

INFORME TECNICO N° 0109-2023-ANA-DCERH/WQQ

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

ASUNTO : Segunda Información Complementaria al "Plan Dirigido a la Remediación -Estación Morona", presentado por PETROLEOS DEL PERU S.A.– PETROPERU

REFERENCIA : Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH

FECHA : San Isidro, 26 de julio de 2023

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

I. ANTECEDENTES

- 1.1. El 29 de setiembre de 2022, mediante Oficio N° 707-2022-MINEM/DGAAH/DEAH, la Dirección de Evaluación Ambiental de Hidrocarburos (DEAH) de la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (DGAAH del MINEM), remitió a la Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (DCERH de la ANA) el Plan Dirigido a la Remediación (PDR) indicado en el asunto, a fin de que se emita la opinión técnica. El presente PDR fue elaborado por consultora TEMA LITOCLEAN S.A.C.
- 1.2. El 11 de enero de 2023, mediante Oficio N° 032-2023-MINEM/DGAAH/DEAH, la DGAAH del MINEM, remitió a la DCERH de la ANA un oficio reiterando el pedido de opinión al IGA del asunto.
- 1.3. El 08 y 16 de marzo del 2023, mediante Oficio N° 145-2023-MINEM/DGAAH/DEAH y Oficio N° 166-2023-MINEM/DGAAH/DEAH, la DGAAH del MINEM, remitió a la DCERH de la ANA un oficio reiterando el pedido de opinión al IGA del asunto.
- 1.4. El 17 de marzo de 2023, mediante Oficio N° 0362-2023-ANA-DCERH, la DCERH de la ANA remite a la DEAH del MINEM, el Informe Técnico N° 0028-2023-ANA-DCERH/WQQ que contiene las diecisiete (17) observaciones formuladas al PDR del Asunto.
- 1.5. El 19 de junio de 2023, mediante Oficio N° 346-2023/MINEM/DGAAH/DEAH, la DEAH del MINEM remitió a la DCERH de la ANA, el levantamiento de observaciones formuladas al PDR del Asunto.
- 1.6. El 27 de junio de 2023, mediante Oficio N° 1090-2023-ANA-DCERH, la DCERH de la ANA remite a la DEAH del MINEM, el Informe Técnico N° 0094-2023-ANA-DCERH/WQQ, que contiene información complementaria que el administrado debe presentar al PDR, indicado en el asunto.

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- 1.7. El 20 de julio de 2023, mediante Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH, la DEAH del MINEM remitió a la DCERH de la ANA, la información complementaria correspondiente al PDR del asunto.
- 1.8. El presente Instrumento de Gestión Ambiental fue evaluado por el Blgo. Alvaro Martín Martínez Vila (Profesional Especialista de la DCERH) y por el Ing. Uriel Nestor Marca Ventura (Especialista en Hidrogeología de la DCERH).
- 1.9. El 25 de julio del 2023, mediante Carta N° 038-2023-AMMV, vía SISGED se remitió el informe elaborado por el Blgo. Martín Martínez, con CBP N° 3747 con los aportes del Ing. Uriel Marca Ventura (Especialista en Evaluación Hidrogeológica) con CIP 166585, para su emisión.

II. MARCO LEGAL

- 2.1. Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, Decreto Supremo N° 001-2010-AG y sus modificatorias.
- 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. Decreto Supremo N° 039-2014-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos.
- 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 Jefatural N° 106-2011-ANA, Procedimiento para la emisión de opinión técnica de la Autoridad Nacional del Agua en los procedimientos de evaluación de los estudios de impacto ambiental relacionados con los recursos hídricos.
- 2.7. Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, Reglamento para el otorgamiento de autorización de vertimientos y reúso de aguas residuales tratadas.
- 2.8. 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.
- 2.9. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- 2.10. Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales.
- 2.11. Resolución Jefatural N° 319-2015-ANA, Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial.
- 2.12. Resolución Jefatural N° 030-2013-ANA, Reglamento para la Formulación y Actualización del Inventario de la Infraestructura Hidráulica Pública y Privada.
- 2.13. Resolución Jefatural N° 086-2020-ANA, Guía para realizar inventarios de fuentes de Agua Subterránea.

III. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Ubicación

La Estación Morona pertenece al sistema de bombeo del Oleoducto Norperuano, se ubica en la progresiva Km 167 + 864 del Ramal Norte del Oleoducto Norperuano (en



**BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024**

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

adelante, ORN), en el distrito de Morona, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto.

Cuadro N° 01: Coordenadas UTM de Área de PETROPERÚ (WGS 84) de Estación Morona

Vértices	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 M)	
	Este (m)	Norte (m)
I	252 677	9 559 492
II	252 552	9 559 349
III	252 633	9 559 238
IV	252 584	9 559 150
V	252 678	9 559 089
VI	252 874	9 559 391

Fuente: PDR- Estación Morona- Cuadro 7- Estudio de Caracterización

Imagen 1: Ubicación del Proyecto



Fuente: PDR- Estación Morona- Figura 2- Estudio de Caracterización

El emplazamiento corresponde a una zona industrial que comprende un área de 6,6 ha y se encuentra registrado en la SUNARP con N° de Partida 11001897 de registros de predios. El emplazamiento limita por el oeste con la Comunidad Nativa Fernando Rosas, por el norte con el río Morona y por el este y sur con áreas boscosas intervenidas. El Estudio de Zonificación Ecológica y Económica de la Cuenca Pastaza - Morona, 2009, indica que la Estación Morona se encuentra ubicada en una zona industrial y con actividad petrolera.

Actualmente la Estación Morona se encuentra inoperativa, es decir no realiza bombeo desde el año 2015. Es considerada como una estación de monitoreo de condiciones operativas del ORN y como logística para el mantenimiento del mismo.

Objetivos del Plan Dirigido a la Remediación (PDR)

Objetivo General

El objetivo general del Plan Dirigido a la Remediación (PDR) de la Estación Morona es establecer las etapas y plazos para la ejecución de las medidas de remediación,



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

mitigación, monitoreo y/o control institucional más adecuados para la afectación existente en Estación Morona.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos para el emplazamiento objeto de estudio se detallan a continuación:

- Selección de la(s) alternativa(s) de remediación a aplicar:
 - Determinar las técnicas de remediación potencialmente aplicables.
 - Proponer las alternativas de remediación a evaluar en el análisis de viabilidad.
 - Realizar el análisis de viabilidad y seleccionar la(s) alternativa(s) de remediación más apropiadas para el sitio.
 - Elaborar la propuesta detallada la(s) alternativa(s) de remediación seleccionadas.
- Definir las medidas de gestión (monitoreo, seguimiento y/o control institucional).
- Establecer el cronograma de implementación de las medidas propuestas.
- Estimación del costo asociado a la aplicación de las medidas propuestas.
- Propuesta de escenarios de actuación alternativos.

Descripción del sitio contaminado. -

La Estación Morona inició sus operaciones el año 1997. Actualmente, está ubicada sobre parte de la llanura aluvial del río Morona y a 100 m al Noroeste está ubicado el poblado Fernando Rosas, en donde hay presencia de áreas de cultivo. Previo a la implantación de la Estación Morona, no se conoce ningún otro uso del predio, por lo que se estima que se trataba de terrenos sin ningún uso, aunque atendiendo a las características del entorno, podría haber tenido algún uso agrícola.

Eventos históricos más importantes identificados para Estación Morona

Cuadro N° 02: Eventos Históricos Importantes de la Estación Morona

Año	Evento	Documento de Referencia
1976	Construcción del Oleoducto Norperuano	IISC – Oleoducto Norperuano
1977	PETROPERU inició operaciones del Gran Sistema del Oleoducto Norperuano, que tiene un recorrido de 856 kilómetros	IISC – Oleoducto Norperuano / web PETROPERU
1994	Aprobación del PAMA del Oleoducto Norperuano	Oficio N° 136-95-EM/DGH
8/03/12	PETROPERU detecta presencia de trazas de hidrocarburo en el terreno de la zona adyacente a la Estación Morona. Se presentó un derrame cerca de la poza de Quema y la Trampa Scraper	Informe de PETROPERU
30/05/12	Incidente en la Estación Morona. En la supervisión del OEFA realizada a oleoducto entre 12 y 23 de mayo de 2014, se realizó monitoreo de la zona donde se acumulaba tierra impregnada con hidrocarburos, según informe N° 84-2013-OEFA/DS-HID.	Acta Supervisión Directa OEFA (12-23 de mayo 2014)
2012	Ingresa al OEFA la Declaración de Manejo de Residuos Sólidos 2011 y el Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2012, correspondiente al Terminal Bayovar y Estaciones 9, 8, 7, 6, 5, 1, Morona y Andoas.	Carta N° ADOL-USIPA-044-2012
2014	OEFA reporta la supervisión de las Unidades del Oleoducto: Terminal Bayovar, Estación Morona, Estación 8, Estación 7, Estación 6, Estación 5, Estación Andoas, Estación Morona y Estación 1 (Saramuro).	Acta de Supervisión OEFA
11/05/17	Evento Ambiental. PETROPERU detecta la presencia de afloramiento de hidrocarburo en la quebrada Shifeco	Reporte de PETROPERU
2018	OEFA realizó una Visita de Supervisión Especial del 12 al 14 de marzo de 2018. Supervisó la zona materia de denuncia ambiental en la quebrada Shifeco.	Acta de Supervisión N° 0058201DSEM-CHID
2019	OEFA, realizó una visita de Supervisión Regular del 24 al 27 de abril de 2019. Evidenció afectación a lo largo de la quebrada Shifeco.	Acta de Supervisión N° 0079201DSEM-CHID
2021	Inicio de Procedimiento Administrativo Sancionador (PAS) contra Petroperú.	RSD N° 010664-2021-OEFA/DFAI-SFEM

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 08



Tipo de Instalaciones / Instalaciones Remanentes

PETROPERÚ en la Estación Morona realizaba la actividad rebombeo de crudo, transportado a través del Oleoducto Norperuano, desde la Estación Andoas hasta la Estación 5. El objetivo de esta actividad era romper con la dificultad del transporte de crudo ocasionado por la fisiografía agreste del terreno y la distancia entre la Estación Andoas y la Estación 5. Sin embargo, la Estación Morona no realiza la actividad de rebombeo desde el año 2015, aproximadamente. Actualmente cumple la función de estación de monitoreo de las condiciones operativas del ORN y como logística para el mantenimiento del mismo.

Actividades principales que cumplía la Estación Morona.-

Transporte de crudo desde Estación Andoas- Rebombeo de crudo en Estación Morona- y Transporte de crudo hacia estación 5:

El desarrollo de este proceso requiere de operaciones e instalaciones de apoyo, tales como:

Acceso a la Estación, Área de Motobombas, Sistema de Alivio, Recepción / Almacenamiento / Distribución de diésel, Almacenamiento de Materiales y Sustancias, Manejo de Residuos, Taller de Mantenimiento, Sistema Contra Incendios (SCI), Sistema de Generación de Energía Eléctrica, Sistema de Drenaje, Sistema de Tratamiento de Agua Potable, Laboratorio, Oficinas y Área de Servicios Higiénicos.

Actividades e instalaciones en Rebombeo de crudo en Estación Morona:

- a) Rebombeo de Crudo
- b) Mantenimiento del Oleoducto Norperuano
- c) Almacenamiento Temporal de Crudo en Zona Industrial de la Estación.
- d) Recepción, Almacenamiento y Distribución de Diésel (combustible para operaciones de generación de energía eléctrica y rebombeo de crudo).
- e) Residuos Depositados en el Sitio

Instalaciones:

- Poza para Material Contaminado (fuera de uso, almacenaba materiales impregnados con hidrocarburos).
- Antigua Zona del Incinerador de Residuos Sólidos: inoperativo y retirado.
- Puntos de Acopio de Residuos Sólidos
- Almacén Temporal de Residuos Peligrosos: Con cilindros metálicos de hidrocarburos, tubos fluorescentes, filtros, vidrios, etc y anaqueles metálicos con baterías usadas. Losa en estado regular.
- Poza de Residuos: fuera de la Zona industrial, fuera de uso. Se enterraba suelo contaminado con hidrocarburos. Zona remediada por empresa LAMOR (2018).

- f) Zona de chatarra.

Modelo Conceptual del sitio contaminado

Presentan el Modelo Conceptual del sitio contaminado (MCS). Describen la interacción de los compuestos nocivos detectados en el emplazamiento con el medio y con los receptores. (ítem 5.7.2 del PDR). Sirvió de base para el muestreo de detalle en fase de



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

caracterización del sitio. El modelo fue actualizado (ítem 7.3), incluyendo Fuentes de los contaminantes críticos seleccionados; Rutas de migración de sustancias de un medio físico a otro; Vías de exposición y Receptores potenciales de la contaminación.

En función del Modelo, por la afectación existente y por los potenciales riesgos que puede representar el sitio contaminado, determinaron la necesidad de elaborar la Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente y el Plan Dirigido a la Remediación para el Estación Morona.

Gestión de Efluentes

Efluentes Industriales

La actividad de mantenimiento podría generar aguas hidrocarburadas que serían recolectadas en drenes y derivados a las Pozas API, conectados a la red interna de captación de aguas pluviales.

La estación cuenta con **tres (3) Pozas API**. Una que recibe las aguas de la zona estanca de los tanques TV-1301, TV-1302 y TV-1303, la otra que recibe las aguas hidrocarburadas de los generadores y la última recibe las aguas provenientes de la zona de las motobombas.

Las Pozas API están conformadas por una estructura instalada bajo tierra, en la parte interior una tubería de ingreso y de salida de 4 pulgadas de diámetro para la poza de la zona de tanques y de 2 pulgadas para la zona de generadores y motobombas.

La Poza API de la zona de tanques cuenta con tres cubículos o separadores de concreto con la finalidad de separar los remanentes de hidrocarburos. La tubería de salida de la poza API va hacia la quebrada Shifeco cercana a la Estación. La limpieza y extracción de crudo confinado en esta poza se hace manualmente y son trasladados de la misma forma en depósitos hacia el tanque sumidero TV1308, por ser el más cercano, para su pronta transferencia al tanque de alivio TV1301 y posterior inyección a la tubería del ORN durante las actividades de rebombeo de crudo hacia Estación 5. Cabe indicar, que esta actividad se realizaba durante el rebombeo que se ejecutaba en la Estación Morona.

La Poza API de la zona de los generadores y motobombas, en la parte interior tiene una plancha metálica para función separadora de remanentes de hidrocarburos (crudo, aceites, combustibles y grasas)-agua. La tubería de salida de la Poza API de los generadores y motobombas es de 2 pulgadas de diámetro con su respectiva válvula manual del mismo diámetro; esta tubería va enterrada y está conectada a unos colectores subterráneos de tuberías de 4 pulgadas de diámetro que van en dirección hacia el Tanque Sumidero TV-1307 y al Tanque sumidero TV- 1308 que almacena los remanentes de hidrocarburos procedentes de la Zona de Motobombas de crudo y generadores respectivamente; para su pronta transferencia al tanque de alivio TV- 1301 y posterior inyección a la tubería del ORN durante las actividades de rebombeo de crudo hacia Estación 5.

Cabe señalar que, según el Acta de Supervisión, *Expediente N° 0079-2019-DSEM-CHID*, con fecha 24 de abril de 2019 (Pág. 374) del OEFA, se menciona lo siguiente: *"En relación con el efluente industrial, el administrado no registra ningún parámetro (informes de monitoreo ambiental, 2017 y 2018). Según lo indicado por el administrado, el motivo del no registro de análisis, se debe a que no hay flujo de caudal de efluentes*



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

industriales en la Estación Morona. Durante la supervisión de OEFA verificó que, los sistemas de efluentes industriales no presentan flujo de agua para realizar el muestreo".

Por lo tanto, el sustento presentado por parte de Petroperú por el cual se deja sin efecto el PAS, es la constatación a cargo de OEFA (abril de 2019), de que *"no se generan efluentes industriales en la Estación Morona, debido a que no se drenan tanques y se cuenta con un pronunciamiento de la Autoridad que el lavado de generadores y motobombas se hace en seco, sin generación de efluentes"*.

Efluentes Domésticos

Los efluentes domésticos de la Estación Morona se recolectan a través de una red de drenaje, para ser vertidos al Pozo de Percolación, ubicado al Sureste de la Zona de Vivienda. Actualmente la Estación Morona se encuentra temporalmente inoperativa, sin presentar generación de efluentes domésticos.

Motivo o Causa de la Afectación de Cada Área Afectada

La Estación Morona viene operando desde el año 1977, por lo que el motivo o causa de afectación podría estar relacionado al deterioro de las instalaciones, los cuales, con el paso del tiempo, habiéndose podido originar fugas y/o derrames en diferentes zonas de la instalación (tanques, motobombas, válvulas, entre otros), resultando en suelo contaminado.

En la Estación Morona se realizaron diferentes estudios, a partir de los cuales se ha detectado presencia de hidrocarburos en la zona industrial de la Estación, así como en el entorno próximo, determinando la necesidad de proceder con el muestreo de detalle en **tres (3) áreas de interés (AI)** que, como resultado del análisis efectuado en la Fase de Identificación, se definieron como áreas que requerían evaluación en la Fase de Caracterización, las cuales se describen a continuación:

- 1) El AI 1 se ubica en la zona industrial, se evalúa la potencial afectación asociada a los Tanques de Almacenamiento de Diésel y Crudo, así como al Tanque Sumidero T-1308.
Además, el Tanque de Agua (TV-1310) antiguamente fue empleado para almacenar turbo jet A1.
- 2) El AI 2 se ubica en la zona industrial, en la cual se evalúa la potencial afectación asociada a los Tanques de Diésel (TK 1305 y TK 1306), Tanque Sumidero T-1307, así como el área de Motobombas Principales.
- 3) El AI 3 se ubica hacia el noroeste de la zona industrial, en esta zona se encontraba el área de enterramiento de crudo. También se evalúa la zona de descarga de efluente pluviales proveniente de la zona industrial, en la cual se evidenció manchas de hidrocarburos en la visita preliminar (2021).

Posterior a la Fase de Identificación, OEFA realizó una Supervisión Especial en el año 2018 y 2019 en el AI 3 (zona de enterramiento y quebrada Shifeco), refiere evidencias de suelos afectados por hidrocarburos, en la que se procederá a tomar una muestra de forma adicional en el presente estudio, procediendo a analizar los siguientes parámetros: F1, F2 y/o F3 de TPH, BTEX y, naftaleno y benzo(a)pireno. Adicionalmente, se evaluarán metales pesados en el estrato superficial de la quebrada Shifeco, puesto

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

que se desconoce si se detecta su presencia en concentraciones superiores al ECA Suelo para uso Agrícola en estas áreas no evaluadas anteriormente.

En el cuadro 3 se presentan los tipos de contaminantes para cada área de interés. Incluye los parámetros que reportaron superación del ECA para suelo de uso industrial, así como los parámetros que reportaron superación de los estándares internacionales de referencia para agua subterránea y/o del ECA para agua superficial de manera referencial para las áreas de interés provenientes de la Fase de Identificación. Asimismo, incluye los posibles contaminantes que podrían detectarse en las áreas de interés que se están evaluando de manera adicional en la Fase de Caracterización.

Evaluación Preliminar. -

Se presenta un breve resumen de la información existente referente al emplazamiento, extraída de los **estudios previos** realizados respecto a la contaminación en la Estación Morona.

Cuadro N° 03: Tipos de Contaminante por Área de Interés

Área		Sustancia (Parámetros)	Concentración máxima estudios previos (informe o estudio de referencia)	Componente ambiental y Punto de Muestreo con superación de valor de referencia	Detalles (informe estudios o de referencia)
AI 1	Al este del Tanque TV 1302	TPH: F2	6 401 mg/kg	Suelo: P07	IISC, 2017
	Sureste del Tanque de agua (TV-1310)	TPH: F2	7 201 mg/kg	Suelo: P09	
	Oeste del Tanque Sumidero T-1308	TPH: C10-C40	0,51 mg/L	Agua subterránea: P12	Adenda IISC, 2017
AI 2	Esquina norte del área de motobombas principales	TPH: C10-C40	10,06 mg/L	Agua subterránea: P05	Adenda IISC, 2017
		Bario, plomo y mercurio	Ba (1,476 mg/L), Pb (1,476 mg/L) y mercurio (0,00011 mg/L)		
AI 3	Al sureste de la poza de residuos	TPH: C10-C40	1,06 mg/L	Agua subterránea: P15	Adenda IISC, 2017
		Bario, plomo y mercurio	Ba (1,425 mg/L), Pb (0,03 mg/L) y mercurio (0,00011 mg/L)		
	Quebrada Shifeco, área de enterramiento de crudo	TPH: F2	856 mg/kg	Suelo: PF-7	"Limpieza y Remedación Ambiental de la ExPoza de Suelos Empetroados y
		TPH (C10-C40)	0,22 mg/L	Agua superficial: SUP-02 y SUP-04	
		Plomo	0,0106 – 0,0202 mg/L	Agua superficial: SUP-01, SUP-02, SUP-03, SUP-04 y SUP-05	
		TPH: >C28-C40	58 mg/kg	Sedimento: SED-02	Residuos de la zona industrial de Estación Morona – Muestreo Final - LAMOR, 2019
		TPH: C8- C40	72,06 mg/L	Aqua superficial: 148,3a, ESP-1	Acta de Supervisión N° 00582018/DSE M-CHID, OEFA realizó Supervisión Especial del 12 al 14/03/2018
		Aceites y grasas	557,1 mg/L		
		Aluminio	62,72 mg/L		
		Bario	1,347 mg/L		
		Cobre	0,27 mg/L		
		Hierro	54,17 mg/L		
		Plomo	0,18 mg/L	Agua superficial: 148,3a, ESP-2	
		Zinc	1,82 mg/L		
		TPH: C8- C40	25,64 mg/L		
		Aceites y grasas	462,0 mg/L		
		Aluminio	16,42 mg/L		
		Hierro	24,98 mg/L		
		Plomo	0,024 mg/L	Suelo: 148,6, ESP-1	
		TPH: F2	18 513 mg/kg		
		TPH: F3	6 945 mg/kg	Suelo: 148,6,ESP-3	
		TPH: F2	19 615 mg/kg		
		TPH: F3	4 615 mg/kg	Sedimento: 148,7,SHI-2	
		TPH: F2	16 635 mg/kg		
		TPH: F3	26 999 mg/kg	Agua superficial: 148,3a, SHI-2	
		TPH: C8- C40	31,46 mg/L		
		Aceites y grasas	33,87 mg/L		
		Aluminio	12,24 mg/L		
		Cromo	0,0196 mg/L		
		Hierro	11,96 mg/L		
		Manganeso	0,5254 mg/L	Suelo: 148,6, SHI-1	
		TPH: F2	7 916 mg/kg		
		TPH: F3	32 755 mg/kg	Suelo: 148,6, SHI-3	
		TPH: F2	5 255 mg/kg		
		TPH: F3	3 440 mg/kg		
				Suelo: 148,6, SHI-4	Acta de Supervisión N° 00792018/DSE M-CHID, OEFA realizó Supervisión Especial del 24 al 27/04/2019

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 09



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

En el área de enterramiento de crudo y la quebrada Shifeco, ubicada hacia el oeste de la Estación Morona (AI 3), se realizaron trabajos de limpieza y remediación, a cargo de la Empresa LAMOR, los cuales iniciaron en julio de 2018 y finalizaron en abril de 2019. Las áreas intervenidas en los trabajos de limpieza y remediación se pueden observar como "ex-pozas" y "área drenaje Shifeco" en el Plano N°2- (Áreas de Interés) del Apéndice I del PDR de la Estación Morona.

Definición de Áreas de Interés para el Muestreo.-

Las Áreas de Interés (en adelante AI) a estudiar son aquellas que en Fase de Identificación reportaron valores que superaron los ECA para suelos de uso industrial o que evidenciaron la necesidad de continuar con la evaluación, así como las áreas identificadas con posterioridad para las cuales existen indicios de potencial afectación. Tras la Evaluación Preliminar realizada (ver Anexo I) se definieron las Áreas de Interés (AI) en Estación Morona: el IISC concluyó que era necesario proceder con la caracterización de suelos en **tres (3) Áreas de Interés (AI)**. Las áreas de Interés para el muestreo de detalle comprenden los sectores que evidenciaron afectación en la Fase de Identificación del emplazamiento, con una **extensión de 2,03 ha**, aproximadamente.

- Señalan que, en el caso del agua subterránea, se tienen concentraciones de hidrocarburos disueltos en el área de las Motobombas Principales, alrededor del Tanque Sumidero T-1308 y al noreste del tanque sumidero T-1307, determinando así una pluma de afectación puntual entorno a estas instalaciones.
- Las áreas que reportaron afectación en el suelo también se encuentran principalmente en el cubeto de Tanques de Almacenamiento (TV-1301, TV-1302 y TV-1303) y área de Tanque de Agua TV-1310. Adicionalmente, sobre la base de resultados de monitoreos realizados por el OEFA, se incluyeron las siguientes áreas: la Quebrada Shifeco y la zona de enterramiento de crudo que se encuentra incluido como área de interés.

Cuadro N° 04: Coordenadas de las Áreas de Interés

N° AI	Denominación	Área de Interés			*Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 M)	
		Área (m²)	Matriz	Descripción	Este (m)	Norte (m)
AI 1	Tanque sumidero TK-1308, Tanque de Agua TV-1310, Bombas de Inyección y Cubeto de Tanques de Almacenamiento (TV-1301, TV-1302 y TV-1303).	5 041	Suelo	TPH (F2)	252 717	9 559 397
			Agua subterránea	TPH (C10-C40), bario y mercurio		
AI 2	Tanque de Almacenamiento de Diésel (Tk1305 y TK 1306), Tanque Sumidero TK-1307 y Motobombas Principales	1 985	Agua subterránea	TPH (C10-C40), bario, plomo y mercurio	252 648	9 559 362
AI 3	Zona de Enterramiento y Quebrada Shifeco	13 322	Agua subterránea	TPH (C10-C40), bario, plomo y mercurio	252 612	9 559 472
			Agua superficial	TPH (C8-C40), Aceites y grasas Al, Ba, Cu, Fe, Pb y Zn		
			Suelo	TPH (F2 y F3)		

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 20



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 05: Características de las Áreas de Interés

N° AI	Denominación	Descripción	Fuente documental
AI 1	Tanque sumidero TK-1306, Tanque de Agua TV-1310, Bombas de Inyección y Cubeto de Tanques de Almacenamiento.	Dentro del AI 1, en la matriz suelo, se reportó 2 puntos (P07 y P09) de muestreo con afectación por presencia de fracción F2 de TPH, desde la superficie hasta 1,0 m, tanto en la zona no saturada como en la zona saturada del suelo. La primera aparición de agua se detectó entre 0,5 m y 1,0 m de profundidad. Asimismo, en el piezómetro instalado se detectó superación de los valores de referencia para TPH, bario y mercurio en el agua subterránea	IISC y Adenda al IISC 2017, R. D N° 010-2019-MEM/DGGAH,
AI 2	Tanque de Almacenamiento de Diésel (TK1305 y TK 1306), Tanque Sumidero TK-1307 y Motobombas Principales	Afectación de agua subterránea por concentraciones TPH (C10-C40) y metales pesados (As, Pb y Hg) en el piezómetro P05, el cual se encuentra al sureste del tanque 1306.	Adenda al IISC 2017.
AI 3	Área de Enterramiento de Crudo y la Quebrada Shifeco	Afectación de agua subterránea por concentraciones TPH (C10-C40) y metales pesados (Ba, Pb y Hg) en el piezómetro P15, el cual se encontraba al este de la expoza	Adenda al IISC 2017.
		- Se reportaron 2 puntos (148,3a, ESP-1 y 148,3a, ESP-2) de muestreo de agua superficial con afectación por TPH, aceites y grasas, aluminio, bario, cobre, hierro, plomo y zinc, determinado a lo largo de la quebrada Shifeco. - Se reportaron 2 puntos (148,6, ESP-1 y 148,6, ESP-3) de muestreo de suelo con afectación por superación del ECA para Suelo para TPH (F2 y F3) de manera superficial. Se reportó 1 punto (148,7, SHI-2) de muestreo de sedimento con concentraciones elevadas de fracciones F2 y F3 de TPH.	Acta de Supervisión realizada por el OEFA con Expediente N° 00582018DSEM-CHID y Código SINADA N° SC-0918-2017
		- Se reportó 1 punto (148,3a, SHI-2) de muestreo de agua superficial con afectación por TPH, aceites y grasas, aluminio, cromo, hierro y manganeso, determinado a lo largo de la quebrada Shifeco. - Se reportaron 3 puntos (148,6, SHI-1, 148,6, SHI-3 y 148,6, SHI-4) de muestreo de suelo con afectación por superación del ECA para Suelo para TPH (F2 y F3) de manera superficial.	Acta de Supervisión N° 00792019/DSEM-CHID, OEFA realizó Supervisión Especial del 24 al 27/04/2019
		TECONEC, enero de 2018, ejecutó puntos de muestreo para la Caracterización de Suelos Contaminados, zona Noroeste de la Estación Morona. - uno (1) de los seis (6) puntos de muestreo de suelo presentó concentraciones de fracción F2 de TPH que superaba el ECA para Suelo Agrícola. - Las dos (2) muestras de sedimento evaluadas, presentaron concentraciones de fracciones F2 y F3 de TPH que superan la normativa de referencia. - las muestras de agua subterránea presentaron concentraciones de hidrocarburo disuelto que superan la normativa de referencia	TECONEC, 2018
		Abril de 2019, finalizados los trabajos de limpieza y remediación (LAMOR) tomaron muestras de suelo, agua superficial y sedimentos: - Se ejecutaron ocho (8) punto de muestro de suelo para la evaluación de TPH (F1, F2 y F3), benceno, tolueno, etilbenceno, xilenos, naftaleno, benzo(a)pireno, mercurio, bario, cadmio y plomo, de los cuales ninguno reportó valores superiores al ECA para Suelo de Uso Agrícola. - Se procedió a la toma de cinco (5) muestras de agua superficial, que mostraron concentraciones por debajo de los valores establecidos en el ECA para Agua Superficial, a excepción del plomo total que se detectaron en todas las muestras evaluadas. - Se tomaron cinco (5) muestras de sedimentos, no presentando ninguna superación de los valores de referencia.	Lamor, 2018-2019

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 19

3.2. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ESTACIÓN MORONA EN MATERIA DE RECURSOS HÍDRICOS

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MUESTREO REALIZADAS

Los trabajos de campo realizados incluyen la realización de sondeos para toma de muestras de suelo, la toma de sedimentos y de aguas superficiales, así como la instalación de piezómetros para la toma de muestras de agua subterránea y la realización de ensayos hidráulicos. También se realizó muestreo de agua superficial y sedimento, así como la caracterización de flora y fauna, el muestreo hidrobiológico y el relevamiento socioeconómico en el entorno próximo.

Período de Realización de Muestreo de Detalle

Como parte del trabajo de campo de la Fase de Caracterización, el muestreo de detalle se realizó en dos (2) épocas, creciente y vaciante. El muestreo en época de creciente se realizó del 14 al 27 de abril de 2021 en las Áreas de Interés definidas para la Estación

BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Morona. Mientras, el muestreo en época de vaciante se realizó en noviembre de 2021, con la finalidad de cumplir el objetivo que es delimitar la afectación detectada.

Descripción de las Labores en Campo

Los sondeos fueron realizados empleando barrenos manuales y/o Carey (equipo semimecánico), para lo cual se contó con un equipo de once (11) personas: un (1) jefe operativo, un (1) técnico de campo, un (1) ingeniero de seguridad, dos (2) perforistas, una (1) licenciada en enfermería, dos (2) ayudantes, un (1) licenciada en sociología, dos (2) biólogos. En todo momento, el personal de LITOCLEAN realizó la supervisión y coordinación de los trabajos de campo.

En la Evaluación Preliminar y Plan de Muestreo (Anexo I), presentan la metodología empleada para la caracterización de suelo, agua subterránea, agua superficial, sedimentos, flora y fauna terrestre e hidrobiología, así como los planos con la ubicación de los puntos de muestreo propuestos y las estaciones para la evaluación de la flora y fauna en torno a Estación Morona. También, se presentó la metodología para la recolección de información de los aspectos socioeconómicos.

A continuación, en los siguientes apartados se detallan los trabajos realizados en los diferentes componentes ambientales se exponen los trabajos realizados.

Puntos de Muestreo de Suelo y Agua Subterránea

Señalan que el muestreo de detalle comprendió la realización de un total sesenta y tres (63) puntos de muestreo de suelo en las áreas de interés para el muestreo de detalle. La profundidad máxima alcanzada fue de 6,6 metros, detectándose la primera **aparición de agua a profundidades variables, entre los 0,4 m y 2,4 m**; en tanto, cabe mencionar que en algunos puntos de muestreo no se alcanzó el nivel freático. Adicionalmente, se realizaron ocho (8) sondeos sin toma de muestras de suelo, a manera de observación para relevar observaciones organolépticas que permitan evidenciar si se detecta afectación o no.

