



CUT N°: 180580-2019-ANA

San Isidro, 27 de abril de 2021

**OFICIO N° 0645-2021-ANA-DCERH**

Señora

**Martha Inés Aldana Duran**

Directora de la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos

Ministerio de Energía y Minas

Av. Las Artes Sur N° 260

Presente.

Asunto : Información Complementaria al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0107 por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Corrientes

Referencia : OFICIO N° 093-2021-MINEM/DGAAH/DEAH

Tengo el agrado de dirigirme a usted en relación al documento de la referencia, mediante el cual remite la subsanación de observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0107 por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Corrientes, presentado por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, de conformidad con lo establecido en el numeral 17.4 del artículo 17 del Reglamento de la Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental, aprobado mediante Decreto Supremo N° 039-2019-EM

Al respecto, se adjunta el informe técnico N° 0015-2021-ANA-DCERH/WQQ, donde se precisa la información requerida a complementar que el administrado deberá presentar para emitir la opinión correspondiente.

Es propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima

Atentamente,

**FIRMADO DIGITALMENTE**

**LUIS ALBERTO DIAZ RAMIREZ**

DIRECTOR

DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS

Adj.: (49) folios.

LADR/MASS/WQQ/MMT: Wendy M.

c.c. Jefatura  
G.G.





PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

CUT N°: **180580-2019-ANA**

## INFORME TECNICO N° 0015-2021-ANA-DCERH/WQQ

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

**Asunto :** Informe complementario al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0107 por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Corrientes, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)

**Referencia :** Oficio N° 093-2021-MEM/DGAAH/DEAH

**Fecha :** San Isidro, 27 de abril de 2021

### 1. ANTECEDENTES

- 1.1. El 11 de setiembre de 2019, mediante Oficio N° 360-2019-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 JCI-HGE realizó la Plan de Rehabilitación indicado en el asunto.
- 1.2. El 23 de setiembre de 2019, mediante Oficio N° 406-2019-MINEM/DGAAH/DEAH, la DGAAH del MINEM reitera a la ANA la emisión de la opinión al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0107 por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Corrientes.
- 1.3. El 07 de noviembre de 2019, mediante Oficio N° 2312- 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° 924-2019-ANA-DCERH/AEIGA, que contiene las observaciones al Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) indicado en el asunto.
- 1.4. El 15 de febrero de 2021, mediante Oficio N° 093-2020-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.
- 1.5. El presente informe Técnico fue elaborado por el Qco Miguel Marcelo Torre (Especialista en Evaluación del IGA) y la Ing. Susana L. León Távara (Especialista en Hidrogeología), el cual fue ingresado mediante Informe N° 003-2021/009-2021-PROG-PAS.AMV 095C-2021000009.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

## 2. MARCO LEGAL

- 2.1. Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, Decreto Supremo N° 001-2010-AG.
- 2.2. Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento, Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM.
- 2.3. Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental y su Reglamento, Decreto Supremo N° 039-2016-EM.
- 2.4. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias.
- 2.5. Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, Reglamento de Organización y Funciones de la ANA.
- 2.6. Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM, Aprueban “Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación”.
- 2.7. Resolución Jefatural N° 106-2011-ANA, Procedimientos de Evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental relacionados con los recursos hídricos.
- 2.8. Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, Reglamento para el otorgamiento de autorización de vertimientos y reúso de aguas residuales tratadas.
- 2.9. 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.
- 2.10. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- 2.11. 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.
- 2.12. Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales”.

## 3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 3.1. Descripción del proyecto

La Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM) contrata al consorcio J. Cesar Ingenieros & Consultores S.A.C.-Hidrogeocol Ecuador Cia Ltda (en adelante JCI-HGE), quienes plantean el “Plan de Rehabilitación para el Sitio Impactado S0107 (Sitio 1), 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 la tecnología Estabilización/Solidificación (E/S) ex situ conjuntamente con el aislamiento con geomembrana.

La alternativa propuesta implica: Movilización de equipos y materiales al sitio, Preparación de materiales in situ, Almacenamiento provisional del material contaminado, Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final, Aplicación del tratamiento de solidificación y estabilización y disposición final del material

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

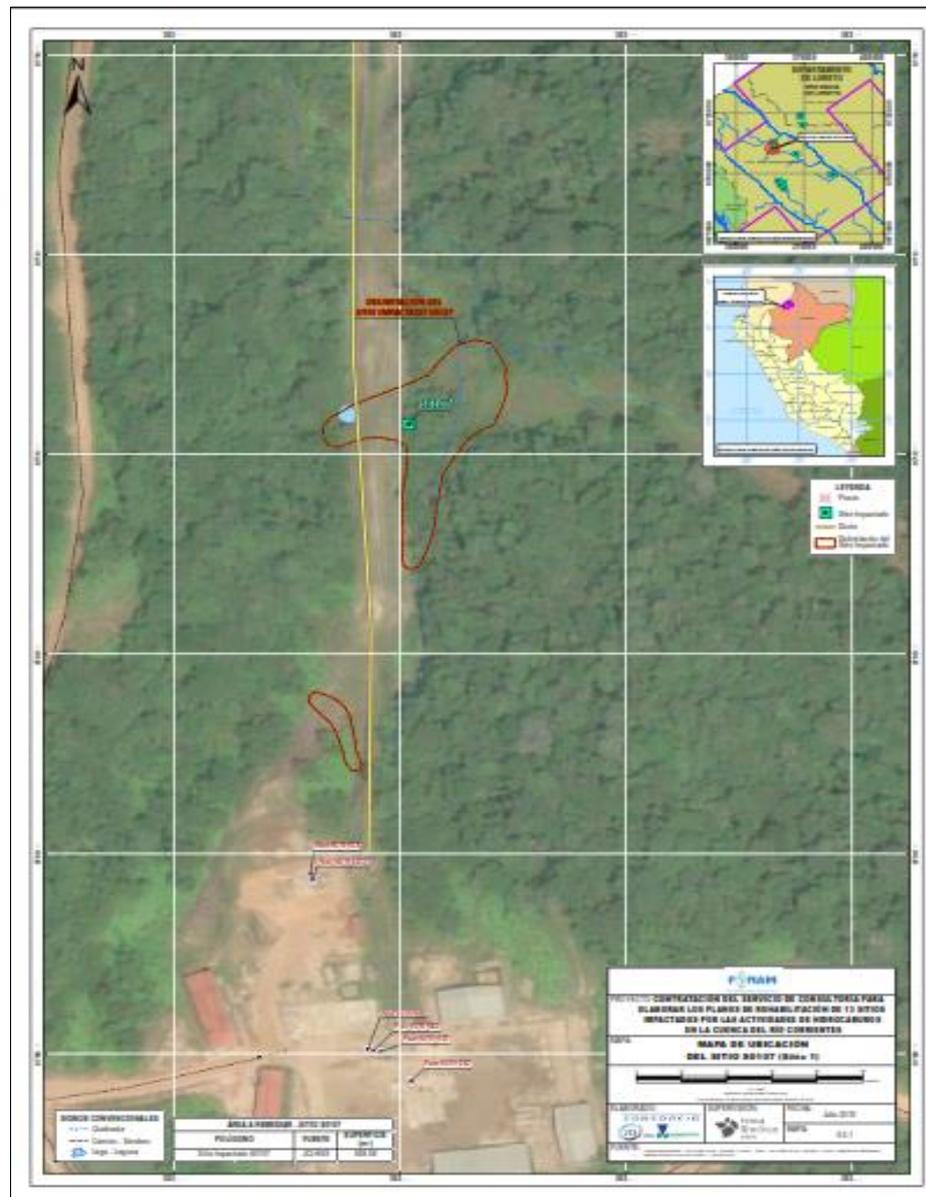
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

tratado, Cierre del aislamiento con geomembrana, Reposición de material en el sitio, Permisología, Seguridad y Logística.

### 3.2. Ubicación

El proyecto de Rehabilitación del Sitio Impactado S0107 se ubica al norte de la Amazonía Peruana, políticamente en el distrito de Trompeteros, provincia y departamento de Loreto, y de manera específica dentro de los predios de la Comunidad Nativa José Olaya, y geográficamente dentro de la cuenca del río Corrientes. El sitio impactado S0107 (Figura 1) de coordenadas 363 604 E y 9 710 015 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 S0107



Fuente: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

### 3.3. Característica del área

El área de estudio tiene 1,2 Ha aproximadamente y se encuentra ubicado a 12,9 km aprox. del casco comunal de la CN José Olaya; el sitio impactado se localiza en el denominado Llano Amazónico de la selva del norte del país, cuyo relieve se encuentra dominado por colinas, lomadas y terrazas aluviales, la estratigrafía

de la cuenca del río Corrientes la integran formaciones sedimentarias, cuyas edades van desde el terciario superior (Mioceno) hasta depósitos aluviales y lacustres recientes del cuaternario reciente (Holoceno). De acuerdo con la Carta Geológica Nacional, la unidad geológica que subyace al área del sitio S0107 (Sitio 1) sería la formación Nauta conformada por areniscas y lodolitas. Los sedimentos arcillosos reconocidos sobre el sitio S0107 corresponderían a la formación Nauta inferior, se puede concluir que este material fino predominante se comportaría como un acuitardo. El mapa hidrogeológico nacional identifica como acuíferos detríticos al subsuelo de la selva peruana. Dentro del área evaluada y profundidad alcanzada (35 m) la arcilla es el sedimento fino predominante, también, se identificó un lentejón arenoso entre los 5,0 y 6,0 metros (piezómetro 2) y en el piezómetro 1 entre 4,5 a 6,6 metros de profundidad

hasta los 15 m, aproximadamente, y a partir de los 15 m como acuícludo. Basándose en los depósitos cartografiados en la geología local, información granulométrica de las muestras extraídas de las perforaciones, secciones tomográficas eléctricas e identificación visual en campo, ha sido posible determinar una unidad hidrogeológica aflorante representada por sedimentos finos (arcillas predominantemente).

El área se sitúa dentro de la cuenca del río Corrientes, y tiene sus principales afluentes a los ríos Macusani, Platanoyacu, Capirona y Copalyacu (margen derecha) y el río Pavayacu (margen izquierda). Se caracteriza por ser meandriforme, con un canal que migra libremente en una llanura aluvial de suave pendiente, formando meandros y brazos abandonados. Cercanos al sitio S0107 tenemos a la quebrada Machupichu, que se encuentra en la cuenca del río Tigre, y subcuenca Huayuri, aproximadamente a 2,5 km del campamento Huayuri, su patrón de drenaje es permanente, es aportante del río Macusari, que se junta con el río Corrientes para verter sus aguas hacia el río Tigre y, su dirección de flujo es de sur a norte y dentro de esta se encuentra la microcuenca S0107; el sitio S0107 está dominado por la microcuenca quebrada S0107, de 0,65 km<sup>2</sup> de área, factor de forma 0,12 que indica una microcuenca ovalada, el cual disminuye las crecidas y pendiente 0,04 y, la pendiente del cauce principal (quebrada S0107) es de 0,022, que indica que los flujos tienen baja velocidad, tiene 1170 metros de longitud hasta el punto de captación, 39,95 L/s de caudal, su patrón de drenaje es continuo y su aportante principal es la quebrada s/n 2; la quebrada S/N 2 tiene patrón de drenaje intermitente, 0,13 l/s de caudal, relieve de poca pendiente y curso de agua y dirección es de sur a norte con pendiente de 0,02.

El clima de la zona es muy húmedo con invierno seco, muy lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones; el suelo de la zona es de tipo Soldado/Huayuri, de suelos superficiales de textura arenosa a franco arcillo arenosa y bosque de colinas bajas ligeramente disectadas.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

Por otro lado, las comunidades utilizan el agua del río Corrientes y sus quebradas al interior de sus territorios. Adicionalmente, las aguas del río Corrientes, los cuales son navegables y recibieron descargas de las baterías de producción por más de cuatro décadas, son aguas no utilizadas para consumo humano.

En el área de estudio, el sitio S0107 (Sitio 1) se ubica en el campo Huayurí a la altura del km 3 de la vía a Dorissa. Este sitio se relaciona directamente con la batería Huayurí, los pozos petroleros HUYS-06D, HUYS07D, HUIS-08D y HUIS-15D y el sistema de ductos circundante. Las primeras actividades de extracción en el Sitio 1 datan del año 1978 con la perforación de pozos exploratorios y de producción en el yacimiento Huayurí, y las primeras denuncias públicas se registraron en el año 1994 por parte de las federaciones indígenas sobre fugas en las tuberías del oleoducto, así como el vertimiento de aguas de producción hacia los ríos y suelos.

### 3.4. Característica del sitio impactado

#### Fuentes potenciales de contaminación

- En el entorno: Pozos HUYS 01X y HUYS 02CD, así como las tuberías que llevan el hidrocarburo hacia la batería Huayurí. Estos pozos se encuentran ubicados aproximadamente a 100 m (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1. Fuentes potenciales de contaminación en el entorno del sitio S0107

Fuente potencial	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18		Estado	Evidencias
	Este	Norte		
Pozos HUYS 01X y HUYS02CD	363 561	9 709 786	Activo	Relevamiento en campo
Pozos HUYS 07 D, HUYS 06D, HUYS 08D y HUYS 15D	No se registró		No se registró	Relevamiento en campo
Manifold de los pozos HUYS 01 X y HUYS 02CD	363 572	9 709 809	Activo	Relevamiento en campo

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Cuadro 3-4).

- Dentro del sitio: Tuberías asociadas a los pozos e instalaciones asociadas (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2. Fuentes potenciales de contaminación dentro del sitio S0107 (Sitio 1)

Fuente potencial	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18		Estado	Descripción	Evidencias
	Este	Norte			
Tuberías asociadas a los pozos e instalaciones asociadas	363 572	9 709 809	Activo	Sistema de tuberías asociadas a los pozos HUYS 01X y HUYS 02CD	Relevamiento en campo

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Cuadro 3-5).

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

#### Focos potenciales de contaminación

- En el entorno: No se registró.
- Dentro del sitio: Iridiscencia en suelo anegado, medio evidenciado: suelo; signos de afectación en cocha, medio evidenciado: agua; signos de afectación en quebrada, medio evidenciado: agua.

#### Fuentes de contaminación asociadas a actividades de hidrocarburos

Pozos HUYS 01X y HUYS 02 CD, así como las tuberías que llevan el hidrocarburo hacia la batería Huayurí. No se tienen datos históricos de eventos ocurridos en el sitio.

#### Vías de propagación

Vías de propagación asociados a los focos potenciales de contaminación:

- Suelo: contacto directo
- Agua subterránea: disolución y dispersión
- Agua superficial: dispersión superficial

#### Receptores

- Trabajadores y personas que circulen en el sector
- Receptores ecológicos

### 3.5. Características de componentes

- Hidrología: El área se sitúa dentro de la cuenca del río Corrientes, y tiene sus principales afluentes a los ríos Macusani, Platanoyacu, Capirona y Copalyacu (margen derecha) y el río Pavayacu (margen izquierda). Se caracteriza por ser meandriforme, con un canal que migra libremente en una llanura aluvial de suave pendiente, formando meandros y brazos abandonados. Por lo general sus aguas son turbias, de rápida corriente y cauce encajonado, aunque navegable (Figura 2). Sus tributarios muestran un sistema de drenaje moderadamente dendrítico a sub-dendrítico, con un fuerte control estructural y topográfico. El nivel de agua está definido por 2 periodos principalmente: periodo de aguas bajas, entre setiembre y diciembre y las fluctuaciones de los niveles de agua son uniformes; y el periodo de aguas altas, entre enero y agosto, y sus aguas fluctúan entre 0,45 y 2,22 m. Las precipitaciones mayores a 100 mm por día se presentan en los meses menos húmedos (época seca) entre julio y setiembre, y meses más húmedos entre marzo y mayo (época húmeda).



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

muestreo (Cuadro N° 4). En época húmeda, el punto S0107-As002 registró pH menor al rango establecido en el ECA-Cat4-E2, mientras que, en la época seca todos los puntos de muestreo a excepción de S0107-As-005 registraron valores de pH fuera del rango de ECA-Cat4-E2, además, solo el punto S0107-As005 registró valores de oxígeno disuelto y bario total fuera del rango del ECA-Cat4-E2. Los demás parámetros evaluados (como arsénico total, bario total, cadmio total, cromo total, plomo total, selenio total, hidrocarburos totales (C10-C40), antraceno, benzo(a)pireno, fluoranteno, benceno) no superaron el estándar de referencia.

Cuadro N° 1. Puntos de muestreo de agua superficial en época seca y húmeda

Código Agua superficial	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18		Fecha de muestreo	Ubicación
	Este	Norte		
Época Seca				
S0107-As001	363 546	9 710 202	7/09/2018	Aguas arriba del sitio
S0107-As002	363 692	9 710 029	7/09/2018	Aguas abajo del sitio
S0107-As003	363 633	9 710 055	7/09/2018	Aguas arriba del piezómetro 1
S0107-As004	363 659	9 710 056	7/09/2018	Aguas abajo del piezómetro 1
S0107-As005	363 598	9 709 866	7/09/2018	Aguas arriba del piezómetro 2
Época Húmeda				
S0107-As001	363 546	9 710 202	8/06/2018	Aguas arriba del sitio
S0107-As002	363 692	9 710 029	8/06/2018	Aguas abajo del sitio

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Cuadros 3-17 y 3-26).

- Calidad de agua Subterránea: Los resultados fueron comparados con los valores establecidos en Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines. En cada época (húmeda y seca) se consideraron 2 puntos de muestreo (Cuadro N° 5). En la época húmeda, ambas muestras (S0107-Sub001 y S0107-Sub002) registraron valores de oxígeno disuelto, pH y Aluminio total fuera del rango de aceptación indicado en la referencia, además, la muestra S0107-Sub002 registró valores de hierro total y manganeso total que excedieron lo indicado en la referencia. En la época seca, en ambas muestras se registraron valores de oxígeno disuelto, aluminio total y manganeso total fuera del rango de aceptación; asimismo, se registraron valores de pH, plata total y selenio total en la muestra S0107-Sub001 y arsénico total, hierro total, manganeso total y zinc total en la muestra S0107-Sub002 que excedieron el rango de aceptación indicado en la referencia. Los demás parámetros evaluados (como cloruros, arsénico total, cadmio total, níquel total, plomo total, zinc total, hidrocarburos totales C10-C40 y C28-C40, antraceno, benzo(a)pireno, fluoaranteno, benceno) no superaron el estándar de referencia.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

### Cuadro N° 5. Puntos de muestro de agua subterránea en época seca y húmeda

Código Agua superficial	Coordenadas UTM WGS-84, zona 18		Fecha de muestreo		Ubicación
	Este	Norte	Época seca	Época húmeda	
S0107-ASub001	363 655	9 710 063	09/09/2018	21/06/2018	Aguas abajo del sitio
S0107-ASub002	363 636	9 709 806	09/09/2018	21/06/2018	Aguas arriba del sitio

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Cuadros 3-22 y 3-29).

- **Calidad de sedimentos:** Los resultados fueron comparados con los valores establecidos en Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISQG Agua dulce). En la época húmeda se tomaron dos puntos de muestreo mientras que en época seca se tomaron 7 puntos de muestreo (Cuadro N° 6). En la época húmeda todos los puntos de muestreo registraron valores dentro del rango requerido por la referencia, mientras que, en la época seca los puntos de muestreo S0107-Sed002, S0107-Sed001 y S0107-Sed02A registraron valores de arsénico mayores a los establecido por la referencia. Los demás parámetros evaluados (como cadmio total, cobre total, cromo total, plomo total, zinc total, acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, naftaleno y pireno) no superaron el estándar de referencia.

### Cuadro N° 6. Puntos de muestreo de sedimentos en época seca y húmeda

Código Agua superficial	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18		Fecha de muestreo	Ubicación
	Este	Norte		
<b>Época Seca</b>				
S0107-Sed001	363 546	9 710 202	7/09/2018	Aguas arriba del sitio
S0107-Sed002	363 692	9 710 029	7/09/2018	Aguas abajo del sitio
S0107-Sed002A	363 711	9 710 029	7/09/2018	Aguas arriba del punto 002
S0107-Sed002B	363 686	9 710 026	7/09/2018	Aguas abajo del punto 002
S0107-Sed003	363 633	9 710 055	7/09/2018	Aguas arriba del piezómetro 1
S0107-Sed004	363 659	9 710 056	8/09/2018	Aguas abajo del piezómetro 1
S0107-Sed005	363 598	9 709 866	9/09/2018	Aguas arriba del piezómetro 2
<b>Época Húmeda</b>				
S0107-Sed001	363 546	9 710 202	6/06/2018	Aguas arriba del sitio
S0107-Sed002	363 692	9 710 029	6/06/2018	Aguas abajo del sitio

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Cuadros 3-18 y 3-27).

- **Hidrogeología.** El mapa hidrogeológico nacional identifica como acuíferos detríticos al subsuelo de la selva peruana. Dentro del área evaluada y profundidad alcanzada (35 m) la arcilla es el sedimento fino predominante, también, se identificó un lentejón arenoso entre los 5,0 y 6,0 metros (piezómetro 2) y en el piezómetro 1 entre 4,5 a 6,6 metros de profundidad hasta los 15 m, aproximadamente, y a partir de los 15 m como acuícludo. Basándose en los depósitos cartografiados en la geología local,

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

información granulométrica de las muestras extraídas de las perforaciones, secciones tomográficas eléctricas e identificación visual en campo, ha sido posible determinar una unidad hidrogeológica aflorante representada por sedimentos finos (arcillas predominantemente).

### 3.6. Evaluación de los impactos

#### Definición del problema

- Origen de la contaminación: las actividades de extracción de hidrocarburos en el sitio 1 datan del año 1978 con la perforación de pozos exploratorios y de producción en el yacimiento Huayuri. Las Primeras denuncias públicas se registraron en 1994 por las federaciones indígenas por fugas en las tuberías del oleoducto, así como el vertimiento de aguas de producción a los ríos y suelos. En el año 2016 se identificaron 10 eventos de derrames y fugas en el yacimiento Huayuri, los cuales pueden tener una posible relación con el sitio 1.
- Características naturales generales del sitio 1: dentro del área evaluada y profundidad alcanzada (35 m) la arcilla es el sedimento fino predominante, también, se identificó un lentejón arenoso entre los 5,0 y 6,0 metros (piezómetro 2) y en el piezómetro 1 entre 4,5 a 6,6 metros de profundidad hasta los 15 m, aproximadamente, y a partir de los 15 m como acuicludo. El área de estudio se sitúa en la cuenca del río Corrientes el cual tiene sus orígenes en los andes ecuatorianos y tiene como principales afluentes a los ríos Macusari, Platanoyacu, Capirona y Copalyacu (margen derecha) y el río Pavayacu (margen izquierda). Se caracteriza por ser meandriforme, con un canal que migra libremente en una llanura aluvial de suave pendiente, formando meandros y brazos abandonados; además por el sector Teniente López, su cauce ha formado barras laterales arenosas y areno-gravosas, en ambas márgenes.
- Características de la contaminación: en agua superficial se detectaron en algunas muestras valores de pH, oxígeno disuelto y bario total, fuera del rango de los ECA-Cat4. En agua subterránea, se detectaron en algunas muestras valores de pH, oxígeno disuelto, mercurio total, plata total, selenio total, aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total y zinc total, fuera del rango de los valores establecidos en Alberta Tier 1 (Groundwater) Remediation Guidelines de Canadá. En los sedimentos, se detectaron en algunas muestras valores de arsénico total que excedieron lo establecido en Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life. En suelo, se detectó en algunas muestras, valores de boro total, cobalto total, plomo total, talio total, zinc total, selenio total, bario total, cadmio total, plomo total, hidrocarburos (fracción 2 y 3), benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno e indeno(1.2.3-c.d)pireno que excedieron la norma internacional Soil Quality Guidelines for the Environmental and Human Health, Category Agricultural.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

### Contaminantes de preocupación

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

Los contaminantes de preocupación para el ser humano:

Para suelo, fueron bario total, cadmio total, plomo total, selenio total, zinc total, hidrocarburos F2, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, indeno(1.2.3-cd)pireno y fenantreno; para agua superficial, fueron arsénico total, selenio total y zinc total y; para sedimentos, fueron arsénico total y bario total.

Los contaminantes de preocupación ecológicos:

Para suelo, fueron bario total, cadmio, plomo, selenio, zinc, hidrocarburos totales (C10-C28), benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno e indeno(1,2,3-c,d)pireno; para agua superficial, fue bario; para agua subterránea, fueron aluminio total, arsénico total, hierro total, manganeso total, mercurio total, plata total, selenio total y zinc total y; para sedimentos, fue arsénico total.

### Peligros identificados

#### - Fuentes primarias:

La fuente primaria de contaminación del Sitio S107 (Sitio 1) es el sistema de tuberías de los Pozos HUYS-02CD y HUYS-01X ubicados al sur del área de estudio, que generaron el foco de contaminación por eventos de derrames de hidrocarburos históricos en el sitio. Se identificó suelo impactado con F2 hasta una profundidad de 1,5 m: El suelo superficial (profundidad entre 0 a 1,2 m) presentó concentraciones hasta 8 888 mg/kg y el subsuelo presentó concentraciones hasta 2188 mg/kg. Adicionalmente, se encontró los HAP: benzo(a)antraceno y fenantreno hasta profundidades de 1,0 m. Respecto al suelo subsuperficial se identificaron los HAP: benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, dibenzo(a,h)antraceno, indeno(1.2.3-c.d)pireno y fenantreno, hasta una profundidad de 5,1 m. Asimismo, se encontró selenio total en el rango de 0,6 a 3,3 m de profundidad.

#### - Fuentes secundarias:

Se identificaron como fuentes secundarias de contaminación aquellas matrices ambientales que se vieron afectadas inicialmente, convirtiéndose en focos (fuentes secundarias). Se identifica al suelo superficial como fuente secundaria afectada, entendiéndose a este suelo como aquel que se encuentra hasta una profundidad máxima de 0,6 m; se considera también como fuente secundaria a los sedimentos del sitio S0107 (Sitio 1)



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

por el contenido registrado de arsénico total y determinado como contaminante de preocupación.

### Rutas y vías de exposición

Para este sitio S0107 (Sitio 1), se identificó el mecanismo de transporte por erosión y dispersión de partículas para los metales bario total, cadmio total, plomo total, selenio total y zinc total, además, de la fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) y los HAP: benzo(a)antraceno y fenantreno, los cuales fueron encontrados en el suelo superficial (menor a 0,6 m) que podrían ser transportadas por acción del viento desde el foco hasta el receptor industrial, cazador esporádico y receptores ecológicos. Se incluye la erosión del viento y dispersión atmosférica de partículas con la finalidad de evaluar el escenario más crítico, a pesar de la presencia de cobertura vegetal la cual actúa como barrera natural.

Todos los CP se encontraron en el subsuelo hasta una profundidad de 3,3 m, a profundidades mayores se identificaron únicamente concentraciones de metales pesados, hasta una base de 5,1 m, por lo que se puede dar el mecanismo de lixiviación y transporte al agua subterránea y superficial. El arsénico total identificado en sedimentos y agua subterránea, sugiere el potencial mecanismo por lixiviación y transporte hacia las aguas subterráneas y superficiales desde la matriz sedimentos. Finalmente, se considera como un mecanismo de transporte adicional el agua superficial proveniente de las altas precipitaciones, alcanzando los 3057 mm anuales; facilitando de esta manera el transporte por arrastre de los contaminantes hacia cuerpos de agua superficial.

Las vías de exposición del sitio S0107 para el suelo son por contacto dérmico, ingestión e inhalación; para las aguas superficiales son por contacto dérmico e ingestión; para sedimentos son por contacto dérmico e ingestión; para aire es por inhalación y; para alimentos es por ingestión.

### Evaluación de riesgos

Para estimar el riesgo ecológico, se tuvo en cuenta los posibles receptores que puedan verse afectados ante los CP por cada una de las matrices ambientales evaluadas que puedan tener una vía de exposición. Para la estimación del nivel de riesgo asociada a sustancias respecto a un receptor ambiental se consideró los índices de foco, de transporte asociado a un receptor ecológico y de receptor ambiental.

Mediante el cálculo se obtiene un valor numérico, entre 0 y 100. Para el sitio S0107 (Sitio 1), este cálculo es posible dado que existe al menos un parámetro (relacionado a la actividad que generó la afectación) que supera el ECA o nivel (norma) de referencia aplicable para alguno de los componentes ambientales evaluados (suelo, agua superficial, sedimento,



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

agua subterránea). Se emplearon los CP en el escenario ecológico para cada matriz ambiental, teniendo en cuenta la normativa (nacional e internacional vigente). de esta manera se obtuvo los riesgos siguientes:

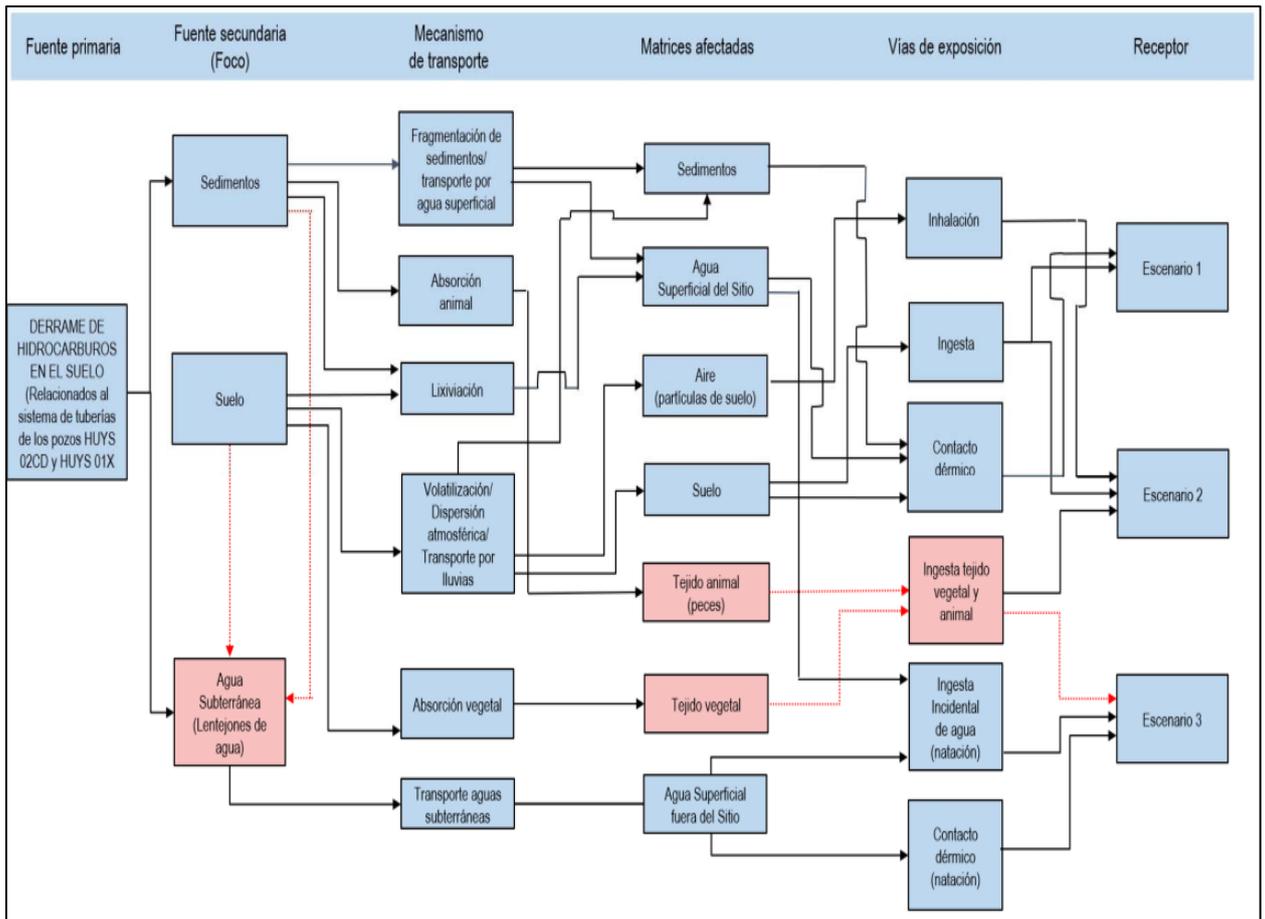
- Riesgos para cuerpos de agua superficial: se tiene bario total presente en el agua superficial; sin embargo, de la evaluación ecológica donde las concentraciones de este parámetro exceden el ECA para agua, este constituye un Riesgo No Probable como tal en dicha matriz ambiental.
- Riesgos para cuerpos de agua subterránea: se encontraron concentraciones de aluminio total, hierro total, manganeso total y zinc total que excedieron los estándares canadienses (Alberta Tier 1). No obstante, estos elementos se encontraron en los suelos, además, se considera un aporte de dichos elementos por lixiviación desde el subsuelo hacia las aguas subterráneas. Teniendo en cuenta que esta movilidad podría estar influenciada por el pH del sitio (4,84 a 5,01), además, el suelo (franco arcilloso) condicione la transmisividad del flujo subterráneo, por lo que la presencia de estos metales se deba a las condiciones naturales del sitio S0107 (Sitio1) y no necesariamente impliquen un riesgo como tal. Respecto al arsénico total, mercurio total, plata total y selenio total, a pesar de haber sido determinado como CP en esta matriz ambiental, presenta una vía incompleta hacia posibles receptores ecológicos en el sitio, y en caso de los receptores de la CN José Olaya, se tiene un Riesgo No Probable.
- Riesgos para sedimentos: el 27,2 % de las muestras (3 muestras) registraron valores de arsénico total en sedimentos que excedieron lo establecido en Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (ISQG); sin embargo, de acuerdo a la evaluación ecológica se determinó una potencial afectación a la comunidad béntica por las concentraciones presentes de este CP en sedimentos, por lo que se deduciría un Riesgo Probable.
- Riesgo para el suelo: con respecto F2, se contempló un Riesgo No Probable en relación al contenido de contaminantes en la matriz suelos, toda vez que se tiene el 15,4 % (F2) del total de las muestras que superaron la normativa para este elemento; el contenido de HAP en el suelo está comprendido por el 11,1 % de las muestras que presentan excedencias, como el caso de benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, dibenzo(a,h)antraceno e indeno(1.2.3-c.d)pireno, por lo cual se consideró un Riesgo No Probable; no obstante el benzo(a)antraceno y fenantreno presentaron el 33,3 % y 44,4 % respectivamente de las muestras que presentaron excedencias, por lo cual se consideró un Riesgo de Esperarse para estos CP.

La movilidad de los metales pesados en el suelo está influenciada por el pH principalmente, donde la mayor solubilidad se da a bajos niveles de pH, sin embargo, para el selenio total ocurre lo contrario, donde su solubilidad aumenta a niveles de pH por arriba de 5. En este sentido, se considera un Riesgo No Probable de este metal, debido a que el pH en el suelo del sitio S0107 (Sitio 1) oscila entre 4,84 a 5,01. Sin embargo, para los demás metales, suelen presentar cierta movilidad en el suelo en pH menores a 6,5, por lo que, se consideraría un Riesgo de Esperarse para estos CP. Por último, se consideró un Riesgo No Probable respecto al

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

contenido de cadmio total, plomo total y zinc total, debido a que solo el 12,8 % del total de las muestras registraron excedencias, así como bario total con el 15,8 %. Para el caso de selenio total, se tuvo 58,9 % de las muestras con excedencia, lo que indicaría un posible riesgo por este metal pesado, sin embargo, al considerar los criterios antes expuestos, se consideró un Riesgo No Probable.

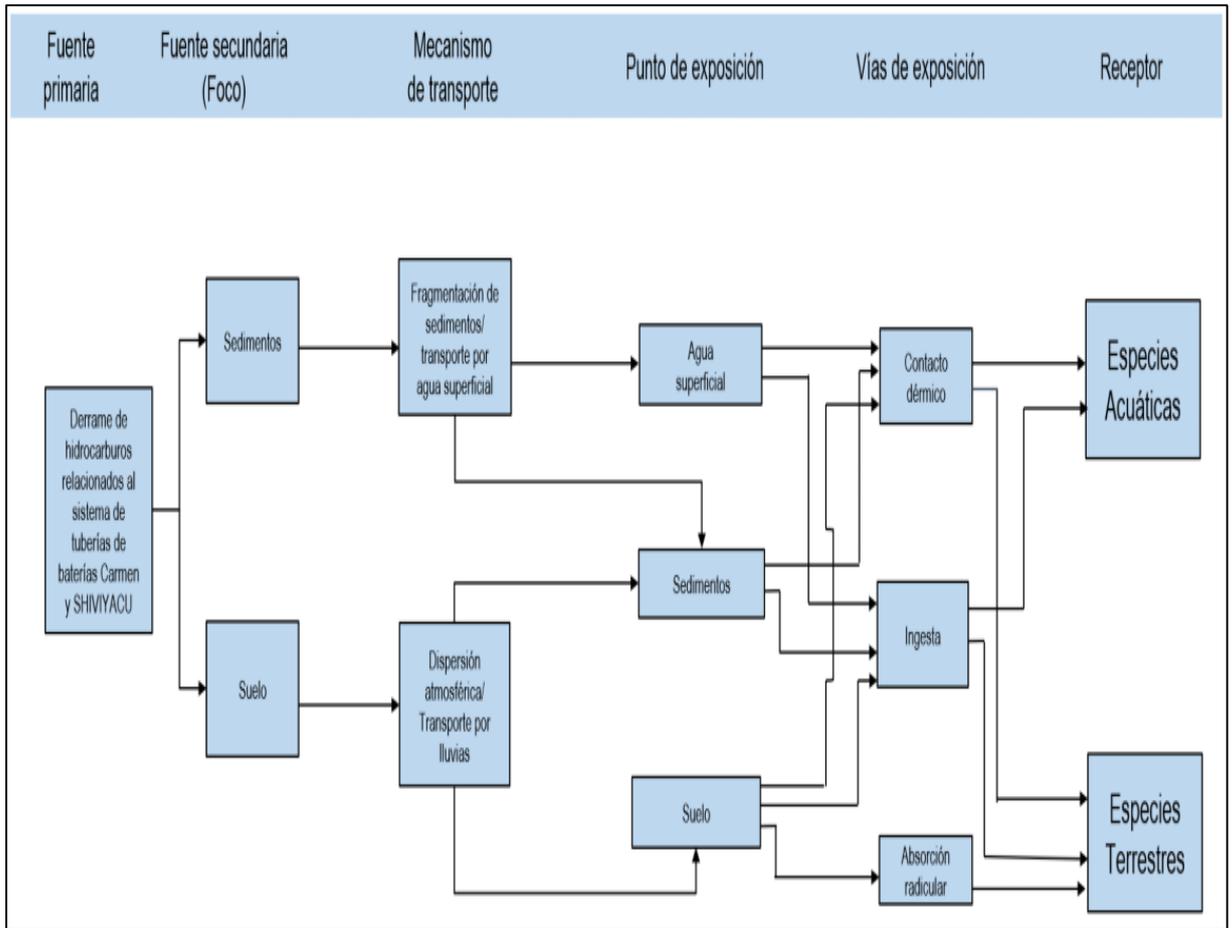
Figura 3. Modelo conceptual – Escenario Humano



Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanción de observaciones, Figura 4-Ob-8ª

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 4. Modelo conceptual – Escenario Ecológico



Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 4-Ob-8b)

### 3.7. Propuesta de remediación

#### Propuesta seleccionada de acciones de remediación

Producto del desarrollo de las distintas etapas de análisis para la selección de la alternativa tecnológica de remediación, se determinó que la tecnología de Estabilización/Solidificación (E/S) ex situ resulta la más viable, técnica y económicamente para el tratamiento de suelos contaminados en el sitio impactado S0107 (Sitio 1).

El material a remediar contiene hidrocarburos (fracción F2) y en mayor proporción metales (cadmio total). El tratamiento por E/S implica mezclar un reactivo de unión en el medio o material contaminado. Los cambios deseados incluyen la conversión de los constituyentes en una forma menos soluble, móvil o tóxica. Aunque la alternativa no resulta tan efectiva para Hidrocarburos, el cemento es especialmente adecuado para su uso como reactivo E/S para contaminantes metálicos, por lo que se propone combinar el tratamiento por estabilización/solidificación conjuntamente con el aislamiento con geomembrana. El uso combinado de la estabilización/solidificación con el aislamiento con geomembrana establece un tercer nivel de seguridad en la contención de material

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

contaminante de composición inorgánica y un segundo nivel de seguridad en la contención de material contaminante de composición orgánica.

#### Superficie y volumen a remediar y rehabilitar

El área a remediar es 568,58 m<sup>2</sup>.

En cuanto a la profundidad de remediación, se tomó en cuenta remediar el suelo superficial, por lo que, se propone remediar hasta una profundidad de 0,60 m; a mayor profundidad también se encuentran excedencia de otros contaminantes, sin embargo, a esta profundidad los contaminantes se encuentran aislados y sin oportunidad de lixiviación (suelo impermeable, con dominio de arcillas), por lo que no se considera para la remediación. Para el sitio S0107 (Sitio 1) se propone remediar un volumen de suelo de 139,53 m<sup>3</sup> para el polígono norte y 201,62 m<sup>3</sup> para el polígono sur.

### **3.8. Acciones de remediación**

Etapas y actividades del proyecto: continuación, las actividades propuestas por el titular para las diversas etapas del proyecto:

#### Fase I Movilización de equipos y materiales al sitio

- Puesta en marcha
- Movilización de equipos y materiales al sitio
- Desmovilización de equipos y materiales al sitio

#### Fase II: Preparación del material in situ

- Extracción manual del material
- Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo
- Carguío del material con instalación de polea

#### Fase III: Almacenamiento provisional del material contaminado

- Construcción de techo tipo galpón
- Impermeabilización y sistema de drenaje

#### Fase IV: Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final

- Excavación y conformación de taludes
- Compactación
- Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo
- Colocación de geomembrana HDPE impermeabilizante
- Colocación de tubería ranurada.

#### Fase V: Aplicación del Tratamiento de Solidificación y estabilización y Disposición final del material tratado

- Impermeabilización y sistema de drenaje
- Preparación de la mezcla suelo cemento y disposición final del material

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

#### Fase VI: Cierre del aislamiento con geomembrana

- Estudio de préstamo
- Colocación y compactación de 0,40 m de suelo arcilloso
- Colocación de geomembrana impermeabilizante HDPE
- Colocación de 0,60 m de suelo para revegetar
- Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo
- Revegetación

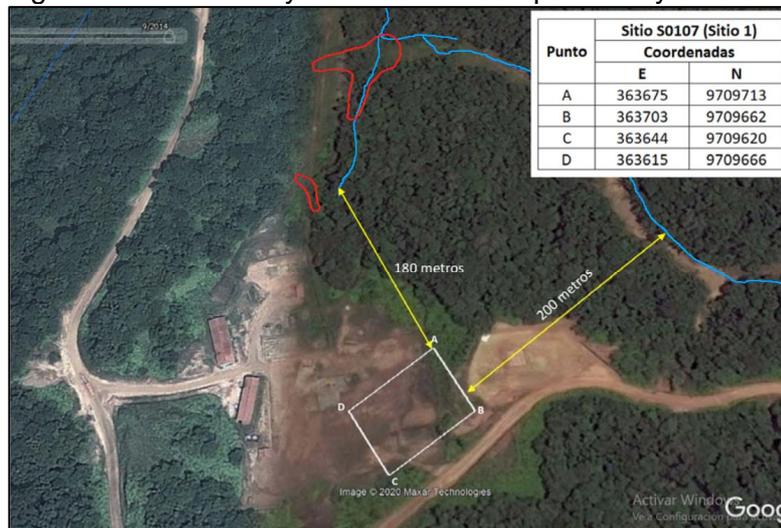
#### Fase VII: Reposición de material en el sitio

- Carguío del material de préstamo
- Traslado de material hasta sitio
- Colocación y compactación del material en el sitio
- Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo

### 3.9. Ubicación de facilidades

La ubicación de las áreas de construcción y las de almacenamiento temporal del material será en el entorno de los sitios impactados (Figura 5), las áreas mencionadas se encuentran alejadas de la faja marginal del cuerpo de agua a una distancia no menor de 130 metros.

Figura 5. Red hídrica y ubicación de campamento y área de tratamiento del sitio



Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 5-Ob-18).

### 3.10. Inversión y cronograma

- El monto de inversión estimado para la rehabilitación del sitio impactado es de \$/. 900 712,02 (novecientos mil setecientos doce y 02/100 dólares americanos) incluido IGV.
- Se estima una duración de 14 semanas para la ejecución de las actividades de rehabilitación del sitio.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

### 3.11. Del consumo y abastecimiento de agua

JCI-HGE, señala que durante la ejecución de las actividades de rehabilitación se utilizarán 4,88 m<sup>3</sup>/día de agua para uso doméstico, que cubrirán las necesidades de 61 trabajadores. El agua residual doméstico tratado servirá para los procesos industriales, es decir, no se requerirá agua adicional. En consecuencia, la demanda (doméstica + industrial) para el sitio S0107 será 4,88 m<sup>3</sup>/día para las etapas de construcción, operación y cierre.

La fuente de abastecimiento de agua para la remediación del sitio impactado será el río Jibarito (Cuadro N° 7).

Cuadro N° 7. Ubicación de la fuente de captación de agua

Código	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18		Fuente de Abastecimiento	Tipo de Uso
	Este	Norte		
S0107-Cap-001	363 546	9 710 456	quebrada S0107	Uso doméstico e industrial

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones).

El recurso hídrico se utilizará para uso doméstico e industrial. El requerimiento hídrico será (doméstica + industrial) de 4,88 m<sup>3</sup>/día, es decir 0,056 L/s para los procesos de construcción, ejecución y cierre, lo que comparado con la menor disponibilidad 8,5 L/s (febrero), si puede abastecer las necesidades para el proyecto, y para ello considera posteriormente tramitar los permisos para la captación a la ANA. La distribución de la demanda de agua industrial se presenta en el Cuadro N° 8.

Cuadro N° 8. Demanda de agua industrial

Etapa	Pre tratamiento con cemento (m <sup>3</sup> /día) *	Actividades de relleno y compactación (m <sup>3</sup> /día) **	Actividades de cierre de compartimiento de aislamiento (m <sup>3</sup> /día) ***	Control de polvo en caminos (m <sup>3</sup> /día)	Demanda de agua diaria (m <sup>3</sup> /día)
Construcción	-	-		0,19	0,19
Operación	1,40	0,93		0,38	2,72
Cierre			0,66	0,38	1,04
Total	1,40	0,93	0,66	0,95	3,94

Notas:

\*  $(341,15 \text{ m}^3 \times 1,15 \times 150 \text{ L/m}^3) / (1000 \text{ L/m}^3 \times 6 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 1,40 \text{ m}^3/\text{día}$

\*\*  $(341,15 \text{ m}^3 \times 1,15 \times 100 \text{ L/m}^3) / (1000 \text{ L/m}^3 \times 6 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0,93 \text{ m}^3/\text{día}$

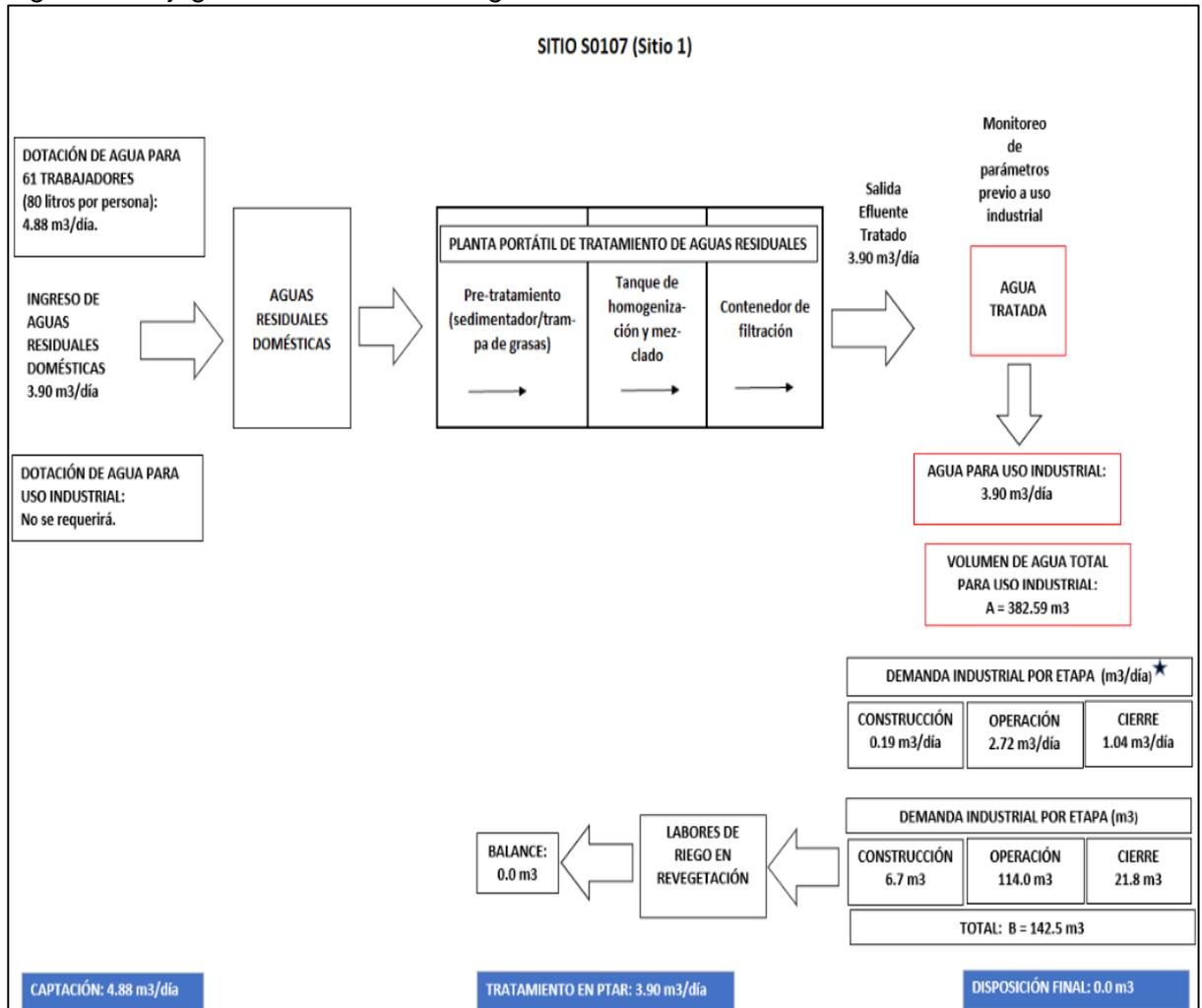
\*\*\*  $(20 \times 20) \text{ m}^2 \times 0,30 \text{ m} \times 1,15 \times 100 \text{ L/m}^3 / (1000 \text{ L/m}^3 \times 3 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0,66 \text{ m}^3/\text{día}$

Dónde: volumen de suelo contaminado = 341,15 m<sup>3</sup>; área de suelo contaminado = 568,58 m<sup>2</sup>; factor de esponjamiento (Fw) = 1,15

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones), Cuadro 5-Ob-15b)

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 6. Flujoograma de balance de agua



Notas

Nota 1: dotación para el número máximo de trabajadores

Nota 2: la empresa proveedora de la PTAR, será la encargada de su instalación y mantenimiento

Nota 3: el agua de la PTAR será reutilizada: (i) pretratamiento con cemento (etc.), (ii) compactación de suelos en rellenos y en cierre, (iii) control de polvo en vías de acceso, (iv) riego en revegetación

Nota 4: el volumen de 240 m<sup>3</sup> de agua sobrante se utilizará en las labores de riego para revegetación (al menos 3 riegos) en una proporción de 55 litros por m<sup>2</sup>

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 5-Ob-15)

3.12. Del manejo de aguas residuales

- Efluentes domésticos:

JCI-HGE, señala que durante la ejecución de las actividades de rehabilitación se generarán 3,904 m<sup>3</sup>/día de aguas residuales domésticas (Cuadro N° 9).

Cuadro N° 9. Generación de efluentes domésticos

Efluentes	Dotación de agua (L/hab/día)*	N° de trabajadores	Demanda de agua diaria (m <sup>3</sup> /día)*	Efluentes para reusó (m <sup>3</sup> /día)**	Efluente doméstico total (m <sup>3</sup> )***

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Doméstico	80*	61	4,88	3,904	382,59
-----------	-----	----	------	-------	--------

\* Dotación de agua para selva (MVCS, 2011)

\*\* Se considera que el 80% del agua consumida se convertirá en efluente doméstico (Norma OS.100)

\*\*\* Considerando el tiempo de 14 semanas (3,5 meses).

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 5-Ob-15a).

Las aguas residuales domésticas serán tratadas mediante una planta de tratamiento de residuos (PTAR). El volumen de agua tratada en la PTAR tendrá uso industrial: construcción, operación y cierre. La PTAR será portátil, que recibirá un caudal de 3,90 m<sup>3</sup>/día proveniente de las aguas residuales domésticas. **No se realizará ningún vertimiento a cuerpos de agua, las aguas residuales domésticas serán tratadas y reutilizadas para los procesos industriales.**

– Efluentes no domésticos:

JCI señala que el tratamiento de solidificación no generará efluentes industriales. Previo al tratamiento, se almacenará temporalmente el suelo excavado en un área techada de piso impermeabilizado con geomembrana. Específicamente en el área techada, las aguas de contacto que pudieran generarse drenarían hacia una cuneta perimetral y posteriormente hacia un buzón recolector. Tanto el piso de almacenamiento temporal, como la cuneta y buzón recolector estarán además de techados. impermeabilizados con geomembrana. El agua de contacto que se almacene en el buzón será enviada por bombeo a cilindros plásticos de 220 litros de capacidad para posterior disposición final por una EO-RS.

**3.13. Del control y monitoreo ambiental**

– Monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos

Durante las actividades de excavación se podrían generar impactos sobre la calidad de agua superficial, por lo que se tiene previsto realizar un monitoreo de agua superficial y sedimentos antes y después de la remediación en un punto aguas arriba y aguas abajo del sitio. Las estaciones para monitorear se presentan en el Cuadro N° 10. La frecuencia de monitoreo será una vez antes y después de la remediación y los parámetros a evaluar serán: pH, OD, temperatura, conductividad, metales totales y HTP

Cuadro N° 10. Puntos de monitoreo de aguas y sedimentos en el sitio S0107

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
CAS-01	Aguas arriba del área a remediar	363 692	9 710 029

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
CAS-02	Aguas abajo del área a remediar	363 546	9 710 202
CAS-01	Aguas arriba del área a remediar 2	A determinarse en campo, de encontrarse cuerpos de agua cercanos y permanentes	
CAS-02	Aguas abajo del área a remediar 2		

Fuente: Consorcio JCI-HGE (cuadro 5-33)

El monitoreo post ejecución de la obra considerará los dos primeros puntos del cuadro 1, tendrá una frecuencia bianual por un periodo de 3 años y anual hasta completar los 5 años, y los parámetros que se evaluarán son: pH, OD, temperatura, conductividad, metales totales y HTP.

– Plan de monitoreo post ejecución de la rehabilitación

El monitoreo post rehabilitación será por 5 años (Cuadro N° 12), donde los primeros 2 años será bianual y los restantes 3 años serán anuales.

El titular plantea el programa de monitoreo de calidad de agua superficial, sedimentos y agua subterránea en la etapa post cierre, donde plantea cuatro puntos de control, parámetros de campo, fisicoquímicos (SST y metales: As, Ba, Cu, Cd-d, Cr, Cr-VI, Hg, Mn, Ni, Pb, V y Zn), además de HTP, BTEX, HAP y aceites y grasas en agua superficial, metales (AS, Ba, Cu, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, V y Zn) HTP, BTEX y HAP en sedimentos y, parámetros de campo (pH, T°, CE, OD), y turbidez, metales (As, Ba, Cu, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, V y Zn) Fracción de hidrocarburos F2, HTP, HAP (benzo-a-pireno, antraceno y fluoranteno) y BTEX (benceno).

Falta corregir y actualizar el programa de monitoreo durante y post ejecución de las actividades, las cuales están pendientes acorde a las observaciones 19, 20 y 21.

#### 4. OBSERVACIONES EN MATERIA DE RECURSOS HIDRICOS

Luego de evaluar la subsanación de observaciones conforme al Informe Técnico N° 924-2019-ANA-DCERH/AEIGA del «Plan de Rehabilitación para el Sitio Impactado S0107», presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se tiene lo siguiente:

**4.1. Observación N° 01:** incluir en el documento el Marco Legal del instrumento de gestión ambiental relacionadas con la protección del recurso hídrico y el Fondo de contingencia de remediación ambiental.

- Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reuso de Aguas Residuales Tratadas.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

- 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° 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 natural de agua.
- Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM, Aprueban Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación.
- Ley 30321, Ley de crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental
- Decreto Supremo N° 039-2016-EM, Reglamento de la Ley 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental.
- Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM, Aprueban “Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación”.

#### **Respuesta:**

El titular adiciona el ítem “Marco legal” en el ítem Glosario de términos, el cual incluye además del marco legal relacionada a la protección de los recursos hídricos, el marco legal alineada al Plan de Rehabilitación: D.S. N° 012-2009-MINAM, RJ N° 224-2013-ANA, Ley N° 28611, D.L. N°1055, Ley N° 29895, D.L. N° 1013, RJ N° 007-2015-ANA, RJ N° 010-2016-ANA, RJ N° 108-2017-ANA, RM N° 118-2017-MEM/DM, Ley 30321, D.S. N° 039-2016-EM, D.L. N° 1278, Ley N° 29338, D.S. N° 001-2010-AG, R.M. N°034-2015-MINAM, D.S. N° 012-2017-MINAM, entre otros.

#### **Observación subsanada**

- 4.2. Observación N° 02:** En el ítem 2.2.2.1 “Caracterización hidrogeológica”, la "unidad hidrogeológica 1", menciona que esta unidad se divide en cuatro tipos de suelos: franca, franca arenosa, franca arcilla arenosa y franca limosa. Asimismo, en la "Unidad hidrogeológica 2" se menciona que esta unidad se divide en tres tipos de suelos: arcillosa, franca arcillosa y franca arcilla limosa, y que el contenido característico de este suelo es el limo sobre las arcillas. Al respecto, las características de estas unidades se presentan en la Figura 2-4, sin embargo, la Figura 2-3 indica lo contrario a lo indicado a la figura anterior. En ese sentido, el titular debe revisar lo mencionado en el ítem 2.2.2.1 “Caracterización hidrogeológica” y las figuras correspondientes y corregir donde corresponda.

#### **Respuesta:**

El titular ha modificado el ítem 2.2.2 Hidrogeología, modificando la caracterización hidrogeológica y las figuras 2-3 y 2-4.

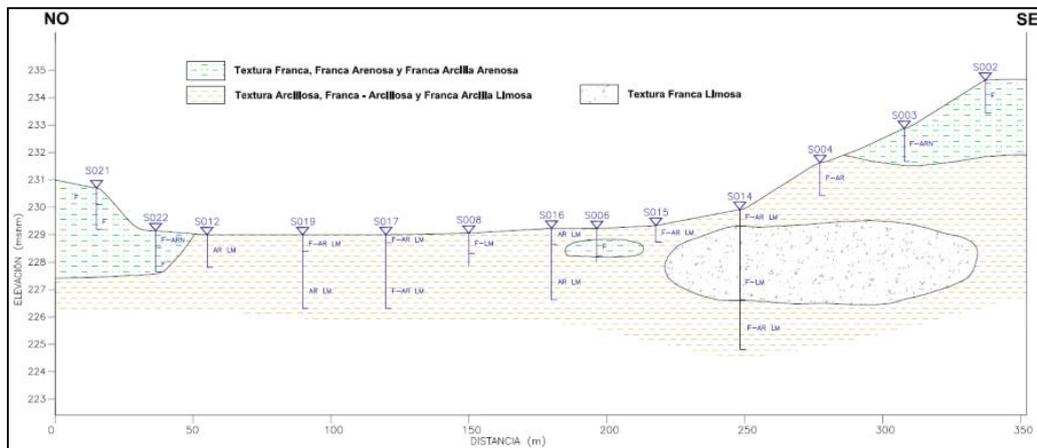
La hidrogeología conceptual se basa en la información geofísica (época húmeda), sondeos manuales (ambas épocas), sondeo con equipo (época húmeda), perforación e instalación de piezómetros (época húmeda) y medición de los niveles del agua subterránea (ambas épocas), las cuales se contrastará con la geología de la zona para definir el comportamiento del flujo subterráneo.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

En la Figura 7, se muestra un perfil litológico elaborada con los sondeos manuales y con equipo, con el fin de diferenciar de mejor manera las diferentes litologías del suelo, así mismo, identificar las unidades hidrogeológicas. Este perfil fue construido en base a la clasificación textural de los resultados de laboratorio y la descripción de los sondes, sin embargo, este perfil no se encuentra en línea recta, es la unión de los sondeos (manuales y con equipos) para la construcción y representación del comportamiento lito-estratigráfica del sitio impactado.

Figura 7. Perfil litológico del sitio S0107 (Sitio 1)



Fuente: Consorcio JCI-HGE (Figura 2-3)

### 2.2.2.1 Caracterización Hidrogeológica

#### A Unidades Hidrogeológicas

Basándose en la litología de la geología regional, información textural de los sondeos con equipos; sondeos manuales e identificación visual en campo, ha sido posible determinar las posibles unidades hidrogeológicas presentes en el área de impacto del sitio S0107 (Sitio 1). Así mismo se han clasificado de acuerdo con su importación hidrogeológica relativa.

##### • Unidad hidrogeológica 1

Esta unidad hidrogeológica pertenece a los cuaternarios de la zona producto de la erosión de la formación Nauta, la litología presente se divide en cuatro (4) tipos de suelos: franca, franca arenosa, franca arcilla arenosa y franca limosa. Donde el contenido característico es el limo como suelo principal sobre las arenas y arcillas.

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad propia que se comporta como un medio detrítico menos impermeable. Superficialmente en época húmeda permite la recarga del agua subsuperficial muy lentamente, la recarga lenta está ligada al grado compactación in situ.

##### • Unidad hidrogeológica 2

Esta unidad hidrogeológica pertenece a la litología de la formación Nauta, la litología presente se divide en tres (3) tipos de suelos: arcillosa, franca arcillosa y franca arcilla limosa. Donde el contenido característico es el limo como suelo principal sobre las arcillas.

