



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

CUT: 142999-2021

**INFORME TECNICO N° 0100-2021-ANA-DCERH/WQQ**

**A** : FLOR DE MARIA HUAMANI ALFARO  
DIRECTORA (E)  
DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS  
HIDRICOS

**ASUNTO** : Información Complementaria al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0104 (Botadero KM 2) 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** : Oficio N° 492-2021-MEM/DGAAH/DEAH  
Oficio N° 571-2021-MEM/DGAAH/DEAH

**FECHA** : San Isidro, 26 de octubre de 2021

---

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-MEM/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 16 de diciembre de 2019, mediante Oficio N° 2718-2019-ANA-DCERH, 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° 1084-2019-ANA-DCERH/AEIGA, que contiene las observaciones al Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) indicado en el asunto.
- 1.3. El 03 de setiembre de 2021, mediante Oficio N° 492-2021-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 27 de setiembre de 2021, mediante Oficio N° 571-2021-MINEM-DGAAH-DEAH, la DGAAH del MEM remitió a la DCERH de la ANA oficio reiterando pedido de emisión de opinión al IGA.
- 1.5. El Ing. Miguel Ángel Marcelo Torre con CQP N° 685 (Especialista en Evaluación del IGA) elaboró el proyecto de Informe Técnico en conjunto con la Ing. Susana L. León Távara (Especialista en Hidrogeología) con CIP N° 165359, para la emisión del informe técnico.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

## 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 S0104 (Botadero km 2), que 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, las tecnologías Bioestimulación enzimática y Solidificación ex situ, además de la remoción de residuos.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

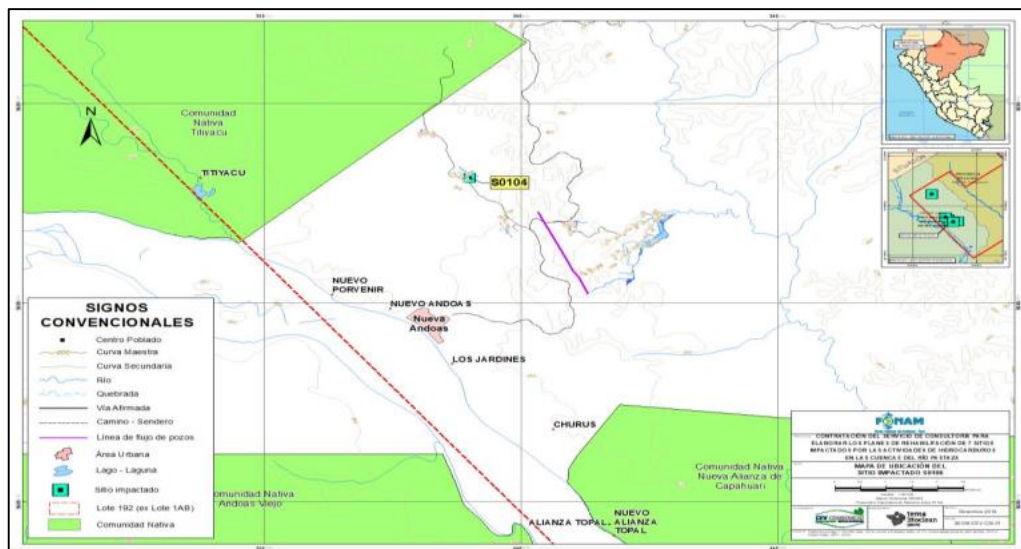
La remoción de residuos implica: Aspectos logísticos y de selección de personal para la extracción de residuos enterrados; Transporte e instalación de personal; Maquinaria y equipos para la extracción de residuos enterrados; Adecuación de la zona para la extracción de residuos enterrados; Excavación y retiro de residuos contaminados y; Cierre y abandono.

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–on site; 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 S0104 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 S0104 (Figura 1) de coordenadas 339 018 E y 9 693 139 N (UTM WGS 84, zona 18 Sur) se ubica en el ámbito de intervención del lote petrolero 192 (ex lote 1AB).

Figura 1. Ubicación del Sitio impactado S0104



Fuente: PR del Sitio S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM, (Figura 2-1).



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

### 2.2.3. Característica del área

El Sitio S0104 (Botadero km 2), está al noreste de la CC.NN. Nuevo Porvenir. La distancia entre Nuevo Porvenir y el Sitio S0104 (Botadero km 2), vía terrestre es de 8,9 km, y en línea recta es de 3,3 km. A 1,3 km, al noroeste está ubicado el Sitio S0106 (Botadero km 4); a 1,8 km, al sureste está ubicado el Sitio S0105 (Botadero CS-32); al oeste a 393 m, se encuentra la línea de flujo de producción entre los campos Capahuarí Norte y Capahuarí Sur.

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 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, atraviesa la frontera 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. Es necesario mencionar que ninguna de las áreas afectadas se encuentra dentro de zonas de inundación de los ríos Pastaza y Tigre, por lo que las crecientes de los ríos no podrían afectar directamente la saturación del suelo en las áreas del proyecto. El principal cuerpo de agua que se encuentra en el entorno del sitio impactado, corresponde al afluente de la quebrada Capahuarí Yacu que se encuentra a 17,25 m al noreste del área del sitio, de dirección de flujo de sur a noreste, asimismo, la quebrada desemboca



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

en el río Pastaza, el cual se encuentra a 4000 metros del sitio S0104 (Botadero Km 2) al oeste, cuya dirección de flujo va de norte a sur.

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; la cobertura vegetal configura los siguientes tipos: bosque colina baja y bosque de terraza baja.

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de agua potable, desagüe y sistema de disposición de residuos. 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, destina el agua tratada a la comunidad a través de piletas de agua.

#### 2.2.4. Característica del sitio impactado

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

- 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 de 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.
- Del 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 encontraron dispersos y sin ningún tipo de protección y almacenamiento.

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

El sitio S0104 (Botadero km 2), está ubicado sobre una terraza alta, este sitio fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera, en las áreas adyacentes no hay líneas de flujo de producción de hidrocarburos ni instalaciones asociadas a la industria petrolera; 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 la parte alta de la terraza y sobre los taludes perimetrales al Sitio S0104 (Botadero km 2).





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- Fuentes asociados a actividades industriales y otros: En inmediaciones al Sitio S0104 (Botadero km 2), no se realizan actividades industriales, ni agrícolas; hacia el oeste a una distancia 460 m, se encuentra la línea de flujo de producción Capahuarí norte – Capahuarí sur.
- 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 podrían estar aportando al suelo metales pesados. En la parte baja de la terraza, hacia el noroeste del sitio impactado hay una quebrada que alimenta a la quebrada Capahuarí Yacu, es probable que por procesos de lixiviación los contaminantes de potencial preocupación afecten las aguas superficiales y a los sedimentos.
- 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.

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 S0104 (Botadero km 2). 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.

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 S0104

Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
	Este	Norte
Celdas de residuos enterrados	339037	9693077
Cilindro metálico de 55 Gal	339039	9693083
Caja de pistones de equipo de perforación	339099	9693138



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
	Este	Norte
Residuos de la industria petrolera enterrados	339056	9693163
Tubería enterrada	339058	9693174
Cables acerados y cilindro de 5 Gal	339066	9693164
Mangueras de alta presión de maquinaria pesada	338987	9693214
Manguera de poliuretano	338975	9693205
Plataforma de maquinaria pesada	338973	9693214
Residuos de cables	338960	9693218

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

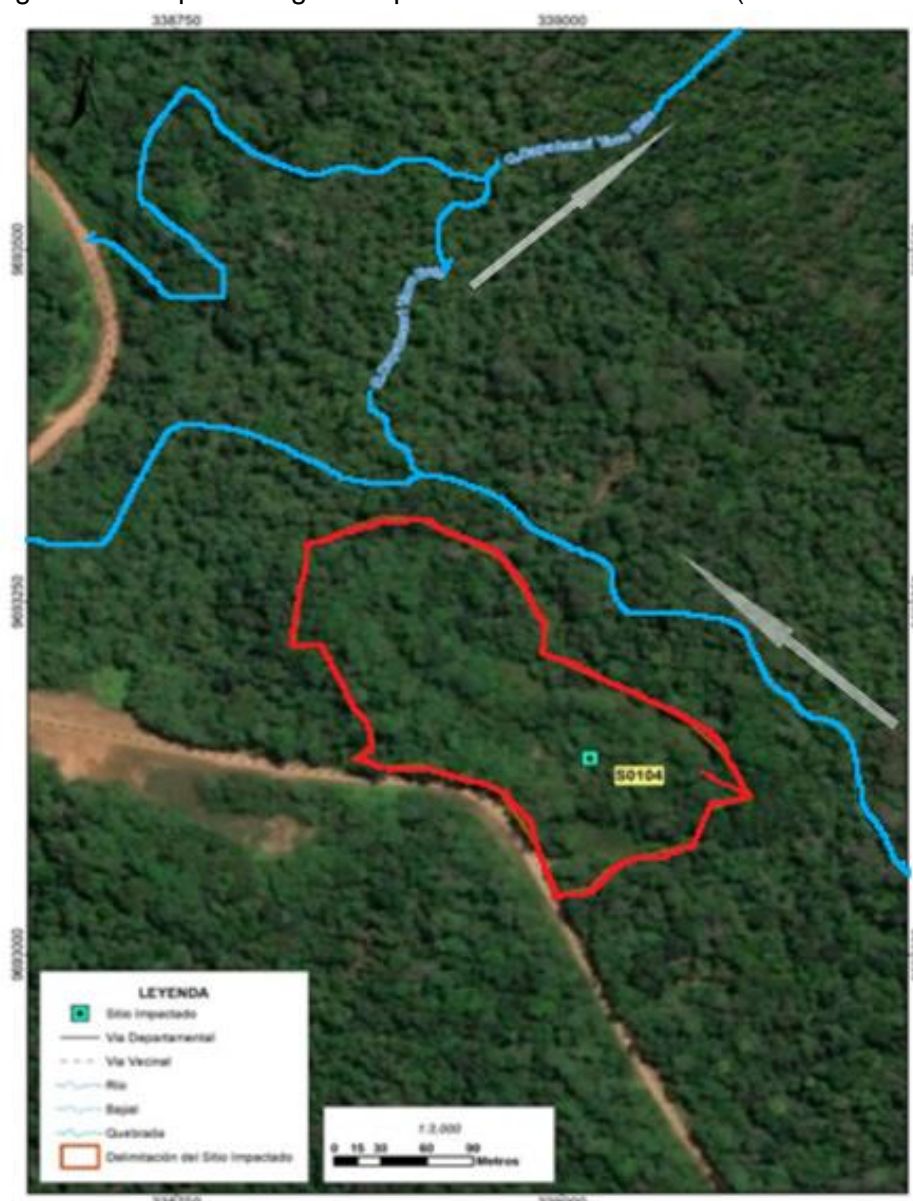
#### 2.2.5. Características de componentes

- Hidrología: los principales cuerpos de agua que se encuentran en el entorno del sitio impactado, corresponden a la quebrada Capahuarí Yacu Este que se encuentra a 17,25 m al noreste del área del sitio, que confluye con la quebrada Capahuari, y luego desemboca en el río Pastaza, el cual se encuentra a 4000 metros del sitio S0104 (Botadero Km 2) al oeste, cuya dirección de flujo va de norte a sur (Figura 2).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 2. Cuerpos de aguas superficiales del sitio S0104 (Botadero km 2)



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 1).

- 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 E; alternatively, fueron comparados con las normas Environmental Quality Guidelines for Alberta, 2014 y Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia para los parámetros que no contaron con estándares en la norma peruana. Se tomaron dos muestras de agua superficial en la época húmeda (Cuadro N° 2) y estas dos muestras registraron pH y oxígeno disuelto menor al rango establecido en el ECA-Cat4-E2. Los valores de pH se atribuyen a las actividades bacterianas y descomposición de la materia vegetal en ácidos húmicos y, los valores de oxígeno disuelto, se atribuyen a la condición de cuerpo de agua léntico, con baja





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

diversidad de microorganismos, invertebrados, peces, plantas y bacterias aeróbicas.

Los demás parámetros evaluados como: aceites y grasas, fenoles, sulfuros, bifenilos policlorados (BCPs), hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), compuestos orgánicos volátiles (benceno), HAP (antraceno, benzo[a]pireno y fluoranteno), y metales (arsénico total, bario total, cromo hexavalente, cadmio total, cobre total, mercurio total, níquel total, plomo total y zinc total) no superaron ECA-Cat4-E2; asimismo, las concentraciones de cloruros, compuestos orgánicos volátiles (BTEX), HAP (naftaleno, fenantreno, pireno, y benzo[a]antraceno) no superaron el estándar de Environmental Quality Guidelines for Alberta, 2014; además la concentración de acenaftileno, acenafteno, fluoreno, benzo(a)antraceno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(g,h,i)perileno e indeno(1,2,3cd)pireno no superaron el estándar Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.

Cuadro N° 2. Puntos de muestreo de agua superficial del sitio S0104

Punto de muestreo	Fecha (época seca*)	Fecha (época húmeda)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción
			Este	Norte	
S0104-As001	No se realiza	08/05/2018	339149	9693173	Punto ubicado al sureste del sitio impactado, aguas arriba
S0104-As002	No se realiza	08/05/2018	338868	9693328	Punto ubicado al norte del sitio impactado

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 3-43)

\*Solo se realizó el muestreo en época húmeda, debido a que son cuerpos de agua estacionales

- Calidad de agua Subterránea: los resultados fueron comparados con la norma holandesa: Soil remediation circular 2013. En la época húmeda y seca se tomaron una muestra de agua subterránea del pozo S0104-PZ-002. Se desarrolló un pozo y se dejó de lado dos, porque en estos últimos se encontró una secuencia de arcillas de 1,6 m, luego de perforar más de 8 m (Cuadro N° 3). En las muestras tomadas en ambas, todos los parámetros evaluados como: HTP, BTEXs, HAPs, PCBs, Metales totales (arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo), no superaron el estándar de referencia. Los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea, se encontraron dentro de los límites de referencia establecidos en “Soil Remediation Circular 2013 of Holland”; la buena calidad del agua subterránea puede indicar que los contaminantes identificados en el Sitio S0104 (Botadero km 2), no han migrado hacia el agua del nivel freático.

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

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**Cuadro N° 3. Puntos de muestreo de agua subterránea del sitio S0104**

Punto de muestreo	Fecha (época seca)	Fecha (época húmeda)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción
			Este	Norte	
S0104- Asub002	17/09/2018	22/05/2018	339069	9693174	Piezómetro ubicado en la parte (este) cercano al cuerpo  de agua que vierte a la quebrada Capahuarí Yacu

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 3-47)

- 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 2 puntos (Cuadro N° 4) durante la época seca (menos húmeda). Ambas muestras registraron valores de pH menores a lo establecido en Environmental Quality Guidelines of Alberta (2014). Adicionalmente, la muestra S0104-Sed001 registró hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40) superiores a lo establecido en Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.

Los demás parámetros evaluados como: BTEXs, naftaleno, metales (cadmio total) registraron valores menores a lo establecido por Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) nova Scotia; asimismo, las concentraciones de HAP (Benzo[a]pireno), metales (arsénico total, cromo total, plomo total y mercurio total) fueron menores al límite de la guía ISQG de Environmental Quality Guidelines of Alberta (2014).

**Cuadro N° 4. Puntos de muestreo de sedimentos del sitio S0104**

Punto de muestreo	Fecha (época seca)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Observación
		Este	Norte	
S0104-Sed001	10/09/2018	338868	9693328	--
S0104-Sed002	10/09/2018	339152	9693170	El punto de muestreo de sedimentos se realizó en el sector en donde confluye un canal construido para el manejo de aguas lluvia con un aguajal. Se considera que  este punto es más representativo que el propuesto en Gabinete.

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tablas 3-49 y 3-50)



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Por otro lado, los parámetros analizados de la calidad de suelo fueron: benceno, tolueno, etilbenceno, m,p-xilenos, o-xilenos, xilenos, granulometría, pH, fracción de hidrocarburos F1, F2 y F3, naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo[b]antraceno, criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno, dibenzo[a,h]antraceno, benzo[g,h,i]perileno, indeno[1,2,3-cd]pireno, arsénico total, bario total, cadmio total, cromo total, cromo VI, mercurio total, plomo total, bario total real, bario extraíble y TCLP.

Los resultados de los análisis de suelos fueron comparados con el ECA de suelo D.S. N° 011-2017-MINAM o normativa Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991). De la evaluación de los resultados obtenidos, se registraron fracción de hidrocarburos F2 y F3 en las muestras S0104-S003-0,30 y S0104-S017-1,80, F3 en S0104-S012-1,00, arsénico y cadmio en S0104-S016-0,00, cadmio y plomo en S0104-S012-0,00 y S0104-S005-0,80, cadmio en S0104-S005-0,00 y plomo total en S0104-S002-0,00, S0104-S003-0,30, S0104-S004-01,40, S0104-S013-0,00 y S0104-S014-1,25 que superaron los estándares de referencia en época seca. Las demás muestras no registraron concentraciones superiores a los estándares de referencia para todos los parámetros evaluados.

## 2.2.6. Evaluación de los impactos

### Definición del problema

- Origen de la contaminación: la contaminación encontrada 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 el área del Sitio S0104 (Botadero km 2). En los Cuadros N° 5 y 6 se presentan las fuentes y focos de contaminación.

Cuadro N° 5. Fuentes de contaminación del sitio S0104

N°	Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
1	Celda con residuos sólidos enterrados	339021	9693080
2	Celda con residuos sólidos enterrados	339064	9693146

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

Cuadro N° 6. Focos de contaminación del sitio S0104

N°	Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
1	Suelo con presencia de fracciones de hidrocarburos	339044	9693161
2	Suelo con presencia de fracciones de hidrocarburos y metales	339021	9693080

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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

N°	Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
3	Suelo con residuos sólidos enterrados	339017	9693153
4	Suelo con presencia de metales	338870	9693188
5	Sedimentos con presencia de hidrocarburos totales de petróleo	339152	9693170

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tablas 4-2)

- Características naturales generales del sitio Botadero km 2 (S0104). El área de interés se ubica sobre la parte alta de una terraza con taludes ligeramente pronunciados hacia los sectores perimetrales, con cotas que varían entre 207 y 240 metros sobre el nivel del mar (msnm). Geomorfológicamente el área se caracteriza por ser una explanada en donde, el suelo fue removido para enterrar residuos industriales de diversa naturaleza, sobre la parte alta crecen árboles de mediana envergadura, pastos y forrajes, el sector perimetral se caracteriza porque hay bosques secundarios de terraza baja, propios de la Amazonía, con una composición florística heterogénea y una diversidad y riqueza faunística. Hacia el lado oriental y nororiental, discurre un cuerpo de agua estacional. Se indica que dentro del 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. Los contaminantes de preocupación que superaron los estándares de referencia para las matrices de suelo y sedimentos se detallan en los Cuadros N° 7 y 8.

Cuadro N° 7. Contaminantes identificados en suelos del sitio S0104

Compuesto	Legislación aplicable	Límite de referencia (mg/kg)	Concentración máxima registrada (mg/kg)
Fracción de hidrocarburos (F2)	DS N° 011-2017-MINAM	1200	3960
Fracción de hidrocarburos (F3)		3000	22850
Arsénico		50	88,2
Cadmio		1,4	5,8
Plomo		70	314

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tablas 4-3)



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Cuadro N° 8. Contaminados identificados en sedimentos del sitio S0104

Compuesto	Legislación aplicable	Límite de referencia (mg/kg)	Concentración máxima registrada (mg/kg)
hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia	500	746,8

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tablas 4-4)

#### 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 de UCL95, el cual fue comparado con los estándares nacionales e internacionales.

Los contaminantes de preocupación (CP) para:

Matriz suelo: se identificaron como CP a la fracción de hidrocarburos F2 y F3 y, plomo total, debido a que la concentración máxima o los valores UCL95 para estos compuestos fueron superiores a los estándares de referencia en el ECA para suelos de uso agrícola.

Debido a que el UCL95 para el arsénico total y cadmio total en suelo es menor al límite de referencia del ECA para suelos de uso agrícola, no se consideraron para los cálculos del ERSA.

Matriz sedimentos: se clasificaron como CP a los hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), debido a que su concentración fue superior a los estándares de referencia (Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia).

En agua superficial no se encontraron CP. Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial estuvieron dentro de los límites reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM; considerando que el arsénico es un elemento tóxico, se comparó con ECA Cat1-A2 (agua para potabilizar con tratamiento convencional), sin embargo, la concentración de arsénico fue inferior al límite de detección del método (< 0,00003).

En agua subterránea no se encontraron CP. Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea estuvieron dentro de los límites del estándar de referencia (Dutch Soil Remediation Circular 2013, versión of 1 July 2013).

#### Peligros identificados

- Fuentes primarias:

La fuente primaria de contaminación del Sitio S0104 (Botadero km 2), que está aportando al medio ambiente metales pesados y fracciones de hidrocarburos son de diversa naturaleza y tipo. Los residuos industriales como piezas metálicas,





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

repuestos de vehículos, piezas electrónicas, vidrios, lubricantes, etc., se dispusieron superficialmente y también fueron enterrados.

Fuentes secundarias:

En el suelo, en el sector noroccidental del Sitio S0104 (Botadero km 2), fueron enterradas fracciones pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos han migrado hacia sustratos inferiores del suelo. La absorción y fijación de metales pesados como arsénico, cadmio y plomo 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 encontró hidrocarburos totales en concentraciones que superaron el límite establecido en el Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia. La presencia de hidrocarburos en sedimentos está asociada probablemente a algún tipo de residuo como grasas o lubricantes, que se dispusieron inadecuadamente cerca de las orillas del cuerpo de agua. No se encontró evidencias de una dispersión sistemática y continua de hidrocarburos a través del cuerpo de agua estacional. En sedimentos no se encontraron metales pesados con concentraciones superiores a lo reglamentado en la Normatividad internacional.

#### 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:

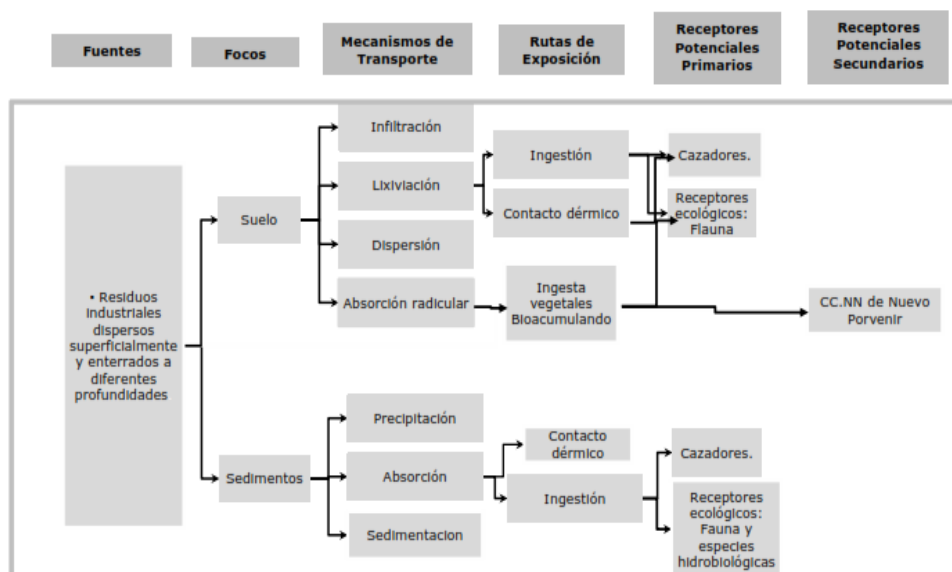
- Ingesta y contacto dérmico con partículas de suelo con fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y concentraciones de cadmio y plomo, que se pueden producir accidentalmente en adultos y niños.
- Ingesta de sedimentos con presencia de hidrocarburos totales de petróleo.
- Consumo de vegetales con concentraciones de arsénico, cadmio, cromo y plomo.

No se consideró la vía de inhalación de vapores orgánicos, 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 de presión y temperatura se volatilizan. Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada tiene cobertura vegetal, y los residuos están enterrados. 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 S0104, para el mecanismo de transporte y las rutas de exposición.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 3. Modelo conceptual del sitio S0104



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.

Para el caso del escenario ambiental, se estimó el riesgo ecológico en 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) y, plomo, que superaron los valores de referencia nacional y fueron clasificados como CP. Además, se encontró HTP en sedimentos, que superó los valores de referencia internacionales y fueron clasificados como CP.

En la estimación de riesgo del ecosistema, las concentraciones registradas de F2 y F3 en suelo, y HTP en sedimentos fueron 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. El Pb en suelo produjo un riesgo aceptable para especies terrestres y plantas.

Riesgo para suelos y sedimentos:

En el suelo se encontraron fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y, plomo, en concentraciones que superaron los valores de



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

referencia nacionales para suelo uso agrícola (MINAM, 2017); en sedimentos, se encontraron hidrocarburos totales de petróleo, en concentraciones que superan los valores de referencia internacional (NSE, 2014).

En la explanada del Sitio S0104 (Botadero km 2), fueron enterradas fracciones medias y pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos migraron hacia sustratos inferiores de suelo hasta una profundidad de 5,0 m. La dispersión de las fracciones de hidrocarburos es específica y puntual y, la absorción y fijación de metales pesados como plomo en suelo, se presentó en sectores donde los residuos fueron enterrados.

Los hidrocarburos producen efectos adversos en el suelo, al deteriorar la estructura del suelo por pérdida del contenido de materia orgánica y pérdida de nutrientes como potasio, sodio, nitratos, fosfatos y sulfatos lo que provoca la pérdida de fertilidad. En la parte alta, el suelo que se ha utilizado para tapar los residuos, y este suelo es permeable con 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 (C9C-40), está relacionado con procesos de dispersión y emulsificación en la fase acuosa. 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.

Riesgo para cuerpos de agua de infiltración:

La dinámica de dispersión y migración de las fracciones medias y pesadas de hidrocarburos depositadas en las celdas, está afectando las aguas que por la acción de las lluvias se han infiltrado a través de fenómenos de dispersión y emulsificación. Las aguas de infiltración migraron hasta el límite de 5,0 m, de profundidad, a esta profundidad se encuentran las capas autóctonas y continuas de arcilla, que por sus propiedades impermeables están reteniendo el flujo de las aguas pluviales hacia sustratos inferiores, no es de esperarse que las fracciones de hidrocarburos migren hacia las aguas del nivel freático porque el espesor de la capa de arcilla es superior a 1,5 m.

## 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 S0104 (Botadero km 2), para la zona que presenta contaminación con fracciones de hidrocarburos F2 y F3, sea la Bioestimulación Enzimática y para la zona que presenta contaminación por metales pesados, como cadmio y plomo, sea la Solidificación ex situ.

En el sitio S0104 existe un área con contaminación mixta de hidrocarburos y metales pesados, por lo cual se propone que primero se aplique la técnica de Bioestimulación enzimática con el fin de tratar y/o degradar los compuestos orgánicos, y seguidamente, se realice un análisis al suelo tratado mediante el procedimiento de lixiviación característica de toxicidad (TCLP), con el objeto de



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

determinar si existe lixiviación por la presencia de metales pesados para continuar con la aplicación del solidificante al suelo e inmovilizar los metales presentes en él. 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 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.

#### 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° 9, se presentan las áreas y volúmenes a remediar del sitio impactado S0104.

Cuadro N° 9. Volúmenes y superficies de suelo a remediar del sitio S0104

Superficie y volumen de suelo a remediar de metales pesados y Fracciones (F2 y F3)			
Tipo de Contaminación	Superficie	Volumen	Técnica
	(Ha)	(m <sup>3</sup> )	
Metales pesados	0,21	2264,93	Solidificación ex situ
F2 y F3		1950,04	Bioestimulación enzimática
Mixta		1937,16	Bioestimulación enzimática + solidificación
Total	0,21	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° 10, se presentan los volúmenes y superficies de los residuos enterrados.

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

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**Cuadro N° 10. Volúmenes y superficies de residuos peligrosos del sitio S0104**

Área	Superficie	Volumen	Técnica
	(Ha)	(m <sup>3</sup> )	
Área total de residuos subterráneos	0,21	157,18	Disposición Final de Residuos Peligrosos en Relleno de Seguridad en Lima

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

**Para sedimentos:**

En el Cuadro N° 11, se presenta el volumen y superficie de sedimentos a remediar. El volumen de sedimentos a tratar es de 6 m<sup>3</sup>, a una profundidad promedio 0,5 m.

**Cuadro N° 11. Volúmenes y superficies de sedimentos del sitio S0104**

Zona contaminada	Superficie	Volumen	Técnica
	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	
Área de rehabilitar	12	6	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 S0104 (Botadero km 2): remoción de residuos y las técnicas de bioestimulación enzimática para áreas con presencia de fracciones F2 y F3 y, solidificación (ex situ) para áreas con presencia de cadmio y plomo.

**2.2.9. Remoción de residuos:**

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)





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- Permiso o acuerdo con la CC.NN. Nuevo Porvenir 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
- 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)
  - 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 reconformación 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



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- Desmantelamiento del campamento instalado.
- Transporte de los equipamientos y mano de obra

#### **2.2.10. Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ**

- 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)



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- Recibo, registro, ubicación y distribución del suelo contaminado dentro del área de tratamiento
- 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
  - Selección de material contaminado
  - Homogenización y secado del material contaminado
  - Separación y trituración del material contaminado
  - 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 hacia el vivero

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

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

- Fase 9. Cierre y desmantelamiento del campamento base y de la zona de tratamiento
  - Desmantelamiento de las celdas de tratamiento
  - Recolección, transporte y disposición del material contaminado
  - Transporte e incorporación del suelo limpio a la zona del sitio S0104
  - 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° 12, 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° 12. 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 8: Finalización de la Técnica de Remediación y Acciones de Revegetación	Captación de agua superficial		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; C3: Alteración de la calidad de agua subterránea.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, anexo 12, Cuadro Matriz de identificación de impactos).



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

## 2.2.12. Manejo ambiental

De acuerdo a los impactos presentados en el Cuadro N° 13, el titular propone las siguientes medidas de manejo ambiental:

Cuadro N° 13. 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</p>



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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Programa	Medidas
	<p>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 construirá diques, sacos de contención de polipropileno aguas arriba, y bombeo de agua y descarga aguas abajo, extracción manual o mecánico si fuera posible de sedimentos, además se colocará barreras de contención de 12 pulgadas en el cuerpo y olefilicas en las orillas.</p>

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, 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/. 12 508 170 (doce millones quinientos ocho mil ciento setenta y 00/100 soles) incluido IGV, para el tratamiento de 6158,13 m<sup>3</sup> de material contaminado.
- Se estima una duración de 8 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° 14). 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° 14. Ubicación de Punto de Captación de Agua para Consumo Humano**

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
		Este	Norte	
CAP-01	0,14	339648	9691854	Margen derecha de la quebrada Anapaza, en la margen derecha de la corriente de agua. Para uso de actividades del campamento

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Tabla 11).

Para las actividades de remediación en el sitio impactado, se utilizará agua captada del afluente sur de la quebrada Capahuari Yacu, estimada en 12,88 m<sup>3</sup> /día; 0,15 L/s.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

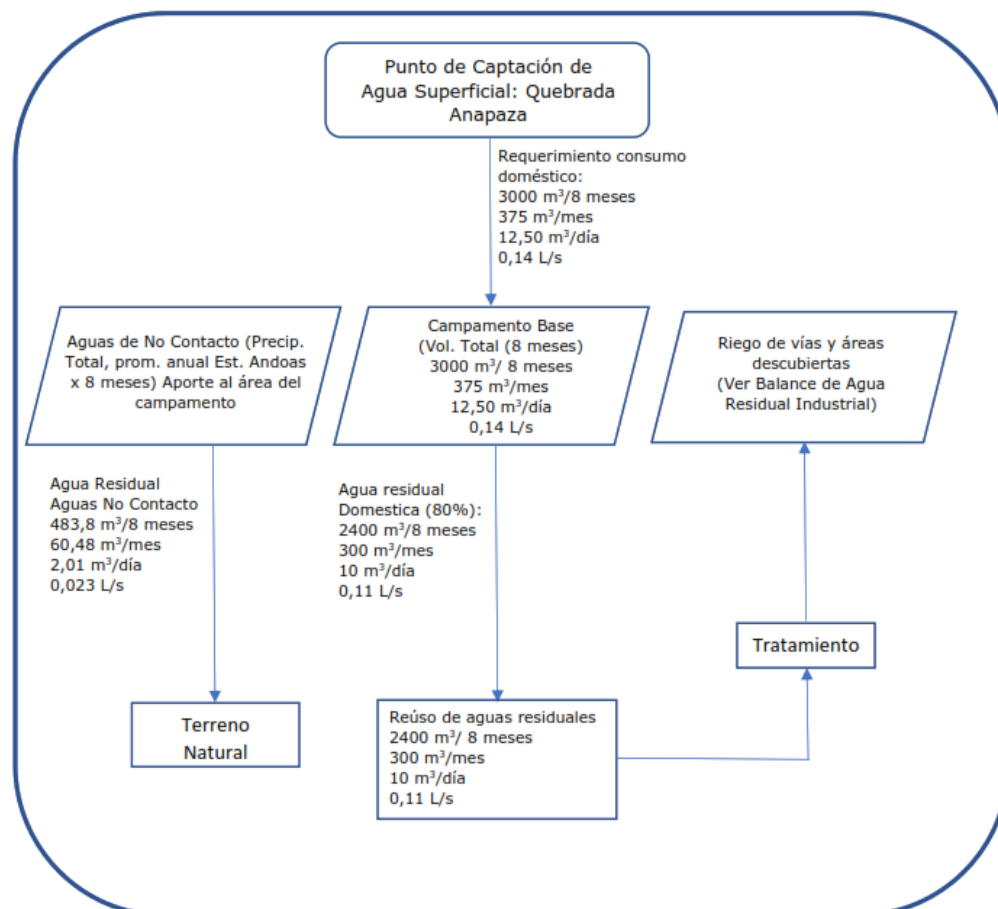
El punto de captación se ubicará en la margen derecha del afluente sur de la quebrada Capahuari Yacu, en la parte noroeste del Sitio Impactado (Cuadro N° 15). La captación de agua se realizará mediante el uso motobombas ubicados en la orilla, soportados en una balsa y anclados a la orilla por cables 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° 15. 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	
S0104-CAP-RE-01	0,15	338706	9693498	Margen derecha del afluente Capahuari Yacu. Para uso de actividades de la técnica remediación de bioestimulación enzimática y solidificación

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Tabla 12).

Figura 4 Diagrama de flujo de balance de agua domestico S0104



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, anexo 10, Figura 1).



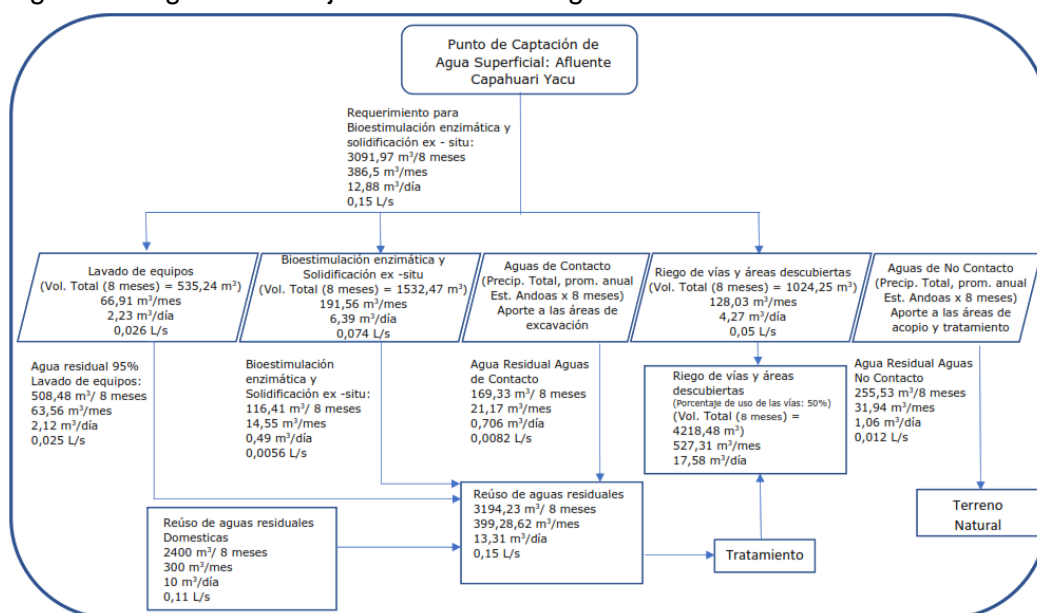
PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 5 Diagrama de flujo de balance de agua industrial S0104



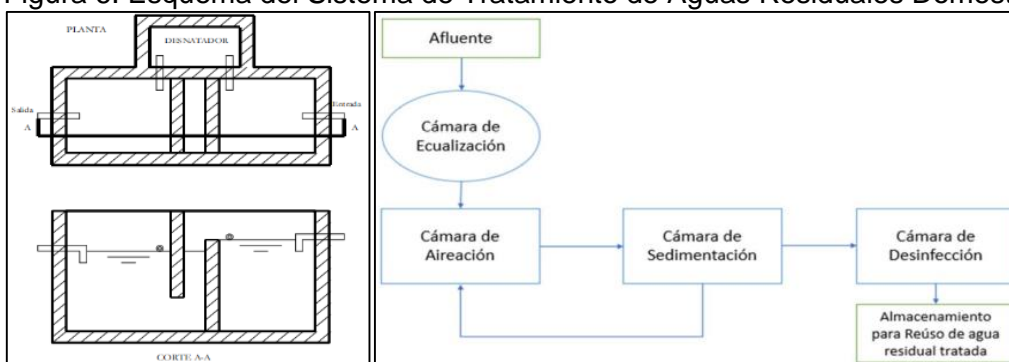
Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, anexo 10, Figura 1.

## 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 6) 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 colectará y se almacenará en cilindros para su transporte y disposición final adecuada, según el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

Figura 6. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Figura 5-29; Doc. Subsanción de observaciones, Figura 5).

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



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

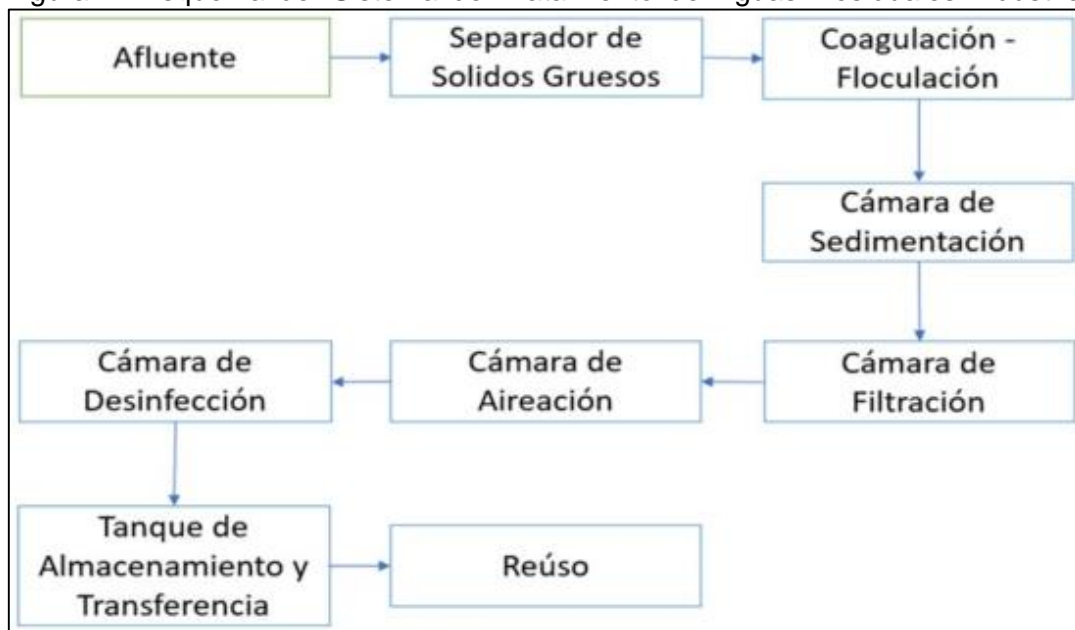
para cumplimiento del D.S. N° 037-2008-PCM y las directrices sanitarias de la OMS: análisis de DBO, DQO y nematodos intestinales.

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 7), 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 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 7. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Figura 6).



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

## 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 y plomo 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° 16), se ubican aguas arriba y aguas abajo del lugar de la remediación. Los parámetros y frecuencia de monitoreo de las aguas superficiales se presentan en el Cuadro N° 17.

Cuadro N° 16. Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial

Nombre	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
S0104AsPMont-001	Aguas Arriba Afluente Quebrada Capahuari Yacu	339 151	9 693 169
S0104AsPMont002	Aguas Abajo Afluente Quebrada Capahuari Yacu	338 890	9 693 363
S0104AsPMont003	Aguas Abajo Afluente Quebrada Capahuari Yacu	338 868	9 693 328

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Tabla 19).

Cuadro N° 17. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo



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

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Parámetros	Medida	Frecuencia	ECA agua Cat4-E2: Ríos de la Selva
caudal	L/s	– Durante remediación: mensual – Post remediación: semestral durante los dos primeros años y, anual los tres años posteriores.	--
Conductividad	uS/cm		1000
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 a 9,0
Temperatura	°C		Δ 3
Cadmio Disuelto	mg/L		0,00025
Cadmio total	mg/L		0,0001 (Nova Scotia)
Plomo total	mg/L		0,0025
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L		0,5

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 20).

### Sedimentos

El monitoreo de sedimentos se realizará aguas arriba y aguas abajo del sitio S0104 (Cuadro N° 18) y los parámetros, normativa de referencia, así como el período de monitoreo se presenta en la Cuadro N° 19.

**Cuadro N° 18. Estaciones de Monitoreo de Sedimentos**

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción
	Este	Norte	
S0104- SedMont- 001	339 151	9 693 169	Aguas Arriba Afluente Quebrada Capahuari Yacu
S0104- SedMont- 002	338 890	9 693 363	Aguas Abajo Afluente Quebrada Capahuari Yacu

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

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción
	Este	Norte	
S0104-SedMont-003	338 868	9 693 328	Aguas Abajo Afluente Quebrada Capahuari Yacu

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 17).

#### Cuadro N° 19. Parámetros, Frecuencia y Normativa de Referencia para el Monitoreo de Sedimentos

Nombre	Unidad de Medida	Frecuencia	Estándar de Comparación
pH	Unidades de pH	– Durante remediación: mensual – Post remediación: semestral por los dos primeros años, y luego anual por tres años.	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:500 mg/kg
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	mg/kg		Environmental Quality Guidelines for Alberta
Cadmio total	mg/kg		
Plomo total	mg/kg		

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 16).

#### Agua subterránea

El muestreo de agua subterránea se ejecutará en el piezómetro construido, con la finalidad de verificar que las actividades de remediación no afecten el agua subterránea. En el Cuadro N° 20 se presentan los parámetros que se evaluarán.

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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Cuadro N° 20. Parámetros y frecuencia de monitoreo en agua subterránea**

Parámetro	Unidad de medida	Frecuencia	Soil remediation circular 2013 (version of july 2013)
Nivel freático	mbns	semestral los dos primeros años, y anual por tres años	-
Conductividad	uS/cm		-
Turbidez	NTU		-
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH		-
Temperatura	°C		-
Cadmio total	ug/L		6
Plomo total	ug/L		75
Hidrocarburos totales de petróleo	ug/L		600 <sup>(a)</sup>

(a) Aceite mineral

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 16).

Las estaciones de monitoreo de agua subterránea se presentan en el Cuadro N° 21.

**Cuadro N° 21. Punto de monitoreo de agua subterránea en el sitio S0104**

Nombre	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
	Este	Norte
S0104-SubMont-001	339003	9693166

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-62)

**2.3. SUBSANACION DE OBSERVACIONES EN MATERIA DE RECURSOS HIDRICOS**

Luego de evaluar la subsanación de observaciones conforme al Informe Técnico N° 1084-2019-ANA-DCERH/AEIGA del “Plan de Rehabilitación para el Sitio Impactado S0104”, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se tiene lo siguiente

- 2.3.1. Observación N° 01.** El ítem 2.2.3 “Hidrología”, señala que los principales cuerpos de agua que se encuentran en el entorno del sitio S0104 (Botadero km 2), corresponden al afluente de la quebrada Capahuarí Yacu que se encuentra a 17,25 metros al noreste del área del sitio, así mismo la quebrada desemboca en el río Pastaza. Adicionalmente, la tabla 3-24 “Puntos de muestreo de agua superficial”, menciona que los puntos de muestreo están al sur y al norte del afluente de la quebrada Capahuarí Yacu. Sin embargo, la figura “Puntos de muestreo de agua superficial del sitio impactado S0104”, muestra los puntos sobre la quebrada Capahuarí Yacu.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

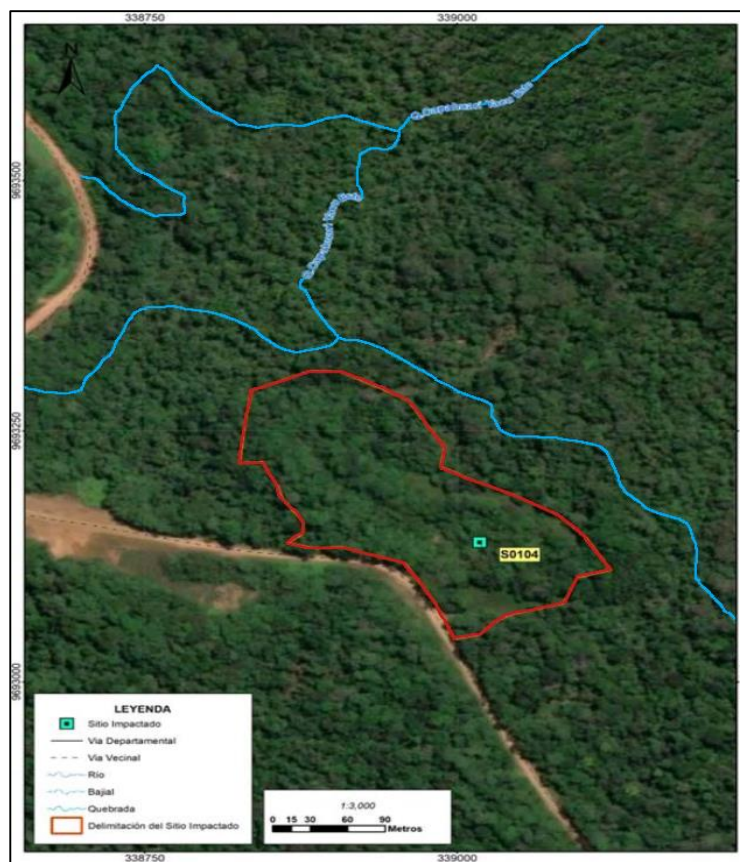
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Al respecto, por un lado, se indica que los puntos de muestreo no estarían en la quebrada Capahuari Yacu, sino en dos afluentes de ésta, por otro lado, las figuras corresponderían a puntos de muestreo en la quebrada Capahuari Yacu; la información indicada no es clara. Es necesario indicar que los afluentes corresponden a un curso de agua, también llamado tributario que desemboca en otro más importante (Que es cuenca hidrográfica, Sociedad geográfica de Lima, 2011). En ese sentido, el titular debe verificar y corregir la información indicada o en su defecto debe proporcionar información de los afluentes y caracterizar la quebrada Capahuari Yacu, la cual tiene influencia directa del sitio S0104.

### Respuesta:

El titular actualiza el anexo Estudio hidrológico, donde señala que el río Pastaza tributa por la margen izquierda del río Marañón, sus aguas discurren en dirección norte-sur, con altitud promedio de 184 m.s.n.m. y está conformada por 15 sub cuencas entre ellas la cuenca Capahuari y Ungurahui, con los ríos del mismo nombre, los que tienen cauce meándrico, anastomoso y trenzado. Dentro del área de interés el principal cuerpo de agua es la quebrada Capahuari Yacu Este que circunda el sitio S0104 (Botadero Km 2) que confluye en la quebrada Capahuari la que desemboca en el río Pastaza. Actualiza la Figura 8, el cual muestra la quebrada Capahuari que circunda el sitio y se dirige hacia el noreste, además, determina la cantidad de agua que discurre en la quebrada a través de estudios hídricos realizados anteriormente.

Figura 8. Ubicación de Cuerpos de Agua



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Figura 1).

### Observación subsanada

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url:<http://sisged.ana.gob.pe/consultas> e ingresando la siguiente clave : E4203C9B



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- 2.3.2. Observación N° 02.** 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 3-112 “Focos de Contaminación en el Sitio S0104 (Botadero km 2)” del ítem 3.9.1.2 “Priorización y Validación” menciona al agua superficial como foco potencial, y que el arsénico, cadmio y 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 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.

#### Respuesta:

El titular realiza la modificación de la tabla 3-7 “focos de contaminación”, que elimina el foco de agua superficial, asimismo, modifica la tabla 3-112 “Focos Potenciales del Sitio S0104”, que elimina los focos potenciales de agua superficial y sedimentos. Adicionalmente, actualiza la tabla 3 (Cuadro N° 22), modelo conceptual de sitio S0104, que muestra al suelo como foco de contaminación.

Cuadro N° 22. Posibles Focos de Contaminación (Tabla 3-7)

N°	Foco	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
1	Suelo con residuos Industriales	339044	9693161
2	Suelo con residuos Industriales	339017	9693153
3	Suelo con residuos Industriales	338870	9693188

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Tabla 1).

#### Observación subsanada

- 2.3.3. Observación N° 03.** 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.





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- 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 debe incluir los documentos mencionados arriba como parte de la norma legal nacional vigente, relacionados con la protección del recurso hídrico.

**Respuesta:**

El titular menciona que se incluye estas resoluciones como parte del marco legal.

**Observación subsanada**

- 2.3.4. Observación N° 04.** La tabla 3-23 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 utilizó 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 afectó los resultados de aceites y grasas.

**Observación subsanada**

- 2.3.5. Observación N° 05.** 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 08/05/2018, y las fechas de muestreo de agua subterránea fueron 17/09/2018 y 22/05/2018, 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 vencimiento 30/04/2018 y el Certificado de Acreditación de ALS LS Perú S.A.C. con fecha de vencimiento





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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**

- 2.3.6. Observación N° 06.** La figura 3-89 “Representación Gráfica del Modelo Conceptual del Sitio S0104 (Botadero km 2)” del ítem 3.9.7 “Resultados de campo” muestra el modelo conceptual, donde la dirección de la corriente de agua de la quebrada Capahuarí Yacu, está en sentido contrario, de noroeste a sureste.

Al respecto, la dirección de la quebrada Apaza en el sitio S0104 va de sureste a noroeste. En ese sentido, el titular debe revisar la información señalada y corregir lo indicado.

**Respuesta:**

El titular corrige la dirección de flujo de la quebrada Capahuarí Yacu representación gráfica del modelo conceptual del sitio S0104. En la gráfica se observa que la dirección de flujo es de sureste a noroeste.

**Observación subsanada**

- 2.3.7. Observación N° 07.** El ítem 4.2.1.4 “Matriz de Agua Subterránea”, señala que se realizaron 3 pozos exploratorios de profundidades 8,80 m, 11,0 m y 10,0 m; en los dos pozos que alcanzaron una profundidad de 8,80 y 11,0 m se identificaron capas continuas de arcillas con espesor mayor a 1,60 m, esta secuencia de arcillas por sus propiedades impermeabilizantes actúa como sello aislante que evitan la migración de los contaminantes de preocupación hacia los sustratos inferiores y/o hacia los acuíferos, por lo tanto, no fue necesario desarrollar los piezómetros en estos dos pozos exploratorios. En la perforación de 10,0 m se tomó muestra de agua subterránea, cuyos resultados fisicoquímicos cumplieron con los estándares de referencia de la norma holandesa.

Al respecto, desde el punto de vista hidrogeológico, las arcillas no indican una impermeabilidad absoluta, más aún cuando existen estratos de arenas y limos, como lo señala el mismo estudio. Como ejemplo se cita resultados recientes de pruebas de permeabilidad en arcillas de la Formación Nauta (Km 68 Carretera Iquitos Nauta), donde se obtuvo como promedio de 10 pruebas en igual número de piezómetros, un valor de  $5,12 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ , lo cual, considerando una gradiente de 100% (flujo vertical), señala una velocidad de flujo subterráneo de 0.044m/d. Este valor significa que en un año (365 días), el recorrido de una gota de agua será de 16m, distancia suficiente para alcanzar el acuífero y continuar su recorrido hacia los niveles más bajos hasta alcanzar el nivel de base que es el río Pastaza. Bajo el concepto mencionado es probable que

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

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

la migración de contaminantes haya ocurrido y haya alcanzado la planicie aluvial del río Pastaza.

En ese sentido, el titular debe desarrollar el estudio hidrogeológico local que cubra todos los sitios rehabilitados involucrados, obteniendo los parámetros de permeabilidad promedio representativa para estimar la velocidad de flujo, que permita proyectar las correspondientes plumas de contaminación en el acuífero.

Asimismo, debe involucrar como puntos de monitoreo de calidad del agua subterránea, los pozos de uso doméstico de las poblaciones cercanas a los sitios a rehabilitar (Nuevo Andoas, Nuevo Porvenir, Los Jardines, etc.), todos ubicados en la planicie aluvial del río Pastaza.

### Respuesta:

El titular indica que el perfil litológico realizado en el Sitio S0104 (Botadero km 2), 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 está siendo limitada por la presencia de capas compactas y naturales de arcilla, los contaminantes no han migrado hasta la napa freática, para sustentar estos argumentos, se presenta la tabla 2 (Cuadro N° 23) con los resultados de los puntos de muestreo en donde la concentración metales pesados superan el estándar de referencia del ECA para suelo de uso agrícola.

**Cuadro N° 23. Concentración de Metales Pesados en Función de la Profundidad**

PUNTO DE MUESTREO	S0104-S003-0,30	S0104-S003-1,25	S0104-S004-1,40	S0104-S005-0,00	S0104-S005-0,80	
As	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	
Cd	< 0,5	< 0,5	< 0,5	5,8	4,1	
Pb	128	22	106	19	193	
PUNTO DE MUESTREO	S0104-S012-0,00	S0104-S012-1,00	S0104-S012-2,25	S0104-S013-0,00	S0104-S013-1,00	S0104-S013-2,25
As	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5	< 3,5
Cd	2,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Pb	170	23	31	198	19	22
PUNTO DE MUESTREO	S0104-S014-0,40	S0104-S014-1,25	S0104-S016-0,00	S0104-S016-1,00	S0104-S016-2,25	
As	< 3,5	< 3,5	88,2	< 3,5	< 3,5	
Cd	< 0,5	< 0,5	2,9	< 0,5	< 0,5	
Pb	25	124	62	20	19	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 5).

Los metales pesados como Arsénico (As), 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 S0104 (Botadero km 2).

Complementariamente, en el Anexo ANA Observación N° 7, se presenta el estudio hidrogeológico realizado para el Sitio S0104 (Botadero km 2).

Respecto a 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:



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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

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.

Respecto al análisis del Sitio S104, se evidencia el corte hidrogeológico y vista en planta de la sección CC1 con la designación de las unidades hidrogeológicas correspondientes. Así tenemos que el acuífero principalmente está conformado por depósitos fluviales con bancos de arenas mal gradadas (SP) y aluviales antiguos y en menor medida por gravas finas. Asimismo, en los límites del acuífero se tiene al acuitardo sedimentario conformado lodonitas, arcillitas y algunas areniscas pertenecientes a la Formación Ipururo que subyace a la formación Iquitos y aflora en dirección oeste, delimitando el acuífero detrítico horizontalmente.

El estrato superior conformado por material fino corresponde a un medio no saturado con un espesor de hasta 10 metros. 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

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.

Por otro lado, se registraron en una misma fecha los niveles freáticos en los piezómetros, pudiendo definir una dirección de flujo de agua subterránea de NO a SE siguiente línea de flujo hasta el río Pastaza, siendo las hidroisohipsas paralelas al río Pastaza; sin embargo, no tiene influencia en pozos de uso doméstico locales. Se incluyen los pozos existentes en los mapas hidrogeológicos e isohipsas del Sitio S0104 y la distancia al Sitio Impactado, en el Anexo ANA Observación N° 7 se presenta el plano “CEV-PASTAZA-S0104-CA-02” “Mapa Hidrogeológico del Sitio S0104”

Por lo cual se descarta que los contaminantes puedan migrar verticalmente, además de considerar que el “contaminante” tiene propiedades de viscosidad dinámica y densidad que reducen la permeabilidad de un medio poroso frente a este tipo de fluido.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

El titular realizó el cálculo de la velocidad de flujo según la caracterización hidrogeológica realizada en el Sitio SO104, la cual se describe en el estudio hidrogeológico, obteniendo velocidades de flujo de  $8 \times 10^{-14}$  m/día, así mismo, los análisis realizados en suelos indican que los contaminantes están siendo captados por las capas de arcilla, así también se puede mencionar que la perforación de 10 m donde se analizó una muestra de agua, los parámetros fisicoquímicos obtenidos estuvieron dentro de los rangos de los estándares de referencia de la norma Holandesa. Esto descartaría que el agua subterránea de los pozos domésticos ubicados en las comunidades cercanas como Andoas, hayan sido afectados por la contaminación ocasionada en el Sitio SO104.

#### Observación subsanada

**2.3.8. Observación N° 08.** 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 Capahuarí Yacu.

Al respecto, se grafica la zona de intervención de la quebrada Capahuarí Yacu, sin embargo, no se proporciona los datos de georreferenciación del tramo de intervención y ubicación de las estructuras de regulación de caudal. Asimismo, no consideró las máximas avenidas 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 SO104 (Botadero Km 2) (Cuadro N° 24) además del mapa de ubicación.

Cuadro N° 24. Coordenadas de Ubicación de las Estructuras Hidráulicas

Estación	Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
EH-1	Quebrada Capahuari Yacu	339152	9693170

Fuente: PR del Sitio Impactado SO104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 5).

Aclara que no se realizara desviación del cauce del cuerpo de agua, dado que es un cuerpo de agua lenticó estacional, 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. En ese sentido no realizará el encauce y/o utilizará canales de desviación.

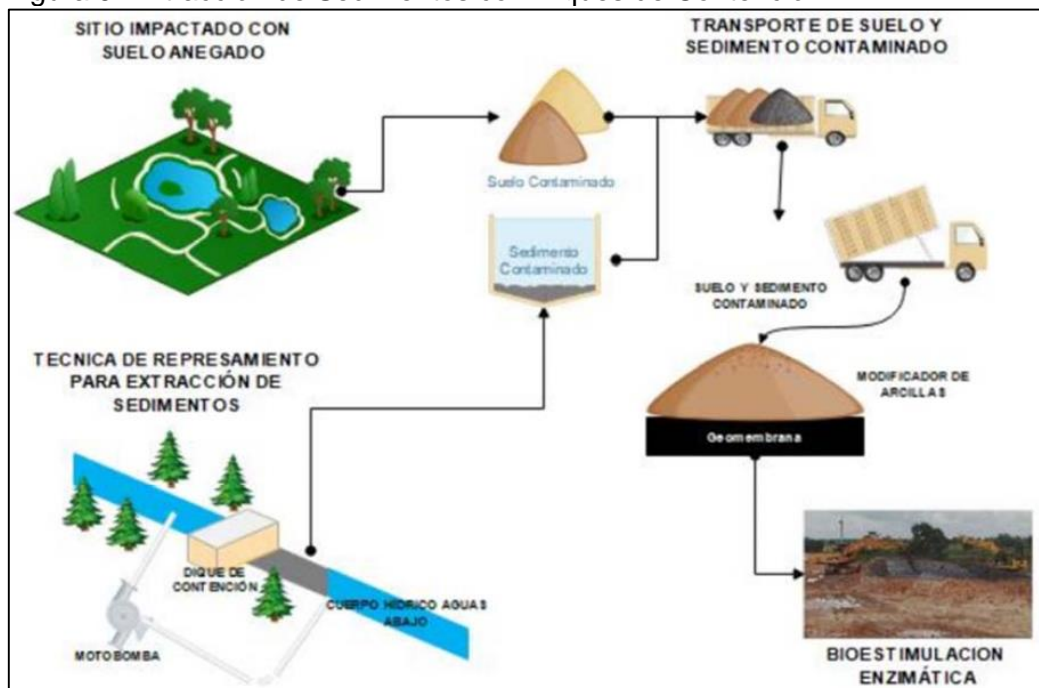
Para la extracción de los sedimentos señala lo siguiente: realizar la extracción de sedimentos en época seca (menos húmeda); utilizar diques de contención para evitar

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

la dispersión del contaminante aguas abajo; establecer tramos en el cuerpo de agua estacional en la zona sur con previa autorización de la Autoridad correspondiente; instalar sacos de polipropileno a lo ancho del cauce y aguas arriba del punto de extracción; en caso el nivel suba 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; colocar barreras de contención de 12 pulgadas, en el cuerpo de agua y en las orillas barreras olefilicas para evitar la dispersión del contaminante (Figura 9).

Figura 9. Extracción de Sedimentos con Diques de Contención



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 3).

Al respecto, no precisa la ubicación de la zona de intervención (tramo) de la quebrada Capahuari Yacu. Por otro lado, 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 de la extracción de sedimentos. En ese sentido, debe proporcionar la ubicación de los tramos de intervención (georreferenciados) de la quebrada Capahuari Yacu. Además, 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, así mismo, debe establecer un programa de monitoreo de agua superficial, aguas abajo como medida de control, considerando los contaminantes de preocupación. 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

- 2.3.9. Observación N° 09.** La Figura 5.14 “Zonas de acopio y tratamiento del Sitio S0104 (Botadero km 2)” 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 Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Al respecto, no se indica las coordenadas (del perímetro) de cada uno de los lugares donde se realizarán las actividades de rehabilitación. 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 indica que se modifica la figura 5-14 “Zonas de acopio y tratamiento del Sitio S0104 (botadero km 2)” y el anexo 6.4.4 donde se encuentra el plano de la distribución de las zonas pertenecientes a las actividades de tratamiento a ejecutar en el Sitio S0104 (Botadero Km<sup>2</sup>). Indica (en coordenadas UTM WGS 84) las zonas de los componentes (Cuadros N° 25, 26, 27 y 28); asimismo se observa que las facilidades se encuentran alejados de algún cuerpo de agua; la zona más cercana se encuentra aproximadamente a 80 metros de la quebrada Capahuari Yacu.

**Cuadro N° 25. Vértices y área de la zona de acopio**

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
ZA-1	338 922	9 693 117	2049
ZA-2	338 962	9 693 089	
ZA-3	338 938	9 693 053	
ZA-4	338 900	9 693 081	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsananación de observaciones, Tabla 7).

**Cuadro N° 26. Vértices y área de solidificación**

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
AS-1	338 962	9 693 125	1120
AS-2	338 962	9 693 157	
AS-3	338 997	9 693 157	
AS-4	338 997	9 693 125	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsananación de observaciones, Tabla 8).



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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Cuadro N° 27. Vértices y área zona de tratamiento (sedimentos)**

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
TS-1	338 974	9 693 180	25
TS-2	338 977	9 693 184	
TS-3	338 981	9 693 180	
TS-4	338 978	9 693 117	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 9).

**Cuadro N° 28. Vértices y área zona de tratamiento (suelo)**

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m <sup>2</sup> )
	Este	Norte	
CU-1	338 913	9 693 237	3200
CU-2	338 975	9 693 186	
CU-3	338 949	9 693 155	
CU-4	338 888	9 693 207	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 10).

**Observación subsanada**

- 2.3.10. Observación N° 10.** 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.

En ese sentido, el titular debe indicar el tramo o ubicación aproximado (georreferenciado) del río Pastaza donde captará agua para consumo humano,

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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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

La captación del agua para consumo humano se ubicará en la margen derecha de la quebrada Anapaza, en la parte sur del sitio S0104 (Cuadro N° 29), 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 HDPE y conducirá el agua hacia un reservorio de aprox. 5000 litros.

Cuadro N° 29. 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	339648	9691854	Margen derecha de la quebrada Anapaza, en la margen derecha de la corriente de agua. Para uso de actividades del campamento

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Tabla 7).

Para el abastecimiento de agua para la técnica de remediación, el agua será captada de la quebrada Capahuari Yacu, y estima una demanda de 12,88 m<sup>3</sup>/día (0,15 L/s), que incluye para el tratamiento de suelo, lavado de equipos y riego de vías para control de polvo.

La captación del agua para remediación se ubicará en la margen derecha del afluente de la quebrada Capahuari Yacu, en la parte noroeste del sitio (Cuadro N° 30), esta se realizará mediante el uso de motobombas ubicados en la orilla sujetadas por dos cables de acero. La línea de conducción será tuberías HDPE y conducirá el agua hasta la zona de tratamiento.

Cuadro N° 30. 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	
S0104-CAP-RE-01	0,15	338706	9693498	Margen derecha del afluente Capahuari Yacu. Para uso de actividades de la técnica remediación de bioestimulación enzimática y solidificación



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

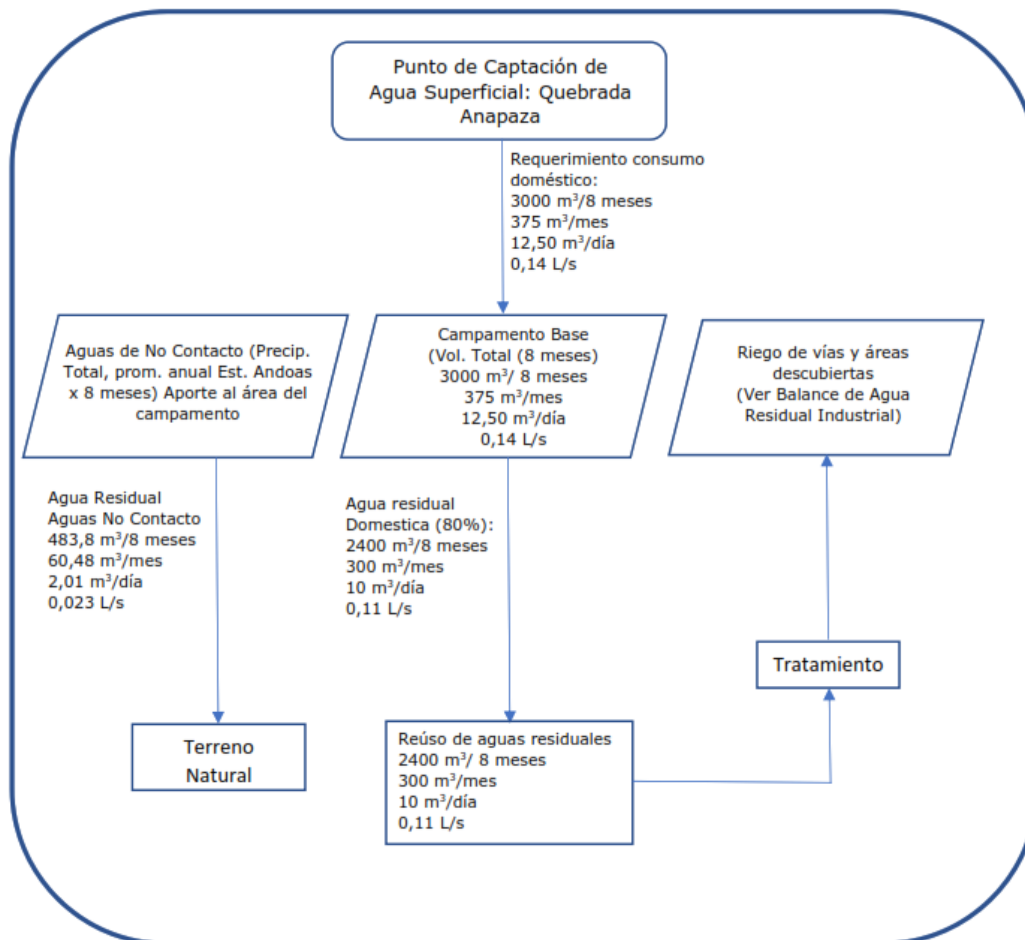
“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, Tabla 12).

Asimismo, proporciona los mapas de ubicación de los puntos de captación, así, como, los diagramas de flujo de los balances de agua, tanto doméstico (Figura 10) como industrial (Figura 11), los que muestran los flujos cuantificados de la demanda de agua por actividad. Aclara que el agua residual del lavado de equipos comprende el 95% y el agua residual del campamento base comprende el 80 % del agua captada.

Figura 10 Diagrama de flujo de balance de agua domestico S0104 (Botadero Km 2)



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, anexo 10, Figura 1).



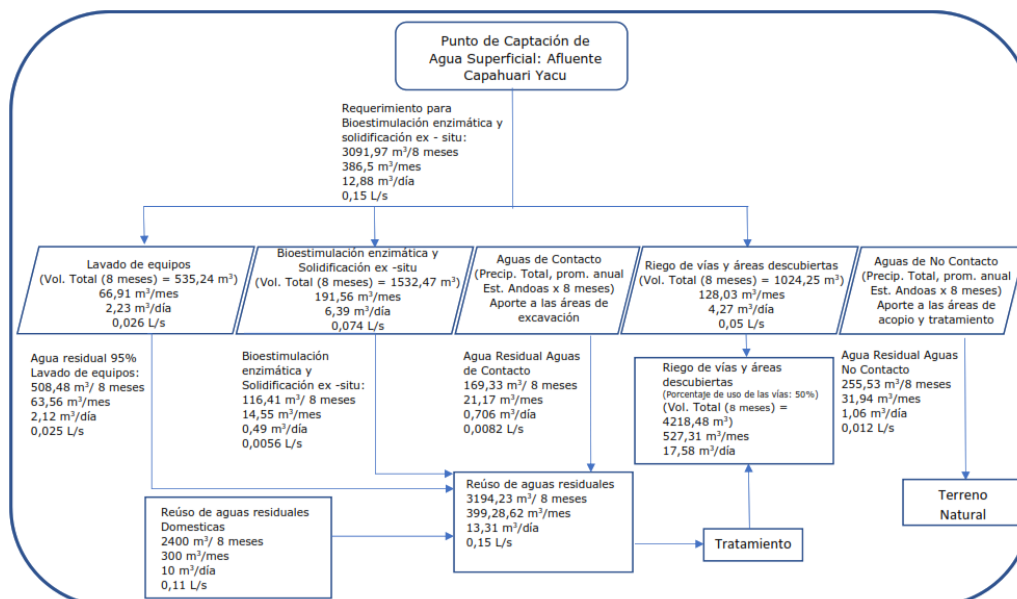
PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 11 Diagrama de flujo de balance de agua industrial S0104



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanción de observaciones, anexo 10, Figura 1).

En el anexo 11, presenta la evaluación de la disponibilidad hídrica para la quebrada Capahuari Yacu, donde evalúa la capacidad de esta fuente de agua para abastecer el proyecto que según la demanda de uso industrial es 0,15 L/s, muy por debajo de la oferta, como se muestra en la disponibilidad hídrica (Cuadro N° 31) de persistencia mensualizado al 75 %. Este requerimiento de agua es menor al 1 % de la oferta de la quebrada Capahuari Yacu.

Cuadro N° 31. Disponibilidad hídrica al 75% del punto de captación de la quebrada Capahuari Yacu (L/s)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Disp. Hídrica 75%	33,09	37,45	35,25	45,23	40,83	46,01	37,97	33,54	37,46	36,48	37,02	35,23

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio JCI-HGE (Doc. Información complementaria, Anexo 11, Tabla 1).

Al respecto, presenta la evaluación de la disponibilidad hídrica de la quebrada Capahuari Yacu (para uso industrial), sin embargo, no presenta la evaluación de la disponibilidad hídrica para la quebrada Anapaza, (captación de agua para uso doméstico).

En ese sentido, debe presentar la evaluación de la disponibilidad hídrica para la quebrada Anapaza, además debe señalar que la disponibilidad hídrica corresponde al sitio de captación de agua doméstica (quebrada Anapaza) y captación del agua industrial (quebrada Capahuari Yacu). Asimismo, debe señalar, de corresponder, que considera antes de la solicitud de autorización de uso de agua para los trabajos de remediación, que realizarán aforos en los puntos (o cerca de los puntos de captación), para posteriormente tramitar los permisos a la ANA.

### Observación no subsanada



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**2.3.11. Observación N° 11:** 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 (DS 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 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 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-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 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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

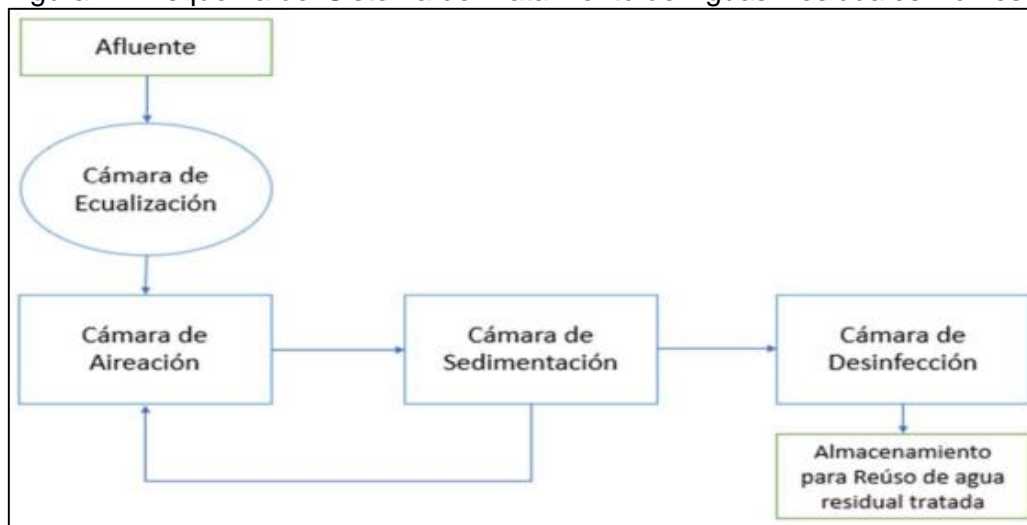
tipo de terreno y nivel de la napa freática. Además, adjuntar un esquema del sistema de tratamiento.

### 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<sup>3</sup>/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 12), en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTARD). El agua tratada será almacenada en un tanque aproximadamente de 5000 litros.

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



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figura 5).

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



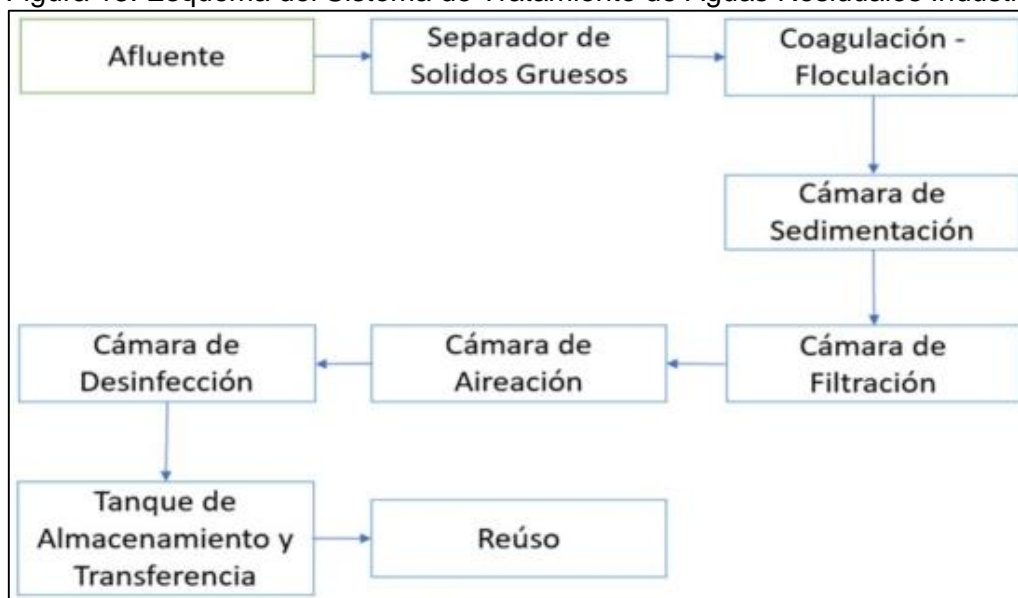
“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 13), 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.

Figura 13. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales



Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figura 6).

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

### **Observación subsanada**



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

- 2.3.12. Observación N° 12.** 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 12, 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 S0104, 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 y acciones de revegetación. Asimismo, presenta la matriz de valoración del sitio impactado S0104, 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 8 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 como potencial impacto ambiental.

En ese sentido, el titular debe considerar el retiro de sedimentos y excavación y retiro de residuos 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**

- 2.3.13. Observación N° 13.** 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



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

generando complicaciones al momento de extraer los sedimentos del fondo del lecho de la quebrada, 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 al 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 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 ( $\text{m}^3/\text{año}$ ,  $\text{m}^3/\text{mes}$  y  $\text{L/s}$ ), 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

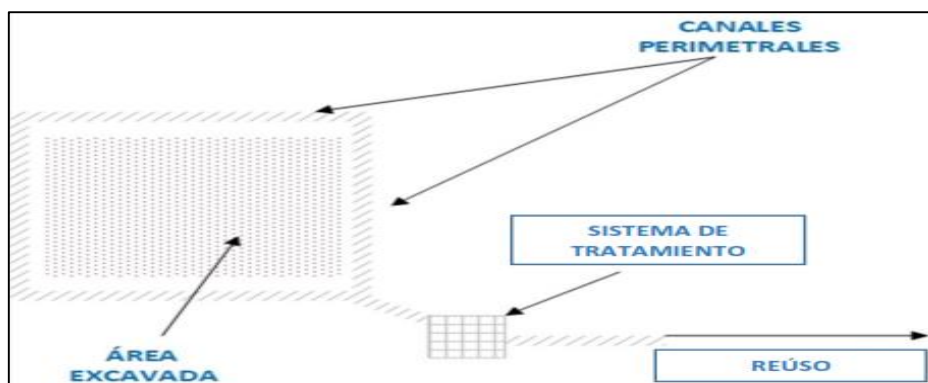
“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 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 14).

Figura 14. Esquema del Sistema de Drenaje Pluvial en las Áreas de Excavación–Vista de Planta

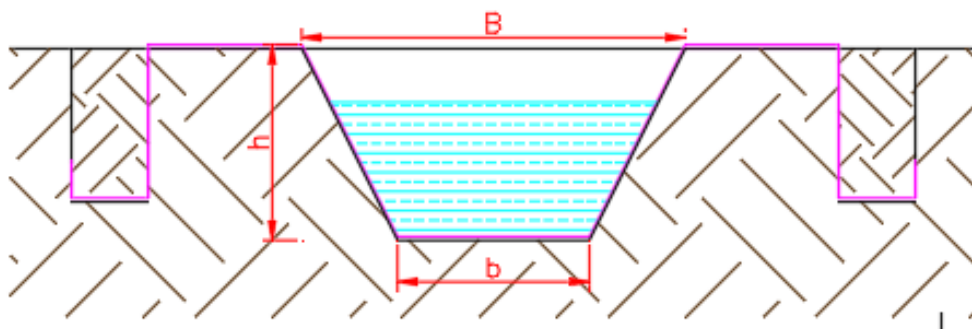


Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio JCI-HGE (Subsanación de observaciones, Figura 7).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Las características de los canales fueron presentadas en el anexo 13. 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° 32) y, planeamiento y pre dimensionamiento de estructuras que conforman el sistema de drenaje de aguas pluviales.



Cuadro N° 32. Características de Canales de Drenaje

Canal	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Sección
C1	714	0,60%	B=0.5, T=0.75, H=0.9
C2	231	0,50%	B=0.3, T=0.55, H=0.5
C3 (colector)	251	0,50 %	B=0.3, T=0.55, H=0.5
Residuos	30	0,70 %	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Metales	60	0,70 %	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Hidrocarburos y metales	38	0,70 %	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Metales y residuos	156	0,70 %	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Metales y residuos	120	0,70 %	B=0.2, T=0.25, H=0.2
Hidrocarburos, metales y residuos	89	0,70 %	B=0.2, T=0.25, H=0.2

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio JCI-HGE (Subsanación de observaciones, Anexo 13, Tabla 9).

### Observación subsanada

**2.3.14. Observación N° 14.** 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





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

cálculo del caudal para el diseño del sistema de drenaje y almacenamiento, además de su disposición final.

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° 13.

#### **Observación subsanada**

- 2.3.15. Observación N° 15.** 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”.

Al respecto, la tabla 5-55 no menciona los metales (plomo, como 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 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 (como mínimo, 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 y plomo. Actualiza el ítem 5.9.4.2 “Muestreo de Sedimentos durante los trabajos de Remediación” Durante el Tratamiento: Se debe tomar muestra de sedimento como control, en el lecho del cuerpo de agua donde se hizo la extracción de los sedimentos,





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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° 33).

Cuadro N° 33. Ubicación de Estaciones de Monitoreo en Sedimentos (Tabla 5-57)

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
S0104-SedMont-001	Botadero Km 2	339 151	9 693 169
S0104-SedMont-002	Botadero Km 2	338 890	9 693 363
S0104-SedMont-003	Botadero Km 2	338 868	9 693 328

Fuente: PR del Sitio Impactado S0104, Consorcio JCI-HGE (Subsanación de observaciones, Tabla 17).

Establece el plan de monitoreo ambiental, 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 e hidrocarburos totales de petróleo. Además, presenta el mapa con la ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos.

Al respecto, las tablas: Tabla 5-16 “Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos” (Tabla 5-55) y Tabla 18 “Estación de Muestreo Monitoreo Post Ejecución de Obra 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 Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Tabla 16. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos (Tabla 5-55)**

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación
pH	EPA Method 9045 D, Rev 4 2004	Procedimiento electrométrico para medir pH en sedimentos (in situ)	-	Referencial
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev 3 2007	Determinación de Compuesto Orgánicos No Halogenados por Cromatografía de Gases	2 mg/kg	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia: 500 mg/kg
Capacidad de intercambio catiónico	EPA 9081, Rev. 0 1986	Método de laboratorio para determinar Capacidad de Intercambio Catiónico	-	Referencial
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
Cadmio Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	0,9 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
Plomo Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	2,0 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)

**Tabla 18. Estación de Muestreo Monitoreo Post Ejecución de Obra Sedimentos**

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S		Frecuencia	Estándares de Comparación	
	Este	Norte		Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)
S0104-SedPMont-001	339 151	9693 169	Semestral durante los dos primeros años y anual durante los tres posteriores	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9C40) (500 mg/kg).	Cadmio Total: 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
S0104-SedPMont-002	338 890	9 693 363			Plomo Total: 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)
S0104-SedPMont-003	338 868	9 693 328			

Por otro lado, el ítem 5.9.4.2 “Muestreo de Sedimentos durante los trabajos de Remediación” actualizado, señala que **durante el tratamiento** se debe tomar muestra de sedimentos, sin embargo, en la tabla 18, no se incluye la frecuencia de muestreo durante el proceso de tratamiento.

En ese sentido, debe corregir las tablas 16 y 18, que señalen la referencia y valores de los estándares correctos e incluir la frecuencia de monitoreo durante el proceso de remediación.

#### Observación no subsanada

- 2.3.16. Observación N° 16.** El ítem 5.9.4.3 “Muestreo de agua Superficial durante los Trabajos de Remediación”, establece el monitoreo del agua de la quebrada Capahuarí Yacu durante el tiempo que dure el proceso de remediación. Además, entre los parámetros que establece para el monitoreo incluye cadmio total.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Al respecto, no se ha establecido la frecuencia de monitoreo durante el proceso de remediación, así también, no se ha considerado el monitoreo del agua superficial post remediación; los suelos y sedimentos contaminados registraron metales como: plomo e hidrocarburos, y podrían llegar por medio de la escorrentía a los cuerpos de agua. Asimismo, el ECA para agua Cat4-E2 establece como control, cadmio disuelto.

En ese sentido, el titular debe establecer un programa de monitoreo mensual: aguas arriba y aguas abajo, de los cuerpos de agua que podrían verse afectados durante el proceso de remediación y, un monitoreo post remediación: agua arriba y aguas abajo del futuro sitio de acondicionamiento final, con una frecuencia semestral durante los primeros dos años y anual durante los tres años posteriores. Asimismo, debe incluir al cadmio disuelto como parámetro de control, en las evaluaciones ambientales.

#### **Respuesta:**

El titular proporciona la tabla de parámetros y frecuencia de monitoreo en aguas superficiales (tabla 5-58), que incluye: Conductividad, oxígeno disuelto, pH, temperatura, cadmio disuelto, cadmio total, plomo total y HTP, los que tienen frecuencia mensual. Proporciona la tabla 20, que incluye las estaciones de muestreo, además, señala los puntos de monitoreo y su ubicación, así como, la referencia de comparación 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.

#### **Observación subsanada**

- 2.3.17. Observación N° 17.** El ítem 5.9.4.4 “Muestreo de agua Subterránea durante los Trabajos de Remediación”, establece el monitoreo trimestral de agua subterránea durante el tiempo que dure el proceso de remediación.

Al respecto, no se ha considerado el monitoreo del agua subterránea post remediación. En ese sentido, el titular debe establecer un programa de monitoreo post remediación con una frecuencia semestral durante los primeros dos años y anual durante los tres años posteriores.

#### **Respuesta:**

El titular incluye en el ítem 5.12, el plan de monitoreo de agua subterránea, que señala que durante el proceso de remediación el monitoreo será trimestral, luego, para el monitoreo post remediación, señala una frecuencia semestral durante los dos primeros años y anual los tres años posteriores. En la tabla 22, establece el punto de muestreo, ubicación, frecuencia y parámetros de control: conductividad, pH, temperatura, turbidez, HTP, cadmio y plomo.

Al respecto el valor de referencia de plomo total (0,75 ug/L) no corresponde al valor indicado en la referencia, Soil Remediation circular 2013 of Holland. En ese sentido, debe verificar y corregir la tabla.

#### **Observación no subsanada**



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego

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

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

### III) CONCLUSIÓN

- 3.1. Luego de haber revisado la Subsanación de las observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0104 (Botadero Km 2) 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 seis (6) de diecisiete (17)** observaciones no fue absuelta, por lo que el titular debe presentar información complementaria para emitir la opinión técnica

### 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. Remitir copia del presente Informe a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), para su conocimiento y fines.

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