Los criterios empleados para la localización y detalle de los puntos de muestreo de suelo realizados se encuentran detallados en la Evaluación Preliminar y Plan de Muestreo que se presenta en el Anexo I. El detalle de la localización de los puntos de muestreo de suelo se presenta en el Cuadro N° 22 Localización de los Puntos de Muestreo de Suelo Realizados y se plasma en el Plano N° 3 (*Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelo*) del Apéndice I del PDR de la Estación Morona.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
 “Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Cuadro N° 06: Localización de los Puntos de Muestreo de Suelo Realizados

Área de Interés	Punto de Muestreo	Localización	Prof. (m) Alcanzada	Primera Aparición de Agua (m)	Instalación Piezómetro (si/no)	Coordenadas UTM (WGS 84) 18 Sur	
						Este (m)	Norte (m)
Área de Interés 1: Áreas próximas a los puntos de identificación; P07, P09, P03 y P12)	C1	Al Norte Tanque Alivio (TV -1301), en el área fuera de la zona estanca.	2,7	1,8	No	252 705	9 559 431
	C2	Al Norte del punto P7 y del Tanque de Diésel 1302, en el área fuera de la zona estanca	5,4	2,1	Si	252 720	9 559 420
	C3	Al Norte del Tanque de Diésel (T-1303), en el área fuera de la zona estanca.	2,7	2,4	No	252 741	9 559 403
	C4	Al Este del Tanque Alivio (TV-1301), en el área fuera de la zona estanca.	4,2	1,0	Si	252 670	9 559 426
	C5	Al Suroeste del Tanque de Agua (TV – 1310).	1,8	0,9	No	252 741	9 559 382
	C6A	Al Norte del Tanque de Agua (TV – 1310).	2,4	0,9	No	252 758	9 559 393
	C6B ¹	Al Noreste del Tanque de Agua (TV – 1310).	1,8	-	No	252 764	9 559 384
	C6	Al Norte del Tanque de Agua I (TV – 1310).	1,2	0,9	No	252 754	9 559 386
	C7A	Al Sureste del Tanque de Agua (TV – 1310)	1,8	1,2	No	252 762	9 559 365
	C7	Al Sureste del Tanque de Agua (TV – 1310)	4,5	0,9	Si	252 753	9 559 375
	C8A	Al Suroeste del Tanque de Agua (TV – 1310)	2,7	1,2	No	252 730	9 559 365
	C8 ¹	Al Sur del Tanque de Agua del SCI (TV – 1310)	1,5	0,9	No	252 740	9 559 370
	C9	Al Sur de las Bombas de Inyección, en el área fuera del cubeto.	3,0	0,4	No	252 686	9 559 388
	C10	Al Norte de las Bombas de Inyección, en el área fuera del cubeto.	4,2	0,4	Si	252 683	9 559 405
	C11 ²	Al Norte de las Bombas de Inyección, en el área fuera del cubeto.	-	-	-	-	-
	C12	Al Este de las Bombas de Inyección, en el área fuera del cubeto.	3,0	0,6	No	252 698	9 559 395
	C13A	Al sur del punto P10 de IISC	1,8		No	252 702	9 559 373
	C13	Al Este del Piezómetro 12 y Sur del Tanque de Diésel (TV – 1303), en el área fuera del cubeto.	4,2	0,5	Si	252 709	9 559 386
	C39	Punto ubicado hacia el suroeste del P12 y TK sumidero T-1308	6,0	1,0	Si	252 693	9 559 377
	C50 ¹	Al oeste de las bombas de inyección	4,5	1,0	No	252 680	9 559 395
	C55 ¹	Al oeste el TK sumidero T-1308	3,4	0,7	Si, provisional	252 699	9 559 389
	C14	Al Norte de las Motobombas Principales	3,0	0,4	No	252 675	9 559 373

BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Área de Interés	Punto de Muestreo	Localización	Prof. (m) Alcance	Primera Aparición de Agua (m)	Instalación Piezómetro (sí/no)	Coordenadas UTM (WGS 84) 18 Sur	
						Este (m)	Norte (m)
Área de Interés 2: Áreas próximas a las motobombas principales, tanques de almacenamiento de diésel: Tk-1305, Tk-1306 y sumidero T-1307	C15	Al Este de las Motobombas Principales	4,0	0,5	Si	252 662	9 559 351
	C16	Al Sur del P05	4,0	0,5	Si	252 639	9 559 354
	C17	Al Este del Tanque Sumidero TV-1307	3,0	0,4	No	252 654	9 559 379
	C18	Al Norte del Tanque Sumidero TV-1307	4,2	0,6	Si	252 655	9 559 388
	C19	A Oeste del Tanque Sumidero TV-1307	4,0	0,5	Si	252 645	9 559 392
	C20	Al Norte del Tanque TV-1306	4,2	0,6	Si	252 649	9 559 378
	C21	Al Oeste del Tanque TV-1306	3,0	0,4	No	252 637	9 559 381
	C22	Al Sur del Tanque TV-1306	4,0	0,4	No	252 643	9 559 371
	C23	Al Norte del Tanque TV-1305	3,0	0,5	No	252 637	9 559 362
	C24A	Al Noroeste del Tanque TV-1305	3,3	0,4	Si	252 630	9 559 363
	C24B ¹	Al Suroeste del Tanque TV-1306	1,8	0,5	No	252 624	9 559 352
	C24	Al Oeste del Tanque TV-1305	4,0	0,6	No	252 633	9 559 357
	C25A	Al Sur del Tanque TV-1305	2,4	0,4	No	252 626	9 559 347
	C25	Al Sur del Tanque TV-1305	4,0	0,6	Si	252 627	9 559 353
	C40	Punto ubicado al noreste del tanque sumidero (T-1307) y el piezómetro C18	6,4	1,0	Si	252 663	9 559 402
	C41	Punto ubicado al oeste del punto C25	6,6	0,9	Si	252 617	9 559 348
	C42	Punto ubicado al suroeste del C16	2,0	1,0	No	252 631	9 559 339
Área de Interés 3: Enterramiento de crudo	C43	Punto ubicado al sur del C16	2,0	1,0	No	252 652	9 559 337
	C26	En el área del hallazgo de enterramiento de crudo	6,0	-	Si	252 633	9 559 442
	C27	En el área del hallazgo de enterramiento de crudo	4,2	-	No	252 645	9 559 471
	C28	Al Oeste del hallazgo de enterramiento de crudo	3,0	-	No	252 603	9 559 448
	C29	En la Ex poza	5,0	-	Si	252 613	9 559 480
	C30	En el área del hallazgo de enterramiento de crudo	3,0	-	No	252 635	9 559 479
	C31	Al Noreste del hallazgo de enterramiento de crudo	3,0	-	No	252 654	9 559 493
	C32	Al Sureste del hallazgo de enterramiento de crudo.	3,0	-	No	252 650	9 559 452
	C33	En el área del hallazgo de enterramiento de crudo	5,0	-	Si	252 616	9 559 460
	C34A	Al Sur del hallazgo de enterramiento de crudo	2,7	-	No	252 617	9 559 411
	C34B	Al Sur del hallazgo de enterramiento de crudo	2,7	-	No	252 628	9 559 418
	C34	Al Sur del hallazgo de enterramiento de crudo	3,6	-	No	252 626	9 559 422
	C35	Límite con el Centro Poblado Fernando Rosas	2,7	-	No	252 584	9 559 451
	C36A	Al margen de la quebrada Shifeco	1,2	-	No	252 588	9 559 483
	C36B	Al margen de la quebrada Shifeco	1,2	-	No	252 585	9 559 481
	C36	Al margen de la quebrada Shifeco	3,0	-	No	252 600	9 559 484
	C37A	Al margen de la quebrada Shifeco	1,2	-	No	252 580	9 559 534
	C37	En el área del drenaje Shifeco	2,4	1,5	No	252 587	9 559 534
	C38	Al Suroeste del hallazgo de enterramiento de crudo	1,8	-	No	252 609	9 559 408
	A1	Al Noreste del hallazgo de enterramiento de crudo	1,8	-	No	252 660	9 559 473
	A2	Al Noreste del hallazgo de enterramiento de crudo	1,0	-	No	252 654	9 559 479
	A3	Al Noreste del hallazgo de enterramiento de crudo	1,2	-	No	252 657	9 559 470
	A4	Al Noreste del hallazgo de enterramiento de crudo	1,2	-	No	252 666	9 559 487
	C44	Al norte del punto C38	2,0	-	No	252 607	9 559 418
	C45	Hacia el sur del punto C38	2,0	-	No	252 610	9 559 400
	C46A ¹	Al lado oeste (7 m aprox.) del punto C38	2,0	-	No	252 601	9 559 409
	C46B ¹	Hacia el oeste (15 m aprox.) del punto C38	2,0	-	No	252 593	9 559 406
	C46C ¹	Hacia el noroeste (14 m aprox.) del punto C38	2,0	-	No	252 601	9 559 420
	C46	Hacia el noroeste del punto C38	2,0	1,5	No	252 592	9 559 417
	C47	Punto ubicado el sureste del A1	1,5	-	No	252 669	9 559 469
	C48	Ejecutado en el punto 148,6,SHI-1 realizado por OEFA 2019	2,0	-	No	252 599	9 559 460
	C49	ubicado al 148,6,ESP-3, realizado por OEFA 2018	2,0	-	No	252 614	9 559 470
	C51 ³	Ubicado a 84 m del centro poblado Fernando Rosas. Punto 148, 6, ESP1, realizado por OEFA el 2018.	0,6	-	No	252 585	9 559 483
	C52 ³	A 20 m en dirección oeste del margen oeste de la quebrada Shifeco. Punto 148, 6, ESP-2, realizado por OEFA el 2018.	1,5	0,6	No	252 580	9 559 534



**BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024**

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Área de Interés	Punto de Muestreo	Localización	Prof. (m) Alcanzada	Primera Aparición de Agua (m)	Instalación Piezómetro (sí/no)	Coordenadas UTM (WGS 84) 18 Sur	
						Este (m)	Norte (m)
	C53 ³	Ubicado a 20 m en dirección este de la quebrada Shifeco. Punto 148,6, ESP-3, realizado por OEFA el 2018.	2,0	-	No	252 613	9 559 471
	C54 ³	Ubicado a 23 m hacia el este del margen derecho de la quebrada Shifeco. Punto 148,6, ESP-4, realizado por OEFA el 2018	2,0	-	No	252 615	9 559 461

Nota: ¹ Punto adicional, sin toma de muestra de suelo, realizado a manera de observación

² Punto no realizado por interferencia

³ Punto OEFA, realizado a solicitud de Petroperú

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 22

De los sesenta y tres (63) puntos de muestreo realizados, en dieciocho (18) de ellos se instalaron piezómetros de control (folio 0326):

Cuadro N° 07: Características de los Piezómetros de Nueva Instalación

Área de Interés	Código de Punto de Instalación	Diámetro entubado (mm)	Longitud del Brocal (m) por encima de la cota de suelo	Profundidad del Fondo al Suelo (m)	Profundidad del Tramo Ranurado al Suelo (m)		Observaciones
					Superior	Inferior	
AI 1	C2	2"	0,6	5,090	0,900	4,800	-
	C4	2"	0,6	4,000	0,600	3,740	-
	C7	2"	0,6	4,410	0,480	4,120	-
	C10	2"	0,6	3,650	0,640	3,740	Se secó en 57 seg 11 litros
	C13	2"	0,6	4,140	0,500	3,860	Se secó en 2 min 31 seg 20 litros
	C39 ¹	2"	0,6	5,9	0,570	5,590	-
AI 2	C15	2"	0,6	3,810	0,350	3,520	Se secó en 1 min 11 seg 20 litros
	C16	2"	0,6	3,930	0,430	3,620	Se secó en 54 seg 10 litros
	C18	2"	0,6	3,520	0,600	3,940	Se secó en 47 seg 10 litros
	C19	2"	0,6	3,880	0,520	3,600	Se secó en 40 seg 8 litros
	C20	2"	0,6	4,330	0,840	4,030	Se secó en 56 seg 10 litros
	C24A	2"	0,6	3,020	0,330	2,830	Se secó en 47 seg 10 litros
	C25	2"	0,6	3,975	0,495	3,705	Se secó en 57 seg 12 litros
	C40 ¹	2"	0,6	6,050	0,700	5,690	Se secó en 2 min 5 seg 21 litros
	C41 ¹	2"	0,6	6,27	0,700	5,91	Se secó en 30 seg 10 litros
AI 3	C26	2"	0,6	3,910	1,030	5,430	No se encontró agua
	C29	2"	0,6	4,755	0,500	4,350	No se encontró agua
	C33	2"	0,6	5,720	0,620	4,470	No se encontró agua

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 23

Nota: 1: Piezómetro instalado en noviembre de 2021

También se procedió con el muestreo de aguas subterráneas en dos (2) piezómetros (**P5 y P12**) existentes en el emplazamiento, los cuales presentan las características señaladas en el Cuadro N°08. Por el contrario, los piezómetros P14 y P15, no fueron encontrados durante las actividades de campo:



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 08: Ubicación de los Piezómetros Existentes

Código de Punto de Instalación	Diámetro Entubado (")	Profundidad del Tramo ranurado al suelo	Longitud del Brocal (m)	Profundidad del fondo al suelo (m)	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona 18M	
					Este (m)	Norte (m)
P5	2"	-	0,10	2,65	252 641	9 559 381
P12	2"	-	0,10	2,43	252 702	9 559 390
P14 ¹	2"	-	0,10	2,36	252 742	9 559 420
P15 ²	2"	-	0,10	2,65	252 623	9 559 468

Nota: ¹Punto no encontrado durante las actividades de campo

²Punto removido por las actividades de limpieza y remediación realizado por Petroperú

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 24

Puntos de Muestreo de Agua Superficial

El monitoreo de agua superficial comprendió la toma de ocho (8) muestras orientadas a evaluar la calidad de las aguas superficiales más representativas en el área de influencia. Cabe indicar que los puntos AS2, AS3 y AS5 fueron evaluados en dos (2) temporadas, tanto época húmeda como seca.

Cuadro N° 09: Ubicación de los Puntos de Muestreo de Agua Superficial

Punto de Muestreo	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona UTM	
		Este (m)	Norte (m)
AS1	Hacia el oeste del punto de descarga de efluentes de la Estación Morona, a 20 m aproximadamente	252 589	9 559 410
AS2	Al lado oeste de la Ex poza	252 596	9 559 481
AS3	Al margen derecho de la quebrada Shifeco	252 596	9 559 527
AS5	Agua abajo de la quebrada Shifeco, en la desembocadura al Río Morona	252 616	9 559 562
AS6	Intersección entre el manantial 1 y 2 (inicio de la quebrada Shifeco)	252 563	9 559 407
AS7 ¹	Ubicado en la quebrada Shifeco, aproximadamente a 65 m antes de la desembocadura al río Morona. Punto 148,3a ESP1 realizado por OEFA	252 585	9 559 481
AS8 ¹	Ubicado en la quebrada Shifeco, aproximadamente a 45 m antes de la desembocadura al río Morona. Punto 148, 3a ESP2 realizado por OEFA ²	252 597	9 559 555
AS9 ¹	Quebrada Shifeco. A 8 m de la desembocadura al río Morona. Punto 148, 3a ESP3 realizado por OEFA	252 605	9 559 560

Nota: ¹Punto realizado a solicitud de Petroperú

²Punto AS8 es el punto 148, 3a ESP2 ejecutado por OEFA, la coordenada que muestra en la RSD N°01064-2021-OEFA/DAI-SFEM se ubica sobre una escalera de la comunidad Fernando Rosas a 50 m (oeste) de la Quebrada Shifeco, por lo que, se reubica según la descripción de su ubicación.

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 25

Puntos de Muestreo de Sedimentos

Considerando que el área en evaluación involucra cuerpos de aguas superficiales (quebrada Shifeco), se tomaron cinco (5) muestras de sedimentos, ubicados en los mismos puntos en los cuales se tomó las muestras de agua superficial. En los puntos SED 2, SED 3 y SED 5 se tomaron muestras de agua en las dos (2) temporadas; época húmeda y seca.

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 10: Ubicación de los Puntos de Muestreo de Sedimentos

Punto de Muestreo	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona UTM	
		Este (m)	Norte (m)
SED 1	Hacia el oeste del punto de descarga de efluentes de la Estación Morona, a 20 m aproximadamente	252 589	9 559 410
SED 2	Al lado oeste de la Ex poza	252 596	9 559 481
SED 3	Al margen derecho de la quebrada Shifeco	252 596	9 559 527
SED 4	Punto de descarga de efluentes de la Estación Morona	252 606	9 559 409
SED 5	Aguas abajo de la quebrada Shifeco, en la desembocadura al Río Morona	252 616	9 559 562

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 26

Evaluación Hidrobiológica

Para la evaluación hidrobiológica se establecieron tres (3) estaciones de muestreo en la quebrada Shifeco, de las cuales una (1) se ubicó en el Al 3 y dos (2) fuera de ésta (1 aguas arriba y 1 aguas abajo de la quebrada Shifeco). En el siguiente cuadro se presenta la ubicación de las estaciones de muestreo.

Cuadro N° 11: Estaciones de Muestreo Hidrobiológico

Cuerpo de Agua	Estaciones de Muestreo*	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S	
		Este (m)	Norte (m)
Quebrada Shifeco	61511-518-HB1	252 589	9 559 410
	61511-518-HB2	252 596	9 559 481
	61511-518-HB3	252 596	9 559 527

* La ubicación de las estaciones de muestreo hidrobiológico fueron las mismas que para agua superficial y sedimentos

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 28

En cada estación de muestreo se tomaron parámetros fisicoquímicos del agua, con la finalidad de poder relacionar los resultados hidrobiológicos con dichos parámetros. De lo mencionado se tiene que, la temperatura osciló de 26,4 a 26,9; el pH varió de 6,8 a 6,9 y el oxígeno disuelto osciló de 6,2 mg/L a 5,8 mg/L; en tanto que, la turbidez fue alta y la conductividad presentó un valor constante de 160 μ S/cm para todas las estaciones de muestreo se señala que todos los parámetros se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - Categoría 4, E2 (D. S. N° 004-2017-MINAM) para la conservación de ambientes acuáticos.

Señalan que respecto a los parámetros fisicoquímicos del agua en las estaciones de muestreo evaluadas, se tiene que durante la temporada de creciente la temperatura osciló de 26,4 a 26,9; el pH varió de 6,8 a 6,9; el oxígeno disuelto osciló de 6,2 mg/L a 5,8 mg/L; la conductividad osciló de 160 a 180 μ S/cm y la turbidez fue nula a leve; en tanto que, durante la temporada de vaciante la temperatura osciló de 26,7 a 26,8; el pH varió de 6,8 a 6,9; el oxígeno disuelto osciló de 3,6 mg/L a 3,9 mg/L; la conductividad osciló de 150 μ S/cm a 160 μ S/cm y, la turbidez fue nula para todas las estaciones de muestreo. Asimismo, se señala que todos los parámetros se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA) para Agua – Categoría 4 (D.S. N° 004-2017-MINAM) para la conservación de ambientes acuáticos.

BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Cuadro N° 12: Parámetros fisicoquímicos del agua

Cuerpo de Agua		Quebrada Shifeco					
Estaciones de Muestreo*		61511-518-HB1		61511-518-HB2		61511-518-HB3	
		TC	TV	TC	TV	TC	TV
Parámetros Fisicoquímicos	T (°C)	26,4	-	26,9	26,8	26,8	26,7
	PH	6,8	-	6,9	6,9	6,8	6,8
	Conductividad eléctrica (µs/cm)	160	-	160	150	180	160
	Turbidez	Nula	-	Nula	Nula	Leve	Nula

* La ubicación de las estaciones de muestreo hidrobiológico fueron las mismas que para agua superficial y sedimentos

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 29

Para la evaluación hidrobiológica se procedió a evaluar necton, perifiton, bentos y plancton (zooplancton y fitoplancton) según “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú” (MINAM, 2014).

Nivel del Agua Subterránea

En los piezómetros instalados y existentes en la zona industrial (AI 1 y AI 2) de la Estación Morona se realizaron mediciones del nivel de agua tanto en época de creciente (abril de 2021) como en época de vaciante (noviembre de 2021):

Cuadro N° 13: Mediciones de los Niveles Freáticos

Área de Interés	Código Piezómetro	Profundidad al Suelo (m)							Espesor Aparente de producto (m)
		Fondo	Nivel Freático	Fondo	Nivel Freático	Fase Libre	Fondo	Nivel Freático	
		30/09/2016	28/04/2021	30/09/2016	28/04/2021	9/11/2021	30/09/2016	28/04/2021	
AI 1	C2	-	-	5,09	2,04	ND	5,27	2,16	0
	C4	-	-	4,00	0,55	ND	3,67	0,75	0
	C7	-	-	4,41	1,43	ND	4,50	0,75	0
	C10	-	-	3,65	0,46	ND	3,97	0,53	0
	C13	-	-	4,14	0,34	ND	4,26	1,91	0
	C39	-	-	-	-	ND	4,95	1,02	0
	P12	2,42	1,910	3,40	0,25	ND	3,39	0,52	0
AI 2	C15	-	-	3,81	0,47	ND	3,92	0,46	0
	C16	-	-	3,93	0,77	ND	3,96	1,89	0
	C18	-	-	3,52	0,81	ND	4,15	1,29	0
	C19	-	-	3,88	1,03	ND	4,01	0,52	0
	C20	-	-	4,33	0,62	ND	4,36	0,71	0
	C24A	-	-	3,02	0,62	ND	3,14	0,59	0
	C25	-	-	3,98	0,61	ND	4,12	1,97	0,453
	P5	2,65	0,47	2,49	0,36	ND	2,46	0,49	0
	C40	-	-	-	-	ND	5,93	0,74	0
	C41	-	-	-	-	ND	6,26	3,49	0
AI 3	C26	-	-	5,74	Seco	5,85	Seco	-	-
	C29	-	-	4,67	Seco	4,68	Seco	-	-
	C33	-	-	4,79	seco	4,95	Seco	-	-
	P15 ¹	2,65	1,21	Piezómetro no encontrado			Piezómetro no encontrado		
-	P14 ¹	2,36	1,31	Piezómetro no encontrado			Piezómetro no encontrado		

Nota: ND (No detectado)

¹Piezómetro no encontrado

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 44

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Con los datos obtenidos de las mediciones realizadas en los piezómetros en época de creciente (abril 2021) y de vaciante (noviembre 2021), se observa que no hay diferenciaciones significativas entre temporalidades, observándose la misma tendencia. Se determinó que el agua subterránea en la zona industrial (AI 1 y AI 2) se encuentra a una profundidad que varía entre 0,25 m y 3,5 m.

Por otro lado, no se ha detectado presencia de agua en los piezómetros instalados hacia el noroeste de la zona industrial, en el AI 3 (antigua poza de enterramiento de crudo y quebrada Shifeco), los cuales tienen una profundidad de fondo de hasta 5 y 6 m, ni en época de creciente ni en época de vaciante.

Isopiezas

A partir de las mediciones de niveles y de la nivelación topográfica realizada, se obtuvieron las cotas piezométricas relativas de los piezómetros de Estación Morona. A partir de ello, se elaboró un plano de isopiezas para obtener la piezometría actual completa de todo el emplazamiento y determinar la **dirección del flujo del agua subterránea**.

Los resultados indican que no hay diferenciaciones significativas entre temporalidades, observándose la misma tendencia. De manera general, el flujo del agua en el subsuelo del emplazamiento presenta dos direcciones, una dirección hacia el noroeste, hacia la quebrada Shifeco, otra hacia el noreste hacia el río Morona. Cabe señalar que, en época de creciente, el gradiente hidráulico es menor que en época de vaciante.

En cuanto al nivel del agua subterránea, se detectó un nivel subsuperficial a menos de un (1) metro de profundidad en el horizonte de suelo arenoso o areno limoso, el cual correspondería a un nivel de agua colgante por encima del horizonte arcilloso de baja permeabilidad que aparece entre 1,25 m y 1,50 m. El nivel colgante puede presentar variaciones en función de la época del año, de la precipitación y de áreas donde se acumula y posteriormente infiltra el escurrimiento superficial.

Por otro lado, no se ha detectado presencia de agua en los piezómetros instalados hacia el noroeste de la zona industrial, en el AI 3, los cuales tienen una profundidad de fondo de hasta 5 y 6 m, ni en época de creciente ni en época de vaciante. Sin embargo, en el AI 3, en la fase de identificación se detectó presencia de agua en el subsuelo a 1,21 m de profundidad en el horizonte de suelo limo arenoso (a partir de 1,2 m se detectó un horizonte arcilloso de baja permeabilidad), lo que indicaría que el agua detectada corresponde a aguas colgantes. Las aguas colgantes se originan de las intensas precipitaciones que en un medio permeable se infiltran en el subsuelo y tienden a acumularse ya que saturan las zonas porosas del suelo. Por lo que considerando las intensas lluvias de la zona y el material permeable en superficie permite que el agua se infiltre hasta la zona poco permeable (arcillas).

Durante los trabajos de remediación de LAMOR, realizados en el año 2018, se realizó la remoción y/o excavación del suelo afectado en el área del AI 3, hasta 5 m de profundidad aproximadamente y su posterior reposición. En el marco de estas actividades, se retiraron los piezómetros P15, TEC-04 y TEC-06.



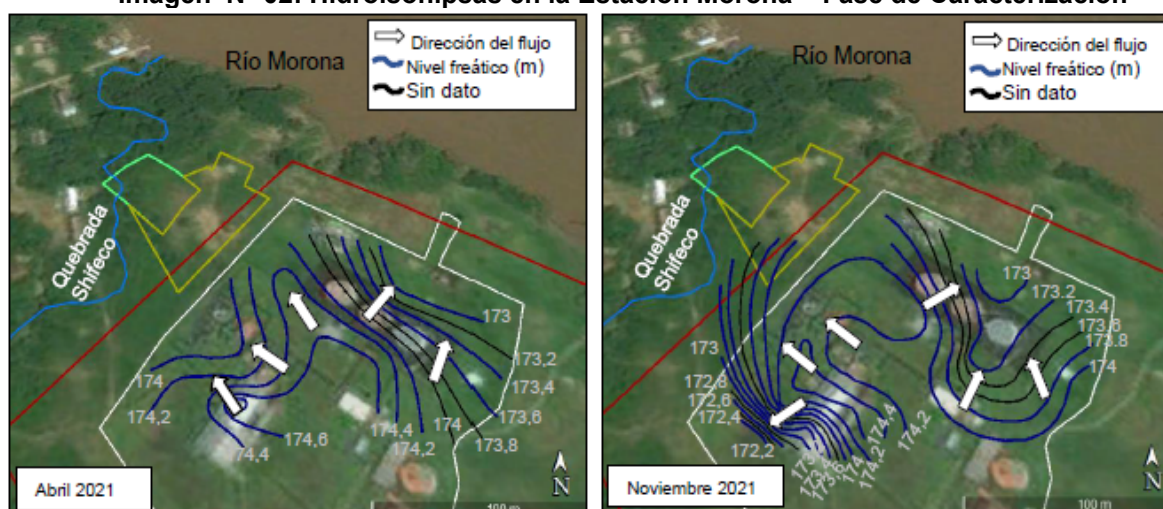
BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Adjuntan el Plano N° 06 (Hidroisohipsas en Estación Morona) del Apéndice I del PDR de la Estación Morona, representando las isolíneas de nivel piezométrico correspondientes al mes de abril y noviembre de 2022.

La **dirección del flujo de agua** subterránea observada en la Estación Morona muestra una **dirección preferencial noroeste hacia la quebrada Shifeco y noreste hacia el río Morona**. Los resultados obtenidos de la dirección del flujo son concordantes con lo expresado en el estudio de Servicio Técnico Especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Expoza de Suelo Empetrolados y Residuos de la Zona Industrial de Estación Morona, ejecutado por la empresa Lamor (2018).

Imagen N° 02: Hidroisohipsas en la Estación Morona – Fase de Caracterización



Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Figura N° 31

Características de las Muestras de Agua Subterránea y Producto Sobrenadante

Durante el monitoreo de los piezómetros, de los diecisiete (17) piezómetros, **cinco (5) de estos presentaron indicios de alteración organoléptica por iridiscencia de hidrocarburos en las muestras de agua subterránea.**

En el Cuadro N°14 se presentan los valores de las mediciones de los parámetros de campo realizadas *in situ* en los piezómetros instalados y existentes, incluyendo las mediciones (lecturas) de COV mediante el método *head space*, mientras que en el Cuadro N°15 se detallan las características organolépticas que presentaron las muestras de agua subterránea.

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 14
Medición de Parámetros de Campo en los Piezómetros
que se tomaron Muestras de Agua Subterránea

Área de Interés	Código Piezómetro	Abril					Noviembre				
		Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	T (°C)	pH	CE (µS/cm)	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	T (°C)	pH	CE (µS/cm)
AI 1	C2	27/04/2021	16:20	26,5	6,8	160	-	-	-	-	-
	C4	27/04/2021	15:40	26,8	2,9	160	-	-	-	-	-
	C7	27/04/2021	11:30	26,8	6,8	180	-	-	-	-	-
	C10	27/04/2021	14:00	27	7	160	-	-	-	-	-
	C13	27/04/2021	12:00	26,5	6,6	180	-	-	-	-	-
	P12	19/04/2021	17:00	27,4	6,6	160	-	-	-	-	-
AI 2	C39	-	-	-	-	-	7/11/2021	9:30	26,4	6,8	180
	C15	27/04/2021	11:00	26,4	6,6	200	-	-	-	-	-
	C16	27/04/2021	15:30	26,8	6,6	220	7/11/2021	8:20	26,7	6,8	180
	C18	27/04/2021	13:30	26,6	6,6	200	7/11/2021	13:00	26,8	6,9	220
	C19	27/04/2021	12:30	26,4	6,8	200	-	-	-	-	-
	C20	27/04/2021	13:10	26,9	6,7	200	-	-	-	-	-
	C24A	27/04/2021	15:05	27,5	6,8	180	-	-	-	-	-
	C25	27/04/2021	14:20	27,1	6,8	180	-	-	-	-	-
	P5	19/04/2021	16:40	27,2	6,6	180	-	-	-	-	-
	C40	-	-	-	-	-	7/11/2021	10:00	26,5	6,9	200
	C41	-	-	-	-	-	7/11/2021	8:50	26,4	6,6	180

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 47

Cuadro N° 15
Observaciones Organolépticas de las Muestras de Agua Subterránea

Área de Interés	Código Piezómetro	Características Organolépticas			Observaciones
		Turbidez	Color	Olor	
AI 1	C2	Moderado	Nulo	Nulo	-
	C4	Moderado	Nulo	Nulo	-
	C7	Leve a moderado	Nulo	Leve a moderado	Iridiscencia
	C10	Leve a moderado	Nulo	Nulo	-
	C13	Leve a moderado	Leve a moderado	Leve a moderado	Leve iridiscencia
	P12	Leve a moderado	Nulo	Nulo	-
AI 2	C39	Nulo	Nulo	Nulo	-
	C15	Leve a moderado	Nulo	Nulo	-
	C16	Moderado a intenso	Leve a moderado	Leve a moderado	-
	C18	Moderado	Leve	Muy leve	Leve iridiscencia
	C19	Moderado	Nulo	Nulo	-
	C20	Moderado	Nulo	Leve	Iridiscencia
	C24A	Moderado	Nulo	Nulo	-
	C25	Moderado	Leve a moderado	Leve a moderado	-
	P5	Leve a moderado	Nulo	Nulo	Leve iridiscencia
	C40	Moderado	Nulo	Nulo	-
	C41	Moderado	Nulo	Nulo	-

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 48

Detallan las características organolépticas que presentaron las muestras de producto sobrenadante:



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 16: Observaciones Organolépticas de las Muestras de Producto Sobrenadante

Código Piezómetro	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Características Organolépticas			Observaciones
			Turbidez	Color	Olor	
C25	7/11/2021	17:00	N/A	Moderado a intenso	Moderado a intenso	-

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 49

Muestras de Agua Superficial

Durante el muestreo de agua superficial realizado el día 24 de abril de 2021, en época de creciente, de las cuatro (4) muestras de agua superficial, dos (2) de ellas presentaron indicios de afectación organolépticas por hidrocarburo. Mientras que en época vaciante (6 y 7 de noviembre de 2021), seis (6) de las siete (7) muestras de agua superficial evidenciaron presencia de afectación organolépticas. En el Cuadro N° 17 se presentan los valores de las mediciones de los parámetros de campo realizadas *in situ* y las características organolépticas que presentaron las muestras de agua superficial.

Cuadro N° 17
Medición de Parámetros de Campo y Observaciones Organolépticas en Muestras de Agua Superficial

Punto de Muestreo	Fecha de muestreo	Parámetros de Campo			Características Organolépticas		
		Temperatura (° C)	pH	Conductividad Eléctrica (µS/cm)	Turbidez	Color	Olor
AS1	24/04/2021	26,4	6,8	160	Nula	Nulo	Nulo
AS2	24/04/2021	26,9	6,9	160	Nula	Muy leve	Nulo
	6/11/2021	26,8	6,9	150	Nula	Nula	Nula
AS3	24/04/2021	26,8	6,8	180	Leve	Leve	Leve
	6/11/2021	26,7	6,8	160	Nula	Moderado	Moderado
AS5	24/04/2021	26,5	7,0	160	Leve	Nulo	Nulo
	6/11/2021	26,7	7,0	140	Leve	leve	leve
AS6	6/11/2021	26,5	6,9	160	Leve	Nulo	Nulo
AS7	7/11/2021	27,2	6,9	150	Leve	Nulo	Nulo
AS8	7/11/2021	27,1	6,9	190	Leve	Leve	Nulo
AS9	7/11/2021	27,4	7,0	160	Leve	Leve	Nulo

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 51

Muestras de Sedimentos

Durante el muestreo de sedimentos, de las cinco (5) muestras de sedimentos tomadas, cuatro (4) muestras presentaron indicios de alteración organoléptica por hidrocarburos. En el Cuadro N°18 se detallan las características organolépticas que presentaron las muestras de sedimentos.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 18
Características Organolépticas de las Muestras de Sedimentos

Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	Características Organolépticas		
		Color	Olor	Saturación
SED1	24/04/2021	Nulo	Nulo	Nulo
SED2	24/04/2021	Leve a moderado	Leve a moderado	Nulo
	6/11/2021	Leve	Leve	Nulo
SED3	24/04/2021	Moderado a intenso	Leve	Leve
	6/11/2021	Moderado	Moderado	Leve
SED4	24/04/2021	Leve a moderado	Leve a moderado	Nulo
SED5	24/04/2021	Nulo	Nulo	Nulo
	6/11/2021	Moderado a Intenso	Intenso	Intenso

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 52

RESULTADOS ANALÍTICOS EN RELACION A LOS RECURSOS HIDRICOS

Resultados de las muestras de agua subterránea y producto sobrenadante:

Cuadro N° 19
Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Subterránea

Área de Interés	Código de muestra	Fecha de muestreo	Concentración en mg/l																
			F1 (C5-C10)	F2 (C10-C28)	F3 (C28-C40)	Fracción de Hidrocarburos s Total	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Benzo (a) Pireno	Naftaleno	Cromo Hexavalent e	Mercurio (Hg)	Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo o (Cr)	Plomo (Pb)
	Soil Remediation Circular, 2013 (Normativa Holandesa)		-	-	-	0,6 *	0,03	1	0,15	0,07	0,00005	0,07	-	0,0003	0,06	0,625	0,006	0,03	0,075
	ECA para Agua Superficial. Categoría 4-E2, Ríos Selva		-	-	-	0,5	0,05	-	-	-	0,0001	-	0,011	0,0001	0,15	1	0,00025	-	0,0025
AI 1	61511-518-C2	27/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0008	0,0467	< 0,00010	< 0,0007	0,0004
	61511-518-C4	27/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0008	0,1071	< 0,00010	< 0,0007	0,0008
	61511-518-C7	27/04/2021	< 0,025	0,169	0,047	0,216	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,002	0,0982	< 0,00010	< 0,0007	0,0003
	61511-518-C10	27/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0016	0,0714	< 0,00010	< 0,0007	0,0007
	61511-518-P12	19/04/2021	< 0,025	12,62	2,376	15	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0055	0,1586	< 0,00010	< 0,0007	0,0009
	61511-518-C13	27/04/2021	< 0,025	0,245	0,111	0,356	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0047	0,1328	< 0,00010	< 0,0007	< 0,0002
AI 2	61511-518-C39	07/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0004	0,0368	< 0,00010	< 0,0007	0,0092
	61511-518-P5	19/04/2021	< 0,025	0,444	0,269	0,713	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0214	0,1659	< 0,00010	< 0,0007	0,0003
	61511-518-C15	27/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0005	0,0736	< 0,00010	< 0,0007	0,0004
	61511-518-C16	27/04/2021	< 0,025	0,706	0,339	1,045	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0004	0,2223	< 0,00010	< 0,0007	0,0003
		07/11/2021	< 0,025	9,221	5,644	14,87	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0032	0,2388	< 0,00010	< 0,0007	0,0023*
	61511-518-C18	27/04/2021	< 0,025	0,55	0,143	0,693	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	< 0,0001	0,1016	< 0,00010	< 0,0007	< 0,0002
		07/11/2021	< 0,025	0,205	0,049	0,254	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0004	0,0952	< 0,00010	< 0,0007	0,0004
	61511-518-C19	27/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	< 0,0001	0,0703	< 0,00010	< 0,0007	0,0006
	61511-518-C20	27/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	< 0,0001	0,092	< 0,00010	< 0,0007	0,0005
	61511-518-C24A	27/04/2021	< 0,025	0,044	0,047	0,091	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0005	0,1628	< 0,00010	< 0,0007	< 0,0002
	61511-518-C25	27/04/2021	< 0,025	0,375	0,181	0,556	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0007	0,1317	< 0,00010	< 0,0007	< 0,0002
	61511-518-C40	07/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0022	0,082	< 0,00010	< 0,0007	0,0005
	61511-518-C41	07/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013	< 0,0009	< 0,00005	0,0022	0,0861	< 0,00010	< 0,0007	< 0,0002

Supera referencialmente los ECA para Agua categoría 4 E2 (Ríos Selva) según D.S. N° 004-2017-MINAM

Supera la Normativa Holandesa (Soil Remediation Circular 2013)

Supera la Normativa Holandesa (Soil Remediation Circular 2013) y referencialmente los ECA para Agua categoría 4 E2 (Ríos Selva) según D.S. N° 004-2017-MINAM

Nota: * Superó ECA agua para plomo disuelto con la incertidumbre

Fuente: Informe de Ensayo N°24249/2021; 68658/2021

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 61



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 20: Resultados Analíticos de las Muestras de Producto Sobrenadante

Código de muestra	% Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)			
	Fecha de muestreo	Fracción de Hidrocarburos (F1)	Fracción de Hidrocarburos (F2)	Fracción de Hidrocarburos (F3)
61511-518-C25	07/11/2021	0,016 %	88,083 %	11,901 %

Fuente: Informe de Ensayo N°68664/2021

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 62

Como parte de la Fase de Caracterización, en la Estación Morona se instalaron dieciocho (18) nuevos piezómetros, además de los piezómetros P12 y P05 existentes, instalado en la Fase de Identificación.

En todas las muestras de agua subterránea se analizaron los siguientes parámetros: TPH (fracciones F1, F2 y F3), BTEX, HAP (benzo(a) pireno y naftaleno) y metales pesados (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb).

El Perú no cuenta con una normativa para la evaluación de la calidad del agua subterránea, por lo cual se toman los valores de intervención de la Normativa Holandesa, reportados en el *Soil Remediation Circular (2013)*. También, se considera adecuada la comparación de los valores reportados para agua subterránea, de manera referencial, con los de la categoría 4 (conservación del ambiente acuático), subcategoría E2 (Ríos, Selva), del ECA para agua superficial (D.S. N° 004-2017-MINAM).

Resultados obtenidos para los parámetros analizados, en las tres áreas de interés:

• **Área de Interés 1:** Tanque sumidero TK-1308, Tanque de Agua TV-1310, Bombas de Inyección y Cubeto de Tanques de Almacenamiento (TV-1301, TV-1302 y TV-1303). De los siete (7) piezómetros instalados en el área de interés 1, seis (6) piezómetros (C2, C4, C7, C10, C13 y C39) instalados y un piezómetro (P12) existente de la Fase de Identificación. En los piezómetros mencionados, no se detectó fase libre, tomándose muestras de agua subterránea en total. Las muestras de los piezómetros reportan concentraciones por debajo de los valores de referencia para TPH, a excepción del **piezómetro P12** (referencia, **tanque sumidero T-1308**) que reporta concentraciones que **superan los valores** de referencia para TPH. Adicionalmente, el **piezómetro C39** presenta una concentración de **plomo disuelto** que supera ligeramente el ECA para Agua Superficial.

• **Área de Interés 2:** Tanque de Almacenamiento de Diésel (Tk1305 y TK 1306), Tanque Sumidero TK-1307 y Motobombas Principales.

En el área de interés 2 se instalaron nueve (9) piezómetros (C15, C16, C18, C19, C20, C24A, C25, C40 y C41), además de existir un piezómetro (P5) de la Fase de Identificación. De los piezómetros mencionados, en un piezómetro (C25) se detectó fase libre sobrenadante (evaluado en el segundo ingreso), mientras en el resto de los piezómetros no se detectó, en los cuales se tomaron muestras de agua subterránea.

Así mismo, cabe resaltar, que el piezómetro C25 evaluado en el primer ingreso a campo no evidenció producto, por lo que se procedió a tomar muestra de agua subterránea.

Las muestras de los piezómetros **P5, C16, C18 y C25** reportaron **superación de los valores** de referencia internacional utilizados para la comparación (**Normativa Holandesa**) y el **ECA para Agua** (categoría 4- E2- Ríos Selva) **para TPH**. Mientras, que las muestras de los piezómetros C15, C19, C20, C24A, C40 y C41 reportaron concentraciones por debajo del límite de detección, en tanto, en el **punto C39** se **supera ligeramente el ECA para Agua para plomo disuelto**. En cuanto a la composición de



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

hidrocarburo comprende una mezcla de producto intermedio, predominando fracción F2 de TPH (88,08 % F2 de TPH).

• **Área de Interés 3; Área de Enterramiento de Borra**

En la Fase de Identificación (P15) se evidenciaron concentraciones de **TPH disueltos** en el agua subterránea que **superaban los valores de referencia internacional** utilizados para la comparación (**Normativa Holanda**), en tanto, se reportaron concentraciones para **plomo y mercurio que superan el ECA para Agua**. Sin embargo, cabe mencionar que posterior a la Fase de Identificación, PETROPERÚ, realizó trabajos de limpieza y remediación en el área de enterramiento de crudo ubicado al noroeste de la zona industrial de Estación Morona. Los trabajos de remediación consistieron en la remoción y/o excavación del suelo, aproximadamente hasta 5 m de profundidad y traslado del suelo contaminado para su disposición en una celda de tratamiento (contiguo a la ex-pozza) para su manejo. En el marco de estas actividades, **se inhabilita el piezómetro P15**.

En abril de 2021, como parte de la **Fase de Caracterización** se realizó el muestreo de detalle en esta zona que comprendió la instalación de tres (3) piezómetros (C26, C29 y C33) entre 4,73 m a 5,85 m de profundidad. En estos piezómetros no se acumuló agua en época creciente, por ende, no fue posible tomar muestras de agua subterránea.

Además, en noviembre de 2021 (segundo ingreso a la Estación) se inspeccionaron nuevamente los piezómetros, detectándose una película muy delgada de agua en el fondo de los mismos, no suficiente para poder realizar un muestreo representativo.

Resultados de las muestras de agua superficial

Cuadro N° 21: Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Superficial TPH, BTEX y HAP

Código de muestra	Fecha de muestreo	Concentración (mg/L)																							
		F1 (C5-C10)	F2 (C10-C28)	F3 (C28-C40)	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C5-C40)	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Acenafeno	Acenafileno	Antraceno	Benzo (a) Antraceno	Benzo (a) Pireno	Benzo (b) Fluoranteno	Benzo (g,h,i) Perileno	Benzo (k) Fluoranteno	Crise no	Dibenzo (a,h) Antra ceno	Fenan trena	Fluora nteno	Fluor ento	Indeno (1,2,3 cd) Pireno	Naftal eno	Pireno
ECA para Agua Superficial Categoría 4-E2: Ríos Selva		-	-	-	0,5	0,05	-	-	-	-	0,0004	-	0,0001	-	-	-	-	-	-	0,001	-	-	-	-	
61511-518-AS1	24/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
61511-518-AS2	24/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
	06/11/2021	< 0,025	0,282	0,611	0,893	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
61511-518-AS3	24/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
	06/11/2021	< 0,025	0,582	0,916	1,498	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
61511-518-AS5	24/04/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
	06/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
61511-518-AS6 ¹	06/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
61511-518-AS7 ²	07/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
61511-518-AS8 ²	07/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013
61511-518-AS9 ²	07/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00101	0,00101	0,00050	0,00242	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000016	0,000013	0,000016	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013	0,000013

Supera los ECA para Agua Superficial Categoría 4 E2 (Ríos Selva) según D.S. N° 004-2017-MINAM

Nota: ¹Muestra adicional tomada en noviembre de 2021

²Muestra adicional, ejecutada a petición de Petroperú

³ECA Agua, C1-A1 para comparar la muestra AS6

Fuente: Informe de Ensayo N°23349/2021

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 63

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 22: Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Superficial en Metales y Parámetros Físicoquímicos

Código de muestra	Fecha de muestreo	Concentración (mg/l)															Concentración en mg NH ₃ /L
		Cromo Hexavalente	Mercurio (Hg)	Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio Disuelto (Cd)	Cobre (Cu)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Antimonio (Sb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)	Aceites y Grasas	Fenoles	Nitrógeno Total	Sólidos Suspendedos Totales	
ECa para Agua Superficial Categoría 4 E2: Ríos Selva		0,011	0,0001	0,15	1,0	0,00025	0,1	0,052	0,0025	-	-	-	5,0	2,56	-	≤ 400	0,002
61511-518-AS1	24/04/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0006	0,0354	< 0,00010	0,0016	0,0009	0,001	0,0003	< 0,0006	0,014	< 0,100	< 0,0008	1,2	8	< 0,0010
61511-518-AS2	24/04/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,001	0,1108	< 0,00010	0,0078	0,0057	0,0033	0,0009	< 0,0006	0,026	< 0,100	< 0,0008	0,798	134	< 0,0010
	06/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0009	0,1678	< 0,00010	0,0096	0,0062	0,0033	< 0,0002	< 0,0006	0,018	< 0,100	< 0,0008	1,049	63	< 0,0010
61511-518-AS3	24/04/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0008	0,1202	< 0,00010	0,0027	0,0013	0,0006	0,0004	< 0,0006	0,012	< 0,100	< 0,0008	0,492	34	< 0,0010
	06/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0013	0,1025	< 0,00010	0,0048	0,0032	0,0023	0,0005	< 0,0006	0,013	150,4	< 0,0008	1,183	41	< 0,0010
61511-518-AS5	24/04/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0009	0,0583	< 0,00010	0,0041	0,0023	0,0016	< 0,0002	< 0,0006	0,037	< 0,100	< 0,0008	0,407	62	< 0,0010
	06/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0013	0,1062	< 0,00010	0,0055	0,004	0,0023	0,0005	< 0,0006	0,013	0,154	< 0,0008	1,113	70	< 0,0010
61511-518-AS6 ¹	06/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0005	0,03	< 0,00010	0,0033	0,0016	0,0053	< 0,0002	< 0,0006	0,018	0,927	< 0,0008	1,644	38	< 0,0010
61511-518-AS7 ²	07/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,001	0,1553	< 0,00010	0,0124	0,0077	0,0065	0,0006	< 0,0006	0,025	< 0,100	< 0,0008	2,362	84	< 0,0010
61511-518-AS8 ²	07/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,001	0,1481	< 0,00010	0,0129	0,0077	0,0053	< 0,0002	< 0,0006	0,225	< 0,100	< 0,0008	2,382	97	< 0,0010
61511-518-AS9 ²	07/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0009	0,1603	< 0,00010	0,0136	0,0083	0,0058	< 0,0002	< 0,0006	0,025	< 0,100	< 0,0008	2,305	55	< 0,0010

Supera los ECA para Agua Superficial Categoría 4 E2 (Ríos Selva) según D.S. N° 004-2017-MINAM

Nota: ¹Muestra adicional tomada en noviembre de 2021

²Muestra adicional, ejecutada a solicitud de Petropur

³ECA Agua, C1- A1 para comparar solo la muestra AS6

Fuente: Informe de Ensayo N°23349/2021

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 64

Cuadro N° 23: Resultados de las Muestras de Agua Superficial (Datos de Campo)

Punto de Muestreo	Fecha de Muestra	Conductividad Específica (µS/cm)	pH	Temperatura de la Muestra (°C)	Temperatura Ambiental (°C)
ECA para Agua Superficial Categoría 4 E2 (Ríos Selva)		1 000	6,5 - 9,0	Δ 3	-
61511-518-AS1	24/4/2021	160	6,8	26,4	27
61511-518-AS2	24/4/2021	160	6,9	26,9	27
	6/11/2021	150	6,9	26,8	-
61511-518-AS3	24/4/2021	160	6,8	26,8	28
	6/11/2021	160	6,8	26,7	-
61511-518-AS5	24/4/2021	160	7,0	26,5	27,5
	6/11/2021	140	7,0	26,7	-
61511-518-AS6 ¹	7/11/2021	160	6,9	26,5	-
61511-518-AS7 ²	7/11/2021	150	6,9	27,2	-
61511-518-AS8 ²	7/11/2021	190	7,0	27,1	-
61511-518-AS9 ²	7/11/2021	160	7,1	27,4	-

Supera los ECA para Agua Superficial Categoría 4 E2 (Ríos Selva) según D.S. N° 004-2017-MINAM

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 65

Los resultados analíticos de los parámetros evaluados en las muestras de agua superficial se presentan en los Cuadro N° 21, 22 y 23. Los parámetros analizados, son comparados con el **ECA** para Agua Superficial, Categoría 4, E2: Ríos Selva. Las muestras de agua superficial fueron tomadas a lo largo de la **quebrada Shifeco**. Cabe resaltar, que el agua de la quebrada Shifeco aflora en la cabecera de la quebrada, ubicada hacia el suroeste de la Estación y al sureste de la Comunidad Nativa Fernando Rosas.

En el mes de **abril de 2021**, los parámetros de calidad de agua evaluados en los puntos AS1, AS2, AS3, AS5 registran concentraciones por debajo de los valores de referencia y en algunos casos por debajo del límite de detección de la metodología empleada por el laboratorio, a excepción del **punto de muestreo AS2** en el que se evidenció concentración de **plomo disuelto** que **supera** ligeramente la **referencia**.

Mientras, en el mes de **noviembre de 2021**, se evaluaron siete (7) puntos muestreo en los que se evidenciaron concentraciones de **hidrocarburos disueltos** en dos (2) puntos; **AS2** (ubicado al lado oeste de la Expoza) y **AS3** (al margen derecho de la



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

quebrada Shifeco) que **superan el ECA** para Agua Superficial. Con respecto a la presencia de metales en el agua superficial se detectaron concentraciones de **plomo** en cinco (5) puntos de muestreo (**AS2, AS6, AS7, AS8, AS9**) que superaron el valor de referencia establecido en el **ECA** para Agua Superficial 4, E2.

Resultados de las Muestras de Sedimentos

Cuadro N° 24: Resultados de las Muestras de Sedimentos

Código de muestra	Fecha de muestreo	Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)			Concentración (mg/Kg)													
		F1 (C6-C10)	F2 (C10-C28)	F3 (C28-C40)	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	m-Xileno	p-Xileno	o-Xileno	Xilenos	Naftaleno	Benzo(a)pireno	Mercurio	Cromo Hexavalente	Arsénico	Bario	Cadmio
Valores de Intervención - Países Bajos		5000 ⁽¹⁾			1	130	50	-	-	-	25	17 ⁽²⁾	17 ⁽²⁾	10	-	85	7200 ⁽²⁾	14
Guía Canadienses de Calidad Ambiental (CCME) - Valores PEL		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,391	0,782	0,486	-	17	-	3,5
61511-518-SED1	24/04/2021	< 0,6	31,3	69	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	0,01432	0,01487	0,02919	< 0,0009	< 0,0009	0,05	< 0,0189	< 3,6	61,2	< 0,3
61511-518-SED2	24/04/2021	< 0,6	416,6	491,8	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	< 0,00148	< 0,00151	< 0,00409	< 0,0009	< 0,0009	< 0,01	< 0,0189	< 3,6	186,8	< 0,3
61511-518-SED3	06/11/2021	< 0,6	61,7	127,9	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	< 0,00148	< 0,00151	< 0,00409	< 0,0009	< 0,0009	0,02	< 0,0189	< 3,6	265,9	< 0,3
61511-518-SED4	24/04/2021	< 0,6	31,8	122,5	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	< 0,00148	< 0,00151	< 0,00409	< 0,0009	< 0,0009	0,04	< 0,0189	< 3,6	135,9	< 0,3
61511-518-SED5	06/11/2021	< 0,6	974,8	1401	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	< 0,00148	< 0,00151	< 0,00409	< 0,0009	< 0,0009	0,02	< 0,0189	< 3,6	185,1	< 0,3
61511-518-SED5	24/04/2021	< 0,6	626,2	2272	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	< 0,00148	< 0,00151	< 0,00409	< 0,0009	< 0,0009	0,04	< 0,0189	< 3,6	590,8	< 0,3
61511-518-SED5	24/04/2021	0,7	6940	18388	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	< 0,00148	< 0,00151	< 0,00409	< 0,0009	< 0,0009	0,03	< 0,0189	< 3,6	170,4	< 0,3
61511-518-SED5	06/11/2021	< 0,6	500,8	1041	< 0,00129	< 0,00145	< 0,00198	< 0,00110	< 0,00148	< 0,00151	< 0,00409	< 0,0009	< 0,0009	0,05	< 0,0189	< 3,6	156,3	< 0,3

Supera los valores de intervención establecidos en la Guía para Evaluación de Sedimentos del Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua del Gobierno de los Países Bajos
Supera los valores PEL propuestos por las Guías Canadienses de Calidad Ambiental del CCME, Canadian Council of Ministers of the Environment.

Nota:

⁽¹⁾ La Guía para Evaluación de Sedimentos (Países Bajos, 2010) establece un nivel de intervención de 5000 mg/kg para "mineral oil", que equivale a TPH C10-C40, o fracciones F2+F3 de hidrocarburos en sedimentos.

⁽²⁾ La Guía para Evaluación de Sedimentos (Países Bajos, 2010) no incluye valor para el benzo(a)pireno, naftaleno y bario. Sin embargo, en el marco de la Ley de Protección del Suelo, el Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial y Medio Ambiente holandés (VROM), el documento RIVM report 71170/023 "Technical evaluation of the intervention values for Soil/sediment and groundwater (2001)", establece valores para estos compuestos, los cuales se han incluido para la comparativa.

Fuente: Informe de Ensayo N°23363/2021

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 66

Como parte de la Fase de Caracterización, en la Estación Morona se tomaron muestras de sedimentos a lo largo de la Quebrada Shifeco, ubicada hacia el oeste de la zona industrial.

En todas las muestras de sedimentos se analizaron los siguientes parámetros; TPH (fracciones F1, F2 y F3), BTEX, HAP (benzo(a)pireno y naftaleno) y metales pesados (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI y Pb). Los parámetros analizados, son comparados con los valores de referencia internacional utilizados para la comparación (*Países Bajos (2010) y la Guía Canadiense*).

Los parámetros de sedimentos evaluados en el primer ingreso (abril 2021) en los puntos SED1, SED2, SED3, SED4 y SED5 registran concentraciones de TPH (F2 y F3), así como metales pesados; sin embargo, estas concentraciones se encuentran por debajo de los valores de referencia internacional para Sedimentos. También reportaron concentraciones de BTEX y HAP (benzo(a)pireno y naftaleno) por debajo del límite de detección. En tanto, el **punto SED5** reportó concentraciones elevadas de **TPH (F2 y F3), excediendo los valores** establecidos en la normativa de referencia internacional. Durante la evaluación realizada en el segundo ingreso (noviembre 2021) se tomaron muestras de sedimentos en los puntos SED2, SED3 y SED5, los cuales reportaron concentraciones de afectación, pero no llegaron a exceder de los valores de referencia.



Evaluación Hidrobiológica

Mencionan que sólo se presenta información de plancton (fitoplancton y zooplancton), macrozoobentos y perifiton. No se presenta información de peces, dado que no se realizó la evaluación de este grupo, debido a que las condiciones del hábitat (quebrada Shifeco) no fueron propicias para la evaluación y por presentar un caudal muy reducido.

Análisis de resultados:

Respecto a la caracterización hidrobiológica, para el **fitoplancton** en las tres (3) estaciones de muestreo se reportó mayor riqueza para los Phylum Bacillariophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa; no obstante, en cuanto a la densidad, destacan los phylum Bacillariophyta, Chlorophyta y Euglenozoa, observándose diferencias en la dominancia de los phylum a nivel de estaciones de estaciones y temporadas de evaluación; asimismo, en cuanto a los taxones, se reportó diferencias en dominancia en las estaciones de muestreo y por temporadas de evaluación, siendo en 61511-518-HB1 los taxones con mayor densidad *Pinnularia* sp. y *Lepocinclis* sp. (TC: *Lepocinclis* sp. y TV: *Pinnularia* sp.), en 61511-518-HB2 el taxón *Nitzschia* sp. y *Lepocinclis* sp. (TC: *Nitzschia* sp. y TV: *Euglena* sp.) y, en 61511-518- HB3, sobresale *Trachelomonas* sp. (TC: *Trachelomonas* sp. y TV: *Spirogyra* sp.). En cuanto a los valores de diversidad, se denotan una baja diversidad de especies en todas las estaciones muestreo, estando influenciada por la baja riqueza de especies y la dominancia en abundancia de algunos taxones.

Respecto al **zooplancton** en las tres (3) estaciones de muestreo se reportó mayor riqueza y abundancia para el phylum Rotifera, asimismo, en cuanto a los taxones, se reportó ligera diferencias en dominancia en las estaciones de muestreo y por temporadas de evaluación, siendo en las estaciones 61511-518-HB1 y 61511-518-HB2 el taxón con mayor densidad Bdelloidea para ambas temporadas; en tanto que, en la estación 61511-518-HB3 sobresalen *Platyias* sp. y Bdelloidea (TC: *Platyias* sp. y TV: Bdelloidea). En cuanto a los valores de diversidad, se denotan una baja diversidad de especies en todas las estaciones muestreo, estando influenciada por la baja riqueza de especies y la dominancia en abundancia de algunos taxones.

En relación al **macrozoobentos** este fue reportado solo durante la temporada de **creciente**; es así que, en las tres (3) estaciones de muestreo se reportó mayor riqueza y abundancia para el phylum Arthropoda; no obstante, en cuanto a los taxones, se reportó diferencias en dominancia en las estaciones de muestreo y por temporadas de evaluación, siendo en 61511-518-HB1 el taxón con mayor densidad Libellulidae (ninfa) y, en las estaciones 61511-518-HB2 y 61511-518-HB3 sobresale el taxón Chironomidae (larva). En cuanto a los valores de diversidad, se denotan una baja diversidad de especies en todas las estaciones muestreo, estando influenciada por la baja riqueza de especies y la dominancia en abundancia de algunos taxones.

Para el **perifiton** en las tres (3) estaciones de muestreo se reportó mayor riqueza para el phylum Bacillariophyta, seguido de Charophyta; no obstante, en cuanto a la densidad, destacan los phylum Bacillariophyta, Cyanobacteria y Charophyta, observándose diferencias en la dominancia de los phylum a nivel de estaciones y temporadas de



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

evaluación; asimismo, en cuanto a los taxones, se reportó diferencias en dominancia en las estaciones de muestreo y por temporadas de evaluación, siendo en 61511-518-HB1 los taxones con mayor densidad Oscillatoriales y *Pinnularia* sp. (TC: Oscillatoriales y TV: *Spirogyra* sp), en 61511- 518-HB2 los taxones *Nitzschia* sp. y *Spirogyra* sp. (TC: *Nitzschia* sp. y TV: *Spirogyra* sp.) y, en 61511-518-HB3, sobresalen Oscillatoriales y *Spirogyra* sp. (TC: Oscillatoriales y TV: *Oedogonium* sp.). En cuanto a los valores de diversidad, se denotan una baja diversidad de especies en todas las estaciones muestreo, estando influenciada por la baja riqueza de especies y la dominancia en abundancia de algunos taxones.

Clima.-

Para realizar la clasificación climática según el método de Werren Thornthwaite, inicialmente se considera el índice hídrico anual (Im) en función a la precipitación efectiva, correspondiendo a un carácter de clima muy lluvioso el símbolo "A"; asimismo, una temperatura eficiente con un índice anual (I) de 101 a 127 para los climas cálidos con el símbolo "A"; abundante precipitación en todas las estaciones del año "r"; y con muy alta humedad en todas las estaciones del año:

A(r) A' H4 : Zona de clima cálido, muy lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.

Registros de la Estación Meteorológica del SENAMHI:

Cuadro N° 25: Ubicación de la Estación Meteorológica para precipitación (2018-2022)

Estación Meteorológica	Ubicación política	Coordenadas UTM (WGS 84)			Elevación (msnm)	Distancia de Estación Morona
		Este	Norte	Zona UTM		
Borja	Alto Amazonas- distrito de Manseriche	217 235	9 505 430	18M	450	65 km* SO

*Distancia referencial

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 11

Cuadro N° 26: Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

Estación Meteorológica	Ubicación política	Coordenadas UTM (WGS 84)			Elevación (msnm)	Parámetros y Periodos de Registro	Distancia de Estación Morona
		Este	Norte	Zona UTM			
Santa María de Nieva	Condorcanqui- distrito de Nieva	173 943	9 465 379	18 M	225	Precipitación, temperatura y humedad (2018-2022)	120 km* SO
San Lorenzo	Alto Amazonas- Barranca	327 582	9 465 980	18 M	134	precipitación, temperatura y humedad (2018-2022)	120 km* SE

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 13-folio 0291- Levant. De observaciones

Precipitación

La precipitación total anual oscila entre de 2 233 mm a 3 391 mm y el promedio mensual entre 186,1 mm a 282,6 mm representan valores de precipitaciones altas y constantes que mantienen la humedad suficiente para el desarrollo de una densa vegetación.

Temperatura

La temperatura se ha determinado a partir de los datos de las Estación Meteorológica Nieva y San Lorenzo, tal y como se muestra en el Cuadro N° 15 del PDR. La Temperatura media anual varía entre 27,6 y 27,9 °C y la temperatura máxima entre 37,7 °C y 35,2 °C y mínima media anual es de 18,9 °C y 20,1 °C respectivamente.

Humedad Relativa

La humedad relativa se ha determinado a partir de los datos de las estaciones meteorológicas Santa María de Nieva y San Lorenzo, como se observa en el Cuadro N° 15. La humedad relativa media anual es de 92,58 %, con valores medios mensuales que varían entre 91,54 % y 94,08 %. Los valores máximos de humedad relativa se concentran entre los meses de enero a mayo. En el Cuadro N° 16 y Figura N° 11 se muestra los valores de humedad relativa.

Dirección y Velocidad del Viento

Velocidad promedio del viento de 1,8 m/s, a nivel superficial, y con ráfagas de hasta 6,3 m/s. Direcciones predominantes del viento fueron Suroeste (SO) y Sureste (SE), con periodos de calma oscilantes entre 0,0 y 57,14%.

Hidrología

Mencionan lo siguiente: La Estación Morona pertenece al Sector Oriente, se ubica en la cuenca de río Marañón. En el río Morona, la diferencia del nivel de agua entre las épocas de creciente y estiaje es de aproximadamente 3 metros, y el río Morona cuenta con un ancho promedio de 170 metros.

La disponibilidad de agua nunca se ha visto afectada por la demanda de la Estación Morona.

Esto es debido al caudal con el que cuenta el río Morona, que en promedio supera en gran cantidad a la mínima demanda de la estación. El aforo realizado cercano a la zona de captación, en un periodo de estiaje, arrojó un caudal 1 056 m³/s.

La Estación Morona se encuentra ubicada en la margen derecha del río Morona. Las Instalaciones Portuarias de la Estación están ubicadas sobre el río Morona, y la Zona Industrial se ubica a más de 50 m del río. Al Oeste de la Estación se encuentra la quebrada Shifeco (drenaje) que desemboca en el río Morona.

De acuerdo con la información climatológica e hidrológica del área evaluada, los muestreos deben realizarse en dos épocas diferenciadas: época de creciente y vaciante. En el río Morona, la época de creciente empieza en mayo y termina en julio y la vaciante empieza en noviembre hasta febrero.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 27: Época de Creciente y Vaciante en la Cuenca del Río Morona

Río	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Morona												
	Creciente			Transición			Vaciante					

Nota: las épocas de crecient e y vaciante están basadas en los datos obtenidos de los Derroteros del río y en los Levantamientos Hidrográficos efectuados por el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía.

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 17

Adjuntan el Mapa N° 4: Hidrología de la Estación Morona, del Apéndice I del PDR.

Cuadro N° 28: Características Hidrológicas

Tipo de Fuente	Longitud	Ancho (m)	Profundidad (m)	Caudal	Distancia a la Estación Morona
Río Morona	450 km	170	7 m	1 056 m³/s	50 m (hacia el oeste de la zona industrial)
Quebrada Shifeco	240 m	0,4- 5 m	0,5 m	0,0047 l/s	25 m (hacia el noroeste de la zona industrial)
Quebrada Ullolargo	2 km	-	-	-	500 m (hacia el noroeste de la estación)
Quebrada Shuyal	722 m	-	-	-	550 m (hacia el noroeste de la estación)
Manantial 1	NA	-	-	0,082 l/s	40 m
Manantial 2	NA	-	-	0,066 l/s	30 m

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 22-folio 0298- Levant. De observaciones

Hidrogeología

Mencionan lo siguiente: La Estación Morona se encuentra emplazada sobre un Acuífero Poroso No Consolidado Media (APNCm) de Neogeno Cuaternario- Continental, conformado por formaciones detríticas permeables en general no consolidadas. Corresponde acuíferos locales o discontinuos productivos, o acuíferos extensos, pero solo moderadamente productivos (permeabilidad media).

De la evaluación realizada en los piezómetros existentes y los nuevos piezómetros instalados se concluye de manera preliminar que el comportamiento del agua subterránea en el sitio está sujeta al tipo de suelo; arena y/o arena arcillosa en superficie y arcilla en profundidad.

De acuerdo a los sondeos realizados en el año 2018, a cargo de TECONEC, el acuífero está constituido por intercalaciones de material variado: limo arcilloso, arenas finas y gravas delgadas suprayacidas por aproximadamente 1,0 m de arcillas con alta plasticidad en superficie, las cuales podrían limitar la permisividad del transporte de los posibles contaminantes que migren al acuífero.

De acuerdo al Estudio Especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Expoza de Suelos Empetrolado y Residuos de la Zona Industrial de la Estación Morona (2018), las aguas subterráneas medidas en los piezómetros existentes presentan un pH moderadamente ácidas (6,05 a 6,29), con conductividad eléctrica entre 127 µS/cm y 248 µS/cm, cuyos valores indican que corresponden a aguas dulces de mineralización baja a media, mientras que, para los manantiales, el pH varía entre 4,9 y 5,5 indicando acidez, y conductividad eléctrica de 33 µ/cm correspondiendo con aguas muy dulces de mineralización muy bajas.

Se detectaron captaciones de agua para el consumo y riego en el entorno próximo (aguas arriba) a la Estación Morona; los manantiales más cercanos se encuentran a

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

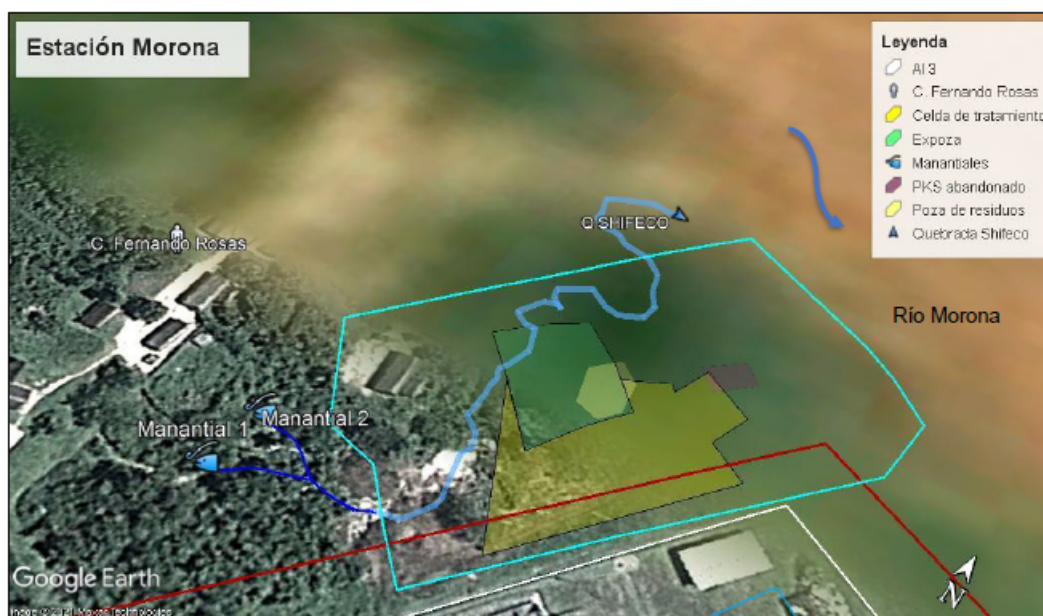
aproximadamente entre 30 y 40 m hacia el suroeste del emplazamiento, estos afloran al inicio de la quebrada Shifeco que discurre hasta llegar a desembocar en el río Morona. En la Imagen N° 03 se presentan los puntos de agua (pozos y/o fuentes) en el entorno de Estación Morona y en el Cuadro N° 29 se presentan sus características.

Cuadro N° 29 : Información de los Pozos en el Entorno del Emplazamiento

Punto	Naturaleza	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18M)		Cota (msnm)	Profundidad (m)	Uso	Distancia al sitio (m)
		Este (m)	Norte (m)				
1	Manantial 1	252 552	9 559 395	154,827	No aplica	Consumo	40,0
2	Manantial 2	252 553	9 559 414	154,533	No aplica	Consumo	30,0

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 18

Imagen N° 03: Ubicación de Manantiales



Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Figura N° 12

En el estudio especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Expoza de Suelos Empetrolado y Residuos de la Zona Industrial de la Estación Morona desarrollado en el año 2018 se evaluaron seis (6) piezómetros existentes dentro y fuera de la Estación Morona. Para dicho año, la dirección general del flujo del agua subterránea en el emplazamiento fue en dirección sureste-noroeste, es decir, en dirección hacia la quebrada Shifeco en la desembocadura del río Morona.

3.3 Plan Dirigido a la Remediación (PDR) en relación a los Recursos Hídricos.-

Objetivo:

Establecer las etapas y plazos para la ejecución de las medidas de remediación, mitigación, monitoreo y/o control institucional más adecuados para la afectación existente en Estación Morona.

Tipos de actividades de la Estación Morona:

Mantenimiento del oleoducto Norperuano: La estación Morona contribuye con el mantenimiento del oleoducto mediante el lanzamiento de raspatubos. Cuenta con una Trampa Scraper en donde lleva a cabo la recepción del raspatubos proveniente de Andoas y el lanzamiento de este hacia la Estación 5.

Almacenamiento temporal de crudo: En caso de paralizaciones no previstas, la Estación Morona realiza almacenamiento temporal de crudo, el cual ingresa a la zona industrial por medio de tuberías metálicas y el sistema de alivio.

En el siguiente Cuadro, se muestran los principales contaminantes encontrados en las áreas de interés, su concentración y los puntos de muestreo de donde fueron obtenidos, la distribución de los puntos de muestreo se encuentra en el Plano N°3 del Apéndice I.

Cuadro N° 30: Tipos de Contaminantes en el Área de Interés 1

Área		Sustancia (Parámetros)	Concentración máxima	Componente ambiental y Punto de Muestreo con superación de valor de referencia	Detalles (informe o estudios de referencia)
AI 1	Al este del Tanque TV 1302	TPH: F2	7269 mg/kg	Suelo: P09	TPH: F2
	Oeste del Tanque Sumidero T-1308	TPH	15 mg/l	Agua: P12	Adenda IISC, 2017
AI 2	Esquina norte del área de motobombas principales	TPH: F2 y F3	F2: 17 502 mg/kg	Suelo: C24	IC 2022
			F3: 6 498 mg/Kg	Suelo: C16	IC 2022
			TPH: 14,87 mg/l	Agua: C25	IC 2022
AI 3	AI 3.1	TPH: F2	3 074 mg/Kg	Suelo: C48	IC 2022
	AI 3.2	TPH: F2 y F3	F2: 4 697 mg/kg	Suelo: C38	IC 2022
			F3: 10 364 mg/Kg	Suelo: C38	IC 2022
	AI 3.3	Cr VI	Cr: 0,48 mg/kg	Suelo: C27	IC 2022
	AI 3.4	TPH: F1, F2 y F3	F1: 1 369 mg/kg	Suelo: A1	IC 2022
			F2: 24 593 mg/Kg	Suelo: A1	IC 2022
			F3: 34 586 mg/Kg	Suelo: A1	IC 2022
	Quebrada Shifeco	TPH, Grasas y aceites	TPH: 1,498 mg/l	Agua: AS3	IC 2022
			Grasas y aceites: 150,4 mg/kg	Agua: AS3	IC 2022
		TPH: F2 y F3	F2: 6 940 mg/kg	Sedimentos: SED5	IC 2022
			F3: 18388 mg/kg	Sedimentos: SED5	IC 2022

Fuente: IISC de Estación Morona, Adenda al IISC, IC Estación Morona, Consorcio TEMA, 2017

*C25 Y P12: Piezómetros; AS3: Agua superficial

Fuente: PDR- Estación Morona- Estudio de Caracterización- Cuadro N° 5



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Resumen de la Evaluación de Riesgo para la Salud y el Ambiente (ERSA)

Valoración del Riesgo al Ambiente

A partir de los resultados de una Etapa I de la metodología de evaluación del riesgo ecológico, se concluyó que, del análisis realizado a través de la aplicación del Cuestionario Preliminar para la evaluación de Riesgo Ecológico (Etapa I), existen indicios de avanzar a una etapa II del estudio.

En la Etapa II la valoración integral obtenida a partir del Cuestionario Avanzado (Etapa II) es de un valor de 3,1, siendo inferior a 5,0 (umbral empírico de aceptabilidad), por lo que se infiere la no necesidad de avanzar a una Etapa III en la evaluación de riesgo ecológico, ya que no existen indicios para inferir un riesgo ecológico, lo cual se basa en las siguientes consideraciones:

- La afectación identificada en la zona interna como externa de la Estación Morona predomina la presencia de fracciones de hidrocarburos (F1, F2 y F3). Se determinó que el material predominante en el perfil del suelo es arena y/o arena limo en superficie (hasta 1,0 m de profundidad), mientras a mayor profundidad es un medio arcilloso (mayor a 1,25) que se comporta como una capa impermeable. La afectación detectada por presencia de hidrocarburo en el suelo se encuentra delimitada en cada área de interés, así como la delimitación de la pluma de afectación en el agua subterránea. Con respecto a la zona externa de la zona industrial (oeste), no se evidenciaron hábitats sensibles tales como zonas de anidamiento, collpas, bañaderos, árboles semilleros, entre otros hábitats que puedan ser afectados por presencia de contaminantes, toda vez que en el AI 3, se encuentra emplazada sobre la unidad de vegetación correspondiente a "Vegetación secundaria". La composición y riqueza de especies de flora y fauna, refleja predominancia de especies con capacidad de adaptación a la perturbación antrópica, no reportándose especies endémicas, amenazadas ni incluidas en el apéndice I de CITES, de acuerdo con la legislación nacional e internacional. De lo señalado líneas arriba se concluye que no existe la necesidad de avanzar a una Etapa III de valoración del riesgo ambiental.

Valoración de los Riesgos para los Recursos Naturales Abióticos

- De la Valoración del Riesgo para los Recursos Naturales Abióticos, se concluye que la valoración de los riesgos del suelo es MEDIO a BAJO, esto se debe al tipo de material (arena, arena limosa y/o arena arcillosa en superficie) que predomina, con una permeabilidad media a baja en el suelo.
- En cuanto a la **valoración de los riesgos del agua subterránea y superficial es MEDIO A BAJO**, debido al tipo de suelo, la naturaleza química de los contaminantes y los mecanismos de transporte encontrados es necesario adoptar medidas de contención de la migración de las aguas contaminadas. Asimismo, se debe realizar un plan de monitoreo de los piezómetros ubicados en el emplazamiento, así también, comprobar la no migración de la contaminación encontrada dentro de la zona industrial, siguiendo la dirección del flujo subterráneo (hacia el noreste y oeste)
- Para la valoración de riesgo a la atmósfera, no se considera que existe un potencial riesgo de emisión de partículas o vapores a la atmósfera en las áreas afectadas, por ende, no se valora el riesgo a la atmósfera en el área de evaluación.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

Recomendaciones que declara el titular.-

Dado que los niveles de riesgo calculados para los escenarios más representativos y conservadores descritos en cada sector resultan admisibles, no resultaría necesario llevar adelante acciones correctivas tendientes a la mitigación u otro tipo de medidas en la Estación Morona.

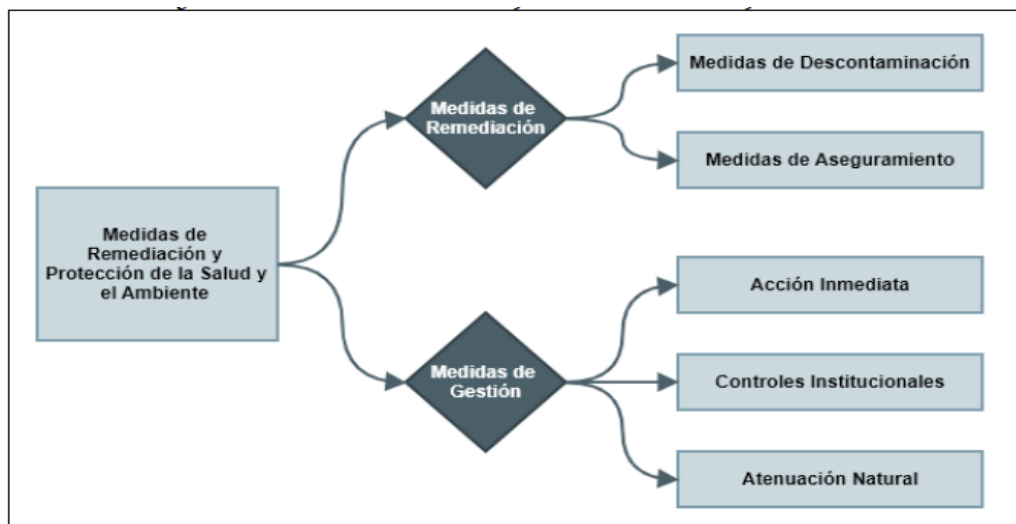
No obstante, en base a lo señalado, se ha identificado la presencia de fase libre sobrenadante en la **AI 2**. Esta situación justificaría la acometida de labores de control y seguimiento de la calidad de las aguas subterráneas en el área mencionada.

Análisis de las Alternativas de Remediación.-

Las medidas de remediación y protección de las personas y el ambiente frente a los riesgos asociados a la contaminación consideran medidas de remediación y/u otras medidas de gestión, a fin de que el emplazamiento quede en condiciones aceptables y seguras, considerando el uso actual y previsto del sitio. Ello, ya sea eliminando o reduciendo a nivel de aceptabilidad los riesgos para la salud de las personas o para el ambiente asociados a la contaminación en el sitio.

Cuando se implementan acciones de remediación se pueden aplicar medidas de descontaminación o de aseguramiento; la descontaminación implica la eliminación o reducción de los contaminantes, mientras que el aseguramiento se aplica para evitar la dispersión de los contaminantes o disminuir la exposición de los receptores a niveles que no impliquen riesgos para la salud y el ambiente. Asimismo, para proteger a las personas y al ambiente ante potenciales riesgos que puedan ser generados por la contaminación, se pueden aplicar otras medidas de gestión, las cuales comprenden medidas de acción inmediata, controles institucionales o atenuación natural monitoreada.

Figura 1: Medidas de Remediación y Protección de la Salud y el Ambiente



Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Figura N° 06

En función de las conclusiones del estudio ERSa, no existe una situación de potencial riesgo toxicológico o cancerígeno inadmisible para la salud humana en los escenarios y



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

receptores evaluados en Estación Morona. Sin embargo, se considera la contención y/o eliminación de la fase libre sobrenadante registrada en el AI 2, tal y como se refiere en Proyecto de "Guía para la Evaluación de Sitios Contaminados y la elaboración de Planes dirigidos a la Remediación Resolución Ministerial N° 118-2021-MINAM.

Adicionalmente se consideran medidas de remediación y gestión en las subáreas afectadas del AI3 y la quebrada Shifeco.

Por lo anterior se proponen controles institucionales y un programa de seguimiento de la calidad ambiental del agua subterránea, para el área de interés AI1 y AI2, como se indica a continuación:

- Controles y restricciones institucionales para atender los riesgos asociados a la participación de los trabajadores en potenciales obras en el área afectada.
- Seguimiento y monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas, a fin de vigilar las concentraciones de hidrocarburos disueltos y arsénico.

Para el área de interés AI2, adicionalmente se propone una acción de remediación localizada:

- Extracción mediante bombeo de la fase libre sobrenadante encontrada de manera puntual en el piezómetro C25.

Para el área de interés AI3, se proponen controles institucionales, acciones de remediación localizada y un programa de monitoreo para aguas superficiales y sedimentos:

- Medidas de gestión de acción inmediata para la limpieza del curso de la quebrada Shifeco que presenta afectación por TPH disueltos y aceites y grasas (*inspección in situ*). Así como medidas de seguimiento a través de un programa de monitoreo de aguas superficiales de la quebrada Shifeco por un plazo de 3 años.
- Medidas de remediación previo ensayo de lixiviación para determinar la liberación del contaminante (Cr VI) al entorno al punto C27

Cuando se implementan acciones de remediación se pueden aplicar medidas de descontaminación o de aseguramiento; la descontaminación implica la eliminación o reducción de los contaminantes, mientras que el aseguramiento se aplica para evitar la dispersión de los contaminantes o disminuir la exposición de los receptores a niveles que no impliquen riesgos para la salud y el ambiente. Asimismo, para proteger a las personas y al ambiente ante potenciales riesgos que puedan ser generados por la contaminación, se pueden aplicar otras medidas de gestión, las cuales comprenden medidas de acción inmediata, controles institucionales o atenuación natural monitoreada.

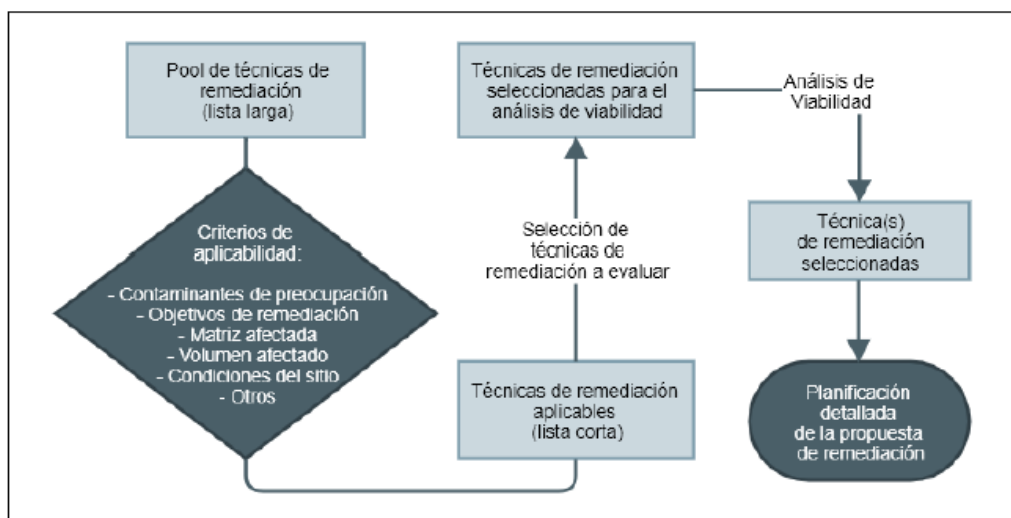
Presentan la esquematización del proceso de selección de alternativas de remediación para los sectores objeto de remediación. A partir de las técnicas de remediación



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

disponibles (lista larga), considerando los criterios de aplicabilidad de cada técnica, se definen las técnicas de remediación potencialmente aplicables (lista corta), a partir de las cuales se seleccionan las alternativas de remediación para cada escenario de contaminación. Estas son evaluadas en la Matriz de determinación, en la cual se evalúa la viabilidad de cada alternativa en función las mejoras técnicas disponibles, la sostenibilidad de alternativas, el análisis de ecoeficiencia y el costo asociado, para la selección de la(s) técnicas de remediación a aplicar.

Figura 2: Proceso para la Selección de las Alternativas de Remediación



Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Figura N° 07

Objetivos de Remediación.-

Para la Estación Morona, se consideran los siguientes objetivos de remediación para suelos. En tanto, cabe indicar que el primer objetivo de la remediación es la eliminación de la fase libre sobrenadante.

Los objetivos de remediación para suelos para la Estación Morona se presentan en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 31: Objetivos de Remediación para la Estación Morona

Contaminantes de Preocupación		Objetivo de Remediación	ECA Suelo para Uso Industrial	ECA Suelo para Uso Agrícola
		Agua Subterránea	Suelos	
			AI 2	AI 3
Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH)	F1 (C6-C10)	Eliminación del 95% de la fase libre sobrenadante y reducción de TPH disueltos en aguas subterráneas	-	200
	F2 (C10-C28)		5 000	1 200
	F3 (C28-C40)		6 000	3 000
HAP	Naftaleno		-	0,1
Metales	Cromo VI		-	0,4
Fase Libre Sobrenadante				

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 12-folio 0050- levant observ.

En el caso del agua subterránea, el primer objetivo es la eliminación de la fase libre sobrenadante detectada en el área de interés AI2.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Alternativas de remediación. -

Para la selección de las técnicas de remediación aplicables para cada área de interés objeto de remediación en la Estación Morona, se tomaron en consideración criterios que pudieran condicionar su implementación. Estos incluyen las condiciones propias de cada área de interés, las matrices afectadas, la naturaleza, extensión y distribución de la afectación, así como los objetivos de remediación, el costo estimado y las exigencias normativas, entre otros.

Cuadro N° 32: Criterios de Aplicabilidad para los Suelos de Estación Morona

Área Afectada (AA)	Objetivos de Remediación (mg/kg)					Área Por Remediar (m²)	Volumen Por Remediar (m³)	Condiciones Propias del Sitio
	TPH F1 (C ₆ -C ₁₀)	TPH F2 (C ₁₀ -C ₂₈)	TPH F3 (C ₂₈ -C ₄₀)	Naftaleno	Cr VI			
AA 2	200	1 200	3 000	-	-	630	378	<ul style="list-style-type: none"> • Textura del suelo: arena-arena arcillosa en superficie y arcillas en profundidad • Presencia esporádica de operadores de la Estación, por inoperatividad temporal • Presencia de fase libre sobrenadante. • Presencia de agua colgantes • Servicios básicos disponibles
AA 3.1	-	1 200		-		364	328	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas disponibles para procesos de remediación. • Precipitaciones constantes • Área de paso para los pobladores del entorno. • Limitado personal propio de la instalación. • Servicios básicos (agua potable y energía eléctrica) disponibles. • No se alcanza el nivel freático. • Textura predominante del suelo: arcilla en superficie y arena arcillosa en profundidad.
AA 3.2		1 200	3 000			233	140	
AA 3.3					0,4	23	7	
AA 3.4	200	1 200	3 000	0,1		160	80	
Total						1 410	933	

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 13-folio 0052- Levant. Observ.

Alternativas de remediación existentes

• Zona No Saturada

- Confinamiento
- Solidificación/Estabilización
- Lavado de Suelos (*in situ*)
- Oxidación Química in situ (ISCO)
- Biorremediación (biopilas)
- Excavación y Gestión
- Tratamiento Físico y químico

• Zona Saturada (Técnicas de Eliminación de Fase libre Sobrenadante)

- Bombeo y Gestión
- Extracción Multifase (MPE)
- Oxidación Químico (*in situ*) (ISCO)
- Biorremediación

Se presenta el resumen de las técnicas de tratamiento potencialmente aplicables a cada sector objeto de remediación de la Estación Morona.

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 33: Técnicas de Tratamiento Potencialmente Aplicables

Técnicas de Tratamiento	AI 2	AI 3 (AA 3.1 y AA 3.2)	AI 3 (AA 3.3)	AI 3 (AA 3.4)
Zona No Saturada				
Confinamiento	x	x	x	x
Solidificación/Estabilización	x	x	✓	x
Lavado de Suelos	✓			
Oxidación química <i>in situ</i>	✓	✓	x	✓
Biorremediación	x	x	x	x
Excavación y gestión <i>off site</i>	✓	✓	✓	✓
Tratamiento Físico y químico	x	✓	x	x
Zona Saturada				
Bombeo y tratamiento	✓	-		
Extracción multifase	✓	-		
Oxidación química	x	-		
Biorremediación	x			

Notas: * Técnica de Remediación Considerada No Viable.

✓ Técnica de Remediación Considerada Potencialmente Viable.

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 14- folio 0059- levant observ

ALTERNATIVAS DE REMEDIACIÓN SELECCIONADAS PARA EL ANÁLISIS DE VIABILIDAD

En función de las técnicas de remediación que se consideran aplicables para cada área y subárea objeto de remediación de la Estación Morona, a continuación, se presentan las alternativas de remediación propuestas para ser evaluadas en el análisis de viabilidad.

Cuando se implementan acciones de remediación se pueden aplicar medidas de descontaminación o de aseguramiento; la descontaminación implica la eliminación o reducción de los contaminantes, mientras que el aseguramiento se aplica para evitar la dispersión de los contaminantes o disminuir la exposición de los receptores a niveles que no impliquen riesgos para la salud y el ambiente. Asimismo, para proteger a las personas y al ambiente ante potenciales riesgos que puedan ser generados por la contaminación, se pueden aplicar otras medidas de gestión, las cuales comprenden medidas de acción inmediata, controles institucionales o atenuación natural monitoreada.

Se considera la implementación de técnicas individuales o en combinación que permitan abordar la afectación, las cuales se evaluarán en la Matriz de Determinación en el Análisis de Viabilidad de las Alternativas de Remediación.

Manifiestan que las alternativas se proponen sobre la base de los más de 20 años de experiencia de LITOCLEAN remediando episodios de contaminación por hidrocarburos en distintos países y contextos industriales y naturales, los lineamientos establecidos por la EPA sobre el tema en diferentes publicaciones y los lineamientos de las guías aprobadas por el Ministerio del Ambiente.

BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Para el **Área de Interés A2 (zona industrial)**, se han seleccionado las siguientes alternativas de remediación para su evaluación:

Zona saturada

- Alternativa I: Bombeo y Tratamiento
- Alternativa II: Extracción Multifase con tratamiento del agua

Zona no saturada (vadosa)

- Alternativa I: Lavado de Suelos *in situ*
- Alternativa II: Oxidación química *in situ*
- Alternativa III: Excavación y Gestión *off site*

Para las **Subáreas de Interés AI.3.1, AI.3.2 (zona externa)**, se han seleccionado tres (3) alternativas de remediación para su evaluación:

- Alternativa I: Tratamiento Fisicoquímico
- Alternativa II: Excavación y gestión *off site*
- Alternativa III: Oxidación química *in situ*

Para las **Subáreas de Interés AI.3.3 (zona externa)**, se han seleccionado dos (2) alternativas de remediación para su evaluación:

- Alternativa I: Solidificación / Estabilización
- Alternativa II: Excavación y gestión *off site*

Para la **Subárea de Interés AI.3.4 (zona externa)**, se han seleccionado dos (2) alternativas de remediación para su evaluación:

- Alternativa I: Excavación Selectiva y gestión *Off Site*.
- Alternativa II: Oxidación química *in situ*

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS DE REMEDIACIÓN

Al existir más de una alternativa de remediación para cada Sector objeto de remediación, para la selección de la(s) mejor(es) alternativa(s) de remediación se realizó el análisis de viabilidad mediante una Matriz de Determinación. Esta última se realizó de acuerdo con los lineamientos y recomendaciones señalados en la Guía PDS (MINAM, 2014). La Guía PDS establece escalas de puntuación y porcentajes de decisión para la ponderación de los criterios y subcriterios de viabilidad evaluados en la Matriz de Determinación, de manera que la alternativa de remediación más viable o preferida será aquella que obtenga la mayor suma ponderada.

Criterios de Viabilidad

Se listan los criterios de viabilidad y los porcentajes de decisión para la aplicación de la Matriz de Determinación:

- **Criterios de viabilidad:** La matriz se evalúa en base a los criterios que se indican a continuación:

- Criterio 1: Análisis de Mejores Técnicas Disponibles

60%



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- Criterio 2: Análisis de la Sostenibilidad de las Alternativas 20%
- Criterio 3: Análisis de Ecoeficiencia de las Medidas Propuestas 20%

De manera particular para las áreas afectadas AA.3.2 y AA.3.1, se han incorporado como criterio adicional los resultados de ensayos piloto, por ende, los porcentajes han sido ajustados.

- Criterio 1: Análisis de Mejores Técnicas Disponibles 50%
- Criterio 2: Análisis de la Sostenibilidad de las Alternativas 17%
- Criterio 3: Análisis de Ecoeficiencia de las Medidas Propuestas 17%
- Criterio Adicional: Ensayos Pilotos 16%

- **Subcriterios de viabilidad:** Cada criterio de viabilidad se divide en subcriterios para darle un mayor análisis a la matriz, para los cuales se establece una escala de puntuación y porcentajes de decisión.

En relación con la escala de puntuación y la ponderación para cada uno de los subcriterios de viabilidad, se tomaron como referencia los establecidos del Anexo 7 (Matriz de determinación para el análisis de alternativas de remediación) de la Guía PDS (MINAM, 2014), adaptándose sobre la base de la experiencia propia de LITOCLEAN. En el Apéndice IV del PdR se presenta la Matriz de Determinación para el análisis de las alternativas de remediación para cada sector objeto de remediación, con la ponderación y escala de puntuación resultante para los criterios 1, 2 y 3, así como para el criterio adicional.

Matriz de Determinación para el Análisis de las Alternativa(s) de Remediación

Se presenta la Matriz de Determinación para el análisis de alternativas de remediación para cada una de las áreas de interés objeto de remediación de la Estación Morona.

Cuadro N° 34: Matriz de Determinación para el Análisis de Alternativas de Remediación en el Área de Interés AI 2- Zona Saturada.

Criterio	Ponderación	Máx	Puntos según escala		Puntos Ponderados	
			Bombeo y Tratamiento	Extracción Multifase (MPE) con Tratamiento	Bombeo y Tratamiento	Extracción Multifase (MPE) con Tratamiento
Criterio 1: Análisis de Mejores Técnicas Disponibles (60 %)						
1.1. Aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos, materiales, y características del suelo.	10%	4	3	2	7,5	5
1.2. Eficacia con respecto al objetivo de remediación	25%	2	0	0	0	0
1.3. Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia	5%	2	2	2	5	5
1.4. Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación	2%	2	2	2	2	2
1.5. Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional	8%	2	1	1	4	4
1.6. Opciones de acciones complementarias (después de la remediación)	10%	2	2	2	10	10
Suma Parcial					28,5	26
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas (20 %)						
2.1. Necesidad de seguimiento de acciones implementadas después de la remediación	5%	2	1	1	2,5	2,5
2.2. Capacidad de vigilancia /monitoreo del sitio remediado (de ser necesario)	5%	2	2	2	5	5
2.3. Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente	10%	2	2	0	10	0
Suma Parcial					17,5	7,5
Criterio 3: Análisis de Ecoeficiencia de las medidas propuestas (20 %)						
3.1. Generación y eliminación de residuos (durante la remediación)	2%	2	1	1	1	1
3.2. Aprovechamiento de residuos (durante la remediación)	3%	2	1	0	1,5	0
3.3. Consumo de energía	5%	2	1	0	2,5	0
3.4. Generación de gases de efecto invernadero (GEI): CO ₂ y CH ₄	5%	2	2	1	5	2,5
3.5. Consumo de recursos naturales: por ejemplo, agua, suelo.	5%	2	2	1	5	2,5
Suma Parcial					15	6
Ponderación Total					61	39,5

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 15- folio 0062- levant observ.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Para la zona saturada del Al 2, la alternativa que presenta una mayor ponderación es la **Alternativa I: Bombeo y Tratamiento de aguas subterráneas.**

Cuadro N° 35: Matriz de Determinación para el Análisis de Alternativas de Remediación en el Área de Interés Al 2 – Zona No Saturada

Criterio	Ponderación	Máx	Puntos según escala			Puntos Ponderados		
			Lavado de Suelos <i>in situ</i>	Oxidación Química <i>in situ</i>	Excavación y Gestión Off Site	Lavado de Suelos <i>in situ</i>	Oxidación Química <i>in situ</i>	Excavación y Gestión Off Site
Criterio 1: Análisis de Mejores Técnicas Disponibles (60 %)								
1.1. Aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos, materiales, y características del suelo.	10%	4	3	3	4	7,5	7,5	10
1.2. Eficacia con respecto al objetivo de remediación	25%	2	1	1	1	2,5	2,5	2,5
1.3. Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia	5%	2	2	1	0	5	2,5	0
1.4. Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación	2%	2	2	2	1	5	5	2,5
1.5. Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional	8%	2	1	1	1	2,5	2,5	2,5
1.6. Opciones de acciones complementarias (después de la remediación)	10%	2	2	2	2	5	5	5
Suma Parcial						27,5	25	22,5
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas (20 %)								
2.1. Necesidad de seguimiento de acciones implementadas después de la remediación	5%	2	2	2	2	5	5	5
2.2. Capacidad de vigilancia /monitoreo del sitio remediado (de ser necesario)	5%	2	2	2	2	5	5	5
2.3. Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente	10%	2	2	2	2	5	5	5
Suma Parcial						15	15	15
Criterio 3: Análisis de Ecoeficiencia de las medidas propuestas (20 %)								
3.1. Generación y eliminación de residuos (durante la remediación)	2%	2	1	1	0	1	1	0
3.2. Aprovechamiento de residuos (durante la remediación)	3%	2	2	2	0	2	2	0
3.3. Consumo de energía	5%	2	2	2	2	2	2	2
3.4. Generación de gases de efecto invernadero (GEI): CO ₂ y CH ₄	5%	2	2	2	1	2	2	1
3.5. Consumo de recursos naturales: por ejemplo, agua, suelo.	5%	2	2	2	0	2	2	0
Suma Parcial						9	9	5
Ponderación Total						51,5	49	40,5

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 16- folio 0063-0064- levant observ.

Para la zona no saturada del Al 2, la alternativa que presenta una mayor ponderación es la **Alternativa I: Lavado de Suelos *in situ***. Es importante mencionar que, esta técnica será aplicada de manera condicional, una vez eliminada la fase libre sobrenadante.

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 36: Matriz de Determinación para el Análisis de Alternativas de Remediación de Suelo de las Áreas Afectadas AA3.1 y AA3.2

Criterio	Ponderación	Máx	Puntos según escala			Puntos Ponderados		
			Tratamiento Físico y químico	Excavación y Gestión off site	Oxidación Química in situ	Tratamiento Físicoquímico	Excavación y Gestión off site	Oxidación Química in situ
Criterio 1: Análisis de Mejores Técnicas Disponibles (50 %)								
1.1. Aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos, materiales, y características del suelo.	8%	4	3	3	3	3	6	6
1.2. Eficacia con respecto al objetivo de remediación	21%	2	1	1	1	10,5	10,5	10,5
1.3. Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia	4%	2	1	1	0	2	2	0
1.4. Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación	2%	2	2	1	2	2	1	2
1.5. Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional	7%	2	0	1	0	0	3,5	0
1.6. Opciones de acciones complementarias (después de la remediación)	8%	2	2	0	2	8	0	8
Suma Parcial						28,5	23	26,5
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas (17 %)								
2.1. Necesidad de seguimiento de acciones implementadas después de la remediación	4%	2	2	2	2	4,0	4,0	4,0
2.2. Capacidad de vigilancia /monitoreo del sitio remediado (de ser necesario)	4%	2	2	2	2	4,0	4,0	4,0
2.3. Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente	9%	2	1	2	1	4,5	9,0	4,5
Suma Parcial						12,5	17	12,5
Criterio 3: Análisis de Ecoeficiencia de las medidas propuestas (17 %)								
3.1. Generación y eliminación de residuos (durante la remediación)	2%	2	1	0	1	1,0	0,0	1,0
3.2. Aprovechamiento de residuos (durante la remediación)	3%	2	0	0	0	0,0	0,0	0,0
3.3. Consumo de energía	4%	2	1	1	2	2,0	2,0	4,0
3.4. Generación de gases de efecto invernadero (GEI): CO ₂ y CH ₄	4%	2	1	1	2	2,0	2,0	4,0
3.5. Consumo de recursos naturales: por ejemplo, agua, suelo.	4%	2	2	1	1	4,0	2,0	2,0
Suma Parcial						9,0	6,0	11,0
Criterio Adicional: Ensayos Pilotos (16 %)								
Escala relativa, a los resultados de las pruebas piloto. 0 = Los resultados de los ensayos piloto no son suficientes para la aplicación de la técnica. 1 = Los resultados de los ensayos piloto, indican que la técnica puede ser complementada. 2 = Los resultados de los ensayos piloto confirman la efectividad de la técnica.	16%	2	0	0	0	0	0	0
Ponderación Total						41	40	39

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 17- folio 0065-0066-levant observ.



**BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 37: Matriz de Determinación para el Análisis de Alternativas de Remediación de Suelo del Área de Interés AI3.3

Criterio	Ponderación	Máx	Puntos según escala		Puntos Ponderados	
			Excavación + Disp. Off Site	Excavación + Estabilización/ Solidificación	Excavación y Gestión	Excavación + Estabilización/ Solidificación
Criterio 1: Análisis de Mejores Técnicas Disponibles (60 %)						
1.1. Aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos, materiales, y características del suelo.	10%	4	3	3	7.5	7.5
1.2. Eficacia con respecto al objetivo de remediación	25%	2	1	0	12.5	0.0
1.3. Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia	5%	2	1	1	2.5	2.5
1.4. Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación	2%	2	1	2	1.0	2.0
1.5. Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional	8%	2	1	1	4.0	4.0
1.6. Opciones de acciones complementarias (después de la remediación)	10%	2	0	1	0.0	5.0
Suma Parcial					27.5	21.0
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas (20 %)						
2.1. Necesidad de seguimiento de acciones implementadas después de la remediación	5%	2	2	1	5.0	2.5
2.2. Capacidad de vigilancia /monitoreo del sitio remediado (de ser necesario)	5%	2	2	1	5.0	2.5
2.3. Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente	10%	2	2	2	10.0	10.0
Suma Parcial					20.0	15.0
Criterio 3: Análisis de Ecoeficiencia de las medidas propuestas (20 %)						
3.1. Generación y eliminación de residuos (durante la remediación)	2%	2	1	1	1.0	1.0
3.2. Aprovechamiento de residuos (durante la remediación)	3%	2	0	2	0.0	3.0
3.3. Consumo de energía	5%	2	2	2	5.0	5.0
3.4. Generación de gases de efecto invernadero (GEI): CO ₂ y CH ₄	5%	2	2	2	5.0	5.0
3.5. Consumo de recursos naturales: por ejemplo, agua, suelo.	5%	2	2	1	5.0	2.5
Suma Parcial					16.0	16.5
Ponderación Total					79.5	69.0

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 18- folio 0067-levant observ.

Cuadro N° 38: Matriz de Determinación para el Análisis de Alternativas de Remediación de Suelo del Área de Interés AI3.4

Criterio	Ponderación	Máx	Puntos según escala		Puntos Ponderados	
			Excavación + Disp. Off Site	Oxidación Química <i>in situ</i>	Excavación + Disp. Off Site	Oxidación Química <i>in situ</i>
Criterio 1: Análisis de Mejores Técnicas Disponibles (60 %)						
1.1. Aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos, materiales, y características del suelo.	10%	4	3	3	7.5	7.5
1.2. Eficacia con respecto al objetivo de remediación	25%	2	1	1	12.5	12.5
1.3. Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia	5%	2	1	0	2.5	0.0
1.4. Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación	2%	2	1	2	1.0	2.0
1.5. Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional	8%	2	1	0	4.0	0.0
1.6. Opciones de acciones complementarias (después de la remediación)	10%	2	0	1	0.0	5.0
Suma Parcial					27.5	27.0
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas (20 %)						
2.1. Necesidad de seguimiento de acciones implementadas después de la remediación	5%	2	2	2	5.0	2.5
2.2. Capacidad de vigilancia /monitoreo del sitio remediado (de ser necesario)	5%	2	2	2	5.0	2.5
2.3. Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente	10%	2	2	1	10.0	10.0
Suma Parcial					20.0	15.0
Criterio 3: Análisis de Ecoeficiencia de las medidas propuestas (20 %)						
3.1. Generación y eliminación de residuos (durante la remediación)	2%	2	1	1	1.0	1.0
3.2. Aprovechamiento de residuos (durante la remediación)	3%	2	0	0	0.0	0.0
3.3. Consumo de energía	5%	2	2	2	5.0	5.0
3.4. Generación de gases de efecto invernadero (GEI): CO ₂ y CH ₄	5%	2	2	2	5.0	5.0
3.5. Consumo de recursos naturales: por ejemplo, agua, suelo.	5%	2	2	1	5.0	2.5
Suma Parcial					16.0	13.5
Ponderación Total					79.5	55.5

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 19- folio 0068-levant observ.

Para los suelos afectados en las subáreas AI3.1 y AI3.2, la alternativa que presenta una mayor ponderación es la Alternativa I: **Tratamiento Físico y químico**, dado que presenta mayor ponderación que la alternativa de excavación y gestión *off site* y Oxidación química *in situ*. Así mismo se identifica que la Estación Morona cuenta con



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

los espacios necesarios para la ejecución de la técnica, además de ello no genera residuos posteriores y es simple de diseñar y operar.

En el caso específico de las subáreas AI3.3 y AI3.4, la alternativa que presenta una mayor ponderación es la Alternativa II: **Excavación y Gestión off site**, esta alternativa presentó mayor ponderación. Así mismo se ha tomado en cuenta las concentraciones y tipos de contaminantes, así como los volúmenes de suelo afectado.

Para el agua subterránea, (con fase libre sobrenadante), del **AI 2**, la alternativa que presenta una mayor ponderación es la Alternativa I: **Bombeo y Tratamiento**. Se considera para el agua subterránea, como una alternativa de remediación de segunda fase, la oxidación química.

Resultados de Pruebas de Laboratorio o Ensayos Piloto

En la Estación Morona se realizaron dos ensayos de bombeo y recuperación en el área de interés AI 1 y en el extremo noreste del AI 2, obteniendo como resultado una calificación de acuífero pobre, algo a poco permeable. Es importante mencionar que el suelo encontrado responde a arenas en superficie y arcillas a profundidad. Por las condiciones presentes en el AI 2 se considera necesario implementar un sistema de extracción de la fase libre sobrenadante, mediante un sistema de bombeo controlado a bajo caudal, el cual permita la recolección del hidrocarburo para su posterior disposición.

Ensayo de Tratabilidad

Se realizaron ensayos de laboratorio para evaluar la tratabilidad de los suelos del punto C24, ubicado en el AI.2. Se simuló las estrategias de biorremediación en los suelos afectados de la Estación Morona del cual indicamos lo siguiente:

- Se llevó a cabo una respirometría para determinar su actividad metabólica (presencia y actividad de microbiota degradadora) y se realizó un primer ensayo rápido de tratabilidad mediante microcosmos de *slurries*. A partir de estos microcosmos, se inició un cultivo de enriquecimiento para la obtención de un inóculo especializado en la degradación del residuo orgánico presente.
- La última fase consistió en un ensayo de biotratabilidad con microcosmos de suelo en fase sólida en los que se incubó el suelo en condiciones de aireación, a 25°C, con los siguientes tratamientos:
 - Sin enmiendas (control sin modificar)
 - Nutrientes
 - Cosustrato
 - Biorrefuerzo (con el inóculo desarrollado)
- Los tratamientos con nutrientes y biorrefuerzo estimularon la biodegradación de los hidrocarburos en la muestra de suelo, aunque los porcentajes de reducción del contaminante son limitados dada la elevada concentración inicial.
- La presencia de materia orgánica de otros orígenes detectada en el suelo según antecedentes podría haber ralentizado la utilización de hidrocarburos. No parece que



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

el biorrefuerzo produzca una mejora de la biodegradación respecto a la adición de nutrientes.

- En los tiempos de incubación analizados, la adición de compost presenta los mejores resultados de biodegradación y mantiene las poblaciones degradadoras a niveles muy altos. Sin duda, un tiempo de incubación más prolongado mejoraría los resultados de biodegradación.

Se confirma la potencial viabilidad de la biodegradación aeróbica como técnica de descontaminación para la recuperación y saneamiento del subsuelo de la zona en estudio afectado por TPH. Sin embargo, se recomendaría extender los períodos de tratamiento para confirmar la obtención de porcentajes de biodegradación mayores.

Así mismo los suelos evaluados, corresponden al área de interés AI.2, no siendo representativos de la afectación presente en el AI. 3, la cual presenta una afectación y litología distintas.

En el Apéndice VII, se presenta el ensayo de tratabilidad.

Propuesta de remediación seleccionada. -

Área de Interés AI 2

El análisis de viabilidad realizado para el área de interés AI 2 de la Estación Morona es presentado de forma independiente por zona con presencia de afectación: zona saturada y zona no saturada, con el objetivo de establecer medidas de remediación específicas para cada matriz a remediar. Si bien la evaluación fue realizada de manera independiente, en base a la experiencia de LITOCLEAN ante situaciones similares, se reconoce que la aplicación combinada de las alternativas de remediación presenta mayor efectividad, debido a considerar las tecnologías con viabilidad técnica más apropiadas a los escenarios de contaminación.

En este sentido la combinación de alternativas seleccionadas corresponde a: ***Bombeo y Tratamiento, seguido de lavado de suelos, nuevamente bombeo y tratamiento.***

La técnica de bombeo y tratamiento sería aplicada para atacar la afectación encontrada en la zona saturada, cuyo objetivo principal es la eliminación de la fase libre sobrenadante y reducción de TPH disueltos en las aguas subterráneas, mediante el uso de filtro de carbón activado, mientras que, de manera condicional a los resultados de la primera fase, el lavado de suelos sería aplicado directamente a la zona no saturada, pasando a una nueva etapa de bombeo y tratamiento del agua de lavado con filtro de carbón activado, para su disposición final (vertimiento al río Morona). Cabe precisar que si el agua tratada cumple con los LMP del sector hidrocarburos se procedería a utilizar para la mezcla con el surfactante.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Área de Interés AI 3

Sobre la base del análisis de viabilidad realizado para Estación Morona, a continuación, se detalla(n) la(s) alternativa(s) de remediación más apropiadas seleccionada(s) para cada área objeto de remediación del AI 3.

- **Suelos de las subáreas de interés AI3.1, AI3.2:** La alternativa seleccionada es el Tratamiento Físico y químico. Así mismo se podría complementar con la adición de un oxidante para acelerar el proceso de remediación.
- **Suelos de la subárea de interés AI3.3 y AI3.4:** Excavación del suelo y gestión *off site*.

PLAN DE CONTROL Y MONITOREO DURANTE LA EJECUCIÓN. –

El plan de control y monitoreo en la ejecución comprende la ejecución estructurada y coordinada de una serie de acciones encaminadas a la supervisión de la ejecución de la remediación, para garantizar la calidad y la eficacia de las obras, así como las medidas de supervisión internas para garantizar la seguridad del personal durante estas.

PLAN DE CONTROL PARA LAS ÁREAS DE INTERÉS AI2 (ZONA INTERNA)

En el caso del AI 2 de la Estación Morona, las actividades a realizar comprenden una primera fase de extracción mediante bombeo y tratamiento de aguas hidrocarburadas, seguido de una segunda fase condicional de lavado de suelos *in situ* para limpieza de concentraciones de TPH residuales en el suelo, trayendo consigo el bombeo y tratamiento del agua de lavado.

Para cada una de las fases, se realizará una valoración en función de su efectividad en la eliminación de la fase libre sobrenadante y en la disminución de la afectación, tanto en la zona saturada como en la zona no saturada. De acuerdo con los resultados obtenidos, se podrá realizar modificaciones a fin de optimizar el rendimiento de los sistemas, abriendo la posibilidad a la aplicación de técnicas de remediación complementarias. Asimismo, se establecerá un plan de control y monitoreo a lo largo del proceso de remediación para cada una de las fases.

Control y Monitoreo de la Primera Fase

El control y monitoreo en la primera fase busca evaluar la evolución del proceso de remediación, que incluye la reducción de los espesores de fase libre sobrenadante y las concentraciones de los contaminantes de preocupación en la zonas saturada y no saturada. Asimismo, busca evaluar la efectividad y el rendimiento del sistema.

Comprenderá:

Zona saturada

El monitoreo se realizará en la Red Piezométrica de Control del programa de monitoreo de agua subterránea, que considera un total de diecisiete (17) piezómetros distribuidos en la pluma de afectación en el agua subterránea del AI 1 y AI 2. El monitoreo comprenderá las siguientes actividades:

- Medición de niveles en los piezómetros de la red de monitoreo con frecuencia mensual:



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- Nivel de fondo del piezómetro (m).
 - Nivel de la fase libre sobrenadante (m), en caso se detecte.
 - Nivel del agua subterránea (m).
-
- Desarrollo y purga de los piezómetros.
 - Medición de parámetros de campo in situ (temperatura, pH y conductividad eléctrica).
 - Registros de las características organolépticas del agua subterránea (turbidez, color y olor).
 - Toma de muestras de agua subterránea o de producto sobrenadante, en caso este sea detectado y permita la toma de muestra para su caracterización. Se considera la toma de una (1) muestra por piezómetro y pozo, con lo cual se tendrá un total de diecisiete (17) muestras de agua subterránea o producto sobrenadante.
 - En las muestras de agua subterránea se analizarán, como mínimo, las fracciones de TPH (F1, F2 y F3), BTEX, HAP y metales totales²⁸, los cuales serán comparados con las normativas de referencia (ECA Agua y Normativa Holandesa - *Soil Remediation Circular*). En caso se tomen muestras de producto sobrenadante, se deberá proceder con la caracterización mediante la determinación analítica de las fracciones de TPH (F1, F2 y F3) y el cromatograma, adicionalmente, se consideraría el monitoreo de transmisividad del producto sobrenadante (cm²/día), tasa de recuperación (l/s), saturación residual, en caso aplique.
 - Se realizarán planos de isoconcentraciones en aguas subterráneas desde el inicio de las acciones de remediación, los cuales se deberán actualizar con una frecuencia trimestral hasta el término de las actuaciones en el AI 2.
 - Asimismo, se presentará la determinación de la pluma de contaminación de aguas subterráneas, desde el inicio de las acciones de remediación hasta el término de las acciones, indicando el manejo de contaminantes previsto para la remediación con la finalidad de eliminar la fase libre sobrenadante de la zona saturada.

Agua tratada:

En función de la forma de gestión final del agua tratada, de manera mensual se realizará el control del sistema de tratamiento de agua subterránea, a fin de controlar la calidad del agua tratada de manera previa a su gestión, así como su evolución en el tiempo.

- En las muestras de agua tratada se deberán analizar los mismos parámetros con lo que se evalúa la calidad del agua subterránea, incluyendo, como mínimo, las fracciones de TPH (F1, F2 y F3), BTEX y HAP; así como aquellos parámetros con los cuales se contrastarán los resultados analíticos (Límites Máximos Permisibles).



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Rendimiento del Sistema

El monitoreo del sistema de bombeo y tratamiento, así como el mantenimiento y los ajustes del sistema, se realizarán de manera mensual, buscando alcanzar el rendimiento óptimo de los equipos. Para ello, comprenderá:

- Control del volumen de producto recuperado.
- Control del volumen de agua subterránea extraída y tratada.
- Horas de funcionamiento e incidencias en el sistema de extracción.
- Ajuste operativo de equipos y bombas.
- Mantenimiento preventivo y limpieza de equipos y bombas.
- Control de operaciones de retirada de producto realizadas.

Control y Monitoreo de la Segunda Fase

Una vez culminada la primera fase, se procederá a definir la periodicidad del monitoreo que se establecerá durante de la segunda fase de lavado de suelo - bombeo y tratamiento de agua de lavado, en caso esta sea necesaria. Las particularidades del seguimiento y control se verán condicionadas al estado de la zona saturada y la zona vadosa cuando se proceda a su implementación.

Informes de Seguimiento

Para el seguimiento de los avances de las fases del proceso de descontaminación, se prevé la entrega de los siguientes informes, los mismos que se serán presentados a la Autoridad Ambiental Competente:

- **Informe de puesta en marcha:** deberá presentar los datos recabados durante la puesta en marcha del sistema, con el sistema parado y una vez arrancado y estabilizado.
- **Informes de seguimiento mensual:** incorporarán los datos recabados durante los controles realizados en el mes y evaluarán el funcionamiento de la remediación desde la puesta en marcha del sistema, así como contemplará los resultados de los análisis de laboratorio y campo que se realicen en ese período.
- **Informes de seguimiento post-remediación:** incorporarán los datos recabados posterior a las acciones de remediación, posterior al vertimiento de los efluentes al río Morona y al muestreo de comprobación en la matriz suelo.

PLAN DE CONTROL PARA EL ÁREA DE INTERÉS AI 3 (ZONA EXTERNA)

Áreas Afectadas AA.3.1 y AA.3.2

En el caso de las áreas afectadas AA.3.1 y AA.3.2, las actividades a realizar comprenden la excavación y tratamiento físico y químico de los suelos afectados, así como el posterior relleno del vaso de la excavación.

Áreas Afectadas AA.3.3 y AA.3.4

En el caso de las áreas afectadas AA.3.3 y AA.3.4, las actividades a realizar comprenden la excavación y *disposición off site* del suelo afectado.

Quebrada Shifeco

Calle Diecisiete N° 355,
Urb. El Palomar - San
Isidro
T: (511) 224 3298
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

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



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Se tiene contemplado que durante los trabajos de excavación en las áreas afectadas de la zona externa de la Estación Morona se realizará la vigilancia del cauce de la quebrada Shifeco, con el fin de poder atender de manera inmediata cualquier migración de la afectación.

Como acciones de atención inmediata, se considera:

- Colocación, mantenimiento y retiro de barreras de contención.
- Retiros de sedimentos o suelos afectados por hidrocarburos.
- Colocación de paños absorbentes para la limpieza o recolección de fase libre sobrenadante, en caso detecto.
- Traslado de material contaminado hacia la poza de residuos peligrosos (zona industrial) para su posterior disposición.

Desde el año 2019, hasta la actualidad, PETROPERÚ ya viene realizando acciones de atención inmediata a través del “Servicio de Control y Resguardo de Zonas Identificadas como Sitio Impactado con Hidrocarburos en Zona Externa Morona, el cual comprende acciones de limpieza y sobre el cauce de la quebrada Shifeco.

Informes de Seguimiento

Para el seguimiento de los avances de las fases del proceso de remediación, se prevé la entrega de los siguientes informes, los mismos que se serán presentados a la Autoridad Ambiental Competente:

- Informes de seguimiento Mensual: Durante los primeros seis meses de remediación.
- Informes de seguimiento Trimestral: A partir de sexto mes hasta cumplir remediación.

PROPUESTA DE MEDIDAS DE SEGUIMIENTO (POST REMEDIACIÓN).-

Luego de la culminación de las acciones de remediación, se considera implementar programas de monitoreo en la Estación Morona. De acuerdo con lo indicado, a continuación, se presentan los programas de monitoreo a implementar una vez culminadas las acciones de remediación en los sectores que lo ameriten:

Programa de Evaluación para el Área de Interés AI 1

En el AI 1 se consideran medidas de gestión (controles y restricciones institucionales), para lo cual se realizará la instalación de señalética en puntos estratégicos entorno al área que presenta suelo afectado que reporta superación del ECA para suelo de uso Industrial. Como medida de seguimiento, se considera que, de manera periódica, se realice la evaluación de la integridad de la señalética instalada y se realice el mantenimiento correspondiente.

La evaluación se realizará de manera anual y comprenderá una inspección visual para evaluar el estado y la integridad de la señalética instalada. Asimismo, se realizará el mantenimiento preventivo, que consistirá en la limpieza de la señalética y pintado del soporte, así como el mantenimiento correctivo, en caso y en la medida en que este sea necesario.

Cabe precisar que la evaluación y mantenimiento de la integridad de las señaléticas, será realizada durante toda la vida útil de operación de la Estación Morona.

De manera adicional, se tiene contemplado el monitoreo de los suelos, a fin de verificar que la afectación no haya migrado fuera de la delimitación del área afectada. La



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

frecuencia de este monitoreo será la misma que la indicada para el monitoreo de aguas subterránea (ítem 6.5.2.4 del PdR) y los parámetros a analizar, corresponden a suelos afectados por hidrocarburos TPH (F1, F2, F3, BTEX y HAP).

Programa de Seguimiento para el Área de Interés AI 1 y AI 2

Para el AI 1 y AI 2 se implementará un programa de monitoreo y seguimiento, el cual comprenderá la evaluación del agua subterránea, que tiene por objeto observar la evolución de la calidad del agua subterránea en la zona industrial, que reporta concentraciones de hidrocarburos disueltos, y evaluar la potencial movilización de la pluma de agua subterránea, afectada hacia el área externa de la estación. Ello, a fin de vigilar la calidad de las aguas subterráneas, como medida de prevención y de detección temprana.

A priori no se tiene contemplado la implementación de un programa de monitoreo de agua subterránea en el AI.3. Sin embargo, se prevé realizar un estudio de tomografía eléctrica para poder determinar los niveles saturados en las áreas internas y externa de la Estación Morona, dependiendo de los resultados obtenidos, se considerará la implementación de este programa de monitoreo, se pretende mantener los parámetros y frecuencias propuestas para el monitoreo de aguas subterráneas en el AI.1 y AI.2.

Red Piezométrica de Control

El monitoreo se realizará en la zona industrial de la Estación Morona, donde actualmente se encuentra la pluma de afectación en el agua subterránea, así como su entorno próximo. Ello, con el objetivo de vigilar la calidad del agua subterránea y evaluar la presencia y/o migración no esperada de contaminantes de preocupación, fuera del perímetro de la instalación.

El programa comprenderá la medición de niveles, así como el monitoreo periódico del agua subterránea en diecisiete (17) piezómetros instalados en las Fases de Identificación y Caracterización: C10, C13, C15, C16, C18, C19, C2, C20, C24A, C25, C39, C4, C40, C41, C7, P12 y P5.

Las coordenadas de ubicación de los piezómetros ya existentes se detallan en el Cuadro N°39 y se presentan en la Imagen N° 4 de este informe y en el Plano N°19 (*Ubicación de la Red de Control y Seguimiento*) del Apéndice I del PdR.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Imagen N° 04: Red de Control y Seguimiento de Agua Subterránea en la Estación Morona



Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Figura N° 33- folio 0126- levant observ

Cuadro N° 39: Coordenadas de Ubicación de la Red de Control y Seguimiento

Código Piezómetro		Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 17 S)	
		Este (m)	Norte (m)
Piezómetro instalado en la Fase de Caracterización	C10	252 683	9 559 405
	C13	252 709	9 559 386
	C15	252 662	9 559 351
	C16	252 639	9 559 354
	C18	252 655	9 559 388
	C19	252 645	9 559 392
	C2	252 720	9 559 420
	C20	252 649	9 559 378
	C24A	252 630	9 559 363
	C25	252 627	9 559 353
	C39	252 693	9 559 377
	C4	252 670	9 559 426
	C40	252 663	9 559 402
	C41	252 617	9 559 348
	C7	252 753	9 559 375
	P12	252 702	9 559 385
	P5	252 623	9 559 468

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 30- Rspta. IC- 16- b) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)

Medición de Niveles, Muestreo y Determinaciones Analíticas

El monitoreo deberá comprender la medición de niveles y el muestreo de agua subterránea o producto sobrenadante, de acuerdo con el siguiente detalle:

- Medición de niveles en los piezómetros de la Red de Control y Seguimiento:

Calle Diecisiete N° 355,
Urb. El Palomar - San
Isidro
T: (511) 224 3298
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

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



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



Nivel de fondo del piezómetro (m).

Nivel del agua subterránea (m).

Nivel de la fase libre sobrenadante (m), en caso se detecte.

- Medición de COV en los cabezales de los piezómetros, mediante equipo de fotoionización portátil (PID).
- Purga, la cual consiste en la extracción del volumen de agua dentro del pozo de monitoreo para asegurar la representatividad de la muestra, procediendo a extraer el agua que haya podido quedar "estancada" en el interior del piezómetro.
- Medición de parámetros de campo (temperatura, pH y conductividad eléctrica, mediante el uso de un equipo de lecturas multiparamétricas que cuenta con los sensores necesarios para llevar a cabo la determinación de cada parámetro).
- Toma de muestras de agua subterránea analizando TPH (F1, F2, F3), BTEX, PAH y metales totales, los cuales serán comparados con las normativas de referencia (ECA Agua y normativa holandesa), o de producto sobrenadante, en caso este último sea detectado y permita la toma de muestra para su caracterización (F1, F2, F3 cromatografía, adicionalmente, se consideraría el monitoreo de transmisividad del producto sobrenadante (cm²/día), tasa de recuperación (l/s), saturación residual, en caso aplique).

El muestreo se realizará mediante el uso de un *bailer* y de recipientes proporcionados por un laboratorio acreditado, tras la purga de los piezómetros y una vez estabilizado el nivel del agua subterránea (agua colgante) y los parámetros medidos *in situ*.

Muestras de Agua Subterránea / Producto Sobrenadante y Determinaciones Analíticas

Se prevé la toma de diecisiete (17) muestras de agua subterránea o producto sobrenadante, una (1) por piezómetro de Red Piezométrica de Control monitoreado. Las determinaciones analíticas por realizar en las muestras de agua subterránea deberán incluir los parámetros señalados en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 40: Parámetros a Analizar en las Muestras de Agua Subterránea o Producto Sobrenadante

Tipo de Muestra	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3 y totales y cromatograma ¹)	BTEX	Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH)	Aceites y Grasas	Metales Totales y Metales disueltos (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)
Agua subterránea	X	X	X	X	X
Producto*	X	-	-		-

Nota (*) Considerando la eliminación de la fase libre sobrenadante (95%) no se espera identificar presencia de fase libre durante las mediciones.

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 31- Infor. Complementaria N° 11-a)-Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH

Los resultados analíticos se compararán con los valores de referencia de la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial, así como de la Normativa Holandesa, *Soil Remediation Circular* (2013).

¹ Solo en caso de presentar fase libre sobrenadante la fase libre



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Frecuencia y Duración del Monitoreo

En base al tiempo de ejecución de las acciones de remediación y considerando las características hidrogeológicas del Al 2 (aguas colgantes), se propone realizar un programa de monitoreo por un plazo inicial de tres (3) años, planteándose la siguiente frecuencia:

Cuadro N° 41: Período y Frecuencia de Monitoreo

Etapa	Durante la remediación (Control)	Después de la remediación (Seguimiento)		
		Año 1	Año 2	Año 3
Periodo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Frecuencia	Trimestral	Semestral	Semestral	Semestral
Cantidad de Monitoreos	3 veces	2 veces	2 veces	2 veces

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 32- folio 0128- levant. Observ

Si durante el programa de monitoreo se aumenta la concentración en las aguas subterráneas o aparece fase libre, deberán tomarse medidas para investigar si existen focos activos, o si es necesario implementar medidas correctivas.

Asimismo, se considera necesario el mantenimiento periódico de los piezómetros con una frecuencia anual, considerando la duración del programa de monitoreo. Comprenderá el desarrollo de los piezómetros con el uso de una bomba de succión, a fin de prevenir la acumulación de sedimento en el fondo y de mantener la operatividad de estos, así como el pintado y rotulado correspondiente, en caso sea necesario.

A partir del monitoreo realizado en campo y las determinaciones analíticas en laboratorio, se prevé la preparación de un Informe de Monitoreo para cada monitoreo realizado, el cual deberá comprender el contenido señalado en el apartado 6.6 (*Estructura del Informe de Seguimiento*) según aplique, sin limitarse a ello.

Nota: Se deberá incluir el cuadro resumen de la propuesta de puntos de muestreo de seguimiento de agua subterránea.

Plan de Monitoreo - Quebrada Shifeco

Se propone realizar el monitoreo de las aguas superficiales y sedimentos de la quebrada Shifeco.

El primer monitoreo se realizará durante los trabajos de remediación, posteriormente, se considera la continuidad de la frecuencia de monitoreo semestral por un período de tres (3) años, se propone realizar los muestreos aguas arriba de la quebrada y en los puntos de muestreo que mostraron afectación.

En el Apéndice I del PdR, se encuentra en Plano N°20 Propuesta de Ubicación de Red de Control y Seguimiento de Agua Superficial y Sedimento.

Muestreo y Determinaciones Analíticas

Agua Superficial

Medición de parámetros de campo (temperatura, pH, turbidez, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica), mediante el uso de un equipo de lecturas multiparamétricas que cuenta con los sensores necesarios para llevar a cabo la determinación de cada parámetro. Adicional a ello, se considera realizar la medición de caudal.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

El muestreo se realizará mediante el uso de recipientes proporcionados por un laboratorio acreditado.

Las determinaciones analíticas por realizar en las muestras de agua superficial deberán incluir los parámetros señalados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 42: Parámetros a Analizar en las Muestras de Agua Superficial

Tipo de Muestra	Hidrocarburos Totales de Petróleo	Aceites y Grasas	BTEX	Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH)	Metales totales (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)
Agua Superficial	X	X	X	X	X

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 33- folio 0129- levant. Observ

Los resultados analíticos se compararán la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial.

Sedimentos

- Registro de características organolépticas (color, olor)

El muestreo se realizará mediante el uso un colector de sedimento (tipo espada) y de recipientes proporcionados por un laboratorio acreditado.

Cuadro N° 43: Parámetros a Analizar en las Muestras de Sedimento

Tipo de Muestra	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3)	BTEX	Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH)
Sedimento	X	X	X

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 34- folio 0129- levant. Observ

Los resultados analíticos se compararán considerándose los valores de intervención (Guía para Evaluación de Sedimento, Países Bajos) y valores PEL (Guías Canadienses de Calidad Ambiental, CCME).

Frecuencia y Duración del Monitoreo en la Quebrada Shifeco

El programa de monitoreo se realizará por un plazo de tres (3) años. La frecuencia de monitoreo será semestral. El primer monitoreo se ejecutará durante las actividades de remediación (excavación parte externa de la Estación Morona), posteriormente, se considera la continuidad de la frecuencia de monitoreo de manera semestral, debido a que las actividades de remediación se desarrollarán en la zona interna de la Estación Morona.

Si durante el programa de monitoreo se aumenta la concentración de contaminantes en las aguas superficiales o en los sedimentos, deberán tomarse medidas para investigar si existen focos activos, o si es necesario implementar medidas correctivas.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de la propuesta de monitoreo para la evaluación de la calidad de aguas superficiales y sedimentos de la quebrada Shifeco:

Cuadro N° 44: Cuadro Resumen de Propuesta de Puntos de Muestreo de Seguimiento de Agua Superficial – Quebrada Shifeco.

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Código	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 S)		Localización	Parámetros por Analizar	Normativa de Comparación	Frecuencia de Monitoreo
	Este (m)	Norte (m)				
AS-01	252563	9559407	Intersección entre el manantial 1 y 2 (inicio de la quebrada Shifeco)	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3). Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH) BTEX Aceites y grasas Metales (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)	Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial	Semestral durante tres (3) años
AS-02	252589	9559410	Parte inicial de la quebrada Shifeco (aguas arriba)			
AS-03	252596	9559481	Al lado oeste de la Ex poza			
AS-04	252596	9559527	Al margen derecho de la quebrada Shifeco, a la altura del drenaje Shifeco.			
AS-05	252597	9559555	Al margen derecho de la quebrada Shifeco, 20 m aguas arriba de la desembocadura al río Morona			
AS-06	252616	9559562	Aguas abajo de la quebrada Shifeco, en la desembocadura al Río Morona			

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 35- folio 0131- levant. Observ

Cuadro N° 45: Cuadro Resumen de Propuesta de Puntos de Muestreo de Seguimiento de Sedimentos– Quebrada Shifeco.

Código	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 S)		Localización	Parámetros a Analizar	Normativa de Comparación	Frecuencia de Monitoreo
	Este (m)	Norte (m)				
S-01	252596	9559481	Al lado oeste de la Ex poza	<ul style="list-style-type: none"> Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3). Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH) BTEX 	Valores de intervención (Guía para Evaluación de Sedimento, Países Bajos) y valores PEL (Guías Canadienses de Calidad Ambiental, CCME).	Semestral durante tres (3) años
S-02	252596	9559527	Al margen derecho de la quebrada Shifeco, a la altura del drenaje Shifeco.			
S-03	252616	9559562	Aguas abajo de la quebrada Shifeco, en la desembocadura al Río Morona			

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 36- folio 0131- levant. Observ

Cronograma de Ejecución de Actividades.-

Presentan el cronograma tentativo de trabajo, el cual considera una duración total de cinco (5) años para la etapa operativa de las actividades de remediación y seguimiento a realizar en la Estación Morona.

Cuadro N° 46: Cronograma – Actividades de Remediación en Estación Morona

Calle Diecisiete N° 355,
Urb. El Palomar - San
Isidro
T: (511) 224 3298
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

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



**BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024**

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

N°	Partida	Año 0				Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Actividades Previas a la Remediación																								
1.1	Licitación	x	x																						
1.2	Adjudicación			x																					
1.3	Ingeniería de detalle				x																				
1.4	Contratación y habilitación del personal				x																				
1.5	Movilización y logística					x																			
1.6	Trámite de permisos y/o autorizaciones				x	x																			
2	Plan de Relaciones Comunitarias																								
2.1	Actividades del Plan de Relaciones Comunitarias					x	x	x	x	x	x	x	x												
3	Acciones de Gestión del AI 1																								
3.1	Instalación de Señaléticas					x																			
4	Acciones de Remediación del AI 2																								
4.1	Instalación de Piezómetros					x																			
4.2	Muestreo de Verificación en Suelos					x																			
4.3	Puesta en marcha del sistema de bombeo y tratamiento					x																			
4.4	Fase I: Bombeo y tratamiento					x																			
4.5	Muestreo de Agua subterránea y Suelos					x																			
4.6	Oxidación Química						x																		
4.7	Análisis de riesgo residual						x																		
4.8	Fase II: Lavado de Suelos in situ + Bombeo y Tratamiento							x																	
4.9	Muestreo Analítico del Agua Tratada							x																	
4.10	Vertimiento al río Morona							x																	
5	Acciones de Remediación del AI 3																								
5.1	Implementación de Obras (Adecuación de Celdas de Tratamiento)					x																			
5.2	Excavación de suelos afectados y traslado					x																			
5.3	Muestreo de Comprobación en áreas excavadas					x																			
5.4	Cierre y conformación de áreas excavadas					x																			
5.5	Proceso de Tratamiento Físico y Químico: Homogenización, aireación y oxidación						x	x	x	x	x	x	x												
5.6	Muestreo Inicial Tratamiento Físico y Químico						x																		
5.7	Plan de Revegetación											x													
6	Plan de Control Durante la Ejecución																								
6.1	Muestreo de Agua en la Red Piezométrica						x	x																	
6.2	Medición general de niveles						x	x																	
6.3	Monitoreo de la Revegetación												x	x			x					x			
7	Muestreo de Comprobación																								
7.1	Muestreo de Suelos del AI 2							x																	
7.2	Muestreo de Validación*							x		x			x												
7.3	Nivelación y Acondicionamiento de la superficie												x												
8	Propuesta de Medidas de Seguimiento																								
8.1	Evaluación de Señalética AI 1							x				x				x					x				
8.2	Muestreo de Agua en la Red Piezométrica										x		x			x				x		x			
8.3	Programa Monitoreo en la quebrada Shifeco						x		x		x		x			x				x		x			
8.4	Medición general de niveles									x	x	x	x			x				x		x			
8.5	Mantenimiento de la red piezométrica									x	x	x	x			x				x		x			
9	Desmovilización																								
9.1	Desmovilización de maquinarias y personal												x												
10	Informes																								
10.1	Informe puesta en marcha						x																		
10.2	Informe trimestral durante y post-remediación						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
10.3	Informe Final																						x	x	

Nota: *Se estima que cada batch de tratamiento deberá alcanzar los ECA Suelo para Uso Industrial en un periodo de seis (6) meses, por lo cual el muestreo de validación se ejecutará con esa frecuencia.

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 41- folios 0143 a 0145- levant. Observ

Presupuesto:

Calle Diecisiete N° 355,
Urb. El Palomar - San
Isidro
T: (511) 224 3298
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

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



**BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024**



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

La estimación de costos para la ejecución de actividades en el área afectada, en la Estación Morona es de: S/8 903 980,73 (ítem 6.11 Estimación de costos- cuadro N° 42, folios: 146 a 149).

Conclusiones y Recomendaciones del PDR.-

Los estudios realizados en la Estación Morona han permitido caracterizar y delimitar la afectación del suelo y agua subterránea, observada en el Área de Interés 1 y Área de interés 2, además de la afectación de suelo, agua superficial y sedimento en el Área de Interés 3. El tipo de afectación que presenta cada área de interés es el siguiente:

- **Áreas de interés AI1 (zona industrial):** presentaron afectación por TPH (F2) que superan el ECA Industrial para la matriz suelo, comprende un área estimada de 3 270 m² y un volumen de 2 453 m³. Adicionalmente se reportaron concentraciones de TPH en el agua subterránea que superan los valores de referencia.
- **Áreas de interés AI2 (zona industrial):** Se tiene afectación en zona no saturada por TPH (F2 y F3) que superan el ECA Industrial para la matriz suelo, comprende un área estimada de 628 m² y un volumen de 314 m³. En la zona saturada se detecta fase libre sobrenadante, presentando un espesor de 0,45 m.
- **Área de interés AI3 (zona externa):** Se observa afectación superficial en las subáreas de interés AI3.1, AI3.2 y AI3.3 para las fracciones de TPH (F1, F2 y F3) y naftaleno que superan el ECA Agrícola para la matriz suelo, el volumen de suelos afectados en estas subáreas es de 555 m³. De manera particular en la subárea AI3.4 se tiene afectación puntual por metales (Cr VI), con una extensión de 23 m² y un volumen de 7,0 m³.

En la **quebrada Shifeco** ubicada al oeste de la Estación Morona se detectaron concentraciones de **TPH, grasas y aceites** en el agua superficial que superan el ECA Categoría 4 Subcategoría E2. En sedimentos se determinaron concentraciones de fracción F2 y F3 de hidrocarburos que superan los valores de referencia (primer ingreso de campo).

Estudio ERSA:

Indican que las concentraciones de los compuestos de preocupación no suponen una situación de riesgo potencial toxicológico o cancerígeno inadmisibles para la salud humana para los escenarios y receptores evaluados. Solamente en el caso de hipotéticas obras o actividades no rutinarias, se tiene una situación de riesgo inadmisibles.

Con base a los resultados del Estudio de Caracterización y las conclusiones y recomendaciones del estudio ERSA, las actividades propuestas en el PDR para la Estación Morona corresponden a medidas de gestión. Estas incluyen controles y restricciones institucionales, así como monitoreo y seguimiento, para la afectación existente en Estación Morona.

Sin embargo, señalan que a fin de evitar la potencial propagación de la afectación y considerando el contexto social del sitio se considera la necesidad de llevar a cabo



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

acciones de remediación y descontaminación en las subáreas del área de interés AI3, la cual se encuentra fuera de las instalaciones de la Estación Morona.

Propuesta de medidas de a implementar en la Estación Morona:

- **Áreas de Interés AI1:** Se establecerán medidas de gestión (controles y restricciones institucionales) que incluyen la instalación de señalética permanente y la actualización del plan de SST y el programa de capacitación.
 - **Áreas de Interés AI2:** Se implementará como medida de descontaminación el bombeo y tratamiento a fin de eliminar la fase libre sobrenadante, pues esta representa un foco activo de contaminación.
 - **Áreas de Interés AI3:** Debido a los señalamientos indicados por los pobladores del CN Fernando Rosas, se considera la aplicación de las técnicas de remediación y gestión para el área de interés AI3 propuestas en el presente documento. Así mismo previo a la ejecución de acciones de remediación se recomienda la intervención de un especialista social a fin de promover la participación informada, responsable y efectiva de la población involucrada en torno a las actividades de remediación.
- ✓ Subáreas AA.1 y AA.3.2: Se pretende alcanzar la remediación de los suelos a través de la aplicación del tratamiento físico y químico, con esta técnica se prevé la reducción de la afectación hasta alcanzar concentraciones que cumplan con los ECA Suelo, uso industrial (disposición final dentro de la Estación Morona). La técnica de tratamiento consiste en la excavación, homogenización, aireación y oxidación de los suelos afectados.
- ✓ Subárea AA3.3 y AA.3.4: Considerando el tipo de contaminante (Cr VI) y TPH (F1, F2 y F3) y naftaleno, se propone la excavación de los suelos y su gestión *off site*.

Incluirán de manera complementaria un Programa de monitoreo y seguimiento de aguas subterráneas en las áreas de interés AI1 y AI2. Así como un programa de monitoreo de agua superficial y sedimentos en la quebrada Shifeco.

La ejecución del PDR considera un plazo de cinco (5) años para la implementación de las actividades de remediación, control y gestión en la Estación Morona.

Costo estimado para implementar las actividades de remediación= S/. 8 903 980,73.

IV. SUBSANACION DE OBSERVACIONES EN MATERIA DE RECURSOS HÍDRICOS

Luego de evaluar la subsanación de observaciones conforme al Informe Técnico N° 0028-2023-ANA-DCERH/WQQ e Información Complementaria conforme al Informe Técnico N° 0094-2023-ANA-DCERH/WQQ al Plan Dirigido a la Remediación -Estación Morona", presentado por PETROLEOS DEL PERU S.A.– PETROPERU, en cuanto a la competencia de la Autoridad Nacional del Agua, se tiene lo siguiente:



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



4.1. OBSERVACIÓN N° 1.:

En ítem 5.2.2.3 Residuos Depositados en el Sitio, en Estudio de Caracterización, en la Estación Morona, anteriormente se manejaban residuos con hidrocarburos, encontrándose una Poza para Material Contaminado y Poza de Residuos, en donde enterraban suelo contaminado con hidrocarburos, los que están fuera de uso, y manifestaron que la última poza fue remediada por la empresa LAMOR (2018). Al respecto, tratándose de áreas contaminadas y que existiendo dichos pasivos ambientales representan actualmente un riesgo al ambiente y la calidad de vida de las personas. Se debe presentar la siguiente información:

Explicar cuáles fueron las acciones de limpieza y remediación realizadas en el área ocupada por la poza de material contaminado, y si se realizó alguna evaluación de riesgos ambientales en dicha zona, con la finalidad de proteger a los recursos hídricos. En caso de que en su oportunidad no se tomaron acciones (que deben estar sustentadas debidamente), realizar la caracterización ambiental, identificando las posibles fuentes de agua, que podrían ser afectadas, y si fuera el caso, realizar el muestreo, ejecución de análisis de calidad de agua, obtención de resultados, y evaluación de riesgos a dichos cuerpos de agua (ERSA), y elaborar el plan dirigido a la remediación del sitio afectado, siguiendo lineamientos de la DS N° 012-2017-MINAM, Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados y del proyecto de Guía para la Evaluación de Sitios Contaminados y la elaboración de Planes dirigidos a la Remediación- RM N° 118-2021-MINAM.

Respuesta:

El titular señala que en el Folio del 966 al 1111: Apéndice II. Estudio de Caracterización / Anexo III. Antecedentes / "Servicio Técnico Especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Ex -Poza de suelos petrolizados y residuos de la Zona Industrial de Estación Morona (Empresa Lamor Perú S.A.C) 2018-2019", realizó para la ex poza de residuos empetrolados (polígono de intervención), se muestra en la fig.1 la ubicación del área afectada (folio 0977), pero no se presenta el servicio de limpieza y remediación ambiental del área para la poza de material contaminado, en el área adicional AD.2, con una extensión de 800m², habiéndose planteado la posibilidad de evaluar el realizar acciones de limpieza mediante tratamiento fisicoquímico (folio 101) y el muestreo correspondiente. Además, dicha área no se encuentra dentro de la evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (apéndice III), tampoco formó parte de la fase de caracterización- Apéndice II (tres áreas de interés: AI 1, AI 2, AI 3). En ese sentido, no se respondió a la observación planteada.

Observación N° 01. No Absuelta

Información Complementaria N° 01:

Responder específicamente a lo solicitado en la presente observación, realizando la descripción detallada de las acciones realizadas, señalando si se realizaron o no las acciones de limpieza y remediación, así como la posible caracterización en el área, posible evaluación de riesgos ambientales y posible remediación del área, en caso contrario sustentar la no ejecución de las actividades señaladas.



Respuesta del Titular

La empresa LAMOR ejecutó el "*Servicio Técnico Especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Ex-Poza de Suelos Empetrolados y Residuos de la Zona Industrial de Estación Morona*", las labores se realizaron entre julio de 2018 y abril de 2019. Las tareas de limpieza y remediación ambiental estuvieron limitadas al área definida en la solicitud de propuesta JPAM-290-2018, área externa colindante con la Estación Morona que comprende dos (2) áreas aisladas: ex – poza de residuos empetrolados y área afectada del drenaje Shifeco.

De acuerdo con el tipo de contaminante y tipo de suelo registrado en el área afectada de la ex–poza, se optó por aplicar la tecnología de biorremediación con adición de surfactantes.

Por su parte, en el área afectada del drenaje Shifeco se realizó un lavado a presión con motobombas de 125 PSI y 12 HP de potencia para garantizar un óptimo y eficiente proceso para el desprendimiento de crudo y combustibles en los sedimentos y suelos en la zona de los 200 m² del drenaje Shifeco.

La totalidad de las áreas intervenidas dentro del alcance del servicio fueron remediadas y reconfiguradas.

Adicionalmente, de acuerdo al informe "Revisión de otras posibles fuentes de aporte de residuos de hidrocarburos al drenaje Shifeco, en los alrededores de la ex poza de residuos empetrolados en la Estación Morona, distrito de Morona", elaborado por la empresa LAMOR en noviembre de 2018, se delimitaron dos áreas con presencia de suelos y sedimentos con evidente presencia de hidrocarburos: 1) un área en el drenaje Shifeco (abscisa 46 y 150), ocupando un área de aproximadamente 486 m² y 2) un área ubicada entre la abscisa 150 y la desembocadura del río Morona, que abarca aproximadamente 1 076 m². No obstante, estas áreas, por temas sociales, no formaron parte de las acciones de limpieza y remediación realizadas por LAMOR, y serán atendidas durante la ejecución de las acciones de remediación en el AI 3 de la Estación Morona, propuesta por TEMA LITOCLEAN (apartado 6.2.1 Verificación de Áreas Adicionales y apartado 6.2.4.3 del PDR de la Estación Morona).

Observación N° 01. Absuelta

4.2. OBSERVACIÓN N° 2.:

En relación al muestreo realizado en las fuentes de agua subterránea mediante los piezómetros, el titular debe indicar con fundamento los criterios para la selección de su número, en el primer y segundo ingreso, del total de puntos de monitoreo en la caracterización ambiental.

Respuesta:

El titular ha considerado los siguientes criterios:



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- Se evalúa los resultados de la Fase de Identificación (tipo de afectación del agua subterránea y suelo, el material particulado (arena, limo, arcilla) del perfil del suelo, el relieve del terreno y la dirección del flujo) para definir la profundidad del piezómetro y la magnitud de expansión de la pluma de afectación.
- Una vez definida la magnitud de la pluma de afectación se determina la cantidad y/o ubicación de los piezómetros a instalar en el área afectada.
- Los resultados del primer ingreso a campo permiten precisar la dirección del flujo, así como la magnitud de afectación presente en el agua subterránea.
- El segundo ingreso a campo se realiza para los casos en los que no exista una clara definición de la delimitación de la afectación del agua subterránea, por lo que se contempla instalar piezómetros adicionales.

Observación N° 02. Absuelta

4.3. OBSERVACIÓN N° 3.:

El administrado señala en el **Resumen ejecutivo** que en la primera campaña (abril 2021) se ejecutó un total de cincuenta y uno (51) puntos de muestreo de suelo, así como la **instalación de quince (15) piezómetros** y la **toma de diecisiete (17) muestras de agua subterránea, considerando los dos (2) piezómetros ya existentes** en el emplazamiento. Adicionalmente, se procedió con la toma de cuatro (4) muestras de agua superficial y cinco (5) muestras de sedimentos en los cuerpos de agua del sitio.

Sin embargo, en el ítem 2.2 RESUMEN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN – PRIMER INGRESO, ELABORADO POR TEMA LITOCLEAN SAC – ABRIL 2021., señalan que se realizará toma de muestras de agua subterránea en los doce (12) piezómetros nuevos y dos (2) piezómetros existentes.

Por otro lado, en Anexo I. Evaluación Preliminar y Plan de muestreo de detalle, en Primer Ingreso, en ítem 4.4 Resumen propuesta de muestreo señala:

"Se ha propuesto realizar un total de treinta y siete (37) puntos de muestreo de suelo, de los cuales diecisiete (17) puntos con instalación de piezómetro, en los que se tomarán dos (2) muestras simples de suelo por punto y una (1) muestra de agua subterránea o producto sobrenadante por piezómetro. Además, se hará muestreo de agua superficial, muestreo de suelo para caracterización edafológica, muestreo hidrobiológico y se recabará información sobre posibles receptores: poblaciones a la Estación Morona, así como flora y fauna".

Asimismo, en el Anexo I- Plan de muestreo –**segundo ingreso**, en 4.1 Resumen propuesta de muestreo, se señala lo siguiente:

"Se ha propuesto realizar un total de ocho (8) puntos de muestreo de suelo, en los que se tomará entre una (1) y dos (2) muestras simples de suelo por punto. Además, se instalará tres (3) piezómetros, en los que se tomará una muestra de agua subterránea por piezómetro, así como en los tres (3) piezómetros existentes se procederá a tomar muestra de agua subterránea".



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Sin embargo, en el Resumen Ejecutivo, se indica que para la segunda campaña (noviembre 2021), se ejecutaron doce (12) puntos de muestreo de suelo, se instalaron tres (3) nuevos piezómetros para toma de muestras de agua subterránea. Asimismo, se realizó la toma de cuatro (4) muestras de agua superficial y tres (3) muestras de sedimentos. En esta segunda campaña también se procedió a la toma de tres (3) muestras adicionales en agua subterránea (piezómetros existentes), tres (3) muestras en agua superficial y tres (3) muestras de sedimentos, las cuales permitieran corroborar los resultados analíticos en los puntos que fueron evaluados durante la primera campaña de muestreo.

Se observa que en la primera campaña hay diferencia en el número de piezómetros, a muestrear, y en la Segunda Campaña, hay diferencia numérica del número de puntos de muestreo de suelo, y en 4.1 Resumen, no menciona el muestreo de agua superficial y sedimentos.

Al existir discrepancias respecto a la información mencionada del plan de muestreo, que repercutiría en los resultados, se debe realizar la aclaración del caso, y presentar la información real y de modo ORDENADO del estudio de caracterización ambiental.

Respuesta:

El titular señala los cambios realizados en los diferentes documentos del PDR:

- Ver folio 251 a 254: Apéndice II. Informe de Caracterización. Resumen Ejecutivo, primera campaña (abril de 2021). Se modifica la cantidad piezómetros instalados.
- Ver folio 361 al 362: Apéndice II. Informe de Caracterización. Apartado 6.3.6 "Sustento de modificaciones del Plan de Muestreo". Se agrega un párrafo con la justificación de la cantidad de piezómetros instalados en el primer ingreso a campo.
- Ver folio 361 al 362: Apéndice II. Informe de Caracterización. Apartado 6.3.6 "Sustento de modificaciones del Plan de Muestreo". Se agregó un párrafo sobre la cantidad de puntos de muestreo de suelos ejecutados en el segundo ingreso. Si bien es cierto en el plan de muestreo indica que se realizará 8 puntos de muestreo de suelo, pero en campo se procedió a realizar 4 puntos de muestreo de suelos (C51, C52, C43 y C54) adicionales en los puntos de OEFA (2018); 148, 6, ESP1, 148, 6, ESP-2, 148,6, ESP-3 y 148,6, ESP-4.
- Ver folio 680: Apéndice II. Informe de Caracterización. Anexo I. Plan de muestreo, segundo ingreso, ítem 4.1, Cuadro N° 11 " Localización de la propuesta de puntos de muestreo de sedimentos y agua superficial. Menciona que si se realizó el muestreo de agua superficial y sedimento.

Observación N° 03. Absuelta



**BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024**



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

4.4. OBSERVACIÓN N° 4.:

En el ítem 5.2.2.4 Gestión de efluentes. A. Efluentes industriales, el administrado señala que *"La Poza API de la zona de tanques cuenta con tres cubículos o separadores de concreto con la finalidad de separar los remanentes de hidrocarburos. **La tubería de salida de la poza API va hacia la quebrada Shifeco cercana a la Estación**".* Al respecto, si las descargas de efluentes provenientes de la poza API son vertidas a dicho cuerpo receptor, entonces, se debe presentar lo siguiente:

- A. Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales y disposición final, que incluya el diagrama de flujo indicando el caudal de diseño y de operación, periodo de retención, eficiencia del sistema de tratamiento. Adjuntar plano georreferenciado de la POZA API.

Respuesta:

- Presentan información en Folios N° 281 y 282: Apéndice II. Informe de Caracterización. Apartado 5.2.2.4. Gestión de Efluentes / literal A
- Incluyen información en Folios N° 1112 al 1161: Apéndice II. Informe de Caracterización / Anexo III. Antecedentes / Acta de Supervisión, *Expediente N° 0079-2019-DSEM-CHID*, con fecha 24 de abril de 2019 (Pág. 374).

En la Página 12 del Acta de Supervisión se menciona lo siguiente: *"En relación con el efluente industrial, el administrado no registra ningún parámetro (informes de monitoreo ambiental, 2017 y 2018). Según lo indicado por el administrado, el motivo del no registro de análisis, se debe a que no hay flujo de caudal de efluentes industriales en la Estación Morona.*

Durante la supervisión de OEFA verificó que, los sistemas de efluentes industriales no presentan flujo de agua para realizar el muestreo".

- Según lo presentado en Folio N° 2345: Apéndice IX. Procesos Administrativos / Resolución Administrativa N° 0068-2022-ANA-AAA.A-ALA.AA, con fecha 10 de noviembre de 2022.

Se resuelve en el "Artículo 1°. - **DEJAR SIN EFECTO** el inicio procedimiento administrativo sancionador iniciado por la Administración Local de Agua Alto Amazonas contra Petroperú S.A." por la infracción en material de Recursos Hídricos consistente en efectuar vertimientos de aguas residuales hacia la quebrada Shifeco por parte de las operaciones de la Estación Morona.

El sustento presentado por parte de Petroperú por el cual se deja sin efecto este PAS, es la constatación a cargo de OEFA (abril de 2019), de que *"no se generan efluentes industriales en la Estación Morona, debido a que no se drenan tanques y se cuenta con un pronunciamiento de la Autoridad que el lavado de generadores y motobombas se hace en seco, sin generación de efluentes".*

Por lo expuesto, el titular señala que la descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales y disposición final, así como el diagrama de flujo



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

indicando el caudal de diseño y de operación, periodo de retención y eficiencia del sistema de tratamiento, no corresponde.

Observación N° 04-A). Absuelta

- B. Indicar la cantidad en volumen y caudal de las aguas residuales para su disposición final (l/s y m³/día, m³/mes, m³/año).

Respuesta:

Según la respuesta a la Observación N° 4-A, el titular señala que no corresponde realizar el cálculo del volumen y caudal de las aguas residuales para la disposición final de los efluentes generados en la estación.

Observación N° 04-B). Absuelta

- C. Señalar el caudal máximo (Q_{AR}) y promedio, y el volumen anual de las aguas residuales a verter (l/s y m³/año), régimen de vertimiento (intermitente o continuo), información del dispositivo de descarga, y ubicación exacta del punto de vertimiento en la quebrada Shifeco, en coordenadas UTM WGS 84.

Respuesta:

En base con lo mencionado en la Observación N° 4, literal (A), el titular manifiesta que no corresponde realizar el cálculo del caudal máximo y promedio, volumen anual de las aguas residuales a verter, así como la información del dispositivo de descarga y ubicación exacta del punto de vertimiento.

Observación N° 04-C). Absuelta

- D. Presentar la evaluación del efecto del vertimiento en la Quebrada Shifeco y el cálculo de la longitud de la zona de mezcla en el escenario más crítico tomando en consideración lo señalado en la R.J N° 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, para ambas evaluaciones se deberá aplicar 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 Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA. Asimismo, deberá presentar la caracterización de la calidad de agua del cuerpo receptor aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento, incluyendo análisis de sedimentos (seguir el protocolo de monitoreo indicado), adjuntando los informes de ensayo respectivo emitido por un laboratorio acreditado ante INACAL. Cumplir lo dispuesto por la Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Respuesta:

Según la respuesta en Observación N° 4-A, no corresponde realizar la evaluación del efecto del vertimiento en la quebrada Shifeco, ni realizar el cálculo de la longitud de la zona de mezcla en el escenario más crítico.

Observación N° 04-D). Absuelta

- E. Presentar la información de calidad de los efluentes descargados a la quebrada, respecto a los LMP establecidos por la DS N° 037-2008-PCM Establecen límites máximos permisibles de efluentes líquidos para el subsector Hidrocarburos.

Respuesta:

Según los ítems, A y D (OBS 4) no amerita presentar resultados de monitoreo de efluentes de la Estación Morona, ya que no se realiza vertimiento de efluentes.

Observación N° 04-E). Absuelta

- F. Presentar un plano y tabla de ubicación del punto de vertimiento y de los puntos de control en el cuerpo receptor para el monitoreo, ubicados aguas arriba y abajo del vertimiento, que incluya: código del punto, descripción, coordenadas de ubicación (UTM, Datum WGS 84, zona correspondiente), parámetros de monitoreo, normativa aplicada; adjuntar los archivos digitales (kmz, cad, gis) para validar la información.

Respuesta:

Según ítems, A y D (OBS 4) se indica que no amerita presentar la información solicitada, ya que no se realiza vertimiento de efluentes.

Observación N° 04-F). Absuelta

Observación N° 04). Absuelta

4.5. OBSERVACIÓN N° 5.:

En el ítem 5.2.2.4 Gestión de efluentes. B. Efluentes domésticos, se indica que los efluentes domésticos de la Estación Morona se recolectan a través de una red de drenaje, para ser vertidos al Pozo de Percolación, ubicado al Sureste de la Zona de Vivienda.

Al respecto, el titular debe presentar lo siguiente:

- Precisar el número de pozos de percolación a emplear, así como las distancias de los mismos a las fuentes de agua existentes en el área del proyecto, sustentando que dicha instalación no pone en riesgo a la calidad de los cuerpos de agua superficiales.
- Caudal y volúmenes de efluente doméstico a tratar e infiltrar (l/s, m³/mes, m³/año).
- Descripción del sistema de tratamiento, e infraestructura empleada antes de la percolación e infiltración al terreno.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- Test de percolación en el área de disposición final (con registro fotográfico fechado y/o video), precisando la ubicación en coordenadas UTM, Datum WGS-84.
- Nivel de la napa freática y las medidas de prevención y mitigación para evitar el impacto al recurso hídrico (superficial y/o subterráneo).
- Evaluar la vulnerabilidad y riesgo de contaminación de agua subterránea en el área.
- Detallar el manejo de los lodos y disposición final.

Respuesta:

El titular señala que de acuerdo con la información recopilada durante la Visita Preliminar realizada el 17 de abril de 2021 por parte de la empresa TEMA LITOCLEAN (Ver Folio N° 700 a 749): Apéndice II. Estudio de Caracterización / Anexo III. Reporte de Visita Preliminar), **la Estación Morona se encuentra temporalmente inoperativa, sin presentar generación de efluentes domésticos**, por tanto, no amerita realizar cálculos de caudal, volúmenes, test de percolación, así como, medidas de prevención y mitigación para evitar impactos al recurso hídrico, evaluación de vulnerabilidad y riesgo de contaminación, ni manejo de los lodos y disposición final.

Observación N° 05). Absuelta

4.6. OBSERVACIÓN N° 6.:

Con respecto a las áreas de interés AI1, AI2, y AI3 de la estación Morona, en el plano N° 02, el administrado debe incluir la ubicación de los vértices de la poligonal (coordenadas UTM WGS 84) de cada área.

En el Cuadro N° 20, Coordenadas de las Áreas de Interés, del Estudio de Caracterización, deben incluir las coordenadas de ubicación UTM WGS 84 de cada componente de las áreas de interés.

Respuesta:

El titular presentó en los folios (312 y 260), Apéndice II "Informe de Caracterización": Cuadro N°26 y Plano N°2.

En el Cuadro N° 27, folio 0316, muestran las coordenadas de cada componente de las áreas de interés.

En el Plano N° 02, folio 0189, se muestran los vértices de la poligonal de las áreas de interés.

Observación N° 06). Absuelta

4.7. OBSERVACIÓN N° 7.:

En el monitoreo de Agua superficial y de sedimentos, señalan en 6.3.2.2 Puntos de Muestreo de Agua Superficial, que puntos AS2, AS3 y AS5 fueron evaluados en dos (2) temporadas, tanto época húmeda como seca, de un total de 8 muestras y en 6.3.2.3 Puntos de Muestreo de Sedimentos, en los puntos SED 2, SED 3 y SED 5 se tomaron muestras de agua en las dos (2) temporadas; época húmeda y seca, de un total de 5

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

muestras de sedimentos. En ese sentido, se debe explicar porque no se realizaron los muestreos de todas las muestras en las dos temporadas (seca y húmeda), y en qué medida afectarían estadísticamente los resultados obtenidos en los muestreos de agua superficial y de sedimentos para el muestreo de detalle, así como en la evaluación de riesgos a los recursos hídricos y elaboración del plan de remediación.

Por otro lado, respecto a los resultados de análisis de muestras de agua superficial y subterránea, mencionan a concentraciones de TPH disueltos que superan las normas establecidas de comparación, sin embargo en ECA agua y en la norma holandesa de Soil remediation circular 2013 se compara con TPH totales, por lo cual se debe aclarar cuál es la norma de comparación para TPH disueltos, colocar resultados, interpretación, y aclarar también que los resultados de TPH mostrados en los cuadros 19 y 21 del presente informe, corresponden a la fracción total de hidrocarburos, y realizar la interpretación correcta de los resultados, según la normatividad establecida. Asimismo, la norma de comparación de TPH totales en agua subterránea es la de Soil remediation circular 2013, señalando un valor máximo de 0,6 mg/l, sin embargo, en dicha norma la fracción total de Hidrocarburos no se muestra, solo se indica a PAHs, hidrocarburos clorinados y otros clorinados. Por lo tanto, explicar de dónde obtienen ese valor de 0,6 mg/l, y en todo caso, aclarar lo mencionado, y emplear otra norma internacional comparativa para TPH en agua subterránea, la cual debe emplearse en los programas de medida de seguimiento para verificar la remediación del sitio contaminado.

Respuesta:

El titular señala lo siguiente:

En el primer muestreo (abril 2021) realizado en la Quebrada Shifeco se consideró tomar muestras aguas arriba, en la parte central y aguas abajo (confluencia con el río Morona). De los resultados obtenidos, se reportaron concentraciones de plomo (0,0033 mg/l) superiores al valor establecido en el ECA Agua, E2: Ríos Selva (0,0025 mg/l) en una sola muestra correspondiente al punto AS2, ubicado en la parte central de la quebrada. A partir de estos resultados, en la segunda temporada (noviembre 2021) se determinó tomar muestras de agua superficial en el punto de muestreo AS2, para verificar la afectación encontrada en el primer muestreo y en consecuencia, en los puntos de muestreo de la primera temporada (AS 3 y AS5), ubicados aguas abajo de este punto, en dirección de flujo de la quebrada Shifeco hasta su desembocadura en el río Morona, con el fin de verificar la migración del contaminante.

Adicionalmente, en la segunda temporada se realizaron muestreos aguas arriba, centro y aguas abajo en diferentes ubicaciones a los muestreos de la primera temporada con la finalidad de determinar la afectación a lo largo de la quebrada Shifeco.

Manifiestan que se tiene un error de redacción y se corrige la palabra "disueltos" por "totales", en todos los cuadros y textos que hacen referencia a la evaluación de las aguas superficiales de la quebrada Shifeco. Este cambio se realiza a lo largo de todo el documento del PDR y Apéndice II "Informe de Caracterización".

Ver folio 270, Apéndice II "Informe de Caracterización": Cuadro N°6, se indica el valor 0,6 mg/l como valor de intervención para las fracciones de TPH C10-C40, se precisa una nota para dar la explicación a la consideración de las fracciones de TPH C10-C40:



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

(*) Valor establecido en la normativa holandesa para "*Mineral Oil*", que suele asociarse al análisis TPH C10-C40, que viene a ser la suma de la fracción F2 y F3. En base a los criterios de comparación de resultados indicados, se desarrolla la evaluación y análisis del estudio para la matriz agua subterránea.

Observación N° 07). Absuelta

4.8. OBSERVACIÓN N° 8.:

En el Programa de monitoreo para sedimentos en la propuesta de medida de remediación, el titular debe emplear además de la Normativa Canadiense (CCME-Atlantic RBCA) como estándar de comparación a los valores de intervención establecidos en la Guía para evaluación de sedimentos el Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua del Gobierno de los Países Bajos, así como lo empleó en los resultados de muestras de sedimentos en el estudio de caracterización.

Por otro lado, en el Plan de Monitoreo - Quebrada Shifeco, para realizar el seguimiento de remediación, incluir la medición de caudal, así como de metales totales.

Respuesta:

Con respecto al Programa de monitoreo para sedimentos, presentó lo requerido en el PDR según folio 129, Apartado 6.5.3.1. Muestreo y Determinaciones Analíticas, sección de Sedimentos, Cuadro N°34.

Respecto al Programa de monitoreo de agua superficial, presentó lo requerido en el PDR según folio 129, Apartado 6.5.3.1. Muestreo y Determinaciones Analíticas, sección agua superficial, Cuadro N° 33.

Observación N° 08). Absuelta

4.9. OBSERVACIÓN N° 9.:

- a) En el Resumen de la Evaluación de Riesgo para la Salud y el Ambiente (ERSA), en la valoración de riesgo al ambiente, el titular debe sustentar debidamente las características y composición orgánica y mineralógica del material del suelo.

Respuesta:

El titular señala que se tiene un conocimiento concreto de las propiedades texturales/litológicas de la zona de estudio y de su composición orgánica, datos esenciales y utilizados en la valoración de riesgos realizada y que se cuenta con una descripción litológica detallada por parte de técnicos especialistas en suelos contaminados para cada uno de los sondeos realizados, sin embargo, no describe lo indicado.

Observación N° 09. a). No Absuelta

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

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Información complementaria N° 09. a)

Según lo indicado por el administrado, deben explicar en este levantamiento de observaciones la descripción litológica detallada según mencionan y de las propiedades texturales/litológicas de la zona de estudio y de su composición orgánica.

Respuesta del Titular

A partir de los sondeos realizados como parte del muestreo de detalle se ha identificado el perfil geológico del suelo tanto en la zona interna (AI 1 y AI 2) y zona externa (AI 3) de la Estación Morona.

En las AI 1 y AI 2 se determinaron tres (3) unidades diferenciadas:

- Unidad A: arena, arena arcillosa y arena limosa.

Por sectores, en superficie se detectan suelos arenosos de color pardo a gris, estado suelto y húmedo, con una profundidad máxima de 1,00 m. Por otros sectores, se observa suelo superficial (0,00 a 0,90 m) compuesto por arenas arcillosas, de color pardo a grisáceo, en estado suelto y húmedo entre 0 m y 0,90 m de profundidad, con una permeabilidad visual media a baja.

Adicionalmente, en algunos puntos del horizonte superficial se encuentran intercalaciones variables de arena y/o arena limosa de color pardo y permeabilidad media, lo cual se sustenta con el análisis granulométrico realizado durante el muestreo de detalle en los puntos C6, C16 y C17.

- Unidad B: limo arcilloso

Horizonte detectado por debajo de la Unidad A. Esta unidad está constituida por suelos limo arcillosos de color gris oscuro, en estado compacto con una permeabilidad baja. El espesor de esta unidad es entre 0,75 y 1,25 m. Es importante mencionar que en algunos sectores dentro del área industrial de la Estación Morona, no se ha evidenciado la presencia de esta unidad de suelo.

- Unidad C: Arcillas

Horizonte detectado principalmente por debajo de la Unidad B y en ciertas zonas (zona de tanques de diésel, sistema de alivio) por debajo de la unidad A. La unidad C está compuesta por arcillas de color gris claro a o pardo claro a pardo oscuro, con una permeabilidad visual baja.

En el AI 3 se determinaron dos (2) unidades diferenciadas:

- Unidad C: Arcillas

Esta unidad se presenta generalmente en el AI 3 como primera unidad de suelo, conformado por suelo arcilloso de color pardo, en estado semicompacto con una permeabilidad visual baja y cuyo espesor máximo detectado es de 5,00 m (desde la superficie hasta 5,00 m). Cabe resaltar que, por la topografía presente, esta unidad no es visible en todos los sondeos.



**BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024**



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- **Unidad D: arcillas arenosas, arena**

Horizonte ubicado por debajo de la unidad C. La unidad D se encuentra conformada por un suelo arcillo arenoso y/o arenoso de color pardo, en estado suelto y húmedo, con una permeabilidad visual media a alta y detectado a profundidades variadas que van desde los 0,60 m hasta máximo los 6,00 m.

Adicionalmente, se tomaron muestras de suelo en la zona industrial de la Estación Morona, para la determinación del pH, contenido de materia orgánica y la clasificación granulométrica en tres (3) de los puntos de muestreo realizados para la cuantificación de la afectación:

- De acuerdo con el análisis granulométrico de los suelos en la Estación Morona se presenta en superficie material de grano grueso y por sectores, se tiene un horizonte que corresponde a arenas limpias (arenas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos).
- Los suelos presentan un pH ligeramente ácido (6,2) a neutro (6,85)², propiedad característica de los suelos de la selva, con contenido de materia orgánica que varía entre 0,71% y 2,69 %.

Observación N° 09. a). Absuelta

- b) En la valoración de los riesgos del agua subterránea y superficial, mencionan que es necesario adoptar medidas de contención de la migración de las aguas contaminadas. Por tanto, explicar y precisar en qué consisten dichas medidas, y como se verifica el objetivo de contención de los contaminantes. En relación al plan de monitoreo de los piezómetros, de aguas superficiales y sedimentos especificar su ejecución en las etapas de remediación y en el seguimiento, luego de la culminación de las acciones de remediación.

Respuesta:

El titular presenta la propuesta de medidas de seguimiento, según Folio N° 124 al 132: Apartado 6.5. Propuesta de Medidas de Seguimiento (Post Remediación) para las áreas de interés AI 1 y AI 2, pero no así para el área de interés AI 3.

Observación N° 09. b). No Absuelta

Información complementaria N° 09. b)

Debe especificar las medidas de seguimiento para el caso del área de interés AI 3, porque solo se menciona para AI 1 y AI 2. Asimismo, se debe explicar cómo se realizará la contención de contaminantes en el área de interés AI 3. Dicha información no se ha sustentado en los folios 124 y 125, ítem 6.5.

² Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI, Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, Anexos 5 Parámetros Edáficos y de Vegetación, ítem 7 Reacción del suelo (pH).



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Respuesta del Titular

Si bien es cierto en el apartado 6.5 del PDR, no se ha contemplado medidas de seguimiento para el AI 3 se indica lo siguiente:

Aguas Subterráneas

- Se prevé realizar un estudio de tomografía eléctrica para poder determinar la profundidad del nivel freático en las áreas internas y externa de la Estación Morona, dependiendo de los resultados obtenidos, se considerará la implementación de un Programa de Monitoreo de aguas subterráneas para el AI 3, para este programa, se pretende mantener los parámetros y frecuencias propuestas para el monitoreo de aguas subterráneas en el AI 1 y AI 2.

Aguas Superficiales

- Se tiene contemplado un Programa de Monitoreo a lo largo del cauce de la Quebrada Shifeco (Apartado 6.5.3 del PDR), el cual iniciará durante los trabajos de excavación en las áreas afectadas AA.3.1, AA.3.2, AA.3.3 y AA.3.4, y continuará con una frecuencia semestral por un periodo de tres (3) años.

Observación N° 09. b) No Absuelta

Segunda Información Complementaria N° 09. b)

El titular no ha explicado como realizará la contención de contaminantes en el área AI 3, solo señala que se realizará el Programa de Monitoreo a lo largo del cauce de la Quebrada Shifeco y para aguas subterráneas para el área AI 3. Por lo tanto, describir las medidas de contención solicitadas.

En el Programa de Monitoreo de aguas subterráneas para el área AI 3 mencionado, incorporar los parámetros de aceites y grasas y metales totales, además de los señalados en cuadro N° 31. Folio 0128- HTP, BTEX, PAH, Metales disueltos del PDR.

4.10. OBSERVACIÓN N° 10.:

De la Propuesta de remediación seleccionada, en el Plan de Control para las áreas de interés AI1 y AI2 (Zona Interna):

- a) Respecto al rendimiento del sistema, elaborar un mapa de isoconcentraciones en aguas subterráneas e ir actualizando para que se evidencie de que exista una reducción de los valores iniciales y/o se tenga mapeado la posible interferencia de otras fuentes no identificadas.

Respuesta:

El titular propone la elaboración de planos de isoconcentraciones en aguas subterránea desde el inicio de las acciones de remediación, los cuales se irán actualizando con una frecuencia mensual hasta culminar las actuaciones en el AI 2, según lo descrito en Folio N° 112 al 114: Apartado 6.3.1.1 Control y Monitoreo de la Primera Fase.

Observación N° 10. a). Absuelta

Calle Diecisiete N° 355,
Urb. El Palomar - San
Isidro
T: (511) 224 3298
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

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



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



- b) En Zona Saturada, señalar que se presentará la Pluma de contaminación de aguas subterráneas, las proyecciones en tiempo, el manejo de contaminantes previsto para la remediación con la finalidad de eliminar la fase libre sobrenadante de la zona saturada.

Respuesta:

El titular declara que se presentará la determinación de la pluma de contaminación de aguas subterráneas, desde el inicio de las acciones de remediación hasta el término de las acciones, indicando el manejo de contaminantes previsto para la remediación con la finalidad de eliminar la fase libre sobrenadante de la zona saturada, según lo manifestado en Folio N° 112 al 114: Apartado 6.3.1.1 Control y Monitoreo de la Primera Fase. En la zona saturada el monitoreo se realizará en la Red Piezométrica de Control del programa de monitoreo de agua subterránea, que considera un total de diecisiete (17) piezómetros distribuidos en la pluma de afectación en el agua subterránea del AI 1 y AI 2.

Al respecto, el administrado no presenta el sustento o justificación del comportamiento de pluma de contaminación de parámetros contaminantes en agua subterránea.

Observación N° 10. b). No Absuelta

Información Complementaria N° 10-b

Con la finalidad de sustentar lo señalado por el titular del proyecto, se deberá describir y explicar la metodología a emplear para determinar y evaluar el comportamiento de transporte de la pluma contaminante, fundamentado en la presentación de un estudio hidrogeológico conceptual y su análisis, incorporando el modelo numérico de flujo y transporte de contaminantes, para realizar el modelo de simulación de trayectoria de partículas contaminantes y sus posibles efectos, incluyendo los parámetros hidrodinámicos-hidráulicos (conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento), recarga en el medio, descargas, balances, el cual debe ser calibrado y validado, con la finalidad de conocer en el tiempo la evolución de la pluma contaminante, posibles impactos ambientales en el medio y las medidas de mitigación.

Respuesta del Titular

El titular señala que realizará un estudio de tomografía eléctrica para poder determinar el nivel freático tanto en la zona industrial como en la zona externa de la Estación Morona, dependiendo de los resultados obtenidos, se tomará la decisión de realizar un estudio hidrogeológico en las áreas objetos de remediación.

Asimismo, para determinar los parámetros hidrodinámicos-hidráulicos (conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento) y radios de influencia se deberán realizar ensayos hidráulicos en el piezómetro de actuación, cuya data será analizada mediante el *método de Cooper-Jacob* con la representación de los valores obtenidos en gráficos de Descenso (h/h_0) - Tiempo (t) y los ensayos de recuperación mediante el *Método de Theis* con la representación de los valores obtenidos en gráficos Descenso (s') - Tiempo (t/t'). Asimismo, se realizará el análisis de los datos de los ensayos de bombeo y recuperación mediante el método de *Theis Recovery*, con la representación de los valores obtenidos en gráficos Descenso (m) - Tiempo (s). En caso



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

aplique se empleará el método de *Bouwer & Rice* utilizado para la interpretación de los ensayos tipo *Slug Test*. Para ello, se empleará el software *Aquifer Test*.

Análisis de la respuesta a la Información Complementaria N° 10- b

El administrado solo plantea la ejecución de una etapa de campo de prospección geofísica (Tomografía eléctrica) en las zonas externa e internas del área industrial, y en función a los resultados se decidirá la realización de un estudio hidrogeológico con todas sus etapas. A lo que se resuelve, que teniendo una red de monitoreo mediante piezómetros y las mediciones de niveles de agua subterránea y muestreo de la misma, se cuenta ya con información necesaria para poder realizar una caracterización adecuada del sistema hidrogeológico presente en el área de evaluación y así mismo, poder plantear un funcionamiento del sistema hidrogeológico con la interacción de los sitios que presentan contaminación.

Observación N° 10. b). No Absuelta

Segunda Información Complementaria N° 10-b

Por lo tanto, se requiere la realización de la caracterización hidrogeológica del sistema hidrogeológico del área de evaluación para poder cuantificar y determinar las medidas de remediación y la evolución de la misma.

- c) Por otro lado, en la Matriz de Determinación para el Análisis de las Alternativa(s) de Remediación, en resultados de pruebas de laboratorio o ensayos piloto, mencionan que en la Estación Morona se realizaron dos ensayos de bombeo y recuperación obteniendo como resultado una calificación de acuífero pobre y poco permeable. Al respecto, sustentar debidamente los criterios de dicha calificación.

Respuesta:

Presentó la información en Folio N° 74 al 75: Aporte 5.4.5.1 Ensayos Pilotos / pie de página N°18:

El titular manifiesta que se corrige, porque no es pie de página N° 18, es 17, que indica: De acuerdo con la clasificación de Custodio y Llamas, 1983 y los resultados de permeabilidad obtenidos en los ensayos piloto (orden de magnitud entre 1 y 10^{-2} m/día), se consideran acuíferos pobres algo a poco permeable.

El suelo encontrado responde a arenas en superficie y arcillas a profundidad.

Observación N° 10. c). Absuelta

4.11. OBSERVACIÓN N° 11.:

- a. En las medidas de remediación y gestión en las subáreas afectadas del AI3 y la quebrada Shifeco, el titular manifiesta que se proponen controles institucionales y un programa de seguimiento de la calidad ambiental del agua subterránea, para el área de interés AI1 y AI2. Al respecto, precisar en qué consisten dichos controles y



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

restricciones y detallar el programa de seguimiento y monitoreo de calidad del agua subterránea. Precisar los parámetros de monitoreo, e incluir a aceites y grasas y otros metales totales, así como a TPH totales.

Respuesta:

- El titular explica los controles a implementar y el seguimiento de estas, según folio 124 y 125, Apartado 6.5.1. Programa de Evaluación para el Área de Interés AI 1.:

Se realizará la instalación de señalética en puntos estratégicos entorno al área que presenta suelo afectado que reporta superación del ECA para suelo de uso Industrial. Como medida de seguimiento, se considera que, de manera periódica, se realice la evaluación de la integridad de la señalética instalada y se realice el mantenimiento correspondiente.

La evaluación se realizará de manera anual y comprenderá una inspección visual para evaluar el estado y la integridad de la señalética instalada. Asimismo, se realizará el mantenimiento preventivo, que consistirá en la limpieza de la señalética y pintado del soporte, así como el mantenimiento correctivo, en caso y en la medida en que este sea necesario.

Para el área AI.2, manifiesta que se ha desestimado la implementación de controles.

- Para el AI 1 y AI 2 se implementará un programa de monitoreo y seguimiento, el cual comprenderá la evaluación del agua subterránea en la zona industrial de la Estación Morona, que comprende el monitoreo periódico del agua subterránea en diecisiete (17) piezómetros instalados en las Fases de Identificación y Caracterización: C10, C13, C15, C16, C18, C19, C2, C20, C24A, C25, C39, C4, C40, C41, C7, P12 y P5, según lo indicado en folio 125 al 128 Apartado 6.5.2. Programa de Seguimiento para el Área de Interés AI.1 y AI.2.

Observación N° 11. a). No Absuelta

Información Complementaria N° 11. a)

El titular debe explicar porque se ha desestimado la implementación de controles en el área de interés AI 2.

En las determinaciones analíticas del programa de seguimiento de agua subterránea o producto sobrenadante deben incluir aceites y grasas, puesto que no figuran en el cuadro N° 31, folio 0128 (incluyen a los metales disueltos, BTEX, PAH y TPH).

Respuesta del Titular

- Es importante indicar que la colocación de señaléticas (medidas de control), inicialmente planteadas han sido desestimadas en el **AI 2**, debido a que **se está considerando remediar los suelos afectados de dicha área**. De acuerdo a lo indicado en el apartado 6.2.4.2 "Área de Interés AI 2 (Zona Industrial)", la técnica de remediación para el área AI 2, corresponde a una técnica combinada

compuesta por dos fases: 1) Bombeo y Tratamiento de agua subterránea, seguido de 2) lavado de suelos y nuevamente bombeo y tratamiento.

- Luego de aplicada la Fase I: Bombeo y Tratamiento de agua subterránea, se plantea realizar un muestreo del agua tratada y un muestreo de suelos, en caso los resultados cumplan con los valores de referencia (LMP y ECA Suelos, respectivamente) se realizará un análisis de riesgo residual previo a su vertimiento. En caso los resultados analíticos obtenidos de los muestreos no cumplan con los valores establecidos, se procederá a ejecutar la Fase II: Lavado de suelos, mediante la inyección de agua con surfactantes. Esta segunda fase plantea realizar un muestreo de comprobación en suelos y bombeo y tratamiento del agua de lavado. Finalmente, una vez conseguido los valores de referencia, se realizará el vertimiento al río Morona.
- Se actualiza el Cuadro N°31, incluyendo el parámetro Aceites y Grasas, tal como se muestra a continuación:

Cuadro N° 47: Parámetros a Analizar en las Muestras de Agua Subterránea o Producto Sobrenadante

Tipo de Muestra	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3 y totales y cromatograma ³)	BTEX	Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH)	Aceites y Grasas	Metales Totales y Metales disueltos (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)
Agua subterránea	X	X	X	X	X
Producto*	X	-	-		-

Nota (*) Considerando la eliminación de la fase libre sobrenadante (95%) no se espera identificar presencia de fase libre durante las mediciones.

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 31- Infor. Complementaria N° 11-a)-Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH

Observación N° 11. a). Absuelta

- Para el área de interés AI3, mencionan que se proponen controles institucionales, acciones de remediación localizada y un programa de monitoreo para aguas superficiales y sedimentos. Al respecto, explicar los mencionados controles institucionales, señalar y detallar las Medidas específicas de remediación y presentar el cronograma de actividades identificando las zonas y/o implementación de barrera oleofílicas que eviten la dispersión, de existir acumulación en lugares específicos.

Respuesta:

- El titular realiza correcciones, reformulando el planteamiento de las medidas de gestión para el AI.3, considerando **"Acciones Inmediatas"**, según folio 48, Capítulo 5:

³ Solo en caso de presentar fase libre sobrenadante la fase libre



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Para el área de interés AI3 se proponen, acciones de remediación localizada, acciones inmediatas y un programa de monitoreo para aguas superficiales y sedimentos.

- Según folio 117 al 118, Apartado 6.3.2.3. Quebrada Shifeco, se indica las actividades como parte de acciones inmediatas a implementar.

Como acciones de atención inmediata, se considera:

- Colocación, mantenimiento y retiro de barreras de contención.
- Retiros de sedimentos o suelos afectados por hidrocarburos.
- Colocación de paños absorbentes para la limpieza o recolección de fase libre sobrenadante, en caso se detecta.
- Traslado de material contaminado hacia la poza de residuos peligrosos (zona industrial) para su posterior disposición.

Mencionan que desde el año 2019, hasta la actualidad, PETROPERÚ ya viene realizando acciones de atención inmediata a través del "Servicio de Control y Resguardo de Zonas Identificadas como Sitio Impactado con Hidrocarburos en Zona Externa Morona", el cual comprende acciones de limpieza y sobre el cauce de la quebrada Shifeco.

Observación N° 11. b). Absuelta

- Detallar el programa de monitoreo, y precisar los parámetros de control, incluyendo a los TPH totales, metales totales, y los más representativos.

Respuesta:

Presenta información en folio 128 al 131, Apartado 6.5.3. "Plan Monitoreo Quebrada Shifeco".

Agua subterránea.-

Cuadro N° 48: Parámetros a Analizar en las Muestras de Agua Subterránea o Producto Sobrenadante

Tipo de Muestra	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3 y totales y cromatograma ³⁴)	BTEX	Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH)	Metales disueltos (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)
Agua subterránea	X	X	X	X
Producto*	X	-	-	-

Nota () Considerando la eliminación de la fase libre sobrenadante (95%) no se espera identificar presencia de fase libre durante las mediciones.*

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 31- Levant. De observaciones

Los resultados analíticos se compararán con los valores de referencia de la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial, así como de la Normativa Holandesa, *Soil Remediation Circular* (2013).

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 49: Período y Frecuencia de Monitoreo

Etapa	Durante la remediación (Control)	Después de la remediación (Seguimiento)		
		Año 1	Año 2	Año 3
Periodo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Frecuencia	Trimestral	Semestral	Semestral	Semestral
Cantidad de Monitoreos	3 veces	2 veces	2 veces	2 veces

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 32- Levant. De observaciones

Agua Superficial y Sedimento.-**Cuadro N° 50: Parámetros a Analizar en las Muestras de Agua Superficial**

Tipo de Muestra	Hidrocarburos Totales de Petróleo	Aceites y Grasas	BTEX	Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH)	Metales totales (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)
Agua Superficial	X	X	X	X	X

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 33- Levant. De observaciones

Los resultados analíticos se compararán la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial.

Cuadro N° 51: Parámetros a Analizar en las Muestras de Sedimento

Tipo de Muestra	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3)	BTEX	Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH)
Sedimento	X	X	X

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 34- Levant. De observaciones

Los resultados analíticos se compararán considerándose los valores de intervención (Guía para Evaluación de Sedimento, Países Bajos) y valores PEL (Guías Canadienses de Calidad Ambiental, CCME).

Frecuencia y Duración del Monitoreo en la Quebrada Shifeco

El programa de monitoreo se realizará por un plazo de tres (3) años. La frecuencia de monitoreo será semestral. El primer monitoreo se ejecutará durante las actividades de remediación (excavación parte externa de la Estación Morona), posteriormente, se considera la continuidad de la frecuencia de monitoreo de manera semestral, debido a que las actividades de remediación se desarrollarán en la zona interna de la Estación Morona.

Si durante el programa de monitoreo se aumenta la concentración de contaminantes en las aguas superficiales o en los sedimentos, deberán tomarse medidas para investigar si existen focos activos, o si es necesario implementar medidas correctivas.

Observación N° 11. c). No Absuelta**Información Complementaria N° 11. c)**

En el programa de monitoreo de agua subterránea, falta incluir a los aceites y grasas.

Respuesta del Titular

Ver folio 128 al 131, Apartado 6.5.3. "Plan Monitoreo Quebrada Shifeco.

BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Observación N° 11. c). No Absuelta

En el apartado mencionado, se establece el plan de monitoreo para aguas superficiales y sedimentos de la quebrada Shifeco, y no así lo solicitado que es de agua subterránea. Además, no se ha presentado el PDR actualizado para verificar la información.

Segunda Información Complementaria N° 11. c)

Incluir los aceites y grasas en el programa de monitoreo de agua subterránea, según Cuadro N° 31. Actualizar el PDR y presentarlo ante esta Autoridad.

- d. En alternativas de remediación existentes, el administrado deberá sustentar porque no consideró otras metodologías de remediación, como barreras para agilizar el bombeo y/o uso de insumos o productos para degradar el contaminante. Explicar cuál son los criterios para considerar la metodología seleccionada.

Respuesta:

Según folio 48 y 49. Capítulo 5, el titular ha reformulado el análisis de la técnica de remediación para el Al.2, considerando la atención tanto en la zona saturada como no saturada. En el Capítulo 6, se describe el desarrollo de la técnica, la cual si involucra la adición de productos que degradan los contaminantes.

Alternativas de remediación

Zona No Saturada:

Confinamiento, Solidificación/Estabilización, Lavado de Suelos (*in situ*), Oxidación Química *in situ* (ISCO), Biorremediación (biopilas), Excavación y Gestión, Tratamiento Físico y químico.

Zona Saturada:

Bombeo y Tratamiento, Extracción Multifase (MPE), Oxidación Químico (*in situ*) (ISCO), Biorremediación.

Los criterios empleados para considerar la metodología seleccionada, se desarrollan en el ítem 5.4 Análisis de Viabilidad de las alternativas de remediación.

Observación N° 11. d). Absuelta

- e. Sustentar el detalle de las actividades y la metodología que seleccionará y si para su implementación requerirá agua de fuente natural y/o cual será el manejo de las aguas residuales y/o contaminantes que se aislen de la fase libre. De ser el caso, deberá considerar los requerimientos para derechos de uso de agua indicados en la R.J. N° 007-2015-ANA o la autorización de vertimiento indicados en la RJ N° 224-2013-ANA respectivamente.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

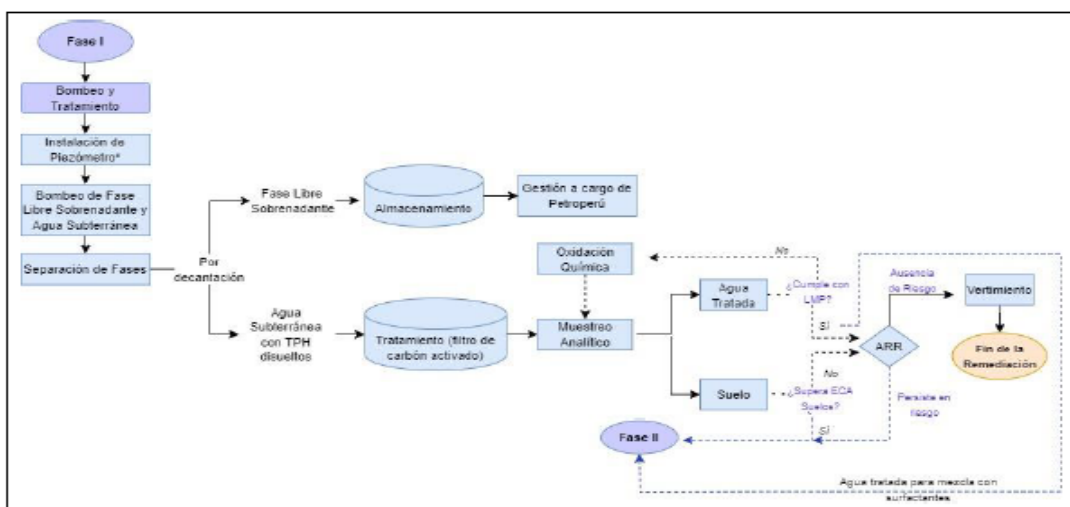
Respuesta:

Según Folio N° 90 al 92 Apartado 6.2.4.2 Área de Interés AI 2 (Zona Industrial) / literal A / Tratamiento y Gestión del Agua Subterránea Extraída, se indica que el producto (fase libre sobrenadante) será gestionado y el agua tratada, dependiendo del volumen extraído, parte de esta será vertida al río Morona y el restante será utilizada para realizar la mezcla con surfactantes a aplicar en el Lavado de Suelos *in situ*. Asimismo, en el Folio N° 96 y 97: Apartado 6.2.4.2 Área de Interés AI 2 (Zona Industrial) / literal C / Vertimiento al río Morona, se establece la gestión de permisos y/o autorizaciones para el vertimiento de efluentes.

Al respecto, la ubicación de la información de actividades propias de remediación se encuentra desde folio 85 hasta folio 97. Se indica en 6.2.4.2 Área de interés AI 2 (Zona industrial), la medida de descontaminación que comprende dos (2) fases, en la cual se prevé la eliminación de la fase libre sobrenadante y reducción de los contaminantes de preocupación detectados en la zona no saturada:

Fase I: Bombeo y Tratamiento de agua subterránea :

- Instalación de piezómetros de bombeo
- Bombeo de fase libre sobrenadante y agua subterránea
- Separación por decantación de la fase libre sobrenadante con el agua
- Tratamiento del agua subterránea con filtro de carbón activado y almacenamiento de producto (fase libre sobrenadante)
- Muestreo analítico suelos
- Muestreo analítico de aguas subterráneas (en caso supere los LMP se debe aplicar la oxidación química)
- Análisis de Riesgo Residual (en caso no pase a una siguiente fase)
- **Vertimiento al río Morona** (en caso no pase a una siguiente fase y cumpla con los LMP del sector hidrocarburos)
- Reinyección y uso para mezcla con surfactantes (en caso pase a una segunda fase).



Nota: (*) Se considera utilizar el piezómetro existente C25 para el bombeo, no obstante, se plantea un punto adicional para realizar el bombeo y extracción de fase libre.

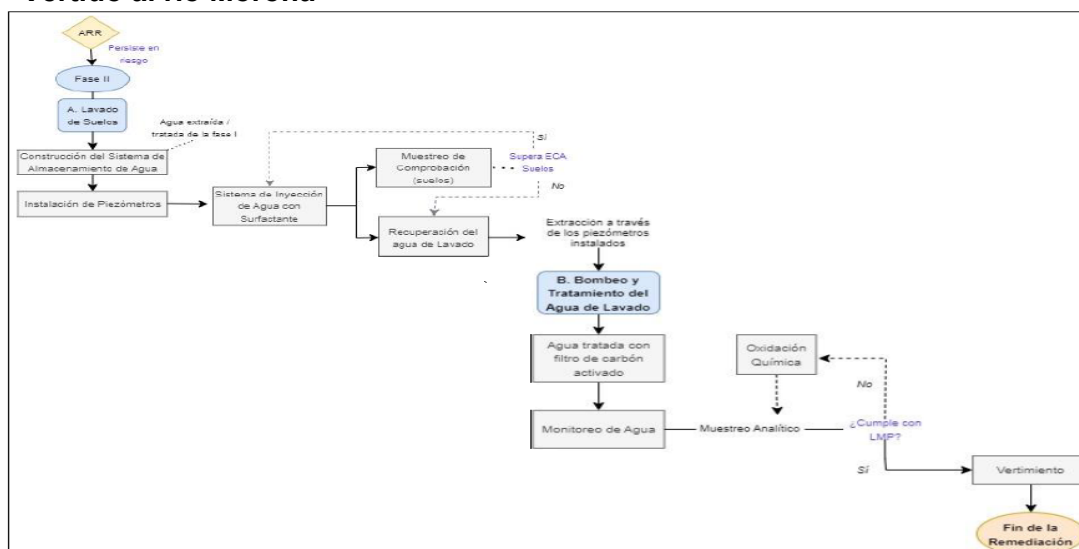
Fase II: Lavado de suelos *in situ*, bombeo y tratamiento del agua (fase condicional)

Fase II.A: Lavado de suelos

- Construcción del sistema de almacenamiento de agua
- Instalación de piezómetros para inyección y monitoreo
- Sistema de inyección y recuperación de agua con surfactante
- Muestreo de comprobación en suelos

Fase II.B: Bombeo y Tratamiento del agua de lavado

- Tratamiento del agua extraída durante el bombeo con filtro de carbón activado.
- Muestreo analítico del agua tratada (en caso supere los LMP se debe aplicar la oxidación química)
- Análisis de riesgo residual
- **Vertido al río Morona**



Observación N° 11. e). No Absuelta

Información Complementaria N° 11. e)

Tomando en cuenta la descripción del sistema de remediación, en el cual se realizará vertimiento de los efluentes líquidos al río Morona, el titular debe presentar obligatoriamente la siguiente información:

- a) Descripción del sistema de tratamiento de efluentes líquidos generados procedentes de la remediación, de acuerdo a la tecnología seleccionada y que se empleará para la disposición final. Incluir el diagrama de flujo indicando el caudal de diseño y de operación, periodo de retención, eficiencia del sistema de tratamiento. Adjuntar plano georreferenciado proyectado del área de tratamiento y disposición final.

Respuesta del Titular:

En el apartado 6.2.4.2 se describe el procedimiento de aplicación de la técnica de remediación propuesta para el AI 2 (zona interna de la Estación Morona): **Bombeo y Tratamiento de agua subterránea** con posibilidad de complementarse con el lavado



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

de suelos in situ y posterior bombeo y tratamiento del agua. En este apartado se indica que el agua (efluente líquido) a verter al río Morona, pasa por un decantador, en el cual por diferencia de densidades se separa la fase libre del agua, seguido por un separador con un filtro coalescente, el cual tiene la finalidad de retener posibles gotículas de producto y finalmente por un filtro de carbón activado para retener las partículas más pequeñas y gases. A la salida del filtro de carbón activado, estos efluentes serán almacenados temporalmente en un tanque. Asimismo, se realizará un muestreo analítico. Si los resultados cumplen con los niveles requeridos (LMP para el caso de efluentes en el sector hidrocarburo), serán dispuestos a un punto de vertimiento previamente habilitado para tal efecto, por lo cual se deberán gestionar los permisos de vertimiento correspondientes. En caso superen los LMP, se aplicará oxidación química al agua almacenada en el tanque y se realizará un nuevo muestreo analítico, el cual deberá cumplir con los LMP.

En la fig. 3 de la Información complementaria se muestra el Sistema de Tratamiento de Efluentes Líquidos.

En el Plano N° 21 se presenta la ubicación de las áreas de tratamiento para el AI 2 y en el Plano N° 22, la posible ubicación del punto de vertimiento.

Teniendo en consideración que la planta de tratamiento está condicionada al caudal de bombeo en los piezómetros y la recuperación del medio, se prevé que el **caudal de diseño y operación** sea el mismo que el de la bomba de succión, es decir **0,03 l/s**; cabe resaltar que se prevé recuperar por día laborado 90 litros aproximados de efluentes líquidos esto debido a la recuperación del medio, así mismo la planta de tratamiento tendrá una capacidad de almacenamiento temporal aproximada de 3 m³; sin embargo, estos datos se ajustarán en la realización de la ingeniería de detalle.

Se prevé que el periodo de retención de las aguas a tratar en el filtro de carbón activado sea de una semana posterior a ello pasará a ser almacenado temporalmente para su posterior analítica y descarga al río Morona.

En cuanto al cálculo eficiencia del sistema de tratamiento se define lo siguiente:

- **Se estima tener una recuperación del 95%** de la fase libre sobrenadante en el medio.
- Respecto a la eficiencia del sistema del tratamiento de agua se estima que las concentraciones obtenidas del muestreo analítico post bombeo y tratamiento cumplan con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el Decreto Supremo N° 037-2008-PCM. No obstante, para obtener la eficiencia real del sistema de tratamiento se requiere contar tanto con los resultados analíticos iniciales al bombeo y los resultados del agua luego del tratamiento, por tanto, este cálculo será definido durante las labores de remediación.

Observación N° 11e – a). Absuelta.

- b) Indicar la cantidad en volumen y caudal de los efluentes líquidos generados en la remediación para su disposición final (l/s y m³/día, m³/mes, m³/año).



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Respuesta del Titular:

El volumen estimado de efluentes líquidos a verter en el río Morona es de aproximadamente **2 600 litros al mes**. Por otro lado, el caudal de vertimiento está sujeto a la potencia de la bomba de trasvase la cual será de 1 hp, por tanto, **el caudal de vertimiento estimado será de 2 – 3 l/s**.

Observación N° 11e – b). Absuelta.

- c) Señalar el caudal máximo (Q_{AR}) y promedio, y el volumen anual de los efluentes líquidos a verter (l/s y $m^3/año$), régimen de vertimiento (intermitente o continuo), información del dispositivo de descarga, y ubicación exacta del punto de vertimiento en el río Morona, en coordenadas UTM WGS 84.

Respuesta del Titular:

En cuanto al caudal máximo (Q_{AR}), para efectos de la técnica de remediación está condicionado solamente por la potencia de la bomba de trasvase cuando esta se active, por tanto, **el caudal máximo será de 3 l/s**, mientras que **el caudal promedio será de 2,5 l/s**. Asimismo, **el volumen total en los seis meses que dura la aplicación de la técnica de remediación será de aproximadamente 16 m³** de efluentes líquidos. En cuanto al **régimen de vertimiento será intermitente** debido a que el agua obtenida de las técnicas de remediación será previamente tratada, y analizadas a través de un laboratorio acreditado, lo que conlleva un tiempo de entrega de resultados y toma de decisiones.

La **ubicación** referencial que se ha propuesto para el **vertimiento** de estos efluentes líquidos es UTM WGS84, Zona 18S, **E: 252832 y N: 9559440**. Vertido 1 vez al mes.

Observación N° 11e – c). No Absuelta.

Segunda Información Complementaria N° 11e – c)

El titular debe presentar la información del dispositivo de descarga para el vertimiento de los efluentes líquidos al río Morona.

- d) Presentar la evaluación del efecto del vertimiento en el río Morona y el cálculo de la longitud de la zona de mezcla en el escenario más crítico tomando en consideración lo señalado en la R.J N° 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, para ambas evaluaciones se deberá aplicar 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 Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA. Asimismo, deberá presentar la caracterización de la calidad de agua del cuerpo receptor aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento, incluyendo análisis de sedimentos (seguir el protocolo de monitoreo indicado), adjuntando los informes de ensayo respectivo emitido por un laboratorio acreditado ante INACAL. Cumplir lo dispuesto por la Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Respuesta del Titular:

Para la determinación de la longitud de la zona de mezcla se hace uso del método simplificado desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (US-EPA). En el caso del vertimiento a realizar en el río Morona, se emplea la siguiente fórmula

$$L_{ZdM} = \frac{(W_{min})^2 u}{2\pi D_y}$$

Donde:

L_{ZdM} = longitud de la zona de mezcla (m)

W_{min} = ancho medio del cuerpo de agua en un tramo de 500 m aguas abajo del vertimiento (m)

u = velocidad de flujo media del río en la ubicación del vertimiento (m/s)

D_y = coeficiente de dispersión lateral aguas abajo del vertimiento y se calcula con:

$$D_y = c \cdot d \cdot u *$$

c = factor de irregularidad del cauce

d = profundidad media del río aguas abajo del vertimiento (m)

$u *$ = velocidad de corte (m/s), se calcula con:

$$u * = \sqrt{(g \cdot d \cdot s)}$$

g = aceleración por gravedad = 9,80665 m/s²

s = pendiente del cauce aguas abajo del vertimiento (m/m)

Datos para el cálculo

W_{min}	255,8 m
u	1,5 m/s ⁽¹⁾
D_y	26,57 m ² /s
c	1,0 ⁽²⁾
d	2,0 m ⁽³⁾
$u *$	13,3 m/s
g	9,80665 m/s ²
s	9°

(1): *Dato obtenido de Proyecto Hidrovía Marañón – Amazonas (portal web)*

(2): *Cauce natural con serpentear significativa.*

(3): *Dato asumido para estimación de la longitud de la zona de mezcla*

Por tanto: $L_{ZdM} = 587,9 \text{ m}$

Asimismo, se cuenta con resultados de los monitoreos realizados en el período 2017 al 2019, tal como lo muestran en los Cuadros N° 3, 4 y 5 de la información complementaria. Así mismo, se tiene contemplado que previo al inicio de la ejecución de las actividades de remediación, se actualizará la caracterización de la calidad de agua del cuerpo receptor aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento, incluyendo el análisis de sedimentos según lo dispuesto por la R.J. N° 224-2013-ANA.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

Cuadro 52: Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Aguas Superficiales de la Estación Morona

Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 S	
	Este (m)	Norte (m)
Aguas abajo río Morona - Estación Morona	253 335	9 559 498
Aguas arriba descarga de efluente - Estación Morona	252 720	9 559 728

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 2- Rspta. IC- 11 e- d) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)

Indican que los informes ambientales anuales del 2017 al 2019 se presentan adjuntos.

Observación N° 11e – d). No Absuelta.

Segunda Información Complementaria N° 11e – d)

- A) Se ha observado que los puntos de monitoreo Aguas abajo río Morona - Estación Morona y Aguas arriba descarga de efluente - Estación Morona, deben reubicarse, por lo siguiente:
- 1) El punto de monitoreo Aguas arriba descarga de efluente - Estación Morona, se encuentra a 310 m. aproximadamente del punto de vertimiento, por lo cual debe replantearse su ubicación, porque se encuentra demasiado alejado de la descarga y no corresponde según lo señalado en la RJ N° 010-2016-ANA y Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA., caso contrario sustentar o justificar técnicamente dicha distancia y ubicación del punto de monitoreo.
 - 2) El punto de monitoreo Aguas abajo del Río Morona - Estación Morona, se encuentra a 506 m. aproximadamente del punto de vertimiento. Sin embargo, según la respuesta del titular a la Observación N° 11e– f), el punto de monitoreo aguas abajo se encuentra en otra ubicación a 560 m aprox. del punto de vertimiento. Aclarar la incongruencia y sustentar técnicamente la ubicación del punto de monitoreo aguas abajo. Tomar en cuenta que el punto de monitoreo deberá ubicarse en el límite de la zona de mezcla y considerar posibles restricciones de la longitud de la zona de mezcla, según la R.J N° 108-2017-ANA.
- B) Por otro lado, respecto a los resultados de los monitoreos realizados en el período 2017 al 2019, según lo presentado en los cuadros 3, 4 y 5, en los informes ambientales del 2017 al 2019 no se adjuntan los informes de ensayo de laboratorio acreditado ante INACAL, que sustenten dichos resultados, así como las cadenas de custodia y certificados de calibración de equipos. Por lo tanto, presentar dicha información completa.
- C) El titular no especifica si el cálculo de la longitud de la zona de mezcla corresponde a época de estiaje o de avenida. Asimismo, informar si en el cálculo considera que el caudal de vertimiento proyectado tendrá una variabilidad mensual significativa o bien será constante a lo largo del año.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Por otro lado, señalar con que caudal del cuerpo receptor se determinó la zona de mezcla, es caudal promedio, caudal mínimo histórico (estiaje) o caudal máximo promedio (avenida).

Presentar los cálculos completos según corresponda:

El titular debe sustentar el cálculo obtenido de la longitud de la zona de mezcla según lo señalado anteriormente, considerando **posibles restricciones de la longitud de la zona de mezcla**, así como lo estipulado en la R.J N° 108-2017-ANA, ítem I.8, para definir adecuadamente los puntos de monitoreo.

- D) El titular no presentó la evaluación del efecto de vertimiento en el cuerpo receptor (río Morona):

Presentar el resultado completo de **BALANCE DE MASAS**, calculando las concentraciones de los parámetros de calidad de agua en el río Morona, aguas debajo de la zona de mezcla, para determinar si dichas concentraciones cumplen o no el ECA agua en el cuerpo receptor. Tomar en cuenta que en los cálculos deben considerar las concentraciones máximas registradas de los parámetros en las aguas residuales tratadas, caudal máximo de vertimiento, el caudal crítico del cuerpo receptor disponible para la dilución, el registro de las concentraciones máximas de los parámetros en el cuerpo receptor, entre otros, acorde a lo estipulado en la R.J N° 108-2017-ANA.

- E) Presentar Conclusiones y concluir si existirá o no afectación de las aguas del cuerpo receptor.

- e) Presentar la información **proyectada** de calidad de los efluentes líquidos que serían descargados al río Morona según la tecnología empleada, respecto al cumplimiento de los LMP establecidos por la DS N° 037-2008-PCM Establecen límites máximos permisibles de efluentes líquidos para el subsector Hidrocarburos.

Respuesta del Titular:

Se cumplirá con los parámetros establecidos en LMP, según D.S. N° 037-2008-PCM.

Observación N° 11e – e). No Absuelta.

Segunda Información Complementaria N° 11e – e).

El titular debe especificar con sustento las concentraciones proyectadas del efluente líquido, especialmente las concentraciones máximas de los parámetros en las aguas residuales tratadas. En todo caso, **sustentar técnicamente** que se cumpliría con las concentraciones de los parámetros establecidos en LMP, según D.S. N° 037-2008-PCM.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

- f) Asimismo, considerando el cálculo de la zona de mezcla, el titular deberá señalar el programa de monitoreo considerando el vertimiento y la ubicación de los puntos control aguas arriba y abajo del vertimiento proyectado.

Respuesta del Titular:

El programa de monitoreo del vertimiento se realizará de forma mensual y la ubicación propuesta de los puntos control aguas arriba y abajo del punto de vertimiento corresponde a E: 252845/ N: 9559879 y E: 253352 / N: 9559229, respectivamente. No obstante, esta ubicación puede variar luego del reajuste de la zona de mezcla.

Observación N° 11e – f). No Absuelta.

Segunda Información Complementaria N° 11e – f)

El titular no presenta el Programa de Monitoreo solicitado. Presentar la información completa en un Cuadro y según la absolución a la Segunda Información Complementaria N° 11e – d) y a la Segunda Información Complementaria N° 11e – e).

Asimismo, establecer con certeza los puntos de control aguas arriba y abajo del punto de vertimiento, toda vez que existe incongruencia con la información presentada porque en el Cuadro N° 02, de respuesta a la información complementaria 11 e) –d), se indica otra ubicación de los puntos de monitoreo de agua en el río Morona. Además, el punto de control aguas arriba del punto de vertimiento (E: 252845/ N: 9559879), se encuentra lejos del cauce del río Morona, aprox. a una distancia de 100 m.

4.12. OBSERVACIÓN N° 12.:

En el cuadro N° 19. Características de las Áreas de Interés, del estudio de caracterización, Estación Morona, se menciona que, en abril de 2019, finalizados los trabajos de limpieza y remediación (LAMOR) tomaron muestras de suelo, agua superficial y sedimentos, no indicando el monitoreo de la calidad del agua subterránea.

Por lo tanto, no se ha verificado el estado de la fuente de agua subterránea, y comprobar que los parámetros de control no superen los ECA referenciales. Por lo tanto, se debe explicar con el debido sustento porque no se verificó la posible contaminación del cuerpo de agua que se debió muestrear en los piezómetros y que fueron identificados en el área de influencia del proyecto. Por tanto, para confirmar las medidas de limpieza y remediación en la zona afectada, realizada entre el año 2018 al 2019 por la empresa LAMOR, el titular debe presentar los resultados de calidad de agua subterránea en dicho lugar, indicando la ubicación en coordenadas UTM WGS 84, incluyendo los puntos de muestreo en los estudios de caracterización ambiental, así como la evaluación de riesgos de salud ambiental (ERSA), y la inclusión del componente ambiental de agua subterránea en el plan de remediación y el análisis de viabilidad de alternativa de remediación seleccionada.



Respuesta:

Presentan información en folios 374 al 376: Apéndice II. Informe de Caracterización. Apartado 6.4.3.1.

En el Apéndice II. Informe de Caracterización. Anexo IV, REG-04, se indican las columnas litoestatigráficas de los piezómetros C26, C29 y C33 (folio 1387, 1390, 1394) y en el REG-05 se registran las mediciones de los piezómetros (folio 1436 al 1438).

Indica que en base a la respuesta anterior no se considera incluir la toma de muestra de agua subterránea en esta área.

Observación N° 12. e). No Absuelta

Información Complementaria N° 12. e)

En el presente levantamiento de observaciones el titular debe explicar lo solicitado en la presente observación con las precisiones del caso, según la información recopilada y no hacer solamente referencia a los folios, en relación al ítem 6.4.3.1 Isopiezas, sobre nivel de agua colgante. Explicar en detalle con el debido sustento según su interpretación de resultados.

Respuesta del Titular:

Durante las actividades de caracterización, en el área de interés 3 (AI 3), ubicada hacia el noroeste de las instalaciones de la Estación Morona, y donde LAMOR llevó a cabo labores de limpieza y remediación, se procedió a la instalación de tres (3) piezómetros C26, C29 y C33, cuya profundidad oscila entre los 5 y 6 metros, cabe mencionar que durante la perforación de dichos puntos no se evidenció la presencia de agua subterránea.

Los tres (3) piezómetros fueron evaluados en dos temporalidades; a inicios de la época de creciente (abril 2021) y a inicios de la época de vaciante (noviembre de 2021). En el primer ingreso (abril de 2021), no se detectó presencia de agua. En el segundo ingreso, se inspeccionaron los piezómetros en dos fechas (6 y 9 de noviembre de 2021); el día 6 no registró presencia de agua, tal como se evidencia en el Anexo IV (REG-05), pero, el día 9 de noviembre se detectó un nivel de agua a 0,018 m en el piezómetro C29, 0,04 m en el piezómetro C33 y 0,056 m en el piezómetro C26, no siendo suficiente la columna de agua para realizar una toma de muestra de agua subterránea ni las lecturas de campo (pH, oxígeno disuelto, conductividad).

Es importante destacar que antes de iniciar los trabajos de remediación, se propone realizar una tomografía eléctrica con el fin de determinar la profundidad del nivel freático en el área a remediar, con los resultados que se obtengan se definirá la instalación de nuevos piezómetros en caso corresponda.

Análisis de la respuesta a la Información Complementaria N° 12-e

El administrado solo explica la situación en la que se realizaron la instalación de 3 piezómetros mas no las fechas de su implementación, así mismo, que su evaluación solo fueron realizadas en 2 temporadas y donde solo se obtuvieron resultados de nivel en noviembre del 2021 donde solo se identificó una Columna de agua mínima de 0.018 a 0.056 m, no pudiéndose medir parámetros físico químicos y tomar muestras, refiere



también que realizará tomografías geoeléctricas para poder corroborar la profundidad de la napa freática.

Observación N° 12. e). No Absuelta

Segunda Información Complementaria N° 12-e

El titular deberá presentar el reporte de perforación e instalación de todos los piezómetros implementados, donde se detallen fechas de perforación, instalación, diseño de instalación, desarrollo y monitoreos de todos. Así mismo, complementado con las tomografías y en concordancia con lo solicitado en la Observación N° 10-b, se planteará la caracterización del sistema hidrogeológico de la zona de evaluación y remediación.

4.13. OBSERVACIÓN N° 13:

Respecto al clima, del ítem 5.4.1, el administrado debe presentar la Clasificación de clima (se deberá considerar la clasificación Thornwaite empleada por el SENAMHI). Presentar mapa de clasificación climática. Cabe señalar que los registros meteorológicos son muy antiguos de 1964 a 1984, para dos estaciones meteorológicas Sargento Puño y Borja), por lo cual el administrado debe presentar información secundaria con una antigüedad no mayor de cinco (años) para datos de precipitación, temperatura y humedad relativa, considerando un periodo mínimo de registro de un año. Incluir mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas. Deberá incluir la elaboración y presentación del mapa de isotermas para conocer la variación de la temperatura en forma espacial según los datos de las estaciones meteorológicas.

Respuesta:

- Señalan en folios 288 al 289. Apéndice II. Informe de Caracterización. Apartado 5.4.1 "Geografía", corresponde al capítulo de geografía, por lo que la información de la clasificación Thornwaite se incluye en el ítem 5.4.2.1.
 - Se incluye en folio 177: Apéndice I. Mapa N° 10 Clasificación Climática.
- Al respecto, señalan que para realizar la clasificación climática según el método de Werren Thornthwaite, inicialmente se considera el índice hídrico anual (Im) en función a la precipitación efectiva, correspondiendo a un carácter de clima muy lluvioso el símbolo "A"; asimismo, una temperatura eficiente con un índice anual (I) de 101 a 127 para los climas cálidos con el símbolo "A"; abundante precipitación en todas las estaciones del año "r"; y con muy alta humedad en todas las estaciones del año:

A(r) A' H4 : Zona de clima cálido, muy lluvioso, con precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda.

Por otro lado, señalan lo siguiente:

Ver folio 290 al 293 Apéndice II. Informe de Caracterización, apartado 5.4.2.2. Se menciona que cerca al área de estudio no existen estaciones meteorológicas, **las más cercanas están a 65 km y 94 km.** La Estación Sargento Puño es una estación de tipo convencional y fue monitoreada por SENAMHI, en los años 1976 a 1983 y solo media



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

el parámetro de precipitación, mientras, en la actualidad la estación Borja solo registra parámetros de precipitación.

En base a lo indicado no existe la suficiente información meteorológica, por ello, **se ha utilizado las estaciones San Lorenzo y Santa María de Nieva aproximadamente a 120 km al sureste y suroeste del área de estudio**, además, se sigue considerando la estación Borja.

Por otro lado, afirman que no amerita elaborar un mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas porque en la **Figura N° 9** del IC (folio 291) se evidencian las ubicaciones de las estaciones.

Cuadro N° 53: Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

Estación Meteorológica	Ubicación política	Coordenadas UTM (WGS 84)			Elevación (msnm)	Parámetros y Periodos de Registro	Distancia de Estación Morona
		Este	Norte	Zona UTM			
Santa María de Nieva	Condorcanqui-distrito de Nieva	173 943	9 465 379	18 M	225	Precipitación, temperatura y humedad (2018-2022)	120 km* SO
San Lorenzo	Alto Amazonas-Barranca	327 582	9 465 980	18 M	134	precipitación, temperatura y humedad (2018-2022)	120 km* SE

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 13-folio 0291- Levant. De observaciones

Precipitación:

La precipitación total anual oscila entre de 2 233 mm a 3 391 mm y el promedio mensual entre 186,1 mm a 282,6 mm representan valores de precipitaciones altas y constantes que mantienen la humedad suficiente para el desarrollo de una densa vegetación.

Cuadro N° 54: Precipitación Promedio Mensual y Total Anuales (mm)_ 2018-2022

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual (mm)
Borja	270,2	324,6	376,2	341,1	295,9	277,7	180,4	215,4	281,3	224,5	291,7	312,3	3391,1
Santa María de Nieva	175,7	252,2	245,7	256,2	283,3	214,0	237,5	182,7	178,3	214,0	182,7	207,3	2629,7
San Lorenzo	199,2	206,6	196,6	225,9	216,8	136,0	144,0	131,9	142,0	143,4	226,1	264,5	2233,0

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 14-folio 0292- Levant. De observaciones

Temperatura:

La temperatura se ha determinado a partir de los datos de las Estación Meteorológica Nieva y San Lorenzo, tal y como se muestra en el Cuadro N° 15 del PDR. La Temperatura media anual varía entre 27,6 y 27,9 °C y la temperatura máxima entre 37,7 °C y 35,2 °C y mínima media anual es de 18,9 °C y 20,1 °C respectivamente.

Cuadro N° 55: Temperatura Media, Máximas y Mínimas (°C)

Estaciones	T°	Ene	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Santa María de Nieva	Máxima	35,2	34,6	35,2	35,0	34,9	35,7	34,9	35,4	35,4	34,8	35,8	34,9	35,2
	Minima	20,1	20,6	20,7	20,5	20,5	19,0	19,7	20,1	20,3	20,2	19,9	20,1	20,1
	Media	27,6	27,5	27,8	27,6	27,8	27,4	27,3	27,7	27,8	27,6	27,9	27,7	27,6
San Lorenzo	Máxima	36,4	35,6	37,2	35,8	35,0	34,6	35,8	36,6	37,0	37,7	37,0	35,6	37,7
	Minima	21,3	21,6	19,8	20,4	19,3	17,6	17,4	14,8	19,4	17,9	16,4	20,6	18,9
	Media	28,5	28,4	28,2	27,9	27,3	26,5	27,0	26,7	28,5	28,7	27,8	28,2	27,8



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 15-folio 0293- Levant. De observaciones

Humedad Relativa:

La humedad relativa se ha determinado a partir de los datos de las estaciones meteorológicas Santa María de Nieva y San Lorenzo, como se observa en el Cuadro N° 15. La humedad relativa media anual es de 92,58 %, con valores medios mensuales que varían entre 91,54 % y 94,08 %. Los valores máximos de humedad relativa se concentran entre los meses de enero a mayo. En el Cuadro N° 16 y Figura N° 11 se muestra los valores de humedad relativa.

Cuadro N° 56: Humedad Relativa Media Mensual (%)

Estación Meteorológica	Humedad relativa media mensual (%)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pro m
Santa María de Nieva	91,7 3	91,4 9	91,6 8	91,7 8	91,6 5	91,9 5	91,9 8	91,7 1	91,8 8	91,8 0	91,7 6	91,5 3	91,7 4
San Lorenzo	92,8 7	92,7 4	93,4 3	94,0 8	93,5 9	93,6 0	92,5 6	90,9 5	91,7 9	91,2 8	91,9 9	92,1 5	92,5 8

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 16-folio 0293- Levant. De observaciones

Velocidad del Viento

Velocidad promedio del viento de 1,8 m/s, a nivel superficial, y con ráfagas de hasta 6,3 m/s. Direcciones predominantes del viento fueron Suroeste (SO) y Sureste (SE), con periodos de calma oscilantes entre 0,0 y 57,14%.

Respecto al **mapa de isotermas** señalan lo siguiente:

Según Informe de Caracterización. apartado 5.4.2.2, se menciona que cerca al área de estudio no existen estaciones meteorológicas, por lo que de manera referencial se ha tomado registro de temperatura de las estaciones San Lorenzo y Santa María de Nieva, ambas ubicadas a 120 km hacia el sureste y suroeste de la Estación Morona. La temperatura varía entre 18,9 °C a 37,7 °C.

Además, el estudio de caracterización tiene por finalidad remediar sitios contaminados originados por actividades antrópicas pasadas o presentes, la cual es elaborada en base a la guía de evaluación de sitios contaminados y la elaboración de planes dirigidos a la remediación (Anexo R.M. N° 118-2021-MINAM). La temperatura del suelo, no se encuentra relacionado directamente con la variación de temperatura atmosféricas debido a que este depende de las reacciones biogeoquímicas que ocurren en su seno, el mismo que actúa como un tapón frente a la variabilidad de la temperatura atmosférica del lugar.

Por lo expuesto no se tiene suficientes estaciones meteorológicas que midan las variaciones de la temperatura entorno al área del proyecto que permita la elaboración de un mapa de isotermas y dado que el estudio se encuentra relacionado a trabajos de remediación que no son dependientes de las variaciones de temperaturas atmosférica no se requiere la elaboración de un mapa de isotermas.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Al respecto, se realiza la siguiente explicación, para justificar la presentación del mapa:

Por los trabajos de biorremediación de la empresa LAMOR, en el que se emplearon microorganismos dependientes de temperatura, según lo cual la biorremediación emplea procesos microbiológicos para la degradación de los contaminantes en el suelo. Para estimular la actividad de los microorganismos, se controla el pH, la humedad y la aireación del medio, la **temperatura**, contenido de nutrientes, entre otros, y se incorporan enmiendas y microorganismos, de ser necesario.

Además, por trabajos de remediación de suelos en el Área de Interés AI3, Subáreas AI3.1 y AI3.2 se emplea un tratamiento en ítem C, folio 105, que indica:

"El tratamiento consiste en realizar la estimulación de la actividad microbiana aeróbica mediante aireación y control de humedad (USEPA, 1998b). La aireación se consigue a través del movimiento y/o arado del suelo de manera intensiva, que se realizará de forma manual y con equipos mecánicos. Como parte del tratamiento químico, se considera la adición de oxidante por aspersión directa, el cual generará una reacción química para degradar los contaminantes a compuestos inocuos". Al tratarse de microorganismos, la temperatura es un factor limitante para su crecimiento.

Y en folio 0106, proceso de tratamiento físico químico, se señala:

"Se realizará un proceso intenso de manera manual (personal local) y/o con equipos mecanizados (excavadora), con la capacidad de rotar y voltear el mismo. El volteo se realizará con una frecuencia diaria, según lo permitan las condiciones climáticas; temperatura y/o vientos".

Observación N° 13. No Absuelta

Información Complementaria N° 13

Por lo expuesto líneas arriba, sobre la importancia de la temperatura en labores de remediación, el titular debe presentar el mapa de isotermas.

Asimismo, en Dirección y velocidad de viento falta presentar el gráfico y la rosa de vientos. Señalar con precisión el número de folio, de apartado 5.4.2.2.

Especificar los valores de precipitación máximas y mínimas.

Respuesta del Titular:

Mapa de Isotermas

Para elaborar un mapa de isotermas se deben tener en cuenta los datos de temperatura de mínimo de tres (3) estaciones meteorológicas, las cuales deben presentar similitud de las particularidades geográficas, climáticas y altitudinales del área del proyecto (Estación Morona). De acuerdo con la información disponible, se cuenta con tres (3) estaciones meteorológicas (Santa María de Nieva, San Lorenzo y Borja) consideradas para el presente estudio, de las cuales solo dos (2) de ellas (estaciones Santa María de Nieva y San Lorenzo) presentan parámetros de temperatura y además, según el Mapa de Clasificación Climática del Perú del 2020 (SENAMHI), solo estas dos estaciones meteorológicas presentan la misma clasificación que la Estación Morona. Por tanto, la información disponible resulta insuficiente para la elaboración del mapa de isotermas solicitado.

Dirección y velocidad del viento



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

De acuerdo con la información revisada, se puede apreciar que cerca al área del proyecto no existen estaciones meteorológicas con parámetros de dirección, ni velocidad del viento, que nos permitan elaborar la rosa de viento y demás gráficos. Por lo que se ha tomado información del Estudio Hidrológico de la Estación Morona, realizado en el año 2015, como se presenta en el apartado 5.4.2.3 "*Velocidad de viento*", del cual se precisa el siguiente análisis:

"Es importante señalar que la dirección del viento en el área del proyecto, la información presentada en el Apéndice II "Informe de Caracterización" se considera representativos para los fines de remediación, ya que es de importancia conocer la dirección y velocidad del viento para fines de planificación de actividades, entre otras. Así mismo de acuerdo a la información presentada⁴ en el área de estudio se tienen vientos con velocidades de 1,8 m/s, lo cual corresponde a brisa muy débil, y en caso de ráfagas, estas presentan una velocidad estimada de 6,3 m/s, las cuales corresponden a brisa fuerte de acuerdo a la escala de Escala Beaufort".

Se adjunta el Estudio Hidrológico de la Estación Morona.

Observación N° 13. No Absuelta

Segunda Información Complementaria N° 13

Especificar los valores de precipitación máximas y mínimas en la presente información complementaria.

4.14. OBSERVACIÓN N° 14:

En el ítem 5.4.4 Hidrología, el administrado debe presentar información de la subcuenca y microcuenca hidrográfica en la que se ubica la estación Morona.

Respuesta:

El titular no incluyó respuesta sobre información de la subcuenca y microcuenca hidrográfica.

Observación 14. No Absuelta

Información Complementaria N° 14

Incluir la información de la subcuenca y microcuenca hidrográfica en ítem 5.4.5.

Presentar información detallada de las fuentes de agua existentes en la zona de estudio de la Estación Morona.

Incluir lo siguiente:

- a. Inventario de todas las fuentes de aguas superficiales (ríos, quebradas, lagunas, bofedales, otros) existentes en el área de estudio, de acuerdo a la Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial" aprobado mediante Resolución Jefatural N° 319- 2015-ANA.

⁴ Estudio Hidrológico - Estación Morona, PETROPERÚ, 2015.

Calle Diecisiete N° 355,
Urb. El Palomar - San
Isidro
T: (511) 224 3298
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

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



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Respuesta.-

Según lo señalado en folios 297 al 302: Apéndice II, Informe de Caracterización. Apartado 5.4.5- Hidrología y Anexo X "Ficha de inventario de fuentes de agua superficial" (1928 a 1934), la ficha de inventario de fuentes de agua superficial fue elaborada en base a información secundaria.

Cuadro N° 57: Características Hidrológicas

Tipo de Fuente	Longitud	Ancho (m)	Profundidad (m)	Caudal	Distancia a la Estación Morona
Río Morona	450 km	170	7 m	1 056 m ³ /s	50 m (hacia el oeste de la zona industrial)
Quebrada Shifeco	240 m	0,4- 5 m	0,5 m	0,0047 l/s	25 m (hacia el noroeste de la zona industrial)
Quebrada Ullolargo	2 km	-	-	-	500 m (hacia el noroeste de la estación)
Quebrada Shuyal	722 m	-	-	-	550 m (hacia el noroeste de la estación)
Manantial 1	NA	-	-	0,082 l/s	40 m
Manantial 2	NA	-	-	0,066 l/s	30 m

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 22-folio 0298- Levant. De observaciones

Observación N° 14. a). Absuelta

- b. El mapa hidrográfico presentado no es detallado, por lo cual se debe presentar mapa hidrológico con delimitación del sitio, referencia de los puntos de monitoreo de agua superficial, y todas las fuentes inventariadas.

Respuesta.-

Se presentó lo solicitado según lo indicado en el folio 165. Apéndice I. Mapa N°4 Hidrología del PDR.

Observación N° 14. b). Absuelta

- c. Debe describir las características hidrológicas de los cuerpos de agua en la subcuenca hidrográfica, incluyendo a la quebrada Shifeco y río Morona, respecto a ancho, profundidad, caudales mínimo, máximo, promedio mensual y promedio anual generado por dichos cuerpos de agua. Indicar las distancias del sitio de la estación Morona a los diversos cuerpos de agua.

Respuesta.-

El titular presenta información en el folio 298. Apéndice II. Informe de Caracterización. Apartado 5.4.5, Hidrología. Cuadro N° 22 "Características hidrológicas" de los cuerpos de agua cercanos al área de estudio, pero es incompleta.

Observación N° 14. c). No Absuelta

Información Complementaria N° 14-c

Precisar en el cuadro 22, si el caudal registrado para cada cuerpo de agua corresponde a época de estiaje, o avenida. Incluir el caudal máximo y mínimo.

Respuesta del Titular:

En respuesta a la observación, los caudales de los cuerpos de agua (río Morona, Quebrada Shifeco, Manantial 1 y 2) presentados en el Cuadro N° 22 "Características Hidrológicas" son de información secundaria, por lo cual se actualiza el cuadro con las fuentes de información respectiva:

Cuadro N° 58 : Características Hidrológicas

Tipo de Fuente	Longitud	Ancho (m)	Profundidad (m)	Caudal	Distancia a la Estación Morona
Río Morona	450 km	170	7 m	1 056 m ³ /s ⁽¹⁾	50 m (hacia el oeste de la zona industrial)
Quebrada Shifeco	240 m	0,4- 5 m	0,5 m	0,0047 l/s ⁽²⁾	25 m (hacia el noroeste de la zona industrial)
Quebrada Ullolargo	2 km	-	-	-	500 m (hacia el noroeste de la estación)
Quebrada Shuyal	722 m	-	-	-	550 m (hacia el noroeste de la estación)
Manantial 1	NA	-	-	0,082 l/s ⁽³⁾	40 m
Manantial 2	NA	-	-	0,066 l/s ⁽³⁾	30 m

Nota: ⁽¹⁾ Estudio Hidrológico de la Estación Morona. Regulación de la Autorización Sanitaria del Sistema de Tratamiento de Agua Potable. 2015.

⁽²⁾ Resolución administrativa N° 0068-2022-ANA-AAA.A-ALA.AA

⁽³⁾ Servicio Técnico Especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Ex poza de suelos empetrolados y residuos de la zona industrial de Estación Morona. Informe final de actividades operacionales. LAMOR, 2019.

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 22- Rspta. IC- 14-c) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAH/DEAH)

Observación N° 14. c). Absuelta.

- d. Asimismo, verificar que los componentes previstos para implementar la remediación no se superpongan con fuentes de agua u ocupe la faja marginal.

Respuesta.-

Presenta información en el folio 298: Apéndice II. Informe de Caracterización. Apartado 5.4.5.1 Delimitación de la Faja Marginal del IC.

Al respecto, presentan anchos de fajas marginales para quebrada Shifeco (cuadro 23, folio 0300), y ubicación de huella máxima para dicha quebrada (fig.14, folio 0301), pero no presenta información para los otros cuerpos de agua del cuadro 22, folio 298.

Según lo presentado en los folios 37 y 38: Apartado 4.4.3.1 del PDR, señalan que las áreas afectadas AA 3.1 y AA 3.2, se encuentran cercanas al cauce y la faja marginal de la quebrada Shifeco, más no superpuesta al cuerpo de agua.

Sin embargo, el titular no concluye si los componentes del proyecto de remediación se superponen a las otras fuentes de agua y su faja marginal del cuadro 22, folio 298.

Observación N° 14. d). No Absuelta

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Información Complementaria N° 14-d

El titular debe presentar información sobre el ancho de fajas marginales de los otros cuerpos de agua, según cuadro 22, folio 298, y además ser explícito y concluir, para todos los cuerpos de agua si algún componente se superpone o no a la faja marginal o fuente hídrica, de ser caso deberá reubicarlo.

Respuesta del Titular:

Al respecto, **se consideró solo delimitar el ancho de la faja marginal de la quebrada Shifeco**, por ser la más cercana y posiblemente sujeto a cualquier posible riesgo que pudiera darse por las condiciones ambientales y actividades del proyecto. El análisis realizado permitió determinar que las áreas afectadas, se encuentran cercanas al cuerpo de agua (quebrada Shifeco), pero no superpuesta al cauce de la quebrada y tampoco a la faja marginal, como se muestra en la siguiente figura "Ubicación de áreas afectadas cercanas al cauce y faja marginal" (Figura N° 5 del PDR).

En base a mencionado, no corresponde presentar información acerca de las fajas marginales de los demás cuerpos de agua (río Morona, quebrada Ullolargo, quebrada Shuyal, manantial 1 y 2), debido a su distancia de las mismas con el área del proyecto, por lo que ningún componente se superpondría a la faja marginal ni a la fuente hídrica, por ello, las actividades que se desarrollaran no implicaría ningún tipo de afectación a los cuerpos de agua en mención, tal cual se puede apreciar en el Cuadro N°22 "Características Hidrológicas" (Anexo II, Informe de Caracterización), y en el Mapa N°4 Hidrográfico.

Observación N° 14-d. No absuelta.

Segunda Información Complementaria N° 14-d

El titular no presenta una información técnica sustentatoria de la delimitación de faja marginal, especialmente de la Quebrada Shifeco. Por lo tanto, se debe presentar la metodología para determinar el ancho mínimo de faja marginal del cauce de dicha quebrada, comprendiendo las etapas de determinación del límite superior de la ribera (según modelamiento hidráulico o huella máxima) y determinación del ancho mínimo de la faja marginal, siguiendo lineamientos de la R.J N° 332-2016-ANA. Asimismo, establecer la ubicación precisa de las áreas afectadas cercanas al cauce y faja marginal y la distancia existente a faja marginal delimitada de la Quebrada Shifeco.

4.15. OBSERVACIÓN N° 15:

En el ítem 5.4.5 Hidrogeología, falta incluir más información relacionada con las fuentes subterráneas en el área de influencia de la Estación Morona, por lo tanto, presentar la Caracterización hidrogeológica sobre:

- Unidad Hidrogeológica, parámetros hidrodinámicos de velocidad de flujo, transmisividad, gradiente hidráulico, Zona de recarga y descarga. Señalar características de los estratos del suelo para conocer el grado de permisividad del transporte de los posibles contaminantes que migren hacia el acuífero.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Respuesta.-

Presenta información en Folios N° 303 al 305, Apéndice II. Estudio de Caracterización / Apartado 5.4.6. Hidrogeología.:

Al respecto, se indica lo siguiente:

La Estación Morona se encuentra emplazada sobre un Acuífero Poroso No Consolidado Media (APNCm) de Neogeno Cuaternario- Continental, conformado por formaciones detríticas permeables en general no consolidadas. Corresponde a acuíferos locales o discontinuos productivos, o acuíferos extensos, pero solo moderadamente productivos, debido a su permeabilidad media.

De la evaluación realizada en los piezómetros existentes y los nuevos piezómetros instalados se concluye de manera preliminar que el comportamiento del agua subterránea en el sitio está sujeta al tipo de suelo; arena y/o arena arcillosa en superficie y arcilla en profundidad.

Según el Estudio de Caracterización de la Estación Morona, realizado en el 2018 por la empresa TECONEC, el acuífero del área de estudio (Estación Morona y zonas aledañas) es de origen aluvial. La zona de recarga podría corresponder a la zona que hacia el occidente se encuentra cubierta por selva tropical, cuya recarga se da mediante procesos de infiltración.

Asimismo, sobre el área de estudio se evidencia predominante interacción de río acuífero en la que los niveles freáticos se encuentran condicionados por los niveles del río Morona.

De acuerdo a los sondeos realizados en el año 2018, a cargo de TECONEC, el acuífero está constituido por intercalaciones de material variado: limo arcilloso, arenas finas y gravas delgadas suprayacidas por aproximadamente 1,0 m de arcillas con alta plasticidad en superficie, las cuales podrían limitar la permisividad del transporte de los posibles contaminantes que migren al acuífero.

De acuerdo al Estudio Especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Expoza de Suelos Empetrolado y Residuos de la Zona Industrial de la Estación Morona (2018), las aguas subterráneas medidas en los piezómetros existentes presentan un pH moderadamente ácidas (6,05 a 6,29), con conductividad eléctrica entre 127 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 248 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cuyos valores indican que corresponden a aguas dulces de mineralización baja a media, mientras que, para los manantiales, el pH varía entre 4,9 y 5,5 indicando acidez, y conductividad eléctrica de 33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ correspondiendo con aguas muy dulces de mineralización muy bajas.

Se detectaron captaciones de agua para el consumo y riego en el entorno próximo (aguas arriba) a la Estación Morona; los manantiales (manantial 2 y manantial 1) más cercanos se encuentran a aproximadamente entre 30 y 40 m hacia el suroeste del emplazamiento, estos afloran al inicio de la quebrada Shifeco que discurre hasta llegar a desembocar en el río Morona.

En el estudio especializado de Limpieza y Remediación Ambiental de la Expoza de Suelos Empetrolado y Residuos de la Zona Industrial de la Estación Morona



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

desarrollado en el año 2018 se evaluaron seis (6) piezómetros existentes dentro y fuera de la Estación Morona.

Para dicho año, la dirección general del flujo del agua subterránea en el emplazamiento fue en dirección sureste-noroeste, es decir, en dirección hacia la quebrada Shifeco en la desembocadura del río Morona.

Observación N° 15. a). Absuelta

- b. A fin de sustentar la no lixiviación de contaminantes, 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.-

El titular manifiesta que, de acuerdo con la información obtenida en los estudios realizados en la Estación Morona, la presencia de **aguas subterráneas corresponde a bolsones o lentes de agua (agua colgante)**, los cuales no presentan continuidad de flujo subterráneo. Asimismo, de acuerdo con los ensayos hidráulicos realizados, se ha obtenido una **permeabilidad baja a muy baja en el medio**, dada principalmente por la presencia de arcillas, con lo cual se determina la no lixiviación de contaminantes.

Observación N° 15. b). No Absuelta

Información Complementaria N° 15-b

Se debe presentar los resultados de los valores de parámetros de permeabilidad y gradiente hidráulico.

Respuesta del Titular:

En la Fase de Caracterización se realizaron ensayos de bombeo en dos (2) piezómetros ubicados dentro de la zona industrial de la Estación Morona, obteniendo los datos de transmisividad y permeabilidad, tal como se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 59: Ensayos de Caracterización Hidráulica

Piezómetro de ensayo	Periodo del Ensayo	Método	Transmisividad T (m ² /d)	Permeabilidad K (m/d)
C19	Bombeo y Recuperación	<i>Theis Recovery</i>	2,22 x 10 ⁰	6,32 x 10 ⁻¹
	Bombeo	<i>Cooper & Jacob</i>	9,28 x 10 ⁰	2,64 x 10 ⁰
	Recuperación	<i>Theis</i>	6,87 x 10 ¹	1,96 x 10 ¹
P12	Bombeo y Recuperación	<i>Theis Recovery</i>	2,97 x 10 ¹	9,93 x 10 ⁰
	Bombeo	<i>Cooper & Jacob</i>	4,34 x 10 ¹	1,50 x 10 ¹
	Recuperación	<i>Theis</i>	1,63 x 10 ¹	6,31 x 10 ⁻²

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 06- Rspta. IC- 15-b) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Los resultados indican que el acuífero presenta una transmisividad de muy baja a baja (ver Cuadro N°59) y una permeabilidad variada que va desde un acuitardo a un buen acuífero (ver Figura N°03), lo cual es coherente con el tipo de suelo que se tiene en la Estación Morona, compuesto principalmente por un suelo del tipo predominantemente arcilloso con cierta presencia de arena.

Figura N° 03: Clasificación de Permeabilidad

PERMEABILIDAD EN (m/día)					
	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰
CLASIFICACIÓN GEOLOGICA	GRAVAS LIMPIAS	GRAVAS Y ARENAS, O ARENAS GRUESAS	ARENAS FINAS O CON MEZCLA DE LIMOS	LIMOS O ARCILLAS ARENOSAS	ARCILLAS COMPACTAS
CLASIFICACIÓN HIDROGEOLOGICA	BUEN ACUÍFERO		ACUÍFERO POBRE	ACUITARDO	PRÁCTICAMENTE IMPERMEABLE
	0,11	0,01	1,1 10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
	(m/s)				
	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Fig N° 06- Rspta. IC- 15-b) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)

Cabe resaltar que no se ha realizado un ensayo de bombeo en el piezómetro C25 (piezómetro donde se ejecutará la técnica de bombeo y tratamiento), el cual presenta un perfil de suelo ligeramente distinto a los puntos ensayados (C19 y P12), observando en superficie arenas arcillosas en lugar de arenas. Por lo expuesto, se determina la potencial nulidad de migración del contaminante.

Por otro lado, se entiende por gradiente hidráulico a la variación del nivel piezométrico por unidad de recorrido en el sentido del flujo del agua subterránea, por tanto, en el caso de la Estación Morona no se puede realizar su cálculo debido a que se presentan aguas colgantes y no un nivel freático definido. No obstante, previo a la aplicación de las técnicas de remediación se realizará trabajos geofísicos (tomografía eléctrica), con la finalidad de determinar la profundidad del nivel freático tanto en la zona interna como externa de la Estación Morona, con lo cual, dependiendo de sus resultados se calculará el gradiente hidráulico solicitado.

Análisis de la respuesta a la Información Complementaria N° 15-b

El administrado no presenta los cálculos solicitados "cálculo real de la velocidad de flujo con base a los parámetros de permeabilidad y gradiente hidráulico". Correspondientes al medio subterráneo, solo presenta resultados de conductividad hidráulica y transmisividad, así también, solo sustenta que los cuerpos de agua subterránea corresponden a lentes aislados.

Observación N° 15. b). No Absuelta

Segunda Información Complementaria N° 15-b

El titular deberá presentar lo solicitado en la observación primigenia, soportado por la información analizada, así mismo, el sustento de los cuerpos de agua subterránea colgados y que estos no tienen conexión con el acuífero presente en la zona.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- c. Respecto a los afloramientos, se han incluido a dos manantiales (1 y 2) en el Cuadro N° 18 del Estudio de Caracterización, empleados por la población para consumo y riego, encontrándose a 30 y 40 m hacia el suroeste del emplazamiento. Al respecto, el administrado, debe explicar con el debido sustento porque no fueron incluidos en el estudio de caracterización fisicoquímica, para evaluar la posible contaminación en los mismos y evaluar posibles riesgos a la salud humana y ambiente. En ese sentido, presentar dicha información sustentada, y de corresponder realizar los estudios de análisis de calidad de los manantiales, evaluación de riesgos ambientales, e incorporar dichos componentes hídricos en el plan de remediación del sitio.

Respuesta.-

El titular señala que si bien es cierto no se tomó muestra de agua en los dos (2) manantiales, pero en la intersección de estos (a 13 m aguas abajo) se tomó una muestra de agua (AS6), como se evidencia en el Plano N° 9 "Puntos de muestreo de agua superficial" del Apéndice I del PDR y en la figura N° 2 (levantamiento de observaciones de este PDR). La muestra no evidenció afectación para hidrocarburo disuelto, sin embargo, se detectó presencia de plomo total en concentraciones superiores al ECA para agua superficial, E2. La afectación por plomo detectada en esta muestra y en el resto de las muestras (AS2, AS7, AS8 y AS9) que se encuentran a lo largo de la quebrada Shifeco no es producto de las actividades de la Estación, sino se debe a otras actividades de la zona.

Cabe resaltar, la afectación detectada en el agua subterránea (AI 1 y AI 2) están localizadas y se encuentran delimitadas en el interior de la zona industrial de la Estación Morona, por lo que el agua que consume la comunidad no está influenciada por las actividades de la Estación.

Al respecto, no señala o evidencia si la muestra de agua en el punto AS6, está contaminada por otros parámetros, como: metales totales, así como TPH (no solamente **hidrocarburos disueltos**), BTEX y PAH, y comprobar que realmente no habrá afectación en la calidad de los manantiales 1 y 2 por las actividades del presente PDR.

Observación N° 15. c). No Absuelta

Información Complementaria N° 15. c)

El titular debe presentar la siguiente información:

- a) Ubicación del punto AS6 m en coordenadas UTM WGS 84, y determinar las distancias a los manantiales 1 y 2.

Respuesta del Titular:

En el cuadro siguiente se presenta la ubicación del punto AS6, así como la distancia aproximada hacia los manantiales.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 60: Ubicación del punto AS6 y Distancia a los Manantiales

Punto de Muestreo	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84) Zona UTM		Distancia a los manantiales
		Este (m)	Norte (m)	
AS6	Intersección entre el manantial 1 y 2 (inicio de la quebrada Shifeco)	252 563	9 559 407	Manantial 1 (M1): aproximadamente 15 m al punto AS6 Manantial 2 (M2): aproximadamente 11 m al punto AS6

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 08- Rspta. IC- 15-c –a) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)

Información Complementaria N° 15. c - a). Absuelta.

b) Considerando la evaluación de calidad de muestras de agua subterránea dentro del programa de seguimiento o control en la estación Morona, según cuadro N° 31, folio 0128 del ítem 6.5.2.3, especificar o determinar las concentraciones halladas en el punto AS6 de: TPH, BTEX, PAH y metales totales, al cual se le incluye aceites y grasas, para demostrar si realmente el agua en dicho punto, cuya calidad representaría a la de los manantiales 1 y 2, está libre de los contaminantes mencionados que podrían ocasionar afectación a la población para consumo y riego. En caso, se evidencia que los parámetros contaminantes superan los estándares referenciales establecidos (categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial, así como de la Normativa Holandesa, *Soil Remediation Circular* (2013), realizar la evaluación de riesgos ambientales, e incorporar dichos componentes hídricos en el plan de remediación del sitio.

Respuesta del Titular:

Se indica lo siguiente:

- El punto de muestreo AS6, corresponde a un punto de muestreo de agua superficial, ubicado en el punto de confluencia de los manantiales 1 y 2, inicio a la quebrada Shifeco.
- Los resultados analíticos de la muestra de agua superficial AS6, colectada durante la Fase de Caracterización, se indican en los cuadros siguientes:

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 61: Resultados Analíticos de las Muestras de Agua Superficial AS6

Código de muestra	Fecha de muestreo	TPH, BTEX y HAP Concentración (mg/L)									
		F1 (C5-C10)	F2 (C10-C28)	F3 (C28-C40)	TPH (C5-C40)	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Benzo (a) Pireno	Fluoranteno
ECA C4-E2: Ríos Selva		-	-	-	0,5	0,05	-	-	-	0,0001	0,001
61511-518-AS6	06/11/2021	< 0,025	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,00101	< 0,00101	< 0,00050	< 0,00242	< 0,000013	< 0,000013

Código de muestra	Fecha de muestreo	Metales y parámetros fisicoquímicos (Concentración (mg/l))														
		Cr VI	Hg	As	Ba	Cd	Cu	Ni	Pb	Sb	Se	Zn	Aceites y Grasas	Fenoles	SST	Sulfuros
ECA C4-E2: Ríos Selva		0,011	0,0001	0,15	1,0	0,00025	0,1	0,052	0,0025	-	-	-	5,0	2,56	≤ 400	0,002
61511-518-AS6	06/11/2021	< 0,0009	< 0,00005	0,0005	0,03	< 0,00010	0,0033	0,0016	0,0053	< 0,0002	< 0,0006	0,018	0,927	< 0,0008	38	< 0,0010
	Supera los ECA para Agua Superficial Categoría 4 E2 (Ríos Selva) según D.S. N° 004-2017-MINAM															

Punto de Muestreo	Fecha de Muestra	Datos de campo- in situ		
		Conductividad Específica (µS/cm)	pH	Temperatura de la Muestra (°C)
ECA C4-E2 (Ríos Selva)		1 000	6,5 – 9,0	Δ 3
61511-518-AS6	7/11/2021	160	6.9	26.5

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 08- Rspta. IC- 15-c- b) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

- Los resultados analíticos obtenidos de la muestra de agua superficial AS6, no deben ser comparados con la Normativa Holandesa, *Soil Remediation Circular* (2013), ya que esta muestra corresponde a la matriz agua superficial y presenta su propia normativa de comparación, los ECA para Agua superficial (categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva).
- Las concentraciones de los parámetros TPH, BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos), PAH (benzo(a)pireno y fluoranteno), metales (Cr VI, Hg, As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb, Sb, Se y Zn), y parámetros fisicoquímicos (aceites y grasas, fenoles SST y sulfuros), se encuentran por debajo de los valores de referencia del ECA para Agua Superficial, y en algunos casos por debajo del límite de detección de la metodología empleada por el laboratorio, a excepción del parámetro plomo total en el que se evidenció concentración que supera ligeramente la referencia.
- En base a lo expuesto, no se considera realizar la evaluación de riesgos ambientales, ni incorporar en el plan de remediación del sitio.

Observación N° 15. c - b). No Absuelta.

Segunda Información Complementaria N° 15. c - b).

En relación al Plomo, el titular debe explicar las causas de la excedencia de su concentración, en función de fenómenos naturales o bien por las actividades propias del proyecto, y si fuera esto último como realizará el control de la contaminación del plomo en el Agua Superficial AS6.

- c) Determinar si de acuerdo al bombeo a realizar, el cono de abatimiento no afectará a los manantiales 1 y 2, los cuales tienen un caudal.

Respuesta del Titular:

Según el radio de influencia del bombeo, el radio determinado oscila entre 2,1 a 4,3 metros dentro de la zona industrial de la Estación Morona, y los manantiales (1 y 2) se encuentran fuera de la Estación (al oeste, 50 m aproximadamente), por lo cual, el bombeo no tiene influencia con los manantiales.

El radio de influencia fue calculado empleando la fórmula de Weber, la cual se presenta a continuación:

$$R = 3 \sqrt{\frac{h_0 * K * t}{n_e}}$$

Información complementaria N° 15. c - c). Absuelta.

- d) Incluir a los manantiales indicados en el Programa de Seguimiento o control de agua subterránea en las actividades de remediación y post remediación.



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

Respuesta del Titular:

Los manantiales 1 y 2, se encuentran ubicadas aguas arriba de las áreas a intervenir, por lo cual estos no podrían verse alterados por las actividades propias de la remediación. Así mismo, a solicitud de la ANA, se considera dentro de la Propuesta de Puntos de Muestreo de Seguimiento de Agua Superficial los puntos de muestreo ubicados en los manantiales, los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 62: Cuadro Resumen de Propuesta de Puntos de Muestreo de Seguimiento de Agua Superficial – Quebrada Shifeco

Código	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 S)		Localización	Parámetros por Analizar	Normativa de Comparación	Frecuencia de Monitoreo
	Este (m)	Norte (m)				
AS-07	252552	9559395	Manantial 1	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3). Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH) BTEX Aceites y grasas Metales (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)	Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial	Semestral durante tres (3) años
AS-08	252553	9559414	Manantial 2			

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 10- Rspta. IC- 15-c- d) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)

Observación N° 15. c - d). No Absuelta.

Segunda Información complementaria N° 15. c - d)

En la Normativa de comparación del Cuadro N° 62 del presente informe incluir a la Categoría 1- Subcategoría A.

4.16. OBSERVACIÓN N° 16:

- El titular debe sustentar los criterios de la elección de los parámetros de interés para los estudios de caracterización y en la elaboración del Plan de remediación en agua subterránea, toda vez que en la norma aplicable de Holanda: Soil Remediation Circular 2013, se tienen otros parámetros no evaluados en el presente proyecto. Del mismo modo, para la caracterización y en el monitoreo y seguimiento de la calidad de los sedimentos, de acuerdo a la Normativa Canadiense (CCME- Atlantic RBCA) se tienen otros parámetros no evaluados, por tanto, se debe precisar los criterios de selección de dichos parámetros.

Respuesta.-

El titular manifiesta que la selección de parámetros de interés para el estudio de caracterización y la elaboración del plan de remediación en agua subterránea se realizaron de acuerdo con la actividad industrial llevada a cabo en el emplazamiento y posibles datos históricos existentes, en este caso la actividad está asociada a una



posible afectación por hidrocarburo, por lo que se consideraron los parámetros establecidos en el ítem 4.3.3 "agua subterránea" del Informe de Caracterización. También los parámetros establecidos en la caracterización y en el monitoreo y seguimiento de calidad de los sedimentos son los asociados a la actividad desarrollada en el emplazamiento, como se muestra en el ítem 4.3.4 "sedimento" del Informe de Caracterización (folio 268).

Al respecto, el ítem 4.3.3 "agua subterránea" del Informe de Caracterización, se encuentra en los folios 0268 a 0271.

El ítem 4.3.4 "sedimento" del Informe de Caracterización se encuentra en los folios 0271 a 0272.

Observación N° 16. a). Absuelta

- b. Considerando las observaciones previas y de reajustar el programa de monitoreo, debe presentar una tabla resumen de la ubicación de los puntos de monitoreo de la calidad de agua superficial, subterránea, sedimentos que incluya: código del punto, descripción, coordenadas de ubicación (UTM, datum WGS 84, zona correspondiente), frecuencia de monitoreo, parámetros de monitoreo, normativa aplicada; adjuntar además los archivos digitales (kmz, cad, gis) de los puntos de monitoreo a establecerse.

Respuesta.-

El titular señala que, en base a las respuestas emitidas a las observaciones anteriores, los contaminantes de preocupación no han cambiado y la ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial y sedimento no altera el objetivo de la remediación por lo cual se mantienen.

Presentan el cuadro resumen de la propuesta de monitoreo para la quebrada Shifeco en el folio 131, Apartado 6.5.3 "Plan de Monitoreo – Quebrada Shifeco", Cuadro N°35 y 36.

Al respecto no se incluyó el Plan de monitoreo de seguimiento de Agua subterránea.

Cuadro N° 63 : Cuadro Resumen de Propuesta de Puntos de Muestreo de Seguimiento de Agua Superficial – Quebrada Shifeco

Código	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 S)		Localización	Parámetros por Analizar	Normativa de Comparación	Frecuencia de Monitoreo
	Este (m)	Norte (m)				
AS-01	252563	9559407	Intersección entre el manantial 1 y 2 (inicio de la quebrada Shifeco)	Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3). Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH) BTEX Aceites y grasas Metales (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb)	Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial	Semestral durante tres (3) años
AS-02	252589	9559410	Parte inicial de la quebrada Shifeco (aguas arriba)			
AS-03	252596	9559481	Al lado oeste de la Ex poza			
AS-04	252596	9559527	Al margen derecho de la quebrada Shifeco, a la altura del drenaje Shifeco.			
AS-05	252597	9559555	Al margen derecho de la quebrada Shifeco, 20 m aguas arriba de la desembocadura al río Morona			
AS-06	252616	9559562	Aguas abajo de la quebrada Shifeco, en la desembocadura al Río Morona			

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 35-folio 0131- Levant. De observaciones

**PERÚ**Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 64: Cuadro Resumen de Propuesta de Puntos de Muestreo de Seguimiento de Sedimentos– Quebrada Shifeco.

Código	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 S)		Localización	Parámetros a Analizar	Normativa de Comparación	Frecuencia de Monitoreo
	Este (m)	Norte (m)				
S-01	252596	9559481	Al lado oeste de la Ex poza	<ul style="list-style-type: none"> Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3). Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH) BTEX 	Valores de intervención (Guía para Evaluación de Sedimento, Países Bajos) y valores PEL (Guías Canadienses de Calidad Ambiental, CCME).	Semestral durante tres (3) años
S-02	252596	9559527	Al margen derecho de la quebrada Shifeco, a la altura del drenaje Shifeco.			
S-03	252616	9559562	Aguas abajo de la quebrada Shifeco, en la desembocadura al Río Morona			

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 36-folio 0131- Levant. De observaciones

Observación N° 16. b). No Absuelta

Información Complementaria N° 16. b)

Incluir el Cuadro Resumen del Plan de muestreo de seguimiento de Agua subterránea. (incorporar aceites y grasas y metales totales), además de los señalados en cuadro N° 31. Folio 0128- HTP, BTEX, PAH, Metales disueltos).

En el Cuadro N° 30: Coordenadas de Ubicación de la Red de Control y Seguimiento, folio 0126, deben incluir el piezómetro C13.

Adjuntar el plano y los archivos digitales (kmz, shp) de los puntos de monitoreo a establecerse.

Incluir en el mencionado Plan a los manantiales 1 y 2, tomando en cuenta la proximidad a la zona a intervenir y considerando que estas aguas tienen un uso poblacional.

Respuesta del Titular:

Se agrega el siguiente Cuadro Resumen del Plan de Muestreo de Seguimiento para Agua Subterránea.

Cuadro N° 65: Cuadro Resumen del Plan de Muestreo de Seguimiento para Agua Subterránea

Código	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 S)		Localización	Parámetros por Analizar	Normativa de Comparación	Frecuencia de Monitoreo
	Este (m)	Norte (m)				
C10	252 683	9 559 405	Al Norte de las Bombas de Inyección, en el área fuera del cubeto.	<ul style="list-style-type: none"> * Hidrocarburos Totales de Petróleo (F1, F2 y F3 y totales). * BTEX *Hidrocarburos Poliaromáticos (PAH). *Aceites y Grasas. *Metales Totales y Metales Disueltos (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg y Pb) 	*Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático), subcategoría E2 (Ríos Selva) del ECA para Agua superficial * Normativa Holandesa, <i>Soil Remediation Circular</i> (2013)	*Durante la Remediación: Trimestral durante un (1) año. *Post Remediación: Semestral durante tres (3) años
C13	252 709	9 559 386	Al Este del Piezómetro 12 y Sur del Tanque de Diésel (TV – 1303), en el área fuera del cubeto.			
C15	252 662	9 559 351	Al Este de las Motobombas Principales			
C16	252 639	9 559 354	Al Sur del P05			
C18	252 655	9 559 388	Al Norte del Tanque Sumidero TV-1307			
C19	252 645	9 559 392	Al Oeste del Tanque Sumidero TV-1307			
C2	252 720	9 559 420	Al Norte del Tanque de Diésel 1302, en el área fuera de la zona estanca			

BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
 “Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Cuadro N° 65: Cuadro Resumen del Plan de Muestreo de Seguimiento para Agua Subterránea

Código	Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 18 S)		Localización	Parámetros por Analizar	Normativa de Comparación	Frecuencia de Monitoreo
	Este (m)	Norte (m)				
C20	252 649	9 559 378	Al Norte del Tanque TV-1306.			
C24A	252 630	9 559 363	Al Noroeste del Tanque TV-1305			
C25	252 627	9 559 353	Al Sur del Tanque TV-1305			
C39	252 693	9 559 377	Punto ubicado hacia el suroeste del P12 y TK sumidero T-1308			
C4	252 670	9 559 426	Al Este del Tanque Alivio (TV-1301), en el área fuera de la zona estanca.			
C40	252 663	9 559 402	Punto ubicado al noreste del tanque sumidero (T-1307) y el piezómetro C18			
C41	252 617	9 559 348	Punto ubicado al suroeste del punto C25			
C7	252 753	9 559 375	Al Sureste del Tanque de Agua (TV – 1310)			
P12	252 702	9 559 385	Al sur del Tanque Sumidero T-1308			
P5	252 623	9 559 468	Ubicado en el lado noroeste de las Motobombas Principales			

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 11- Rspta. IC- 16- b) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)

- Se actualiza el Cuadro N°30, incluyendo el piezómetro C13, el cual no se colocó por error:

Cuadro N° 66: Coordenadas de Ubicación de la Red de Control y Seguimiento

Código Piezómetro		Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 17 S)	
		Este (m)	Norte (m)
Piezómetro instalado en la Fase de Caracterización	C10	252 683	9 559 405
	C13	252 709	9 559 386
	C15	252 662	9 559 351
	C16	252 639	9 559 354
	C18	252 655	9 559 388
	C19	252 645	9 559 392
	C2	252 720	9 559 420
	C20	252 649	9 559 378
	C24A	252 630	9 559 363
	C25	252 627	9 559 353
	C39	252 693	9 559 377
	C4	252 670	9 559 426
	C40	252 663	9 559 402
	C41	252 617	9 559 348
	C7	252 753	9 559 375



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cuadro N° 66: Coordenadas de Ubicación de la Red de Control y Seguimiento

Código Piezómetro		Coordenadas UTM WGS 84 (Zona 17 S)	
		Este (m)	Norte (m)
	P12	252 702	9 559 385
	P5	252 623	9 559 468

Fuente: PDR- Estación Morona- PDR- Cuadro N° 30- Rspta. IC- 16- b) (Oficio N° 393-2023-MINEM/DGAAH/DEAH)

- En el Apéndice I "Mapas y Planos", se ha actualizado el Plano N°20 "Propuesta de Ubicación de Red de Control y Seguimiento de Agua Superficial y Sedimento. En el cual se ha agregado dos (2) puntos de monitoreo en los respectivos manantiales. Así mismo se adjuntó el plano en versión editable.

Información complementaria N° 16. b) . Absuelta

4.17. OBSERVACIÓN N° 17:

En las Matrices de Determinación para el Análisis de Alternativas de Remediación de Suelo y de Fase Libre Sobrenadante, en las áreas de interés, en el ítem 5.4 Análisis de viabilidad de las alternativas de remediación, el titular debe fundamentar el incluir un 16% en el análisis de costos, habiendo considerado un criterio adicional que no se encuentra en la referencia (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos- 2014-MINAM), utilizada en este PDR.

Respuesta. -

Replantan los porcentajes de evaluación de los criterios de viabilidad considerando lo indicado en la Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos). Reformulan la evaluación de la Matriz de Determinación para el análisis de las alternativas de remediación, no considerando la valoración de un análisis de costos.

Al respecto, emplean los siguientes criterios de viabilidad en ítem 5.4.1, folio 0060:

Análisis de Mejores Técnicas Disponibles

Análisis de la Sostenibilidad de las Alternativas

Análisis de Ecoeficiencia de las Medidas Propuestas

Criterio Adicional: Ensayos Piloto

Observación N° 17. Absuelta

V. CONCLUSIÓN

Luego de revisar la subsanación de observaciones e información complementaria al "Plan Dirigido a la Remediación (PDR) -Estación Morona", presentado por PETROLEOS DEL PERU S.A.– PETROPERU, se ha encontrado que aún persisten observaciones que requieren de una Segunda Información Complementaria, de acuerdo a lo señalado en el ítem 4 del presente informe, para que la Autoridad Nacional del Agua pueda emitir opinión favorable de acuerdo con el artículo 81° de la Ley de Recursos Hídricos Ley 29338.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. La Dirección de Evaluación Ambiental de Hidrocarburos (DEAH) de la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (DGAAH del MINEM), remitirá la Segunda Información Complementaria a PETROLEOS DEL PERU S.A.– PETROPERU, a fin de que el PDR del presente Proyecto, cumpla con el sustento técnico y la normativa en relación a los recursos hídricos.
- 6.2. La subsanación de observaciones se deberá presentar en medio digital de formatos PDF y editable (Word), la misma que debe estar completa (planos, anexos, informes, figuras, gráficos, tablas, etc.). y de fácil manejo para su revisión.

Es cuanto tengo que informar a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE

WILFREDO QUISPE QUISPE

PROFESIONAL

DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024