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad propia que se comporta como un medio detrítico casi impermeable. Superficialmente en



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

Ley de Darcy y, los parámetros componentes de la fórmula empleada con los valores adoptados. La correcta dirección de flujo permitirá obtener una gradiente hidráulica precisa.

### Respuesta:

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

Se descarta la presencia del nivel freático en los 35 metros de profundidad evaluados (resultados de la tomografía eléctrica). Los piezómetros interceptaron lentejones limo arenosos de reducida dimensión y espesor, estos lentejones identificados en los piezómetros 1 y 2 no tendría alguna conexión entre ellos.

Para complementar la respuesta, se muestra el ítem 2.2.2 Hidrogeología modificado, el cual fue adaptado a los resultados de campo.

Sin embargo, en la hidrogeología del plan de rehabilitación, en lo que se refiere al punto B Isóbatas y dirección de flujo subterráneo se indica que la dirección de flujo hubiera sido importante tener topografía de detalle, pero con el juicio de experto que participó en los levantamientos de campo y la información indirecta (geofísica) se pudo definir el posible comportamiento de la dirección de flujo, con la información recopilada se asume que la dirección de flujo es de noreste a suroeste en la zona del Pz-01 y de oeste a este en las zonas cercanas al Pz-02, es recomendable tener la topografía para definir mejor el comportamiento hidráulico de la napa freática y ser representada en hidroisohipsas. Pero en el levantamiento de observaciones presentado el punto B, es referente a conclusiones donde indica que el material fino, subyacente al sitio S0107, es arcilloso generando un ambiente poroso y poco a nada permeable (acuitardo). Además, en este tipo de substratos (material arcilloso) no existe una dirección de flujo subterráneo.

En el piezómetro 1 (S0107-Pz-001), intercepto a los 4.5 m de profundidad un banco arenoso saturado de agua (lentejón) de 2.1 m de espesor.

En el piezómetro 2 (S0107-Pz-002), se identificó un lentejón arenoso entre los 5,0 y 6,0 metros de profundidad. Las perforaciones y tomografías próximas a al piezómetro 1 y 2, no interceptaron al estrato areno limoso, ver anexos 6.5 / 6.5.2, 6.5.3 y 6.5.5 presentados en el PR y Figura 2-Ob-3b, esto demostraría la reducida dimensión del lentejón interpretado.

Con respecto a la Ley de Darcy, en el ítem 3.10 Interpretación de resultados (presentado en el PR), se desarrolló con valores de la bibliografía.

Asumiendo que la dirección del flujo fuera de Pz1 a Pz2 el gradiente vendrá dado por:

$$i=0,7/257 = 0,002$$

La estimación de la velocidad real del agua subterránea vendrá dada por:

$$V_R = \frac{k_e i}{m_e} = \frac{10^{-3} 0,002}{0,05} = 0,00004 \text{ m/d}$$

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Donde:

Ke = Permeabilidad o conductividad hidráulica específica

me = Porosidad eficaz o cinemática

i= gradiente

Por el tipo de material subyacente al sitio S0107 se asume una permeabilidad de  $10^{-3}$  m/d (Cuadros N° 11 y 12):

Cuadro N° 11. Conductividad para materiales arcillosos

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

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 2-Ob-3b).

Cuadro N° 12. Porosidad total y eficaz

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

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 2-Ob-3c).

De acuerdo con las estimaciones, el resultado obtenido es de 0,00004 mm/día, o lo que es lo mismo 0,016 metros en un año, aproximadamente.

### Textura

En cuanto a la textura, en el PR del S0107, Anexo 6.10 (Folios 00937 a 00943) se presentaron las texturas de las muestras, con predominancia arcillosa. En el Cuadro N° 13, se realiza un ejercicio del posible desplazamiento en distintos materiales (distintas permeabilidades), y como se puede apreciar el máximo desplazamiento sería de 3,15 metros en 10 años.

Cuadro N° 13. Desplazamiento hipotético del agua para diferentes permeabilidades y tipos de suelo

Tipo de material de suelo	Permeabilidad	Drenaje	sg/año	Desplazamiento en metros			
				Años			
				1	5	10	20
Gravas limpias	1.00E+01	Bueno	3.15E+07	3153600.00	15768000.00	31536000.00	63072000.00
	1.00E+02			31536000.00	157680000.00	315360000.00	630720000.00
Arenas limpias	1.00E+00			315360.00	1576800.00	3153600.00	6307200.00
	1.00E-01			31536.00	157680.00	315360.00	630720.00
Arenas limpias y mezcla de gravas	1.00E-02			3153.60	15768.00	31536.00	63072.00
	1.00E-03			315.36	1576.80	3153.60	6307.20
	1.00E-04			31.54	157.68	315.36	630.72
Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morrena glacial, depósitos de arcilla estratificada	1.00E-05			3.15	15.77	31.54	63.07
	1.00E-06			0.32	1.58	3.15	6.31
	1.00E-07			0.03	0.16	0.32	0.63
Suelos impermeables (arcillas homogéneas)	1.00E-08	0.00	0.02	0.03	0.06		
	1.00E-09	0.00	0.00	0.00	0.01		

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 2-Ob-3d).

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

El administrado aclara y presenta en el levantamiento de observaciones la información solicitada en la observación 3.

#### Observación subsanada

- 4.4. Observación N° 04:** El ítem 2.2.3.1 "Descripción de la cuenca del área de estudio" menciona que el área de estudio se sitúa dentro de la cuenca del río Corrientes el cual tiene sus orígenes en los andes ecuatorianos y tiene como principales afluentes a los ríos Macusari, Platanoyacu, Capirona y Copalyacu (margen derecha) y el río Pavayacu (margen izquierda). Al respecto, el titular describe las principales fuentes de agua como el río Corrientes, sin embargo, no describe los cuerpos de agua (quebradas, cochas, acuíferos, etc.) cercanos al lugar de estudio, los cuales pueden tener mayor probabilidad de contaminación. En ese sentido, el titular debe realizar el inventario de las fuentes de agua (quebradas, ríos, manantiales y/u otros) cercanos al lugar de estudio. Tomar en cuenta la Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial aprobada con Resolución Jefatural N° 319-2015-ANA.

#### Respuesta:

El titular presenta una breve descripción de las quebradas y ríos cercanas al sitio de remediación: quebrada Machupichu, que se encuentra en la cuenca del río Tigre, y subcuenca Huayuri, aproximadamente a 2,5 km del campamento Huayuri, su patrón de drenaje es permanente, es aportante del río Macusari, que se junta con el río Corrientes para verter sus aguas hacia el río Tigre y, su dirección de flujo es de sur a norte y dentro de esta se encuentra la microcuenca S0107; el sitio S0107 está dominado por la microcuenca quebrada S0107, de 0,65 km<sup>2</sup> de área, factor de forma 0,12 que indica una microcuenca ovalada, el cual disminuye las crecidas y pendiente 0,04 y, la pendiente del cauce principal (quebrada S0107) es de 0,022, que indica que los flujos tienen baja velocidad, tiene 1170 metros de longitud hasta el punto de captación, 39,95 L/s de caudal, su patrón de drenaje es continuo y su aportante principal es la quebrada s/n 2; la quebrada S/N 2 tiene patrón de drenaje intermitente, 0,13 l/s de caudal, relieve de poca pendiente y curso de agua y dirección es de sur a norte con pendiente de 0,02.

Adjunta el mapa de cuencas, subcuencas y microcuenca del sitio S0107 (mapa 6.2.5) el cual muestran la dirección del flujo de las quebradas y ríos y, adicionalmente adjunta los mapas en formato PDF y shapefile (6.2 y 6.2.5), donde se observa las isolíneas y la dirección de flujo de las quebradas, ríos, además de los puntos de aforo. Asimismo, presenta un cuadro resumen de aforo de los ríos del sitio S0107 (Cuadro N° 14 y Figura 9).

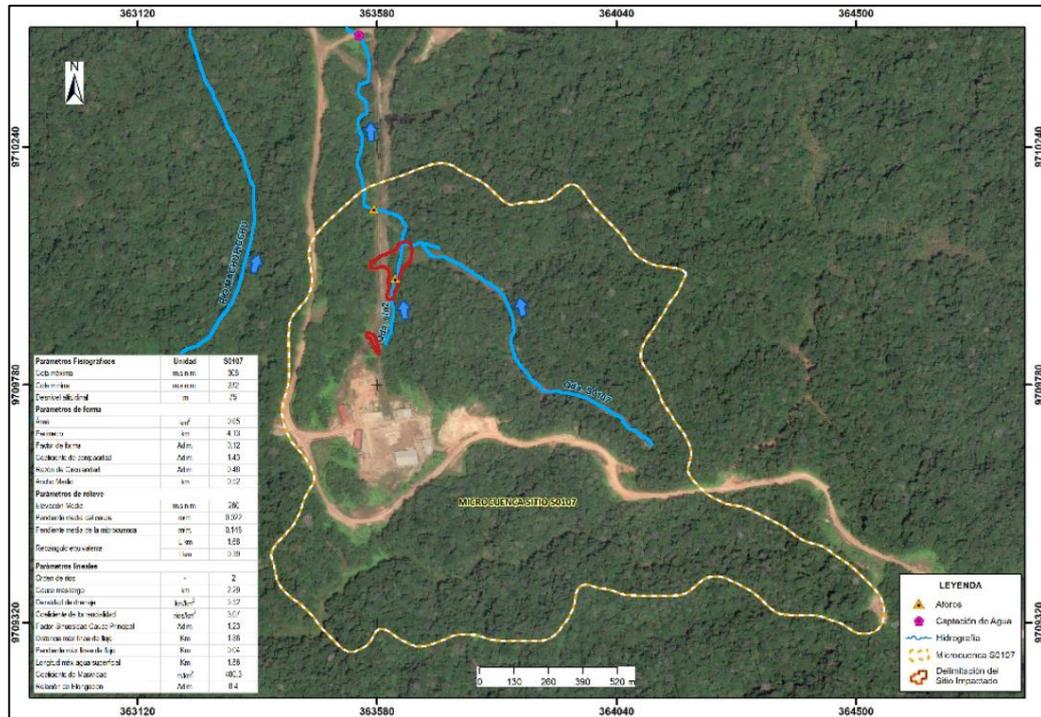
Cuadro N° 14. Cuadro de aforo para el inventario del sitio S0107

Código	Nombre del cauce	Microcuenca	Subcuenca	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18		Caudal (L/s)	Fecha	Época
				Este	Este			
S0107-AF-12	Qda. S0107	S0107	Huayuri	363 574	9 710121	39,95	07/07/18	Húmeda
S0107-AF-13	Qda. S/N 2	S0107	Huayuri	363 615	9 709986	0,13	07/07/18	Húmeda

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 3-Ob-4d).

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 9. Ubicación de la microcuenca S0107



Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 3-Ob-4d).

Al respecto, en el mapa 6.2.5 “Mapa de cuencas, subcuencas y microcuencas del sitio S0107 (Sitio 1)”, lado oeste del sitio impacto norte, se observa una laguna, nombrada también en el cuadro 3-Ob-5 “Evidencias (focos) de contaminación dentro del sitio S0107 (Sitio 1)” como cocha, el cual no ha sido descrita en el inventario de fuentes de agua. En ese sentido, debe describir y adicionar esta cocha en la descripción de fuentes de agua. En caso modifique la información, debe actualizar los ítems relacionados incluyendo mapas, gráficos, en caso corresponda. Asimismo, de ser el caso, si las actividades previstas tuvieran intervención por proximidad o superposición en dicha fuente de agua, deberá plantear medidas de manejo ambiental específicas para minimizar su intervención y a la fuente de agua a la cual tributa.

**Observación no subsanada**

**4.5. Observación N° 05:** El ítem 3.3.4 “Focos potenciales de contaminación dentro del sitio”, indica que durante las labores de campo se evidenció signos de afectación en pequeñas quebradas estacionales y cocha, y adicionalmente, también se evidenció iridiscencia en suelo anegado. Al respecto, las coordenadas de las evidencias de contaminación indicadas como dentro del sitio, no corresponden a lugares dentro del perímetro correspondiente al sitio contaminado. Estos focos potenciales, son señalados más adelante como fuentes secundarias de contaminación. En ese sentido, el titular debe verificar las coordenadas de los focos potenciales de contaminación dentro del sitio.

**Respuesta:**

El titular corrige las coordenadas de la ubicación de los focos de contaminación y las fotos de campo (Cuadro N° 15).

Cuadro N° 15. Evidencias (focos) de contaminación dentro del sitio S0107

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Número de foco	Contaminante/Evidencia	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18	
		Este	Norte
1	Signos de afectación en quebrada. Medio evidenciado: agua.	363 625	9710 051
2	Iridiscencia en suelo anegado. Medio evidenciado: Suelo	363 567	9 709 870
3	Signos de afectación en cocha. Medio evidenciado: agua.	363 575	9 710 013

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanción de observaciones, Cuadro 3-Ob-5).

#### Observación subsanada

- 4.6. Observación N° 06:** El ítem 3.5.4 “Custodia y procedimientos de aseguramiento de la calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas” en el título “La muestra duplicada de campo (MDuC)” indica que la muestra duplicada será captada de una misma muestra-matriz y enviada al laboratorio. Esta muestra será considerada para la matriz suelos.

Al respecto no se tomó y analizó el duplicado de muestra para las matrices agua superficial, agua subterránea y sedimentos; el control de calidad del muestreo debe ser aplicado a todas las matrices como parte del aseguramiento de la calidad. En ese sentido, el titular debe sustentar el control de calidad de la toma de muestras para las matrices aguas superficiales y subterráneas y, sedimentos.

#### Respuesta:

El titular señala que, con respecto a la matriz suelos, se tomaron muestras duplicadas en campo de acuerdo a la Guía de muestreo de suelo aprobado por la RM N° 085-2014-MINAM; con respecto a la matriz agua superficial, solo se consideró el procedimiento de aseguramiento de la calidad con el que cuenta el laboratorio para la toma de muestras, asimismo se cuentan con actas de acompañamiento de muestras, por parte de los monitores ambientales de cada CCNN, desde el Lote 192 hasta las instalaciones del laboratorio en Lima. Asimismo, el titular muestra una carta del laboratorio, que menciona que el laboratorio cuenta con un procedimiento de aseguramiento de la validez de los resultados.

Al respecto, debe indicarse que el acompañamiento de muestras, puede asegurar la inviolabilidad y transporte adecuado de las muestras, y el procedimiento señalado por el laboratorio AGQ en la Figura 3-Ob-6 podría asegurar la validez de los resultados de los ensayos.

#### Observación subsanada



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

- 4.7. Observación N° 07:** El ítem 3.9.1 "Fuentes de los contaminantes" señala que la fuente primaria es la operación petrolera liberada por posible fuga en los pozos HUYS-01X y HUYS-02CD, en un tiempo de más de 10 años. Asimismo, en "Fuente primarias" del ítem 4.2.2 "Peligros identificados a través del Modelo Conceptual Inicial", indican que el selenio total se encuentra en el rango de profundidad de 0,6 a 3,3 m y es considerado como contaminante de preocupación (CP) y se incluyó como parte de la evaluación del riesgo en las etapas posteriores, a pesar de no existir la certeza de una relación directa entre los contaminantes de hidrocarburos y este metal.

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

**Respuesta:**

El titular señala que la composición del petróleo es bastante conocida y el contenido de metales se resume básicamente a los siguientes: vanadio, cromo, níquel, cobalto, hierro, cobre y molibdeno. Añade algunas consideraciones técnicas: los posibles eventos tienen data de ocurrencia de más de 10 años; el petróleo en selva es mediano, con cierta viscosidad y densidad mayor al agua, no percola en el subsuelo; el petróleo derramado hace más de 10 años iniciaron procesos de meteorización (biodegradación, biotransformación, fotooxidación, lavado y percolación, evaporación, traslado mecánico, escorrentía superficial, etc.) lo que hace que solo se consigan las fracciones más recalcitrantes del petróleo que dio origen al sitio impactado. Los elementos más contaminantes y los que podrían implicar mayor riesgo a la salud y al ambiente, no se encuentran allí, y han sido trasladados a otras matrices ambientales, aguas abajo.

Indica que el Selenio será descartado de la evaluación de riesgo en sus últimas etapas del análisis ya que, a pesar de ser un metal que se encuentra en la composición del crudo (petróleo) su concentración es nivel de traza y que además se presenta de forma natural en el suelo; en 3 de los 4 sectores para la toma de muestras de fondo arrojaron valores elevados de Selenio (no metal), por encima de los estándares de calidad para suelos en las normas ecuatoriana y en el Canadian Soil Quality Standard.

Adicionalmente, de acuerdo con el Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS), la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), la EPA y la Agencia para sustancias tóxicas y registro de enfermedades (ATSDR), no clasifica al Selenio en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.

Se incluyó en el análisis de riesgo, como un contaminante de preocupación debido a razones de la metodología propia de ERSA, pero se contextualizará la acción de descartarlos como indicadores de contaminación en los análisis del PR.

**Observación subsanada**

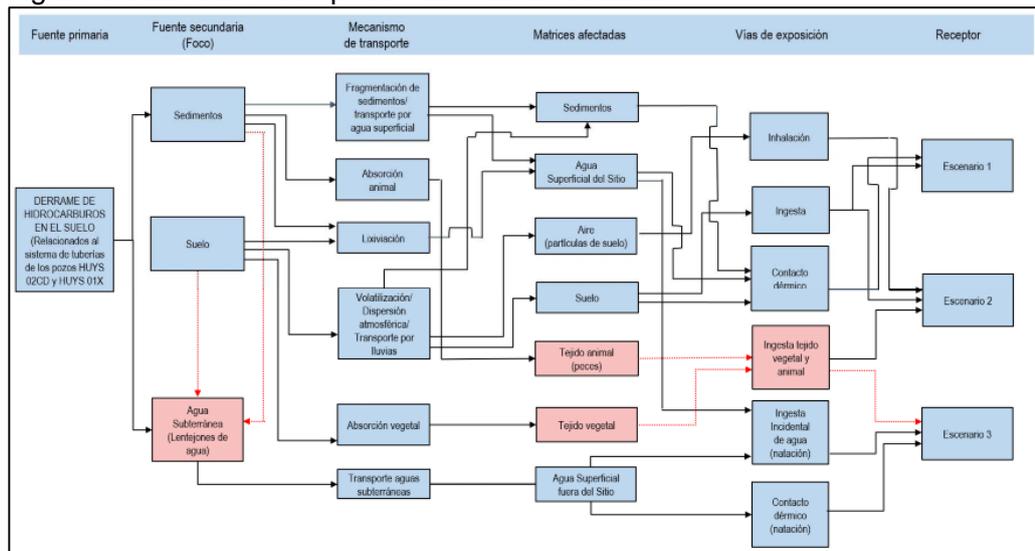
“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**4.8. Observación N° 08:** El punto A) "Modelo conceptual inicial del sitio" del ítem 4.2.1 "Determinación de los contaminantes de preocupación (CP)", menciona al agua superficial como fuente secundaria de contaminación. Al respecto, sabemos que la fuente (primaria o secundaria) es un área o punto de contaminación que emite contaminantes al ambiente en un sitio contaminado (Guía ERSA, Anexo A, glosario), además las aguas superficiales del área de estudio son sistemas lóticos y no contienen contaminantes (a excepción de bario que excedió ligeramente 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 actualiza el modelo conceptual inicial donde el agua superficial no es considerada como fuente secundaria debido a su condición lótica. Corrige los cuadros del modelo conceptual (Figuras 10 y 11).

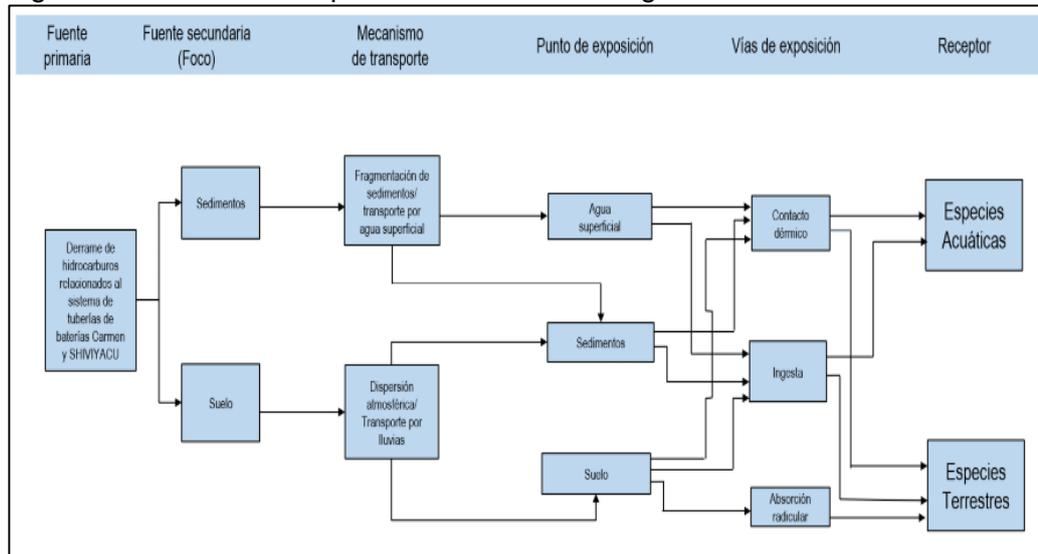
Figura 10. Modelo conceptual – Escenario Humano



Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 4-Ob-8a).

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 11. Modelo conceptual – Escenario Ecológico



Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 4-Ob-8b).

**Observación Subsanada**

**4.9. Observación N° 09:** El punto "Fuentes secundarias" del ítem 4.2.2 "Peligros identificados a través del Modelo Conceptual Inicial" indica que el agua subterránea reportó valores importantes de metales como: aluminio, arsénico, hierro, manganeso, mercurio, plata, selenio y zinc, concentraciones posiblemente relacionadas a la geoquímica del lugar pues el foco de contaminación no registra concentraciones significativas de estos metales y no están relacionado a contaminación por derrames históricos de hidrocarburos en el sitio S0107 (Sitio 1), a excepción del arsénico, el cual forma parte del análisis de riesgo que se presenta en las secciones posteriores.

Al respecto, se atribuye que los metales encontrados en el agua subterránea como aluminio, arsénico, hierro, manganeso, mercurio, plata, selenio y zinc, tenga relación con la geoquímica del lugar sustentado en que el foco de contaminación no registra concentraciones significativas de estos metales y no estaría relacionado a contaminación por derrames históricos de hidrocarburos en el sitio S0107 (Sitio 1). En ese sentido, el titular debe realizar los ensayos de lixiviación (SPLP y/o TCLP) a muestras geoquímicas del lugar y/o la caracterización del crudo derramado, a fin de que evidencien que los metales contenidos en el agua subterránea provienen de la geoquímica del sitio de estudio y/o descartar que los metales señalados provienen del crudo, que luego habrían migrado a este componente ambiental.

**Respuesta:**

El titular señala que realizó análisis de TCLP (lixiviados) para metales al 10% del total de muestras que superaron la norma ECA de suelos (tipo agrícola) para metales por sitio impactado. Según los resultados obtenidos para TCLP, de todas las muestras analizadas (solo metales que superaron el ECA Suelo) ninguna supera la norma internacional (EPA - Hazardous Waste Test Methods / SW-846) en los extractos de lixiviados de las muestras de suelos (Cuadro N° 16).

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
 "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**Cuadro N° 16. Concentraciones de TCLP**

Código de Muestra	Temporada	Concentración máxima de contaminantes por características de toxicidad ** (mg/l)				TCLP (mg/l)			
		As	Ba	Pb	Cd	As	Ba	Pb	Cd
S0107-S010-1.20	Húmeda	5	100	5	1	0,02979	12.353	0.27131	0,00200
S0107-S012-1.20	Húmeda					0,01974	1,3539	0.48213	0,0101
S0107-S013-1.00	Húmeda					0,07436	16,3	0.15185	0,000159
S0107-S014-0.60	Húmeda					0,00271	4,0207	0.09149	0,0116
S0107-S014-5.10	Húmeda					0,0014	5,1166	0.0151	0,00209
S0107-S022-1.50	Seca					0,02353	0,01954	0.02537	7,85 x 10 <sup>-9</sup>

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones (Cuadro, 2-1).

**Observación subsanada**

**4.10. Observación N° 10:** El ítem 5.5.1 "Descripción de las alternativas de remediación" menciona que de acuerdo al análisis de toxicidad de la comunidad hidrobiológica para los contaminantes de preocupación bario y arsénico, estos no superan los valores de la base de datos EPA ECOTOX, por lo tanto, el riesgo es bajo para el escenario ecológico. Por otro lado, se determinó un Riesgo Probable para la fracción de hidrocarburos F2, bario total, cadmio total y plomo total en la matriz suelos, así como arsénico total en sedimentos (es decir, la probabilidad que se manifieste el riesgo o que estos CP lleguen a afectar esta matriz ambiental). Para agua superficial y subterránea, se determinó un Riesgo No Probable. Adicionalmente se presentó los valores calculados de niveles de remediación (RBCA) para las matrices suelo y sedimento en su componente abiótico, cuadro 5-3 y 5-4.

Al respecto, los análisis de evaluación de riesgo a la salud y al ambiente (ERSA), determinaron un riesgo probable para las matrices suelo y sedimentos, sin embargo, solo se consideró la matriz suelo para la remediación. En ese sentido, el titular debe proporcionar las razones por la que no se consideró la matriz sedimento para la remediación.

**Respuesta:**

El titular señala que la evaluación del riesgo para el escenario abiótico se realiza a cada CP y para cada matriz donde se registró su presencia. Asimismo, la valoración cualitativa del riesgo donde los resultados de esta clasificación del riesgo tienen la siguiente interpretación la matriz ambiental evaluada: No Probable, que corresponde cuando el CP no presenta evidencias de afectación en la matriz ambiental evaluada; De Esperarse, que corresponde cuando el CP presenta alguna evidencia de afectación en la matriz ambiental evaluada y; Probable, que corresponde cuando el CP presenta evidencias significativas de afectación en la matriz ambiental evaluada.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

Indica que esta valoración es de carácter cualitativo, por ende, no se realiza una ponderación para cada uno de los rangos o criterios para estimar el riesgo abiótico; solo se considera la clasificación del riesgo “Probable” como la de mayor peso o valoración de cada CP sobre la cual se centrarían las actividades de remediación y donde se considera acciones de intervención y/o remediación al respecto. Si bien se determinó un riesgo sobre las matrices suelo y sedimentos, la evaluación de riesgo sobre este último se basa en métodos cualitativos que evalúan un riesgo per se del sedimento. No obstante, pese a las excedencias de arsénico, se priorizó los CP de la matriz suelo que, si bien es cierto tiene un riesgo per se, también constituye un riesgo sobre el receptor humano el cual dio un riesgo no aceptable para las sustancias no cancerígenas evaluadas para el receptor EH2 Cazador Niño. No obstante, sobre el sedimento no se tiene vías de exposición que representen un riesgo sobre este receptor.

#### **Observación subsanada**

- 4.11. Observación N° 11:** El punto Riesgo para cuerpos de agua superficial y subterránea, del ítem 4.10 “Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM” indica que la trasmittividad del flujo subterráneo se ve influenciada por el pH, textura del suelo y otras características, por lo que la presencia de los metales no necesariamente implica producto de la actividad antrópica, asimismo, el ítem 5.6.1 "Superficie y volumen a remediar y rehabilitar de acuerdo al objetivo definido" indica que en cuanto a la profundidad de remediación, se tomó en cuenta remediar el suelo superficial, por lo que se propone remediar hasta una profundidad de 0,60 m; a mayor profundidad también se encuentran excedencia de otros contaminantes, sin embargo, a esta profundidad los contaminantes se encuentran aislados y sin oportunidad de lixiviación (suelo impermeable, con dominio de arcillas), por lo que no se considera para la remediación.

Al respecto, se atribuye que los contaminantes (hidrocarburos y metales caracterizados) no tendrán oportunidad de lixiviar debido al suelo arcilloso. En ese sentido, a fin de sustentar la confinación y no lixiviación de contaminantes (hidrocarburos), el titular debe sustentar mediante el cálculo real de la velocidad de flujo con base a los parámetros de permeabilidad y gradiente hidráulico, la no lixiviación de metales e hidrocarburos en este tipo de suelo.

#### **Respuesta:**

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

Es importante aclarar que el sitio impactado S0107 (Sitio 1) corresponde a un pasivo ambiental, por lo que los derrames que en su oportunidad ocurrieron datan muchos años. En ese sentido, se presentan factores del lado de la seguridad para intuir la no lixiviación:

- Pruebas de laboratorio en muestras de suelo no reflejan existencia de lixiviación de metales.
- Por tratarse de antiguos derrames, el crudo se encuentra intemperizado, es decir, en el presente el crudo no debería lixiviar.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- La permeabilidad de las arcillas juega un papel importante dada la poca movilidad de agua en su matriz. Se realizó un ejercicio sencillo en un cuadro Excel, donde se calculó con base en permeabilidades teóricas el desplazamiento del agua en 1, 5, 10 y 20 años (considerando hipotéticamente un suelo isotrópico), obteniéndose que en las arcillas el agua dependiendo de la permeabilidad puede desplazarse entre 6 metros y 1 centímetro para permeabilidades respectivas de  $1 \times 10^{-6}$  cm/s (drenaje malo) y  $1 \times 10^{-9}$  cm/s (prácticamente impermeable) en 20 años, ver siguiente cuadro:

Cuadro N° 17. Desplazamiento hipotético del agua para diferentes permeabilidades y tipos de suelo

Tipo de material de suelo	Permeabilidad	Drenaje	sg/año	Desplazamiento en metros			
				Años			
				1	5	10	20
Gravas limpias	1.00E+01	Bueno	3.15E+07	3153600.00	15768000.00	31536000.00	63072000.00
	1.00E+02			31536000.00	157680000.00	315360000.00	630720000.00
Arenas limpias	1.00E+00			315360.00	1576800.00	3153600.00	6307200.00
	1.00E-01			31536.00	157680.00	315360.00	630720.00
	1.00E-02			3153.60	15768.00	31536.00	63072.00
Arenas limpias y mezcla de gravas	1.00E-03			315.36	1576.80	3153.60	6307.20
	1.00E-04			31.54	157.68	315.36	630.72
	1.00E-05			3.15	15.77	31.54	63.07
Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morrena glacial, depósitos de arcilla estratificada	1.00E-06			0.32	1.58	3.15	6.31
	1.00E-07			0.03	0.16	0.32	0.63
	1.00E-08			0.00	0.02	0.03	0.06
Suelos impermeables (arcillas homogéneas)	1.00E-09			0.00	0.00	0.00	0.01
		Prácticamente impermeable					

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 2-Ob-3d).

El administrado enlista los factores del lado de la seguridad para intuir la no lixiviación y a su vez ha realizado el cálculo real de la velocidad de flujo, sin embargo, este cálculo de flujo no se muestra en el plan de rehabilitación del SO 107 (Sitio 1).

**Observación subsanada**

- 4.12. Observación N° 12:** El proyecto de remediación plantea la utilización de agua para el consumo del personal (alimentos y aseo) y para el desarrollo de las actividades de remediación. Al respecto, no se precisa las fuentes de agua para el suministro de las actividades (de remediación) y uso del personal. En ese sentido, el titular debe precisar las fuentes de aguas para suministro del personal del campamento y para las actividades de remediación (estabilización / solidificación), además debe describir la infraestructura hidráulica a emplearse para la captación si fuera el caso, y precisar el manejo desde la captación hasta la disposición final en un diagrama de flujos, el cual debe incluir la cuantificación.

**Respuesta:**

El titular señala que debido a que el sitio S0107 está próximo a la plataforma petrolera, se tiene previsto solicitar a la operadora permiso para el suministro temporal. En caso no sea posible se extraerá el agua de una fuente de agua más cercana.

La fuente de agua (quebrada S0107) será en el punto de captación (S0107-CAP-001) de coordenadas 363 546E y 9 710 456N, y se tomó como referencia para determinar la disponibilidad hídrica el aforo en S107-AF-12 (39,95 L/s en

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

época húmeda). En el Cuadro N° 18, se presenta la disponibilidad hídrica al 75% de persistencia mensualizado en litros por segundo sobre el punto de captación y para mayor detalle presenta el Anexo 6.11.4d, dicho cálculo para la determinación de los caudales medios fue realizado por el método de Lutz Scholz.

Cuadro N° 18. Disponibilidad hídrica al 75% punto de captación S0107-Cap-001 (L/s)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Disp. Hídrica 75%	19,9	8,5	17,0	24,7	15,8	26,8	18,4	14,7	16,8	30,1	20,9	20,3

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 3-Ob-4a).

Cabe mencionar que para el proceso de remediación del sitio S0107 la demanda tanto industrial como doméstico es de 4,88 m<sup>3</sup>/día, es decir aproximadamente 0,056 L/s, por lo que podemos afirmar, que en la quebrada S0107 su menor caudal es de 8,5 L/s (febrero) el cual, si abastece las necesidades del plan de remediación para el mes más crítico, no existiendo déficit para ninguno de los meses del año.

Asimismo, presenta el flujograma cuantificado del manejo de agua, que muestra las demandas de agua para uso doméstico, y el efluente doméstico tratado será destinado para el uso industrial, así, también, indica las demandas para los procesos de construcción, operación y cierre.

#### Observación subsanada

- 4.13. Observación N° 13:** El punto "Aguas residuales domésticas" del ítem 5.6.5 "Descripción de los residuos y/o emisiones" señala que para la determinación del volumen de aguas residuales domésticas se ha considerado una dotación de agua de 80 litros/hab-día y un promedio de 28 trabajadores y que el 80 % se convertirá en efluente doméstico, cabe resaltar que la demanda de agua potable y por consiguiente el volumen de generación de efluentes domésticos es variable y estará en función al número de trabajadores. Por otro lado, el cuadro 5-42 "Cronograma para estabilización / solidificación y aislamiento con geomembrana" indica que entre la semana 8 y 11 habría más de 35 trabajadores.

Al respecto, el titular realiza el cálculo de volumen de agua para consumo y generación de aguas residuales domésticas considerando 28 trabajadores, en lugar de utilizar el número máximo de trabajadores. En ese sentido, el titular debe revisar y corregir los cálculos de los volúmenes de agua para uso del personal, así como la generación de las aguas residuales domésticas, volúmenes que posteriormente debe considerarse para el tratamiento de las aguas servidas, el cual debe presentarse en un flujograma cuantificado, desde la captación, tratamiento y disposición final.

#### Respuesta:

El titular corrige los cálculos para la determinación de la demanda de agua doméstica, considerando ahora un máximo de 61 trabajadores, por lo que la demanda de agua será 4,88 m<sup>3</sup>/día. Además, actualiza el cuadro 5-18 «Generación de efluentes domésticos», el cuadro 5-37 «Cronograma para

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

estabilización/solidificación y aislamiento con geomembrana». Precisa que el efluente doméstico será tratado en una PTARD y las aguas resultantes serán reutilizadas en las actividades de operación y cierre.

Al respecto, el titular modifica el cronograma de ejecución (cuadro 5-37), en ese sentido, debe actualizar el ítem 5.11.3 «Especificaciones técnicas» y los cuadros 5-14 «Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios para el tratamiento de remediación/rehabilitación en el sitio S0107 (Sitio 1)», 5-16 «Resumen de actividades asociadas a la remediación por E/S y aislamiento con geomembrana en el sitio S0107 (Sitio 1)», así como otros cuadros y/o ítems, según corresponda. Si estas actualizaciones modifican el manejo ambiental relacionado a los recursos hídricos, como demanda, control, monitoreo, entre otros, deberá actualizar la información correspondiente.

#### **Observación no subsanada**

- 4.14. Observación N° 14:** El cuadro 5-24 "Matriz de identificación de impactos y riesgos ambientales del Plan de Remediación - Etapa de construcción, operación y abandono" señala los potenciales impactos negativo/positivos directo/indirecto. Al respecto, durante los procesos de excavación y extracción de suelo contaminado y carguío de material, las aguas de lluvia pueden tener contacto con estos materiales indicados, y por medio del transporte fluvial pueden llegar a las quebradas alterando su calidad, sin embargo, el cuadro en mención no considera estos procesos como potencial impacto indirecto a la calidad de las aguas superficiales, asimismo, no establece las medidas de control y prevención para evitar que las aguas de lluvia tengan contacto con los materiales contaminados.

En ese sentido, el titular debe considerar a los procesos de excavación, extracción y carguío de suelo contaminado como potencial impacto indirecto a la calidad del agua superficial y revisar la matriz de identificación de impactos a fin de verificar que todas la actividades y posibles impactos hayan sido considerados en la evaluación, asimismo, debe establecer las medidas de control y prevención para evitar que las aguas de lluvia tengan contacto con el material contaminado durante los procesos de excavación, extracción y carguío de este material. Asimismo, debe indicar el manejo de las aguas subsuperficiales que migren al lugar.

#### **Respuesta:**

El titular presenta los cuadros 5-Ob-14a y 5-Ob-14b, que muestran las matrices de impactos y riesgos ambientales respectivamente. La matriz de identificación de riesgos ambientales identifica los riesgos a la calidad del agua superficial para las actividades: Movilización de equipos y materiales al sitio, operación del campamento y Carguío y traslado manual de material de suelo contaminado en bolsas de 25 kilos. Asimismo, considera como riesgo a la calidad de agua subterránea para las actividades: movilización de equipos y materiales al sitio y, preparación de camino para retiro manual del material contaminado excavado.

Asimismo, establece las medidas para evitar el contacto de las aguas pluviales son el sitio, que incluye: la construcción de techos móviles el cual deberá de cubrir el sector que se pretende extraer (evitar generación de agua de contacto) y en la perimetral del sitio se habilitarán desvíos; se dejará sin intervención 1,5 metros en cada margen del curso de agua superficial que pasa sobre el área a



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

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

intervenir; no se realizará ninguna actividad o intervención en la quebrada (cauce) existente y como medida preventiva Aguas abajo se colocará barreras de contención (material oleofílico, river boom, etc.); de lo observado, durante los trabajos de campo, se propone remediar hasta una profundidad de 0.60 m a mayor profundidad los contaminantes se encuentran aislados y sin oportunidad de lixiviación (suelo impermeable, con dominio de arcillas); el suelo transportado se cubrirá con lonas o láminas impermeables; en caso de lluvia, estas actividades de excavación, relleno, compactación y carguío se suspenderán temporalmente; en el sitio de pretratamiento del suelo (contaminado con cemento) se almacenará temporalmente el suelo excavado en un área techada que cuente con piso, cunetas de drenaje perimetrales y buzón de recolección impermeabilizados con geomembrana.

Al respecto, la matriz de identificación de riesgos ambientales, no considera a los procesos: Excavación y conformación de taludes, Extracción manual del material, Preparación de la mezcla de suelo cemento con maquinaria y disposición en compartimiento de aislamiento, entre otros, como potencial riesgo de contaminación a la calidad del agua superficial y/o subterránea. En ese sentido, debe revisar la matriz de identificación de riesgos ambientales a fin de verificar que todas las actividades y posibles impactos hayan sido considerados en la evaluación, además debe indicar el manejo ambiental, cuando corresponda, para evitar que estas actividades puedan contaminar el agua superficial y/o subterránea.

#### **Observación no subsanada**

**4.15. Observación N° 15:** El ítem 5.7.1.2 "Programa de manejo de instalaciones auxiliares", señala que las evacuaciones de excretas se efectuarán mediante letrinas y el ítem 5.8.2 "Aguas residuales (residuos líquidos)" indica que la instalación tendrá trampa de grasas en el tanque séptico, el cual tendrá una cobertura hermética. Asimismo, se indica que la grasa almacenada deberá ser eliminada cuando el volumen alcance un espesor equivalente al 50 % de la altura del líquido en ella.

Al respecto, no se detalla las características (diseño) de la letrina (tanque séptico). el cual debe considerar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas considerando el número máximo de trabajadores indicado en el cuadro 5-42 "Cronograma de ejecución". Adicionalmente, no se establece las medidas de control y de prevención, además, no se ha evaluado si este tipo de tratamiento es aplicable para el suelo de la zona. En ese sentido:

- **En caso de reúso para el control de polvo y/o áreas verdes deberá indicar la estructura de almacenamiento, conducción y sistema de distribución de las aguas a reusar, área destinada al reúso, frecuencia de riego y volumen a emplear, cuadro resumen de la evaluación de la calidad de las aguas de reúso, donde se indique los parámetros a evaluar (considerar D.S. N° 004-2017-MINAM y/o directrices de la OMS sobre calidad microbiológica de las aguas residuales a emplearse en agricultura), frecuencia de monitoreo (Tomar como referencia el formato del anexo 5 de la R.J. N° 224-2013-ANA). Lo presentado deberá guardar relación con el balance de agua solicitado.**
- En caso de descarga a un cuerpo de agua, presentar el caudal máximo de aguas residuales a verter ( $m^3/año$ ,  $m^3/mes$  y  $L/s$ ), régimen de

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas, determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la “Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua”, aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA. Considerar, que el punto de vertimiento y los puntos de control asociados a la descarga deberán ubicarse dentro del área de influencia ambiental directa del proyecto.

- En caso de infiltración al terreno, precisar el volumen ( $m^3/día$ ) de efluente a tratar e infiltrar, descripción de la Infraestructura de conducción, almacenamiento antes de la infiltración al terreno, test de percolación para cada tipo de terreno y nivel de la napa freática. Además, adjuntar un esquema del sistema de tratamiento.

#### Respuesta:

El titular señala que el agua residual doméstica del Sitio S0107 (Sitio 1), será tratada en una PTAR portátil y de acuerdo su diagrama “Tratamiento de aguas residuales” (Figura 6 del informe), posteriormente se destinará a reúso para los requerimientos industriales. La demanda de agua doméstica para un máximo de 61 trabajadores requerirá un volumen de  $4,88 m^3/día$ . La PTAR será portátil, que recibirá un caudal de  $3,90 m^3/día$  proveniente de las aguas residuales domésticas (Cuadro N° 19) y se reutilizará para los procesos industriales en las etapas de trabajo: construcción, operación y cierre (Cuadro N° 20). Asimismo, presenta el esquema del manejo de las aguas residuales.

Cuadro N° 19. Generación de efluentes

Efluentes	Dotación de agua (L/hab/día)*	N° de trabajadores	Demanda de agua diaria ( $m^3/día$ )*	Efluentes para reúso ( $m^3/día$ **)	Efluente doméstico total ( $m^3$ ) ***
Doméstico	80*	61	4,88	3,904	382,59

\* Dotación de agua para selva (MVCS, 2011)

\*\* Se considera que el 80% del agua consumida se convertirá en efluente doméstico (Norma OS.100)

\*\*\* Considerando el tiempo de 14 semanas (3,5 meses).

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 5-Ob-15a).

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

### Cuadro N° 20. Demanda de agua industrial

Etapa	Pre tratamiento con cemento (m <sup>3</sup> /día) *	Actividades de relleno y compactación (m <sup>3</sup> /día) **	Actividades de cierre de compartimiento de aislamiento (m <sup>3</sup> /día) ***	Control de polvo en caminos (m <sup>3</sup> /día)	Demanda de agua diaria (m <sup>3</sup> /día)
Construcción	-	-		0,19	0,19
Operación	1,40	0,93		0,38	2,72
Cierre			0,66	0,38	1,04
Total	1,40	0,93	0,66	0,95	3,94

Notas:

\*  $(341,15 \text{ m}^3 \times 1,15 \times 150 \text{ L/m}^3) / (1000 \text{ L/m}^3 \times 6 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 1,40 \text{ m}^3/\text{día}$

\*\*  $(341,15 \text{ m}^3 \times 1,15 \times 100 \text{ L/m}^3) / (1000 \text{ L/m}^3 \times 6 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0,93 \text{ m}^3/\text{día}$

\*\*\*  $(20 \times 20) \text{ m}^2 \times 0,30 \text{ m} \times 1,15 \times 100 \text{ L/m}^3 / (1000 \text{ L/m}^3 \times 3 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0,66 \text{ m}^3/\text{día}$

Dónde: volumen de suelo contaminado = 341,15 m<sup>3</sup>; área de suelo contaminado = 568,58 m<sup>2</sup>; factor de esponjamiento (Fw) = 1,15

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 5-Ob-15b).

Al respecto, señala que parte del agua tratada será destinada a riego de vegetación. En ese sentido, deberá indicar la estructura de almacenamiento, conducción y sistema de distribución de las aguas a reusar, 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) y frecuencia de monitoreo.

#### Observación no subsanada

- 4.16. Observación N° 16:** El ítem 5.7.1.6 "Programa de manejo del recurso hídrico", señala que el suelo excavado y colocado en una geomembrana temporalmente, tendrá un techo y un sistema de drenaje, permitiendo que toda el agua de lluvia que pueda captarse sea dirigida hacia un colector final, asimismo, la Fase III del ítem 5.11.3 "Especificaciones técnicas", establece que el agua debe ser desalojada de acuerdo a la velocidad de drenaje con una motobomba, recolectando dicha agua en tambores plásticos de 220 L para su posterior disposición final. Esta área techada tipo galpón deberá cubrir mayor área que la impermeabilizada para evitar que el agua de lluvia tenga contacto con el suelo contaminado.

Al respecto, el titular no establece con claridad el proceso de captación de las aguas de lluvia (aguas de no contacto) y su disposición final. Asimismo, no establece el cálculo del caudal para el diseño del sistema de drenaje y almacenamiento, además de su disposición final.

En ese sentido, el titular debe detallar el proceso y la disposición final de las aguas de 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.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”  
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Respuesta:**

El titular indica que las aguas de lluvia (aguas de no contacto), serán desviadas o derivadas mediante canales trapezoidales. No se tiene previsto, almacenar el agua de no contacto, ni tratarla. Se permitirá que ese flujo de agua siga su curso según la topografía natural del sitio. Los canales de derivación y zanjias están diseñados para el flujo de diseño de un evento máximo de 24 horas en 100 años, diseñados para un borde libre de 0.2 metros. En caso de un flujo supercrítico, los canales han sido dimensionados considerando la profundidad conjugada de flujo máxima, que significa que algunos canales con la superficie libre excederán los 0,3 metros. Los alineamientos del canal se han definido usando un radio mínimo de curvatura para asegurar que la super elevación del flujo en la curva se encuentre dentro del borde libre del canal (anexo 6.11). Los canales están diseñados como secciones trapezoidales con revestimiento de geomembrana y con taludes laterales de 0,5H:1V cuando se asume que la sección del canal está excavada en suelo. La longitud total aproximada será de unos 150 metros sobre la zona a remediar y sobre el sitio de tratamiento, será en un área de 100 m x 100 m. El caudal máximo de diseño tiene un valor de 0,78 m<sup>3</sup>/s (Cuadro N° 21).

Cuadro N° 21. Características geométricas del canal de coronación del S0107

Q (m <sup>3</sup> /s)	B (m)	z	n	S (m/m)	Y (m)	A (m <sup>2</sup> )	T (m)	Tipo de revestimiento
0,78	0,40	1,0	0,013	0,010	0,3794	0,2958	1,1589	Geomembrana
F	P (m)	R (m)	V (m/s)	E (m-kg/kg)	f (m)	H' (m)	H asumido (m)	Flujo
1,6668	1,4732	0,2008	2,6373	0,734	0,126	0,506	0,70	Supercrítico

Q= caudal en m<sup>3</sup>/s  
 b = Ancho solera en m.  
 Z = Talud.  
 n = Rugosidad.  
 S = Pendiente en m/m.  
 Y = Tirante normal en m.  
 H = Altura de Canal en m

A= Área hidráulica en m<sup>2</sup>  
 T = Espejo de agua en m.  
 F = Número Froud.  
 P = Perímetro en m.  
 R = Radio hidráulico en m.  
 V = Velocidad en m/s.  
 E = Energía Específica en m-kg/kg

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 4-Ob-16b).

**Observación subsanada**

**4.17. Observación N° 17:** El ítem 5.7.1.6 "Programa de manejo del recurso hídrico", menciona que el efluente o agua de contacto será tratado como agua contaminada y será llevada a una EO-RS. Asimismo, el punto B) "Lixiviados" del ítem 5.8.2 "Aguas residuales (residuos líquidos)" precisa que el área de aislamiento con geomembrana contará con un sistema de captación de lixiviados y su respectivo tanque de lixiviados, el cual será monitoreado de acuerdo con el Plan de Monitoreo de lixiviados. Por otro lado, se indica que se gestionará el permiso de uso de agua para el abastecimiento de agua con fines de uso industrial.

Al respecto, no se detalla el sistema de tratamiento y/o manejo de las aguas de los probables lixiviados antes de ser enviada a una EO-RS. Por otro lado, no se ha estimado la cantidad de agua necesaria para el abastecimiento en las actividades (procesos) de estabilización / solidificación, así como el balance de masas correspondiente. En ese sentido, el titular debe detallar el tratamiento

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

y/o manejo de los lixiviados antes de ser enviado a la EO-RS. Asimismo, debe presentar el flujograma y el balance de agua relacionado a las actividades de estabilización/solidificación correspondiente.

### Respuesta:

El titular señala que, los lixiviados que pueda escurrir (resumir) de las pilas de suelo temporalmente almacenadas para pretratamiento (mezcla con agente estabilizante – cemento) en un ambiente techado con piso impermeabilizado previamente con geomembrana y, un canal de drenaje y buzón recolector también techados e impermeabilizados con geomembrana, que permitirá desalojar mediante bombeo el volumen de agua de contacto hacia cilindros plásticos de 220 litros de capacidad serán retirados por una EO-RS. Además, indica que el proceso de estabilización/solidificación no genera efluentes.

En la respuesta a la observación 15, se mencionó que las aguas residuales domésticas tratadas serán utilizadas para los procesos industriales por los que no requerirá agua adicional. Presenta además de la demanda de agua (Cuadro N° 19), el balance agua de los procesos (Cuadro N° 22) y el esquema (balance de agua) del sitio S0107. Debe anotarse que en el esquema hay un remanente de 240 m<sup>3</sup> de agua tratada, el cual será utilizado en las labores de riego para la revegetación.

Cuadro N° 22. Balance de agua

Etapa	Tiempo en semanas	m <sup>3</sup> provenientes de la PTAR (entrada)	m <sup>3</sup> solicitados para uso industrial (entrada)	m <sup>3</sup> demanda según cuadro resumen (salida)	m <sup>3</sup> Balance acumulado
Construcción	5	137	0	6,7	130
Operación	6	164	0	114,0	180
Cierre	3	82	0	21,8	240
Total	14	383	0	142,5	
Balance		383		142,5	<b>240</b>

Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 5-Ob-17).

Al respecto, debe revisar la observación 15, con respecto al agua tratada para riego de revegetación.

### Observación no subsanada

- 4.18. Observación N° 18:** el ítem 5.11.3 “Especificaciones técnicas”, señala que la ubicación de las áreas de construcción del aislamiento con geomembrana, de las áreas de adecuación y las áreas de almacenamiento temporal del material, será en el entorno de los sitios impactados, preferiblemente en un área ya intervenida. Asimismo, el punto “Ubicación de área de préstamo” del ítem 5.6.2 “Descripción de las acciones de remediación y rehabilitación que correspondan”, señala que los sitios de préstamo deben cumplir con la accesibilidad, distancia mínima de acarreo, calidad de suelo limpio y libre de vegetación y, facilidad de extracción y colocación.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

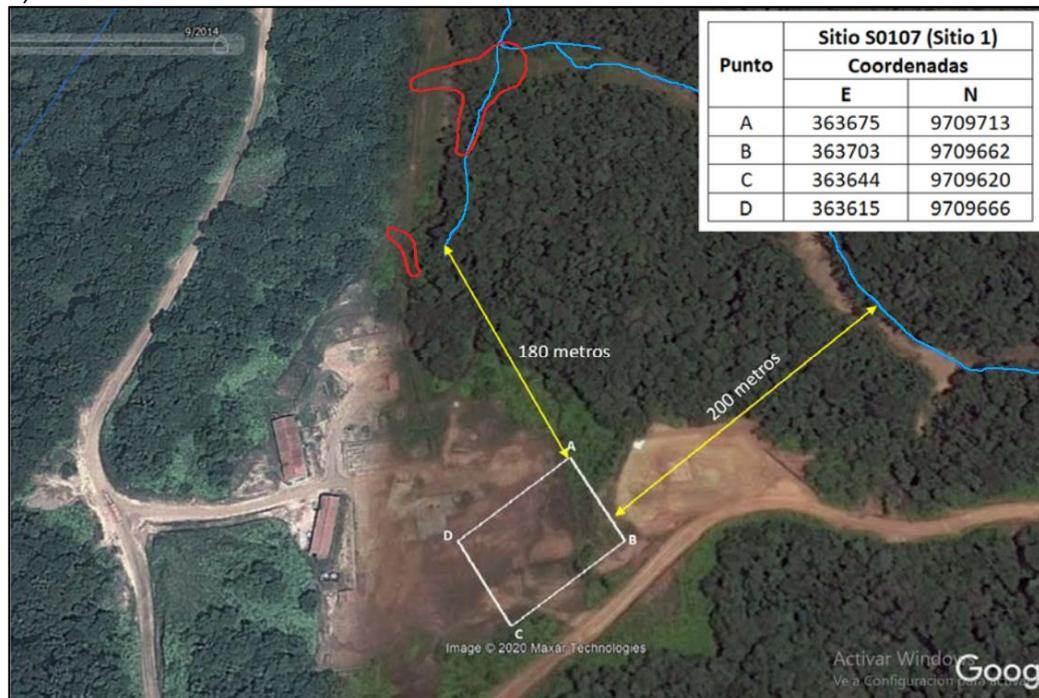
Al respecto, el titular no indica que el área de préstamo, las construcciones de aislamiento para los suelos recuperados y demás componentes, serán ubicados fuera de la faja marginal de los cuerpos de agua. En ese sentido el titular debe señalar que el área de préstamo, las construcciones de aislamiento para los suelos recuperados y los demás componentes serán ubicados alejados de la faja marginal de los cursos de agua. Para determinar dicha área debe consultar la RJ 332-2016-ANA.

### Respuesta:

El titular señala que el material de préstamo será adquirido a través de las CCNN. Sin embargo, no se tiene previsto obtener ese material de cauces de río, ya que, como premisas de los trabajos de remediación, se tienen: (i) no impactar cauces de ríos; (ii) no hacer vertidos a cuerpos de agua.

Indica, que la ubicación de las áreas de construcción y las áreas de almacenamiento temporal del material será en el entorno de los sitios impactados (Figura 12). Señala que las áreas mencionadas se encuentran alejados de la franja marginal del cuerpo de agua a una distancia no menor de 130 metros y que de acuerdo a la RJ 332-2016-ANA para tramos de río de selva con baja pendiente (< 1%) la distancia mínima es 25 metros.

Figura 12. Distancia de sitio de tratamiento a cuerpos de agua. Sitio S0107 (Sitio 1)



Fuente: PR del Sitio Impactado S0107, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 5-Ob-18).

### Observación subsanada

- 4.19. Observación N° 19:** el ítem 5.12.2 “Plan de monitoreo de lixiviados”, menciona que se tiene previsto realizar el monitoreo del sistema de captación de lixiviados, y los parámetros a evaluar, será como referencia los establecidos por los límites máximos permisibles LMP de efluentes líquidos para el subsector hidrocarburos DS N° 037-2008 –PCM. Asimismo, el ítem 5.12.3 “Plan de



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

monitoreo de calidad de agua y sedimentos”, establece los puntos de monitoreo: aguas arriba y agua abajo del polígono (sitio contaminado S0107).

Al respecto, el titular establece el monitoreo del lixiviado que podría producirse en el sitio de acondicionamiento final, además del monitoreo de la quebrada s/n: aguas arriba y aguas abajo del polígono de los sitios impactados, que podría ser afectada por la excavación y carguío del sitio contaminado, sin embargo, no indica que habrá puntos de control: aguas arriba y aguas abajo, de los cuerpos de agua que se encontraran cercanos al futuro sitio de acondicionamiento final. En ese sentido, el titular debe incluir en su plan de monitoreo de la calidad de agua y sedimentos, la evaluación en puntos aguas arriba y aguas abajo del cuerpo de agua que se encontraran cercanos al futuro sitio de acondicionamiento final de los suelos rehabilitados.

### **Respuesta:**

El titular señala que no se considera el monitoreo de lixiviados debido a que no generarán por el acondicionamiento del sitio final, compartimiento excavado en suelo con refuerzo de impermeabilización con geomembrana de 1 mm de espesor que evita el transporte o migración de lixiviados con alto contenido de metales pesados. Presenta el programa de monitoreo de calidad de agua superficial, sedimentos y agua subterránea en la etapa post cierre, donde plantea cuatro puntos de control, parámetros de campo, fisicoquímicos (SST y metales: As, Ba, Cu, Cd-d, Cr, Cr-VI, Hg, Mn, Ni, Pb, V y Zn), además de HTP, BTEX, HAP y aceites y grasas en agua superficial, metales (AS, Ba, Cu, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, V y Zn) HTP, BTEX y HAP en sedimentos y, parámetros de campo (pH, T°, CE, OD), y turbidez, metales (As, Ba, Cu, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, V y Zn) Fracción de hidrocarburos F2, HTP, HAP (benzo-a-pireno, antraceno y fluoranteno) y BTEX (benceno).

Al respecto, los procesos como remoción de suelo contaminado, acondicionamiento de suelo tratado solidificado y otros, deben tener un mecanismo de control de la contaminación durante la ejecución de las actividades de rehabilitación, los que deben considerar los parámetros básicos y los contaminantes de preocupación. Por otro lado, las coordenadas de las estaciones de monitoreo post ejecución no se ubican en los cuerpos de agua del entorno del sitio S0107, además no establece selenio como parámetro de control el cual fue determinado como CP.

En ese sentido, considerando además la observación 4, debe actualizar el programa de monitoreo de agua superficial, sedimentos y agua subterránea durante la ejecución de las actividades considerando los parámetros de campo, además de caudal, físico químicos, metales, HTP, BTEX y HAP (incluyendo todos los parámetros que fueron determinados como contaminantes de preocupación) según la matriz que corresponda, asimismo, debe incluir y actualizar el programa de monitoreo post ejecución de obra de agua superficial, sedimentos y agua subterránea, el cual debe incluir los parámetros contaminantes de preocupación como selenio.

El programa de monitoreo de agua superficial, sedimentos y agua subterránea, durante la ejecución del proyecto de remediación y post obra, debe indicar: código de estación, descripción, coordenadas de ubicación (datum WGS 84 y zona correspondiente), parámetros a monitorear, normativa aplicable (categoría o subcategoría del cuerpo de agua), frecuencia de monitoreo, temporada y etapa del proyecto. Asimismo, debe adjuntar el mapa de monitoreo

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

de aguas superficial, subterránea y sedimentos, en formato pdf y shapefile, a una escala adecuada, superpuesto a la red hidrográfica y todos los componentes que formarán parte del proyecto de remediación y rehabilitación del Sitio S0107.

#### Observación no subsanada

- 4.20. **Observación N° 20:** El ítem 5.12.3 "Plan de monitoreo de calidad de agua y sedimentos" para el monitoreo post ejecución, señala en el cuadro 5.42 "estaciones a monitorear"

**Cuadro 5-42 Estaciones a monitorear**

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM [m]	
		Este	Norte
CASub-01	Aguas arriba del sitio	363 655	9 710 063
CASub-02	Aguas abajo del sitio	363 636	9 709 806

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Al respecto, El cuadro 5.42 indica puntos pertenecientes a agua subterránea, como puede verse en el cuadro 5-39.

**Cuadro 5-39 Estaciones a monitorear**

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM [m]	
		Este	Norte
CASub-01	Aguas arriba del sitio	363 655	9 710 063
CASub-02	Aguas abajo del sitio	363 636	9 709 806

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En ese sentido, el titular debe revisar y corregir los puntos señalados en el cuadro 5-42. 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 señala que se estableció los puntos de monitoreo de sedimentos, agua superficial y subterránea, lo que se detallan en la observación 19.

Al respecto, debe revisar la observación 19, y actualizar la información.

#### Observación no subsanada

- 4.21. **Observación N° 21:** el ítem 5.12.1 "Plan de Monitoreo de agua subterránea" establece las estaciones de monitoreo (Cuadro N° 23) denominada "aguas arriba del sitio y aguas abajo del sitio".

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

**Cuadro N° 23. Puntos de monitoreo de agua subterránea.**

Estación de Evaluación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
CASub-01	Aguas arriba del sitio	363 655	9 710 063
CASub-02	Aguas abajo del sitio	363 636	9 709 806

Fuente: Consorcio JCI-HGE (cuadro 5-39)

Al respecto, los puntos establecidos para el monitoreo de agua subterránea, no podrían señalarse como aguas arriba y aguas abajo del futuro sitio de remediación. En ese sentido, el titular debe establecer el (o los) punto(s) de monitoreo de agua subterránea aguas abajo (y aguas arriba) del futuro sitio de suelo rehabilitado, luego de realizado la evaluación hidrogeológica que determine con certeza de la dirección del flujo subterráneo.

**Respuesta:**

El titular señala que se estableció los puntos de monitoreo de agua subterránea, lo que se detallan en la observación 19.

Al respecto, de la evaluación hidrogeológica que determinó que no se puede definir una dirección de flujo subterráneo, debe corregir la descripción del punto de monitoreo el cual debe establecer claramente una referencia y corregir las coordenadas, si corresponde, de acuerdo a la observación 19.

**Observación no subsanada**

**5. CONCLUSIÓN**

- 5.1. Luego de haber revisado la Subsanación de las observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0107 (Sitio 1) por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Corrientes, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se encuentra que ocho (8) de veintiuno (21) observaciones no fue absuelta, por lo que el titular debe presentar información complementaria para emitir la opinión técnica correspondiente.

**6. RECOMENDACIONES**

- 6.1. 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.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Firmado digitalmente por QUISPE  
QUISPE Wilfredo FAU  
20520711865 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 2021/04/27 16:35:35-0500

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”

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

- 6.2.** La Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas remitirá la información complementaria al titular del proyecto para que cumpla con el sustento técnico y la normativa en relación con los Recursos Hídricos

Es cuanto tengo que informo a usted, para los fines pertinentes.

Atentamente,

**FIRMADO DIGITALMENTE**

**WILFREDO QUISPE QUISPE**

PROFESIONAL

DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS