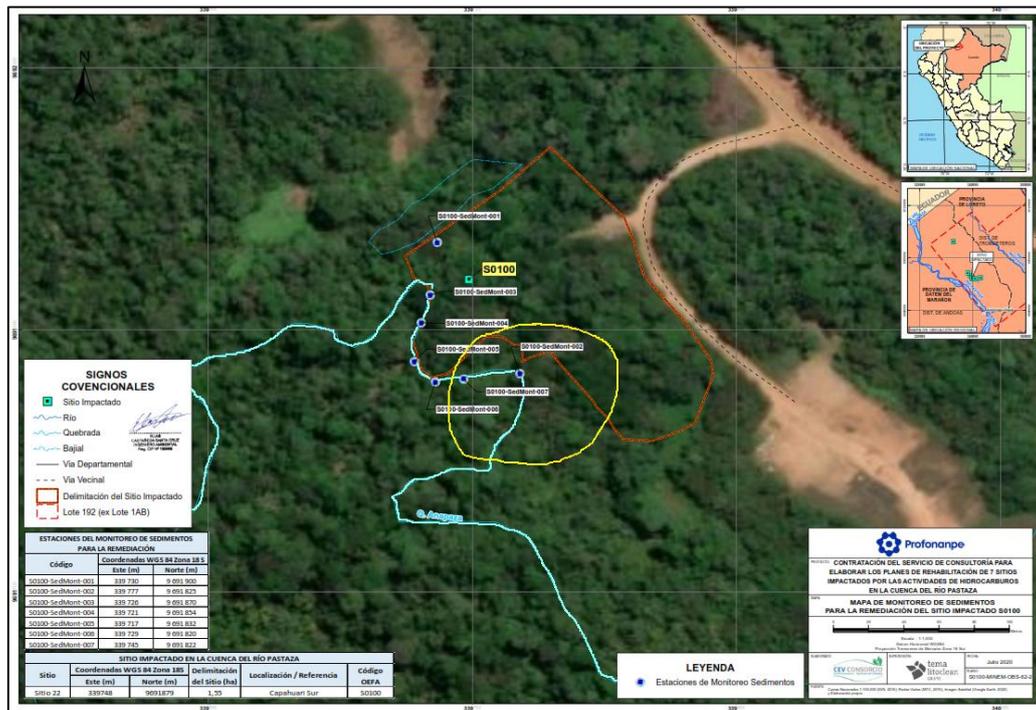
PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Por otro lado, de los mapas actualizados (mapa S0100-MINEM-OBS-62-2), el punto S0100-Sed001 se ubica en la trayectoria de la quebrada Anapaza, como se observa en el círculo amarillo de la Figura 9:

Figura 9. Mapa de monitoreo de sedimentos para la remediación del sitio impactado S0100



En ese sentido, debe presentar la tabla actualizada de los puntos de monitoreo que incluya como mínimo, código, ubicación georreferenciada, breve descripción, así como, mapas de los monitoreos ejecutados de agua superficial y sedimentos, el cual debe contener los cuerpos de agua (quebrada, ríos, bajal, entre otros), dirección, curva isólineas, y considerando la trayectoria actualizada. Asimismo, debe actualizar la identificación de los cuerpos de agua en el sitio S0100, solicitado en la observación 2.

### Observación no subsanada

**2.6. Observación N° 07.** El ítem 3.5.2.2 “Agua Superficial” señala que el muestreo se realizó en trece (13) puntos. Por otro lado, el ítem 3.7.2 “Interpretación de los Resultados de Aguas Subterránea” menciona que en el sitio S0100 (sitio 22) se realizó un pozo exploratorio y en el sitio S0100 se construyeron dos pozos para triangular el área. Asimismo, la figura 3-73 “Representación Gráfica del Modelo Conceptual, del Sitio S0100 (Sitio 22)” muestra el modelo conceptual, donde la dirección del flujo de la quebrada Anapaza, está en sentido contrario, de noroeste a sur. Adicionalmente, el ítem 4.1.2 señala que el plomo superó el estándar Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia, para sedimentos.

Al respecto se sabe que se eligieron 4 puntos de muestreo (tabla 3-40 “Puntos de muestreo de agua superficial realizados en época seca y húmeda”). Asimismo, se conoce que solo se construyó un pozo (de 14,4 m) en el sitio S0100. Además, la dirección de la quebrada Apaza en el sitio S0100 va de sur a noroeste y, la concentración de plomo en los 4 puntos de muestreo de sedimentos no superó el



PERÚ

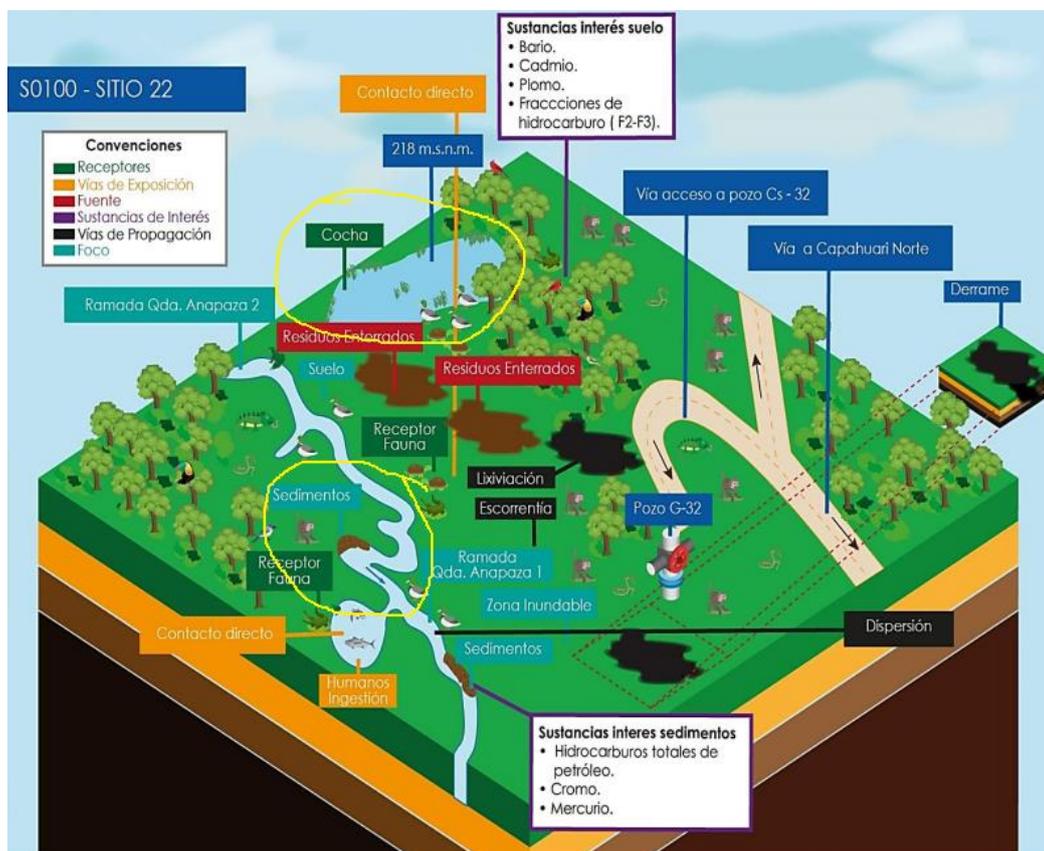
Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

estándar Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia. En ese sentido, el titular debe revisar la información señalada y corregir lo indicado.

### Respuesta:

El titular corrige los ítems 3.5.2.2 que señala realizó el monitoreo en cuatro puntos de muestreo durante las épocas seca y húmeda. Corrige el ítem 3.7.2 que señala realizó un pozo exploratorio en S0100 y pozos exploratorios en S0105, además menciona que la contaminación está al manejo no adecuado de residuos sólidos industriales y en sedimentos se encontraron HTP que superaron la referencia Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia y, cromo y mercurio superaron el estándar Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014). Y muestra la representación gráfica del modelo conceptual:



Al respecto, el modelo conceptual continúa mostrando la dirección de flujo de la quebrada Anapaza de noroeste a sur, además de mostrar una cocha al lado norte, que de acuerdo a la observación 2, ésta no es una cocha y la dirección de flujo de la quebrada Anapaza en este sector es de sur a noroeste. En ese sentido, debe revisar y actualizar la representación gráfica del modelo conceptual.

### Observación no subsanada

**2.7. Observación N° 08.** El ítem 3.5.2.2.2 "Puntos y técnicas de muestreo" señala que los laboratorios que realizaron la toma y análisis de muestra están acreditados con la NTP-ISO/IEC 17025:2006. Al respecto, la fecha de muestreo de las aguas superficiales dice 02/09/2018 y 23/04/2018, sin embargo, en el anexo 6.5, los certificados de acreditación emitidos por Inacal, de los laboratorios utilizados en el proyecto, indican: Certificado de Acreditación de Environmental Testing Laboratory S.A.C con fecha de



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

vencimiento 30/04/2018 y el Certificado de Acreditación de ALS LS Perú S.A.C. con fecha de vencimiento 19/01/2018. En ese sentido, el titular debe presentar los documentos que acrediten la vigencia de la acreditación durante el periodo de ejecución del monitoreo y realización de los ensayos.

**Respuesta:**

El titular presenta los certificados de acreditación de los laboratorios que realizaron el muestreo y análisis de las muestras: certificado de acreditación de ALS LS Perú S.A.C. por INACAL del 09 de abril de 2018, con fecha de vigencia desde 28 de marzo de 2018 al 27 de marzo de 2022 para la sede de Lima y certificado de acreditación por INACAL del 18 de junio de 2020, con vigencia desde 17 de marzo de 2018 al 16 de marzo de 2022 para la sede de Arequipa.

Al respecto, no se presenta el certificado de acreditación del laboratorio Environmental Testing Laboratory S.A.C. que acredite la vigencia de la acreditación durante el periodo de ejecución del monitoreo y realización de los ensayos.

**Observación no subsanada**

- 2.8. Observación N° 09.** El ítem 3.10.1.3.2. "Cromo" señala que la concentración de cromo en 3 de los 4 puntos de muestreo de sedimentos es superior al límite ISQG (Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)). Además, indica que la mayor concentración de cromo en sedimentos se presenta en el mismo punto donde hay mercurio y los hidrocarburos totales de petróleo alcanzaron el valor máximo, y mencionan que, es posible que la presencia de cromo esté asociada a la descarga de petróleo sobre el cauce de la quebrada.

Al respecto, no se ha caracterizado el petróleo (crudo) identificado como fuente de contaminación primaria, el cual puede descartar el origen de algunos contaminantes de preocupación como el cromo y confirmar el origen de los demás contaminantes de preocupación. En ese sentido, el titular debe caracterizar el petróleo crudo, a fin de conocer los componentes del mismo, los cuales, pueden ayudar a determinar posteriormente el origen de los contaminantes de preocupación en el sitio de remediación.

**Respuesta:**

El titular señala que el petróleo es una mezcla compleja de compuestos orgánicos, su composición es variada y depende de las cuencas en donde se encuentran los yacimientos petrolíferos. La fracción ligera de hidrocarburos puede estar conformada por n-alcanos, alcanos de cadena ramificada (isoprenoides) y naftenos (cicloalcanos), los cuales pueden representar hasta el 31% de los componentes del petróleo, así como también, por hidrocarburos aromáticos. La fracción media de hidrocarburos, conformada por cadenas lineales y ramificadas de hidrocarburos alifáticos, compuestos aromáticos monocíclicos y policíclicos, como el naftaleno y sus alquilados; representan el 15 – 20% del crudo de petróleo. Los compuestos C11 – C15, son de volatilidad intermedia, entre los compuestos representativos, la fracción de hidrocarburos F2 (Pristano: 2,6,10,14-tetrametilpentadecano; fitano: 2,6,10,14-tetrametil hexadecano; farnesano: 2,6,10-trimetildodecano; norpristano: 2,6,10-trimetilpentadecano). La fracción pesada de hidrocarburos, compuesta por 29 a 40 átomos de carbono, conformada por cadenas lineales y ramificadas de hidrocarburos alifáticos, asfáltenos y resinas con una estructura molecular compleja que puede contener oxígeno, nitrógeno y azufre, y su estructura molecular puede estar conformada por núcleos policíclicos aromáticos, constituyen un 10% en crudos ligeros y hasta un 60% en crudos muy degradados. La fracción de hidrocarburos F3 (>C28-



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

C40), pueden ser piridinas, quinolinas, carbazoles, tiofenos, ácidos nafténicos, ácidos grasos, etc. Estos productos destilan a temperaturas superiores a 500 °C. Considerando que ha transcurrido un largo periodo desde la ocurrencia del vertimiento de hidrocarburos, una caracterización del crudo del yacimiento no aportaría información que pueda ser considerada fundamental para la caracterización del Sitio y para la evaluación del ERSA, dado que las fracciones de hidrocarburos F1 (C6-C10) ya se han volatilizado; las sustancias orgánicas de volatilidad media, al estar sometidas a procesos de oxidación, han modificado su estructura molecular inicial, e incluso las cadenas moleculares de los compuestos pesados (>C28-C40), los cuales son químicamente más estables, pueden estar siendo sometidas a procesos dinámicos naturales de degradación y transformación.

### **Observación subsanada**

- 2.9. Observación N° 10.** El ítem 4.2.1.4 "Matriz de Agua Subterránea", señala que el pozo exploratorio en el sitio S0100 (Sitio 22) alcanzó una profundidad de 14,4 m, y los dos pozos construidos en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), alcanzaron una profundidad de 5,50 m y 10,0 m. Señala que estos pozos, se identificaron secuencias continuas y compactas de arcillas que evitan la migración de los contaminantes de preocupación hacia los sustratos inferiores y/o hacia los acuíferos.

Al respecto, se atribuye que el suelo arcilloso evitará que los contaminantes (hidrocarburos y metales caracterizados) migren hacia el acuífero. Asimismo, no se adjunta las vistas del logueo litológico, solo el esquema de la litología, lo que impide caracterizar el flujo subterráneo. En ese sentido, a fin de sustentar la confinación y no lixiviación de contaminantes (hidrocarburos), el titular debe sustentar mediante el cálculo real de la velocidad de flujo en base a los parámetros de permeabilidad y gradiente hidráulico, la no lixiviación de metales e hidrocarburos en este tipo de suelo. Asimismo, debe presentar las vistas litológicas, de lo contrario debe efectuar nuevas perforaciones de pequeña profundidad (máximo 4 m) mediante el sistema helicoidal a fin de obtener las vistas del logueo litológico y efectuar las pruebas de permeabilidad.

### **Respuesta:**

El titular señala que la metodología para el desarrollo de las perforaciones exploratorias y muestreo de aguas subterráneas definida en el Plan de muestreo y realizada en campo fue la siguiente:

- Revisión de la información geológica disponible reconociendo las principales formaciones existentes en la zona de estudio.
- Revisión de los estudios previos de Sísmica de la zona, para reconocer los perfiles litológicos de los puntos a visitar.
- Análisis de la geomorfología del Sitio, para determinar el desarrollo de las perforaciones exploratorias en los Sitios Impactados.
- Realización de Sondeos Eléctricos Verticales para establecer la resistividad del suelo.
- Desarrollo de perforaciones exploratorias en el perímetro externo adyacente a la zona de potencial afectación para evitar la posible migración del agente contaminante.
- Elaboración de los perfiles litológicos de las perforaciones exploratorias y/o piezómetros.



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- Construcción y desarrollo de piezómetros en caso de encontrar aguas subterráneas.
- Muestreo del agua subterránea en las dos estacionalidades.

El perfil litológico realizado en el Sitio S0100 (Sitio 22), indica que el suelo es predominantemente arcilloso, el análisis e interpretación de los resultados del desarrollo del Plan de muestreo indican que la movilización de los Contaminantes de Preocupación es limitada y no han migrado hasta la napa freática, para sustentar estos argumentos, a continuación, se presentan los resultados de los puntos de muestreo en donde la concentración de hidrocarburos y/o metales pesados superó el estándar de referencia del ECA para suelo de uso agrícola.

**Tabla 6. Concentración de metales pesados en función de la profundidad**

PUNTO DE MUESTREO	S0100-S001-0,60	S0100-S001-3,25	S0100-S002-0,00	S0100-S002-1,00	S0100-S002-3,00
Ba	143.7	141	122.2	93.5	256.6
Cd	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Pb	241	31	6256	166	23
PUNTO DE MUESTREO	S0100-S010-0,40	S0100-S010-1,00	S0100-S008-0,00	S0100-S008-0,75	S0100-S008-3,50
Ba	143.2	141	515.6	4407	366.4
Cd	2.2	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Pb	155	130	126	114	18

**Elaboración:** Consorcio ECODES VARICHEM/PROFONANPE (FONAM)-Fondo de Contingencia, 2021.

Los metales pesados como Bario (Ba), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), se encuentran preponderantemente a una profundidad de 0,00 m, y 1,0 m. Los resultados de laboratorio, por lo tanto, indican con elevado grado de certidumbre que los Contaminantes de Preocupación están siendo retenidos por las capas de arcilla y consecuentemente la napa freática no ha sido afectada por la movilización de los contaminantes de preocupación identificados en el Sitio S0100 (Sitio 22).

En el Anexo ANA Observación N° 1, se presenta el estudio de Hidrogeología realizado para los siete (7) Sitios de la cuenca del río Pastaza donde se realiza el cálculo de la velocidad de flujo, parámetros de permeabilidad y gradiente hidráulico.

Mediante el análisis de las muestras tomadas mediante las perforaciones helicoidales a distintas profundidades muestran que las concentraciones de metales pesados como el Bario, Cadmio y Plomo no se encuentran hasta más del 1,0 m de profundidad ya que a partir de dicha profundidad las concentraciones están dentro de los rangos permisibles. Así también al presentarse estratos finos como arcillas y arcillas compactas la cuales presentan una conductividad hidráulica muy baja hacen también que el contaminante migre a profundidad.

Por otra parte, en el estudio hidrogeológico, ítem 12.5 se desarrolla el cálculo de velocidad de flujo subterráneo mediante el software Hydrus 1.0, donde según los estratos de suelo limoso arcilloso, arrojaron velocidades de flujo máximos de  $8 \times 10^{-14}$  m/día, lo cual resulta prácticamente imperceptible.

### Observación subsanada

**2.10. Observación N° 11.** El ítem 5.5.5.2 "Sedimentos", describe la técnica para regular el caudal y desviación del cauce para la extracción de los sedimentos de la quebrada Anapaza.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Al respecto, se grafica la zona de intervención de la quebrada Anapaza, sin embargo, no se proporciona los datos de georreferenciación del tramo de intervención y ubicación de las estructuras de regulación de caudal. Asimismo, no se muestra las variables (como la máxima avenida) para el diseño de la estructura hidráulica.

En ese sentido, el titular debe:

- Precisar la ubicación (coordenadas UTM WGS 84) de la zona de intervención y de los tramos donde se ubicarán las estructuras de regulación de caudal.
- Determinar el caudal de diseño de las secciones de encauzamiento, mediante un estudio de máximas avenidas: Sustentar el periodo de retorno a utilizar y asumir el peor escenario en base a las metodologías utilizadas para estimar el caudal máximo. Además, precisar las coordenadas (UTM WGS 84) de inicio y final del encauzamiento del cuerpo de agua.
- Presentar los diseños de las estructuras hidráulicas.

#### Respuesta:

El titular señala la georreferenciación de las estructuras hidráulicas en el Sitio S0100 (Sitio 22) (Cuadro N° 15) además del mapa de ubicación (anexo 11, Plano S0100-ANA-OBS-08).

Cuadro N° 15. Coordenadas de Ubicación de las Estructuras Hidráulicas

Estación	Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
EH-1	Afluente Quebrada Anapaza	339 775	9 691 826
EH-2	Afluente Quebrada Anapaza	339 748	9 691 824
EH-3	Afluente Quebrada Anapaza	339 720	9 691 825
EH-4	Afluente Quebrada Anapaza	339 715	9 691 850
EH-5	Afluente Quebrada Anapaza	339 725	9 691 876

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Tabla 7).

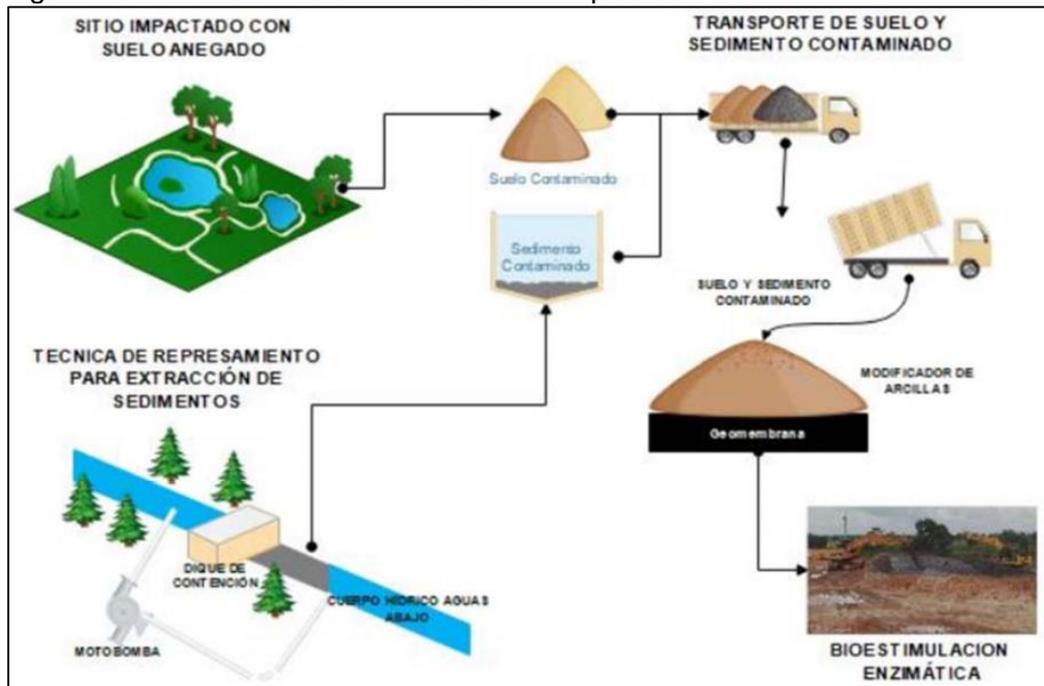
Aclara que no se realizara desviación del cauce del cuerpo de agua, en su defecto se realizara un control de los niveles de agua en el punto de extracción de los sedimentos, mediante la instalación de diques de contención con sacos de Polipropileno rellenos de arena.

Para la extracción de los sedimentos señala lo siguiente: establecer tramos en el cuerpo de agua para la ubicación del dique de contención con previa autorización para la Ejecución de Obras en Fuente Natural de Agua o en la Infraestructura Hidráulica Multisectorial solicitada a la Autoridad Nacional del Agua (ANA); instalar sacos de polipropileno rellenos con arena a lo ancho del cuerpo de agua, aguas arriba del punto de extracción de los sedimentos para represar y contener temporalmente el flujo de agua; en caso que se presenten lluvias o los niveles de represamiento lleguen hasta el límite superior del dique de contención se realizará el bombeo de agua y su descarga se realizará aguas abajo del punto de remoción de los sedimentos; la extracción de los

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

sedimentos se realizará mediante el uso de herramientas menores (palas) o por medio mecánico, (retrocargador) siempre y cuando las condiciones del Sitio lo permitan; para evitar la dispersión del contaminante hacia otros medios, al momento de hacer la extracción se coloca barreras de contención de 12 pulgadas, en el cuerpo de agua y en las orillas barreras oleofílicas; los sedimentos retirados se depositarán en vehículos de transporte para ser llevados a la zona de remediación donde va a ser ejecutada la técnica de remediación seleccionada (Figura 10).

Figura 10. Extracción de Sedimentos con Diques de Contención



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 2).

Al respecto, durante la extracción de sedimentos el agua de lluvia, de escorrentía y de la misma quebrada podría entrar en contacto con los sedimentos contaminados, sin embargo, no se incluye las medidas para evitar el contacto de esta agua con los sedimentos y, la colecta y manejo del agua de contacto durante la extracción de sedimentos. Asimismo, no proporciona las consideraciones técnicas de las infraestructuras hidráulicas (diques) considerando las máximas avenidas para evitar que esta colapse. En ese sentido, debe proporcionar las medidas (barreras, desvíos) para evitar el agua de lluvia y escorrentía ingrese a la zona de intervención, y en caso ocurra, proporcionar el manejo de las aguas de contacto, sistema de colecta, tratamiento y disposición final. Adicionalmente, durante el secado de sedimento en la zona de tratamiento, debe proporcionar el sistema de captación de los líquidos (escurrido) y, tratamiento y disposición final de los mismo.

### Observación no subsanada

**2.11. Observación N° 12.** La Figura 5.14 "Zonas de acopio y tratamiento del Sitio S0100 (Sitio 22)" del ítem 5.6.2 "Descripción de las Acciones de Remediación y rehabilitación que correspondan", muestra la ubicación de la zona de acopio, área de solidificación y zona de tratamiento.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Al respecto, no se indica las coordenadas (del perímetro) de cada uno de los lugares donde se realizarán las actividades. En ese sentido, el titular debe indicar las coordenadas de los lugares donde se realizarán las actividades: almacenamiento temporal, zona de acopio, área de solidificación, zona de tratamiento, etc., proporcionando el plano, además de los archivos shape, donde se visualice claramente todos los cuerpos de agua de acuerdo con el inventario de fuentes de agua y, la delimitación de todos los espacios donde se realizarán las actividades de rehabilitación.

**Respuesta:**

El titular modifica la figura 5-14 del ítem 5.6.2 "Descripción de las Acciones de Remediación y Rehabilitación que correspondan" y actualiza el anexo 6.4.4 que contiene el plano de distribución de las zonas de las actividades de tratamiento. Adjunta en el Anexo ANA Observación N° 12, el mapa "S0100-ANA-OBS-12" "Mapa de Ubicación de las Facilidades para la Remediación del Sitio S0100". En los Cuadros N° 16, 17, 18 y 19 presentan las coordenadas de los lugares donde se realizarán las actividades de rehabilitación del Sitio S100 (Sitio 22).

Cuadro N° 16. Vértices y área de la zona de acopio 1

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
ZA-1	339 686	9 692 148	1987
ZA-2	339 717	9 692 174	
ZA-3	339 749	9 692 136	
ZA-4	339 718	9 692 111	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 8).

Cuadro N° 17. Vértices y Área de Solidificación

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
AS-1	339 846	9 691 776	2080
AS-2	339 880	9 691 796	
AS-3	339 912	9 691 757	
AS-4	339 876	9 691 734	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 9).

Cuadro N° 18. Vértices y Área Zona de tratamiento (Sedimentos)



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
CS-1	339 886	9 691 734	190
CS-2	339 895	9 691 741	
CS-3	339 905	9 691 725	
CS-4	339 897	9 691 719	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 10).

Cuadro N° 19. Vértices y Área Zona de tratamiento (Suelo)

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
CU-1	339 896	9 691 742	871
CU-2	339 914	9 691 755	
CU-3	339 936	9 691 720	
CU-4	339 916	9 691 709	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 11).

Estas facilidades se encuentran a más de 50 metros del cuerpo de agua más cercano (quebrada Anapaza).

**Observación subsanada**

**2.12. Observación N° 13.** El ítem 5.7.4.3.1 “Abastecimiento de agua” establece que, para los servicios higiénicos se deberá utilizar el agua captada del río Pastaza, donde se incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. Además, indica que el caudal de agua a captar no altere el caudal ecológico del cuerpo de agua, por ello al momento de identificar el curso de agua próximo deberá registrarse información del caudal, y será usado siempre y cuando supere ampliamente el caudal requerido del campamento. Asimismo, el ítem 5.7.7.3.2 “Abastecimiento de Agua para los Servicios Higiénicos”, estima que el requerimiento diario de agua para los servicios será 9,00 m<sup>3</sup>/día.

Al respecto, se indica que la fuente de abastecimiento agua para el consumo del personal será el río Pastaza, sin embargo, no señala cual será la fuente de agua como suministro para las actividades de remediación, asimismo no se precisa la infraestructura hidráulica para la captación de agua para los servicios del personal y para las actividades de remediación. Por otro lado, se indica la cantidad de agua para los servicios del personal, sin embargo, no se estimó el consumo de agua para la ejecución de las actividades de remediación.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

En ese sentido, el titular debe indicar el tramo o ubicación aproximado (georreferenciado) del río Pastaza donde captará agua para consumo humano, además, debe precisar las fuentes de aguas para las actividades de remediación (bioestimulación enzimática y solidificación), y describir la infraestructura hidráulica a emplearse para la captación de agua, además, debe precisar el manejo desde la captación hasta la disposición final en un diagrama de flujos, el cual debe incluir la cuantificación.

**Respuesta:**

El titular modifica el numeral 5.7.4.3.1, donde indica que, para los servicios higiénicos se utilizará el agua captada de la quebrada Anapaza, que será usada para consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. El consumo doméstico estimado es de 12,5 m<sup>3</sup>/día (0,14 L/s), para un máximo de 50 trabajadores que albergará el campamento base; para la técnica de remediación utilizará el agua captada de la margen derecha de la quebrada Anapaza, estimada en 13,48 m<sup>3</sup>/día (0,16 L/s), que incluye el tratamiento del suelo, consumos para lavado de equipos 71,26 m<sup>3</sup>/mes y riego de vías para control de polvo que depende de 7200 m y uso de 3,78 m<sup>3</sup>/km. Antes de realizar cualquier tipo de captación de agua se contará con las autorizaciones por parte de la Autoridad Nacional del Agua y se comunicará a los pobladores aledaños.

La captación del agua para consumo humano se ubicará en la margen derecha de la quebrada Anapaza, en la parte suroeste del sitio S0105 (Cuadro N° 20), esta se realizará mediante el uso de dos motobombas ubicados en la orilla sujetadas por dos cables de acero. La línea de conducción será tuberías HDPD y conducirá el agua hacia un reservorio de aprox. 5000 litros.

Cuadro N° 20. Ubicación del punto de captación de agua para uso doméstico

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
		Este	Norte	
CAP-01	0,14	339647	9691853	<b>Margen derecha de la quebrada Anapaza. Para uso de actividades del campamento, lavado de equipo y riego de vías</b>

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Información Complementaria, Tabla 12).

La captación del agua para remediación se ubicará en la margen derecha de la quebrada Anapaza, en la parte noroeste del sitio (Cuadro N° 21), esta se realizará mediante el uso de motobombas ubicados en la orilla sujetadas por dos cables de acero. La línea de conducción será tuberías HDPD y conducirá el agua hasta la zona de tratamiento.

Cuadro N° 21. Ubicación del punto de captación de agua para uso industrial (remediación)

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
		Este	Norte	
S0100-CAP-RE-01	0,08	339648	9691843	Margen derecha del afluente quebrada Anapaza. Para uso de actividades de las técnicas de



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Table with 4 columns: Nombre, Volumen de Captación (L/s), Coordenadas UTM WGS84 zona 18S (Este, Norte), Descripción del Punto. Row 1: remediación de Bioestimulación Enzimática y Solidificación.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 13).

Asimismo, proporciona los diagramas de flujo de los balances de agua, tanto doméstico como industrial, los que muestran los flujos cuantificados de la demanda de agua por actividad.

Por otro lado, en el anexo 14, presenta la disponibilidad hídrica de la quebrada Anapaza, para lo cual se revisaron generación de caudales medios mensuales, y en el Cuadro N° 22 muestra las descargas medias mensuales de la quebrada Anapaza, con el fin de observar disponibilidad hídrica, con una persistencia al 75 %.

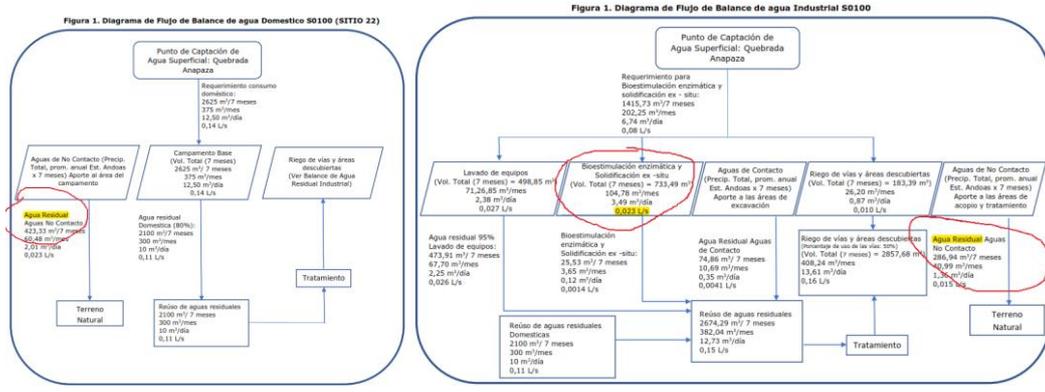
Cuadro N° 22. Disponibilidad hídrica al 75% del punto de captación de la quebrada Anapaza (L/s)

Table with 13 columns: Mes (Ene to Dic) and 1 row: Disp. Hídrica 75% with values ranging from 20,32 to 21,68.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Anexo 14, Tabla 1)

Finalmente realiza una comparación de la oferta de agua de la quebrada y la demanda total proyectada (0,2 L/s), además de considerar el caudal ecológico (Tabla 7). Considerando el mes más crítico (enero), donde la menor oferta es 20,32 L/s y el caudal ecológico sería 4,17 L/s, puede abastecer la demanda de 0,2 L/s para el proyecto del sitio S0100.

Al respecto, la demanda de agua industrial indicada en la modificación 5.7.4.3.1 (0,16 L/s), difiere de lo señalado en la tabla 12 (0,08 L/s) y en el diagrama de flujo de balance de agua industrial S0100 (anexo 13, Figura 1), asimismo, este diagrama presenta para el proceso de bioestimulación enzimática, el valor 0,23 L/s no correspondiente con el volumen 3,49 m³/día. Por otro lado, en los diagramas de flujo de balance de agua doméstico e industrial, se señala que el agua residual, se vierte a terreno natural; el agua residual no podría estar en este grupo de agua de no contacto.





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Asimismo, la demanda total (0,2 L/s) indicada en la tabla 7 "Balance Hídrico de la quebrada Anapaza", no corresponde a las demandas señaladas para consumo doméstico y remediación, estimados en 0,14 L/s y 0,16 L/s respectivamente.

Tabla 7. Balance Hídrico de la quebrada Anapaza

Descripción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Oferta Quebrada Anapaza 75% (l/s)	20.32	22.09	21.95	27.98	25.23	27.7	23.38	21.72	23.6	22.65	22.56	21.68
Caudal ecológico (l/s)	4.17	4.87	4.48	5.47	4.88	5.51	4.72	4.06	4.38	4.62	4.42	4.14
Demanda Total Proyectada para Anapaza (l/s)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2					
Demanda Campamento Base (l/s)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14					
Lavado de equipos (l/s)	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028					
Solidificación ex -situ (l/s)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04					
Riego de vías y áreas descubiertas (l/s)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01					
<b>Balance Hídrico (l/s)</b>	<b>15.927</b>	<b>17</b>	<b>17.25</b>	<b>22.289</b>	<b>20.124</b>	<b>21.959</b>	<b>18.437</b>	<b>17.662</b>	<b>19.222</b>	<b>18.032</b>	<b>18.134</b>	<b>17.538</b>

En ese sentido, el titular debe revisar y corregir la información proporcionada en la modificación del ítem 5.7.4.3.1 con respecto al volumen o en su defecto corregir los valores mostrados en la tabla 12 y el diagrama de flujo industrial. Asimismo, debe corregir los diagramas de flujo de balance de agua doméstico e industrial donde se señala el vertimiento de agua residual al cuerpo natural. Asimismo, debe revisar y corregir los valores mostrados en la evaluación de disponibilidad hídrica.

#### Observación no subsanada

**2.13. Observación N° 14:** El ítem 5.7.7.3.3 "Medidas específicas para el tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas", establece el tratamiento de las aguas grises, las cuales serán recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa. Esta trampa realizará un tratamiento de los desagües provenientes del comedor y cocina, mediante la sedimentación y flotación, donde se retendrá y recuperará el aceite, el cual se coleccionará y se almacenará en cilindros para su transporte y disposición final adecuada, según el Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Asimismo, establece el tratamiento de aguas negras, que considera: la cámara de rejillas, cámara de ecualización, cámara de aireación, cámara de decantación, cámara de contacto, disposición final de efluentes y disposición de lodos; para la disposición final de efluentes señala que estas podrían ser infiltradas en superficie, si se desarrolla un monitoreo previo de control de calidad, para verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de efluentes (D.S. N° 003-2010-MINAM). Por otro lado, el ítem 5.7.7.3.4. Desarrollo del plan para manejo de letrinas en campamento de obra indica que para los servicios de saneamiento se usarán letrinas sanitarias.

Al respecto, no se ha establecido el manejo y disposición final de los efluentes provenientes del tratamiento (trampa de grasa) de las aguas grises. Por otro lado, no se ha definido el tratamiento para las aguas negras, por un lado, establece la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y por otro lado, indica el uso de letrinas; en el caso de la PTAR, indica la posibilidad de infiltración en superficie de las aguas tratadas, y en el caso de las letrinas, no se ha evaluado si este tipo de tratamiento es aplicable para el suelo de la zona. Adicionalmente el ítem 5.7.7.3 "Desarrollo del plan", establece que posteriormente al tratamiento, los efluentes serán vertidos al río Pastaza. En ese sentido:

- En caso de reúso para el control de polvo y/o áreas verdes deberá indicar la estructura de almacenamiento, conducción y sistema de distribución de las aguas a reusar, área destinada al reúso, frecuencia de riego y volumen a emplear, cuadro resumen de la evaluación de la calidad de las aguas de reúso, donde se indique los parámetros a evaluar (considerar D.S. N° 004-2017-



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

MINAM y/o directrices de la OMS sobre calidad microbiológica de las aguas residuales a emplearse en agricultura), frecuencia de monitoreo (Tomar como referencia el formato del anexo 5 de la R.J. N° 224-2013-ANA). Lo presentado deberá guardar relación con el balance de agua solicitado.

- En caso de descarga a un cuerpo de agua, presentar el caudal máximo de aguas residuales a verter ( $m^3/año$ ,  $m^3/mes$  y L/s), régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas, determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la "Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua", aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA. Considerar, que el punto de vertimiento y los puntos de control asociados a la descarga deberán ubicarse dentro del área de influencia ambiental directa del proyecto.
- En caso de infiltración al terreno, precisar el volumen ( $m^3/día$ ) de efluente a tratar e infiltrar, descripción de la Infraestructura de conducción, almacenamiento antes de la infiltración al terreno, test de percolación para cada tipo de terreno y nivel de la napa freática. Además, adjuntar un esquema del sistema de tratamiento.

### Respuesta:

El titular modifica el ítem 5.7.7 "Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas" a "Plan de Manejo de Aguas Residuales", donde incluye los objetivos, modifica el alcance, el desarrollo del plan, que indica, los efluentes domésticos e industriales deberán ser tratados hasta cumplir con los estándares aplicables en la normatividad peruana y posteriormente a su tratamiento, los efluentes serán utilizados en el reúso para riego de vías en el control de polvo, previo cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos, (D.S. N° 037-2008-PCM).

Así también, modifica el ítem 5.7.7.3.2 "Abastecimiento de Agua para los Servicios Higiénicos" que señala, para los servicios higiénicos, utilizará el agua captada de la quebrada Anapaza, y el requerimiento es aproximadamente  $12,50 m^3/día$  para un máximo 50 personas. Plantea la instalación de un campamento base y casetas temporales en el área de obra. Señala que las aguas grises provenientes del comedor y cocina deberán ser recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa y, esta trampa retendrá los aceites y grasas antes del su ingreso al Sistema de tratamiento (Figura 11), en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD). El agua tratada será almacenada en un tanque aproximadamente de 5000 litros.

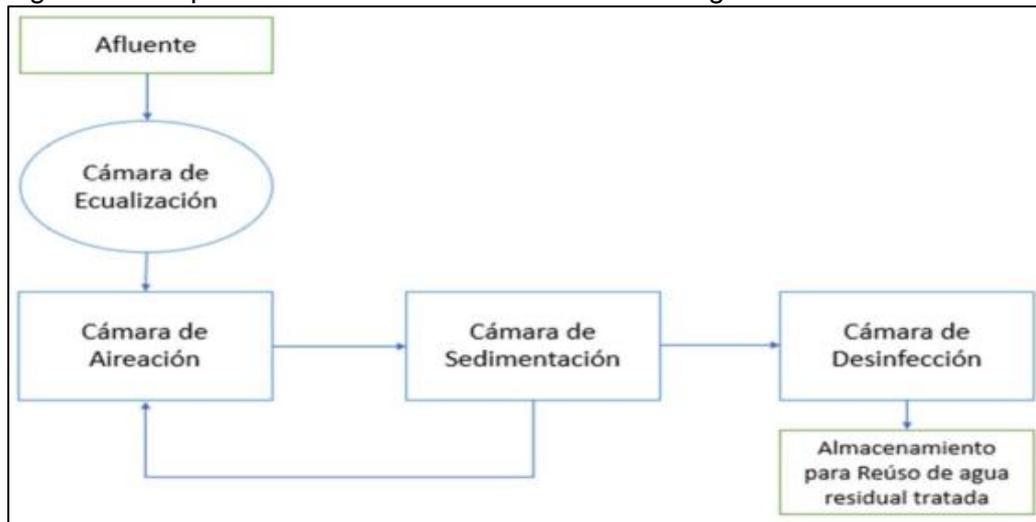


PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Figura 11. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figura 4).

Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas serán reusados en control de polvo de las vías de acceso por medio de un camión cisterna; presenta la frecuencia de humectación de vías. Además, plantea el control de calidad de las aguas tratadas para cumplimiento del D.S. N° 037-2008-PCM y las directrices sanitarias de la OMS: análisis de DBO, DQO y nematodos intestinales.

Con respecto a las letrinas, las que se usarán en los albergues temporales, estas serán sin arrastre hidráulico, ubicadas en las áreas cercanas al área de tratamiento con 1,2 m de profundidad máxima, que se construirá en una parte alta o en un área donde el agua discorra y no se anegue, será cubierta y se construirá de forma rectangular o circular y de ser necesario, se construirá canaletas laterales para la evacuación del agua de lluvia, además, se cubrirá cada cierto tiempo con suelo extraído del sitio.

Así también, incluirá la clasificación de las aguas residuales industriales, el abastecimiento de agua para las actividades de remediación, y las medidas específicas para el tratamiento y disposición de aguas residuales industriales, las que provienen de las actividades de remediación como el lavado de equipos y las aguas de contacto de las excavaciones serán llevadas a un sistema de tratamiento (Figura 12), que consiste en: separador de sólidos gruesos, donde elimina sólidos de mayor tamaño; coagulación y floculación, donde se adiciona reactivos químicos que, desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación) y a continuación favorezcan la floculación de las partículas fácilmente sedimentables; cámara de sedimentación, operación eficaz para separar por tamaño y densidad las partículas del agua y posteriormente realizar la decantación; cámara de filtración, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones (sedimentación); cámara de aireación, que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asociarán a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y retiradas del sistema; cámara de desinfección (contacto), con la aplicación de cloro en pastillas; almacenamiento para reúso de agua residual tratada, en tanques aproximadamente de 5000 litros y; disposición final de efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, que serán utilizados para el reúso en control de polvo de las vías de acceso que se realizará por un camión cisterna.

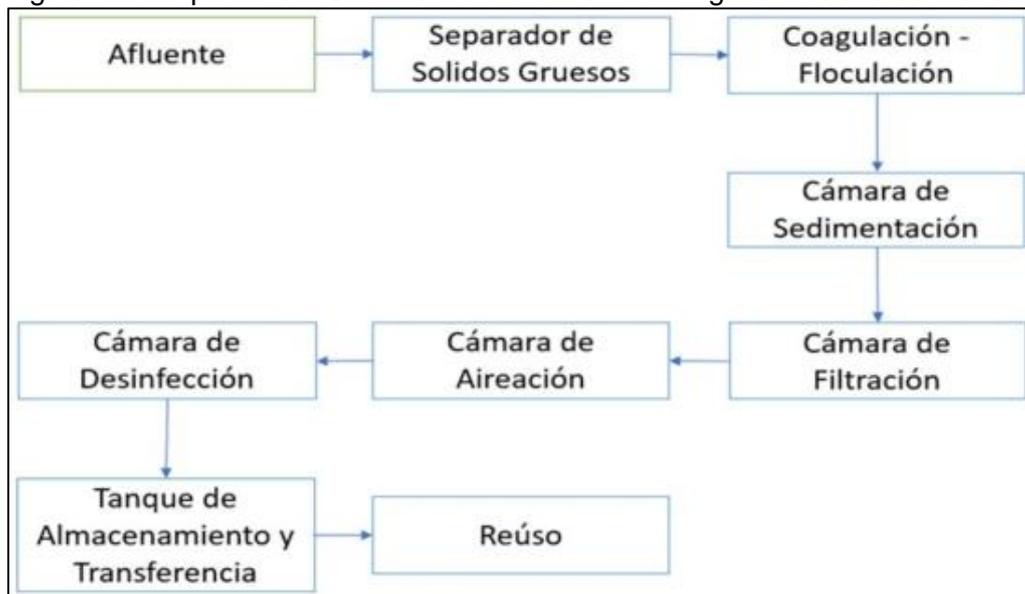


PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Figura 12. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figura 5).

Asimismo, plantea el control de calidad de las aguas tratadas para cumplimiento del D.S. N° 037-2008-PCM: análisis de cadmio, plomo, bario, DBO, DQO, nematodos intestinales e hidrocarburos totales de petróleo.

### Observación subsanada

- 2.14. Observación N° 15.** El ítem 5.7 "Plan de manejo ambiental", en la sección introducción (5.7.1) menciona que los impactos identificados son: contaminación del suelo, posible afectación del agua superficial y/o agua subterránea, sedimentos, afectación a la fauna y a la flora, afectación a especies hidrobiológicas y peces, generación de material particulado y/o emisiones de gases y afectación a los comuneros cercanos a el sitio impactado.

Al respecto, se identifica de manera general los posibles impactos que tendrá el desarrollo de la remediación, dejando de lado, la identificación específica de la probable afectación del ambiente durante el desarrollo de cada actividad. En ese sentido, el titular debe elaborar y presentar una matriz de identificación de impactos, con énfasis en las actividades que involucre la afectación a los recursos hídricos.

### Respuesta:

El titular señala que hará referencia en el PR a los anexos de la metodología de evaluación e identificación de impactos y matriz de valoración. Adjunta el anexo 15, donde presenta la metodología de evaluación de impactos, la cual consiste en la identificación de impactos ambientales mediante una Matriz de identificación de Impactos (MII): cuadro de doble entrada del tipo causa-efecto (Acciones del proyecto-factores ambientales), luego, inicia la valorización de los posibles impactos mediante once atributos (definidos por V. Conesa, 2010) y, realiza el cálculo de la importancia del impacto y clasifica de acuerdo a las tablas de clasificación de rangos de impactos negativo y positivos. Finalmente presenta la MII para el sitio impactado S0100, donde considera a las fases: Construcción de campamento base, Implementación de la Técnica de Remediación Bioestimulación Enzimática, Implementación de La Técnica de Remediación Solidificación ex-situ, Excavación, transporte y descarga del material contaminado en la zona de tratamiento y, Finalización de la Técnica de Remediación



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

y acciones de revegetación. Asimismo, presenta la matriz de valoración del sitio impactado S0100, donde los potenciales impactos de alteración de la calidad y caudal de agua superficial obtienen la clasificación de compatibles (no significativas).

Al respecto, en la observación 11 se identifica la potencialidad de contaminación del agua superficial durante la extracción de los sedimentos, sin embargo, esta actividad no se incluye en la matriz de identificación de impactos ambientales, del mismo modo, tampoco se identifica a la excavación y retiro de los residuos contaminantes, así como, el retiro de suelos contaminados, como potencial impacto a la calidad de los recursos hídricos, que por acción de las aguas de lluvia o escorrentía pueden tener contacto y alcanzar los cuerpos de agua superficiales.

En ese sentido, el titular debe considerar el retiro de sedimentos y excavación y retiro de residuos (materiales sólidos) y suelos contaminantes como actividades que afectarían los recursos el agua superficial y establecer las medidas de manejo y/o contingencia para la protección de los recursos hídricos, tanto para el retiro de sedimento como para las demás actividades.

### **Observación no subsanada**

**2.15. Observación N° 16.** El ítem 5.9.3 "Plan de control durante la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación" señala (en ítem 5.9.3.1) que debe registrarse el seguimiento de las diferentes actividades que se ejecutarán en el área impactada, durante: la excavación, almacenamiento temporal del suelo contaminado, separación y trituración, retiro y deposición de la capa orgánica del suelo. Asimismo, en el punto "Construcción de la zona de tratamiento" del ítem 5.5.5.1 indica la construcción de canales de drenaje perimetrales por cada biocelda para el manejo de las aguas de lluvia durante la época húmeda. Por otro lado, el ítem 5.5.5.2 "Sedimentos", indica que, durante el retiro de sedimentos, los caudales pueden aumentar en época húmeda generando complicaciones al momento de extraer los sedimentos del fondo del lecho, razón por la cual se sugiere realizar esta actividad en época seca (menos húmeda), y en el punto "Construcción de las bioceldas de tratamiento", se indica la construcción de canaletas de drenaje perimetrales por cada biocelda para el manejo de las aguas de lluvia durante época húmeda. Adicionalmente, en el punto 4.4 de la fase 4 del ítem 5.6.2.1.2 "Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ—on site", señala que se instalará la geomembrana en las celdas de tratamiento (impermeabilización) en el suelo, para evitar el contacto de suelo contaminado con suelo limpio, también evitará que los lixiviados generados durante el proceso de tratamiento se infiltren en el suelo y lo contaminen.

Al respecto, el titular no detalla el proceso de captación y disposición final de las aguas de no contacto (agua de lluvia y escorrentía) y aguas de contacto (lixiviación), y el cálculo del caudal para el diseño del sistema de drenaje y almacenamiento de los lixiviados, durante los procesos de excavación y retiro del suelo contaminado, de almacenamiento temporal de suelo contaminado, de tratamiento bioenzimático, de preparación de suelo solidificado, así también durante el retiro de los sedimentos. Asimismo, no establece la prevención para evitar que las aguas de lluvia no tengan contacto con el suelo contaminado durante la preparación, mezclado y trituración.

En ese sentido, el titular debe detallar el proceso y la disposición final de las aguas de lluvia o escorrentía (no contacto); en caso se deriven a un cuerpo de agua, deberá señalar la ubicación en coordenadas UTM (WGS 84 y zona correspondiente) del punto de entrega de estas aguas (señalando el nombre del recurso hídrico) e incluir estaciones de monitoreo aguas arriba y aguas abajo de la descarga, a fin de llevar el



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

adecuado control de la calidad del agua superficial. Por otro lado, debe mostrar el cálculo del caudal del sistema de drenaje, además del manejo y su disposición final, así como los controles antes de su disposición.

Asimismo, debe precisar el sistema de captación y manejo de las aguas de contacto (lixiviados), además debe indicar la disposición final de las aguas de contacto tratadas de cada componente cuando corresponda. En caso se considere la descarga a un cuerpo de agua, se deberá describir la captación, estructura de almacenamiento caudal máximo de aguas residuales a verter ( $m^3/año$ ,  $m^3/mes$  y  $L/s$ ), descripción del sistema de tratamiento, régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, y evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas; determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la "Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua", aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA. Asimismo, debe establecer un programa de monitoreo post cierre.

Además, debe presentar el balance de agua integral (esquema o diagrama) para cada etapa del proyecto (construcción, operación y abandono), en donde se muestre los ingresos y salidas de agua para uso doméstico e industrial, manejo de las aguas de contacto y no contacto de cada componente. El balance de agua deberá guardar relación con la demanda de agua del proyecto y el volumen de efluentes generados.

#### **Respuesta:**

El titular modifica el ítem 5.7.7.3.5; señala con respecto a las aguas de no contacto, que para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en el área de acopio y el campamento, se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área donde se recolectarán las aguas de lluvia; las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado, estarán protegidos con un techado removible con materiales plásticos flexibles para que las aguas lluvias discurran hacia los canales perimetrales; la zona de preparación de suelo solidificado tendrá un techado permanente y los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento; las zonas de almacenamiento y de tratamiento tendrán techo; se monitoreará la probabilidad que las lluvias se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a la climatología de la zona; se limpiará los canales de captación de agua con un equipo de bombeo y; las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, polipropileno o polietileno, que cuente al menos con el mismo diámetro nominal de las entradas vertidas hacia el terreno evitando que tengan contacto con zonas de tratamiento o material contaminado.

Incluye en el Ítem 5.7.7.3.6 con respecto a las aguas de contacto, que para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en las áreas donde se realizará la excavación y extracción de suelos a tratar; se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área excavada y área de tratamiento; se recolectarán las aguas de lluvia que tengan contacto con material suelo a tratar; estos canales están ubicados en sitios diferentes a los canales de las aguas de no contacto; se contempla el uso de dos motobombas (una en funcionamiento y otra en stand by) que tendrán la capacidad para retirar toda el agua que se presente en la excavación para ser enviadas a los canales perimetrales; los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento; la zona de excavación debe tener la disponibilidad de toldos de lona para cubrir en el momento que se presente la precipitación para evitar el contacto del



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

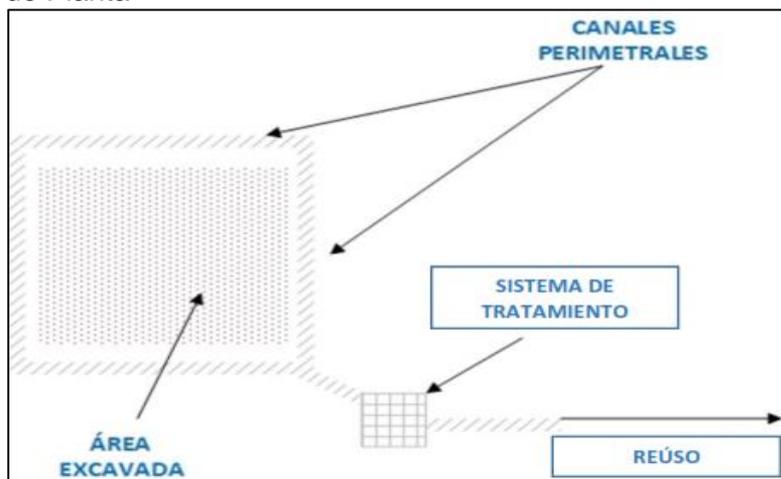
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

agua lluvia. Asimismo, indica que, se monitorea la probabilidad de las lluvias que se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a la climatología de la zona, y se contará con un equipo de bombeo para limpieza de los canales de captación de agua; el almacenamiento temporal de agua de lluvia que tuvo contacto con el área excavada se realiza en tanques impermeables, que evitan pérdidas por goteo o transpiración, y herméticos para evitar contaminación y, accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza; las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, polipropileno o polietileno, y direccionadas al sistema de tratamiento de agua residuales industriales para tener su disposición final en el reúso de agua para control de polvo (Figura 13).

Asimismo, señala que las aguas de contacto, que provienen de lavado de equipos de los trabajos de remediación, de contacto con el suelo contaminado del propio sitio, sobrante de la remediación y parte de lluvia que entró en contacto) y, agua de lixiviados que generen los sedimentos, serán recolectadas a través de motobombas para cada área contaminada; las aguas sobrantes del proceso de humectación serán retiradas con motobombas; los sedimentos generan aguas de lixiviados en un 10 % de su volumen. Estas aguas serán almacenadas en dos reservorios del tipo tanque australianos.

Figura 13. Esquema del Sistema de Drenaje Pluvial en las Áreas de Excavación–Vista de Planta

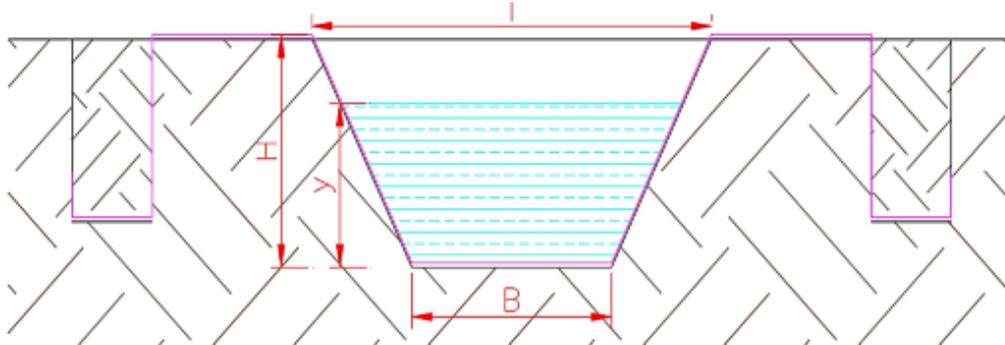


Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio JCI-HGE (Subsanación de observaciones, Figura 6).

Las características de los canales fueron presentadas en el anexo 11. Señala que el sistema de drenaje consta estructuras de captación, donde se recolectan las aguas pluviales a través de cunetas o canales y las estructuras de conducción, donde se transportan las aguas captadas a través de conductos. Presenta el cálculo de máximas avenida (tabla 2. "Máximas precipitaciones en 24 horas") para tiempo de retorno de 2 a 50 años, caudales de diseño (Tablas 7. "Características de Drenaje de Áreas Aportantes" y Tabla 8. "Caudales máximos") y las características de los canales de drenaje (Cuadro N° 23) y, planeamiento y pre dimensionamiento de estructuras que conforman el sistema de drenaje de aguas pluviales.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



Cuadro N° 23. Características de Canales de Drenaje

Canal	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Sección
C1 (Coronación 1)	435	0,60%	B=0,5, T=0,9, H=0,5
C2 (Coronación 2)	513	0,50%	B=0,5, T=1, H=0,5
C3 (aguas de contacto)	917	0,70 %	B=0,3, T=0,5, H=0,3
Campamento base	175,62	0,20 %	B=0,2, T=0,25, H=0,2
Vivero	34,5	0,20 %	B=0,2, T=0,25, H=0,2
Solidificación	186,5	0,20 %	B=0,2, T=0,25, H=0,2
Tratamiento (suelo-sedimento)	151,8	0,20 %	B=0,2, T=0,25, H=0,2
Tratamiento S0100	161	0,20 %	B=0,2, T=0,25, H=0,2

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio JCI-HGE (Subsanación de observaciones, Anexo 11, Tabla 9).

### Observación subsanada

**2.16. Observación N° 17.** El ítem 5.7.7.3.5 "Control de Agua de Lluvia y de Escorrentía en el Centro de Acopio Temporal de los Residuos" menciona que se construirá un canal perimetral, con el fin de que las aguas de lluvia y de escorrentía, no se mezclen con el contaminante. Asimismo, se construirá cunetas que rodeen el centro de acopio, que impida el ingreso de agua al canal perimetral. Además, el centro de acopio estará protegido con carpas, y utilizará bombas.

Al respecto, no se detalla la infraestructura de captación de las aguas de contacto (lixiviados), así tampoco se describe el manejo y la disposición final de estas aguas de contacto. Asimismo, no establece con claridad el proceso y/o manejo de las aguas de lluvia (aguas de no contacto) y su disposición final. Adicionalmente, no establece el cálculo del caudal para el diseño del sistema de drenaje y almacenamiento, además de su disposición final.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

En ese sentido, el titular debe precisar el sistema de captación y manejo de las aguas de contacto (lixiviados), además debe indicar la disposición final. Precisar la disposición final de las aguas de contacto tratadas de cada componente. En caso se considere la descarga a un cuerpo de agua, se deberá describir la captación, estructura de almacenamiento caudal máximo de aguas residuales a verter ( $m^3/año$ ,  $m^3/mes$  y  $L/s$ ), descripción del sistema de tratamiento, régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, y evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas; determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la "Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua", aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA

Asimismo, debe indicar la disposición final de las aguas de escorrentía (no contacto). En caso se deriven a un cuerpo de agua, deberá señalar la ubicación en coordenadas UTM (WGS 84 y zona correspondiente) del punto de entrega de estas aguas (señalando el nombre del recurso hídrico) e incluir estaciones de monitoreo aguas arriba y aguas abajo de la descarga, a fin de llevar el adecuado control de la calidad del agua superficial. Además, deberá sustentar el cálculo del caudal de diseño, presentar el diseño y adjuntar los esquemas correspondientes.

#### **Respuesta:**

El titular señala que la Infraestructura de captación, manejo y disposición final de las aguas de contacto y de no contacto se encuentra descrita en respuesta a la Observación N° 16.

#### **Observación subsanada**

- 2.17. Observación N° 18.** El ítem 5.9.4.2 "Muestreo de sedimentos durante los trabajos de remediación", establece el monitoreo del sedimento, antes, durante y después de retirar el sedimento para su tratamiento y, los parámetros son mostrados en la tabla 5-55 "Parámetros y frecuencia de monitoreo en sedimentos". Asimismo, el ítem 5.12.1 "Plan de monitoreo de suelo y sedimentos", menciona que se realizará un monitoreo al año cuando se haya cumplido su ciclo hidrológico.

Al respecto, la tabla no menciona los metales (bario, mercurio, plomo, y otros metales contaminantes de preocupación de suelos) para la evaluación, asimismo, solo se ha considerado un muestreo post remediación de sedimentos; los suelos contaminados contenían metales como: plomo, bario cadmio, e hidrocarburos (F2 y F3) y podrían llegar por medio de escorrentía a los cuerpos de agua y depositarse en los sedimentos.

En ese sentido, el titular debe incluir los metales (contaminantes de preocupación de sedimentos y suelos) en la tabla 5-55. Asimismo, debe establecer como mínimo una frecuencia de monitoreo semestral durante los primeros dos años y anual durante los tres años posteriores.

#### **Respuesta:**

El titular actualiza la tabla 5-55 "Parámetros y frecuencia de monitoreo en sedimentos" que incluye, los parámetros hidrocarburos totales de petróleo, cadmio, plomo cromo y mercurio total. Actualiza el ítem 5.9.4.2 "Muestreo de Sedimentos durante los trabajos de Remediación" que señala, durante el tratamiento: se debe tomar muestra de sedimento como control, en el lecho del cuerpo de agua donde se hizo la extracción



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

de los sedimentos, esto con la finalidad de asegurar que en el lecho de la quebrada no quede sedimento con concentración de Hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y metales pesados. Elimina la tabla 5.56 "Metodologías de Análisis y Límites de Detección para Sedimentos", y presenta en la tabla 5-55 el método de análisis, límites de detección y los estándares de calidad para sedimentos, asimismo, realiza la inclusión de puntos de monitoreo de sedimentos en la Tabla 5-57 "Ubicación de Estaciones de Monitoreo en Sedimentos" (Cuadro N° 24).

Cuadro N° 24. Ubicación de Estaciones de Monitoreo en Sedimentos (Tabla 5-57)

Nombre	Frecuencia	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
S0100-SedMont-001	Mensual	339 730	9 691 900
S0100-SedMont-002		339 777	9 691 825
S0100-SedMont-003		339 726	9 691 870
S0100-SedMont-004		339 721	9 691 854
S0100-SedMont-005		339 717	9 691 832
S0100-SedMont-006		339 729	9 691 820
S0100-SedPMont-007		339 745	9 691 822

Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio JCI-HGE (Subsanación de observaciones, Tabla 19).

Establece el plan de monitoreo de sedimentos, el que señala una frecuencia semestral durante los dos primeros años y anual durante los tres posteriores e incluye los parámetros cadmio total, plomo total, cromo total, mercurio total e hidrocarburos totales de petróleo. Además, presenta el mapa con la ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos, durante y post remediación.

Al respecto, las tablas: Tabla 5-18 "Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos" (Tabla 5-55), Tabla 19 (Tabla 5-57) Ubicación de estaciones de monitoreo en sedimentos" y Tabla 20 "Estación de muestreo monitoreo post ejecución de obra de sedimentos" señala valores y referencia de comparación no concordantes con los estándares Alberta Tier:



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Tabla 18. (Tabla 5-55) Parámetros y frecuencia de monitoreo en sedimentos

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación	Frecuencia
pH	EPA Method 9045 D, Rev 4 2004	Procedimiento electrométrico para medir pH en sedimentos (in situ)	-	Referencial	Mensual
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev 3 2007	Determinación de Compuesto Orgánicos No Halogenados por	2 mg/kg	<i>Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:</i>	Mensual
		Cromatografía de Gases		500 mg/kg	
Capacidad de intercambio catiónico	EPA 9081, Rev. 0 1986	Método de laboratorio para determinar Capacidad de Intercambio Catiónico	-	Referencial	Mensual
Contenido de materia orgánica	NOM-021-SEMARNAT-2000	Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos. Estudios Muestras y Análisis.	-	Referencial	Mensual
Cadmio Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	0,9 mg/kg	<i>Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)</i>	Mensual
Plomo Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	2,0 mg/kg	<i>Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)</i>	Mensual
Cromo Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Determinación de compuesto orgánicos no halogenados por Cromatografía	0,9 mg/kg	<i>Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)</i>	Mensual
Mercurio Total	EPA 7471 B, February 2007	Mercurio en desechos sólidos o semisólidos (técnica manual de vapor frío)	0,01 mg/kg	<i>Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 0,170 mg/kg (ISQG) / 0,486 mg/kg (PEL)</i>	Mensual

Tabla 19. (Tabla 5-57) Ubicación De estaciones de monitoreo en sedimentos

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S		Frecuencia	Estándares de Comparación	
	Este (m)	Norte (m)		<i>Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia</i>	<i>Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)</i>
S0100-SedMont-001	339 730	9 691 900	Mensual	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9C40) (500 mg/kg)	Mercurio 0,170 mg/kg (ISQG) / 0,486 mg/kg (PEL) Cromo 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL) Cadmio: 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL) Plomo: 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)
S0100-SedMont-002	339 777	9 691 825			
S0100-SedMont-003	339 726	9 691 870			
S0100-SedMont-004	339 721	9 691 854			
S0100-SedMont-005	339 717	9 691 832			
S0100-SedMont-006	339 729	9 691 820			
S0100-SedPMont-007	339 745	9 691 822			

Asimismo, estas tablas no contienen la evaluación de bario total; contaminante de preocupación.

En ese sentido, debe corregir las tablas 18, 19 y 20 que señalen la referencia y valores de los estándares correctos e incluir la evaluación de bario total, en el monitoreo durante el proceso y post ejecución de la remediación.

**Observación no subsanada**



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**2.18. Observación N° 19.** El ítem 5.9.4.3 "Muestreo de agua Superficial durante los Trabajos de Remediación", establece el monitoreo mensual de agua de la quebrada Anapaza durante el tiempo que dure el proceso de remediación.

Al respecto, no se ha considerado el monitoreo del agua superficial post remediación; los suelos y sedimentos contaminados registraron metales como: plomo, bario, cadmio e hidrocarburos totales, y podrían llegar por medio de la escorrentía a los cuerpos de agua. Además del monitoreo de la quebrada donde se realizará la extracción de sedimento: aguas arriba y aguas abajo, debe considerarse el monitoreo de los cuerpos de agua que se encontrarían cercanos las actividades de excavación y carguío del sitio contaminado, zonas de acopio, área remediación, así como del futuro sitio de acondicionamiento final.

En ese sentido, el titular debe establecer un programa de monitoreo: aguas arriba y aguas abajo, de los cuerpos de agua que podrían verse afectados durante los trabajos de rehabilitación, además debe establecer un programa de monitoreo aguas arriba y aguas debajo del futuro sitio de acondicionamiento final con una frecuencia semestral durante los primeros dos años y anual durante los tres años posteriores.

**Respuesta:**

El titular proporciona la tabla 21, que incluye las estaciones de muestreo, además, de su ubicación georreferenciada y la referencia de comparación con la Categoría 4 E2: Río de la Selva. Asimismo, proporciona en la tabla 21, el programa de muestreo post ejecución de obra, que incluye las estaciones de muestreo, ubicación, los parámetros y frecuencia semestral durante los dos primeros años y, anual los siguientes tres años de remediación; los parámetros de evaluación incluyen: conductividad, oxígeno disuelto, pH, temperatura, arsénico, bario, mercurio, plomo y HTP.

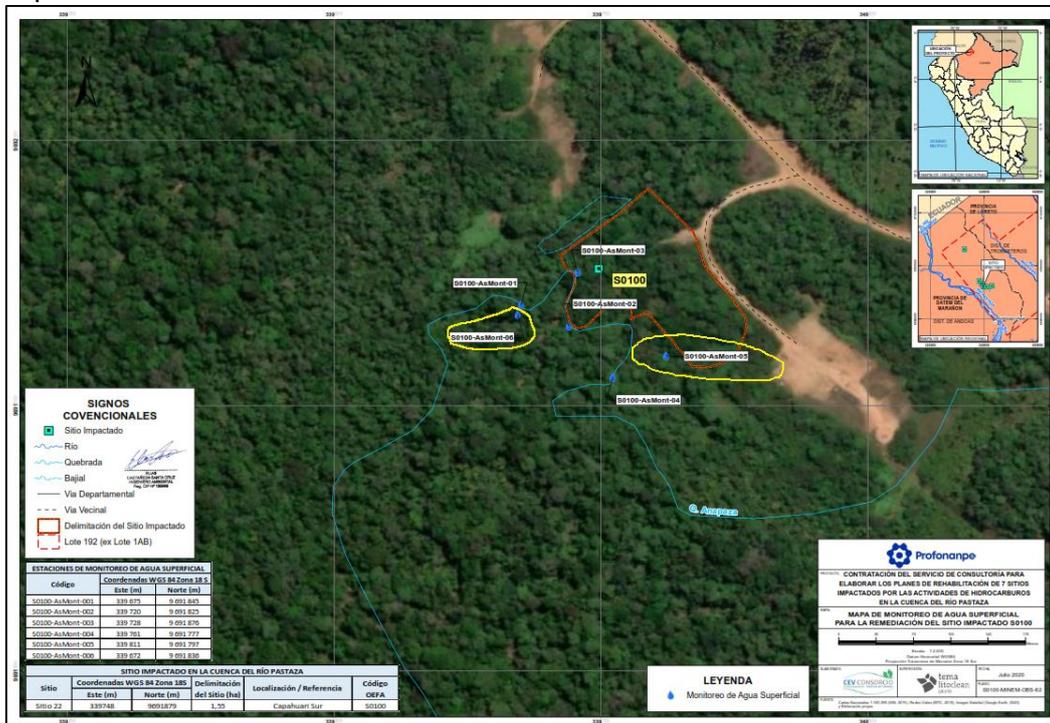
Asimismo, proporciona los mapas de monitoreo de agua superficial para la remediación del sitio ubicación, durante y post ejecución.

Al respecto, el programa de monitoreo post ejecución no incluye el parámetro cromo, el cual es un CP determinado en sedimentos. Por otro lado, la ubicación de los puntos de monitoreo S0100-AsPMont-05 y S0100-AsPMont-06 se ubican fuera de la trayectoria de un cuerpo de agua (quebrada Anapaza). Además, el valor 0,025 mg/L de la referencia (ECA 4 Cat E2) para plomo no corresponde. En ese sentido, debe incluir en el programa de monitoreo de agua superficial post ejecución al parámetro cromo VI, así como caudal, asimismo, corregir el valor de plomo de acuerdo a la referencia, además, debe verificar y corregir la georreferenciación de los puntos de monitoreo S0100-AsPMont-05 y S0100-AsPMont-06, o en su defecto corregir los mapas donde se visualice la trayectoria de los cuerpos de agua superficial (mapa de ubicación, hidrología, de monitoreo de sedimentos, de monitoreo de agua superficial, entre otros), como se observa en el círculo marcado en amarillo del mapa abajo:



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Figura 14. Mapa de monitoreo de agua superficial para la remediación del sitio impactado S0100



Fuente: PR del Sitio Impactado S0100, Consorcio JCI-HGE (Subsanación de observaciones, anexo 19, plano S0100-MINEM-OBS-62).

Si en estos puntos de monitoreo se ubican en afluentes u otros cuerpos de agua, estos deben ser considerados en el inventario de cuerpos de agua del sitio S0100.

**Observación no subsanada**

**III) CONCLUSIÓN**

Luego de revisar el Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0100 por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Pastaza, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se encontraron diecinueve (19) observaciones, las cuales deben ser absueltas, para que la Autoridad Nacional del Agua pueda emitir opinión favorable de acuerdo al artículo 81 de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338.

- 3.1. Luego de haber revisado la Subsanación de las observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0100 (Sitio 22) por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Pastaza, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se encuentra que once (11) de diecinueve (19) observaciones no fue absuelta, por lo que el titular debe presentar información complementaria para emitir la opinión técnica.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

#### **IV) RECOMENDACIONES**

- 4.1.** La información complementaria se deberá presentar en medio digital de formatos PDF y Word, la misma que debe de estar completa (planos, anexos, informes, figuras, gráficos, tablas, etc.) y de fácil manejo para su revisión. Del mismo modo, deberá presentar todos los capítulos actualizados a esta Institución para la verificación de toda la información consignada.
- 4.2.** La Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas remitirá la información complementaria al titular del proyecto para que cumpla con el sustento técnico y la normativa en relación con los Recursos Hídricos.

Es todo cuanto informo a usted para su conocimiento y fines.

Atentamente,

**FIRMADO DIGITALMENTE**

**WILFREDO QUISPE QUISPE**

PROFESIONAL

DIRECCIÓN DE CALIDAD Y EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS