




Evaluaciones Ambientales Tempranas (EAT) en el sector energía y minas (2017-2019)

Resúmenes ejecutivos Tomo III

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental



Evaluaciones Ambientales Tempranas (EAT) en el sector energía y minas (2017-2019)

Resúmenes ejecutivos Tomo III



Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental



Datos de catalogación bibliográfica

OEFA

Evaluaciones Ambientales Tempranas (EAT) en el sector energía y minas
(2017 – 2019). Tomo III

Lima: OEFA, 2021

Área: Evaluación del medio ambiente, Índices de contaminación,
Política ambiental, Protección ambiental

I. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

Formato digital

Páginas: 95

ISBN: 978-612-4341-04-5

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-09479

Primera edición digital: febrero 2021

Creative Commons  2019 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA.

Av. Faustino Sánchez Carrión N°. 603, 607 y 615 Jesús María, Lima, Perú.

Teléfono: (51-1) 204-9900

Webmaster: webmaster@oefa.gob.pe

Sitio web: www.oefa.gob.pe

Síguenos en:



Redacción de resúmenes ejecutivos - Tomo III

Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM):

Cesar Espiritu Limay, Cesar Reátegui Valle, Jose Maldonado Chalco, Lisveth Valenzuela Mendoza, Janet Quincho Olazábal, Víctor Chama Moscoso, y Pabel Del Solar Palomino.

Revisión y coordinación técnica ambiental

Ana María Cortijo Villaverde, Francisco García Aragón, Noelia Arenazas Gonzales, y Yanina Inga Victorio..

Diseño de modelos conceptuales

Fray Yanapa Huaquisto, Jacqueline Pechuga Melgar, y Richard Félix Tamayo.

Diseño de mapas

Laura Rodríguez Castillo.

Supervisión editorial

Subdirección de Fortalecimiento de Capacidades en Fiscalización Ambiental (SFOR):

Giovana Hurtado Magán.

Revisión de contenidos y edición

Coordinación de Investigación e Innovación para la Fiscalización Ambiental (Cinfa):

Eliana Ames Vega y Pablo Peña Quispe.

Edición de textos, diseño y diagramación

Oficina de Relaciones Institucionales y Atención a la Ciudadanía (ORI).

Revisión de data y actualización en el Portal de Datos Abiertos del OEFA

Coordinación de Sistematización, Estadística y Procesos (CSEP):

Claudia Oscco Gaspar, Jhon Arias Chávez y Eddy Arangoitia Sánchez, Mariela Caballero Del Castillo, Carlos Guillén Pantigozo, Xiomara Mandujano Reyes, Odalys Suarez Balcazar, Michella Brescia Reátegui, Luis Pecho Esteban, Marco Miranda Valiente, David Buendía Montalván, Rosalbina Butrón Loayza, Yulina Peláez Tapia, Mirian Jaimés Santiago.

Índice

Presentación.....	7
Introducción.....	9
Glosario de términos, acrónimos y siglas.....	13
Evaluaciones Ambientales Tempranas (EAT) en el ámbito de influencia de actividades mineras	
1. Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Chontayacu. Distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, Perú (2017)	15
2. Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Laguna Azul. Distritos de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, Perú (2018 - 2019)	35
3. Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto Lote 107. Distrito de Puerto Bermúdez, Constitución y Palcazú, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, Perú (2019)	55
4. Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto Lote 131. Distrito de Alexander Von Humboldt, distrito de Tournavista, Provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali y en la Provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, Perú (2017)	77

Presentación

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) ejerce las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización y sanción destinadas a asegurar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables establecidas en la legislación ambiental peruana, así como de los compromisos derivados de los instrumentos de gestión ambiental y de los mandatos o disposiciones emitidos por el OEFA respecto de aquellas actividades en las que tiene competencia de fiscalización ambiental directa.

La función de evaluación, según lo establecido por la Ley del Sinefa¹, comprende las acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares que realiza el OEFA para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales. Asimismo, la Ley General del Ambiente² señala que la vigilancia y el monitoreo ambiental tienen como fin generar la información que permita orientar la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental en el Perú. En ese sentido, la función de evaluación incluye acciones de vigilancia, monitoreo y otras acciones similares, tales como estudios especializados, que se desarrollan para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales y determinar el estado de la calidad ambiental³.

De acuerdo con el Reglamento de Evaluación, aprobado con Resolución 0013-2020-OEFA/CD, la función de evaluación que desarrolla la Dirección de Evaluación Ambiental es de diversos tipos: la evaluación ambiental temprana, la evaluación ambiental de seguimiento, la evaluación ambiental focal y evaluación ambiental de causalidad. Asimismo, se desarrollan actividades de evaluación en función a la normativa especial del subsector hidrocarburos.

La Evaluación Ambiental Temprana (EAT) se desarrolla cuando no se tiene información sobre la existencia de impactos y permite determinar el estado de la calidad ambiental y contar con un diagnóstico de las causas o efectos de la alteración en un área determinada de estudio, con el objeto de generar información valiosa respecto del estado de los diferentes componentes ambientales para la fiscalización ambiental con un enfoque preventivo.

1 Aprobada mediante Ley N.º 29325 y modificada por Ley N.º 30011 el 25 de abril de 2013.

2 Aprobada mediante Ley N.º 28611 y publicada el 15 de octubre de 2005.

3 Según el Reglamento de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, aprobado mediante Resolución del Consejo Directivo N.º 00013-2020-OEFA/CD, el 17 de julio de 2020

En efecto, sobre la base de la información generada (en calidad de agua, aire, suelo, sedimentos, comunidades hidrobiológicas, caracterización hidroquímica, contexto geológico, evaluación de flora y fauna silvestre, entre otros) se implementa un sistema de vigilancia ambiental que tiene como finalidad identificar oportunamente cualquier cambio en las características de los componentes ambientales en una determinada zona a través del tiempo.

Los resultados de las EAT contienen información técnica de distintas áreas del territorio peruano, y es importante resaltar su calidad técnica, generada por el equipo de especialistas de la Dirección de Evaluación Ambiental, a cargo del Biólogo Francisco García, y revisada por expertos/as internacionales, como Carlos Angelaccio (Argentina) y Karin Bartl (Alemania), quienes contribuyeron con la mejora de la presentación de resultados y destacaron el excelente trabajo realizado.

A partir de dicha información, el OEFA genera valor compartiendo el Compendio de Resúmenes Ejecutivos de las EAT, el mismo que es difundido en tres tomos, bajo los siguientes títulos:

Tomo I: Resúmenes ejecutivos de evaluaciones ambientales tempranas de ámbitos de influencia de proyectos mineros. (Parte 1)

Tomo II: Resúmenes ejecutivos de evaluaciones ambientales tempranas de ámbitos de influencia de proyectos mineros. (Parte 2)

Tomo III: Resúmenes ejecutivos de evaluaciones ambientales tempranas de ámbitos de influencia de proyectos de energía.

Esperamos que la información, generada de manera oficial, objetiva, oportuna, y a través de este mecanismo participativo, sea de utilidad para el sector público y privado en la toma de decisiones y en especial para la prevención de conflictos socioambientales.

Tessy Torres Sánchez
Presidenta del Consejo Directivo
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

Introducción

Tras alrededor de 50 años¹ de desarrollo de la temática relacionada con la gestión ambiental de grandes proyectos de infraestructura y explotación de recursos renovables y no renovables, y a 33 años de la publicación de *Nuestro Futuro Común*², libro en el que se introduce el concepto de “desarrollo sostenible”, han sido innumerables los esfuerzos realizados por organismos internacionales, gobiernos nacionales y locales, instituciones académicas y la sociedad civil por establecer metodologías claras y eficientes para lograr un esquema de desarrollo que permita una identificación objetiva de las consecuencias ambientales de las intervenciones; así como su calificación, cuantificación e internalización por parte de los promotores de esas intervenciones en un marco de neutralidad, transparencia y equidad.

Cuando se celebró la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en Estocolmo en 1972 solo 11 países en desarrollo contaban con organismos reguladores del medio ambiente, pero en 1979 ya eran 87³ los que habían establecido estas instituciones, y hoy en día prácticamente no existen gobiernos nacionales o locales que no cuenten con organismos sustantivos en materia de ordenamiento ambiental (alentados también por la presión de los organismos multilaterales de crédito y países donantes).

Como correlato de este desarrollo institucional se generaron cuadros normativos más o menos complejos que involucraron diferentes aspectos relacionados con el ordenamiento ambiental. En este sentido se destacan los aspectos normativos relacionados con la modalidad y distribución de responsabilidades en la aplicación de diferentes instrumentos de gestión ambiental, en particular los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), y la metodología para su desarrollo y aprobación. Alcanzado este punto, que representa un importante paso hacia adelante, deben quedar expuestas dos cuestiones: la primera es que por más que exista un excelente marco normativo, el mismo nunca es más efectivo que el esfuerzo de aplicación ejercido por parte de las instituciones que detentan el poder de policía; la segunda es quién asume la responsabilidad de la ejecución técnica del EIA.

1 Academia Nacional de Ingeniería de Argentina - Instituto del Ambiente - “Fortalezas y debilidades de las evaluaciones de impacto ambiental (EIAs)”, Ing. Osvaldo Postiglioni et al., Julio 2020.2 Aprobada mediante Ley N.º 28611 y publicada el 15 de octubre de 2005.

2 *Our Common Future: Brundtland Report* (en inglés). 20 March 1987. ONU

3 “Impactos ambientales de las actividades forestales”, Robert C. Zimmermann, FAO, Roma 1992.

Según opinión de la Environmental Law Alliance Worldwide en su Guía para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros⁴, dependiendo del sistema de EIA, la responsabilidad de elaborar un estudio de este tipo puede ser asignada a una de dos partes: la agencia gubernamental o ministerio responsable de la autorización de un proyecto minero o quien propone el proyecto. Si la ley de EIA lo permite, cualquiera de las partes puede optar por contratar a su vez a un consultor para preparar el informe de evaluación del impacto o manejar porciones específicas del proceso de EIA, tales como la participación pública o los estudios técnicos. En la segunda opción subyace un potencial conflicto de intereses.

Algunas leyes de EIA reconocen este conflicto de intereses inherente, que se produce cuando una compañía minera u otro proponente de proyecto realiza por sí o contrata a un consultor para preparar un EIA. Realizar el EIA por parte del desarrollador del proyecto o usar un consultor conlleva el riesgo de que el documento esté sesgado a favor de llevar adelante el proyecto. Si una empresa contrata una consultora, los conflictos pueden surgir si el consultor considera, por ejemplo, que recibirá más trabajo en el futuro en caso de que el proyecto sea aprobado o si los beneficios de las actividades relacionadas al proyecto podrían beneficiarlo. Por último, desde la percepción de la sociedad involucrada, esta situación induce situaciones de desconfianza y pérdida de transparencia.

Un rápido repaso de la normativa internacional en materia de EIA, y muy particularmente en el ámbito regional de América Latina y el Caribe, establece que mayoritariamente las herramientas normativas adoptan la modalidad de derivar la responsabilidad de ejecución de los EIAs a los mismos proponentes de las intervenciones, razón por la cual la evaluación y fiscalización en manos del Estado resulta un imperativo.

Por otra parte, esta función y capacidad evaluadora y fiscalizadora representa sin duda un indicador efectivo de la responsabilidad institucional del organismo sustantivo en materia ambiental, que en el caso que nos convoca se encuentra constituido por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

En este marco de responsabilidad, el OEFA ha desarrollado una serie de instrumentos operativos sistematizados que le permiten ejercer sus funciones sustantivas de cara al amplio abanico de actividades fiscalizables bajo su órbita. Resulta oportuno recordar brevemente que dentro de sus responsabilidades el OEFA cumple con funciones de fiscalización directa, entre las que destacan la función de evaluación (que comprende acciones de vigilancia, monitoreo y otras para prevenir impactos ambientales y determinar responsabilidades en caso de incumplimientos a la normativa ambiental); la función de supervisión directa (que comprende la realización de acciones de seguimiento y verificación y la imposición de medidas administrativas) y la función de fiscalización y sanción (que comprende la facultad de investigar la comisión de infracciones administrativas e imponer sanciones ante incumplimientos derivados de los instrumentos de gestión ambiental y de las normas ambientales) y adicionalmente, comprende la facultad de dictar medidas cautelares y correctivas.

4 Guía Para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros, Environmental Law Alliance Worldwide, 1º Edición, Eugene, Oregon USA, Junio 2010.

En los casos que dan origen a la presente publicación, relacionados con el desarrollo de la minería como actividad fiscalizable, entre otras actividades, se aborda específicamente la Evaluación Ambiental Temprana (EAT) que realiza el OEFA en el marco de su función evaluadora⁵. La EAT dispone de una estructura general, racional y probada, para generar información esencial respecto de la calidad y el estado de los diferentes componentes ambientales, promoviendo la participación ciudadana con enfoque de género e interculturalidad.

La EAT es un tipo de evaluación ambiental realizada en el área de influencia de actividades fiscalizables, se efectúa de manera previa al inicio de operaciones, permitiendo conocer el estado de la calidad ambiental e identificando posibles fuentes contaminantes ajenas a la actividad bajo estudio y derivadas de otros orígenes naturales o antrópicos. Esta es una cuestión central de la EAT, dada la ancestral vocación minera del Perú que ha impactado extensas zonas de su geografía desde tiempos remotos, generando pasivos ambientales mineros que no se asocian con las nuevas actividades fiscalizadas.

Otra cuestión relevante de la EAT es que la misma representa una actividad sistematizada, en la que las acciones de monitoreo y estudios especializados se realizan de manera consistente, tanto en términos estacionales como en relación a los componentes ambientales evaluados (para el caso de actividad minera: agua, sedimentos, calidad del aire y ruido, flora, fauna, hidrobiología, suelos, geoquímica y prospección geofísica).

Como valor agregado, sobre la información generada en la EAT y particularmente sobre los hallazgos sensibles, se implementan sistemas de vigilancia ambiental, con el objeto de identificar oportunamente cualquier cambio en las características de los componentes ambientales en una determinada zona a través del tiempo.

Del mismo modo, la EAT promueve mecanismos de participación ciudadana, a través de los cuales la sociedad interviene en las acciones de evaluación ambiental y monitoreo participativo que promueve el OEFA ajustándose al Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental, aprobado por RCD N° 032-2014-OEFA/CD y su modificatoria aprobada por RCD N° 002-2016-OEFA/CD.

La EAT permite una fiscalización ambiental efectiva a través de un mecanismo circular para coordinar acciones con diferentes entidades de fiscalización ambiental, la ciudadanía y los administrados; generar información objetiva, oportuna y oficial; prevenir y gestionar conflictos socioambientales y generar confianza entre los involucrados en el proceso.

Para ejemplificar los conceptos que dan origen al instrumento de fiscalización conocido como EAT, se presentan en esta publicación virtual seis estudios de caso para actividades mineras de diferente magnitud y tipología, pero que obedecen a la metodología sistematizada someramente expuesta más arriba.

5 "Cuidando el ambiente - La Evaluación Ambiental Temprana - EAT para la vigilancia ambiental", Serie "OEFA para todos" N° 3, Primera edición: Marzo del 2018

Como elementos distintivos de estas EAT vale la pena resaltar los siguientes aspectos:

- Los mismos resultan sistemáticos en las aplicaciones analizadas para el tipo de actividad regulada considerada (minería).
- Se han desarrollado respetando el concepto de participación ciudadana y muestreo participativo.
- Se han definido de manera consistente los objetivos buscados.
- Todos han sido realizados por equipos interdisciplinarios de amplio espectro temático y experiencia.
- Se han ejecutado teniendo en consideración el comportamiento estacional de los componentes ambientales evaluados.
- Se incorpora una descripción de antecedentes con una clara línea de tiempo que permite entender la evolución del proyecto, en muchos casos compleja.
- Integra con detalle los colectivos sociales ubicados en el área de influencia del proyecto.
- Presenta los resultados de manera detallada, pero a su vez integrando un modelo conceptual de la respuesta ambiental del área de estudio que permite inferir de manera sencilla las relaciones causa efecto de los componentes ambientales analizados.

Por último, de la lectura de los estudios de caso, podrá inferirse cómo la herramienta EAT constituye un esfuerzo de interpretación del medio, muestreo e interpretación de resultados que definen, con un uso inteligente de los recursos materiales y humanos, un estado de conocimiento que permite interpretar la situación de calidad ambiental real del medio a ser intervenido, dejando claramente establecidas las "banderas rojas" que demandarán un sistema de vigilancia ambiental a futuro para intervenir de manera preventiva ante potenciales disrupciones del sistema ambiental.

Carlos Angelaccio

Asesor técnico regional para proyectos ambientales y de infraestructura
Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS)

Glosario de términos, acrónimos y siglas

AAQC:	Criterios de Calidad del Aire Ambiente (Ambient Air Quality Criteria en inglés)
ABI:	Índice Biótico Andino (Andean Biotic Index en inglés)
ANA:	Autoridad Nacional del Agua
CC:	Comunidad campesina
CCME:	Consejo de Ministros de Medio Ambiente de Canadá (Canadian Council of Minister of the Enviromental en inglés)
CD:	Consejo Directivo
CEQG:	Lineamientos Canadienses de Calidad Ambiental (Canadian Environmental Quality Guidelines en inglés)
CGN:	Carta Geológica Nacional
Cites:	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CMS:	Convención sobre las Especies Migratorias (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals en inglés)
DD:	Datos insuficientes
DEAM:	Dirección de Evaluación Ambiental
DAR:	Drenaje Ácido de Roca
Dgaam:	Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros
DIA:	Declaración de Impacto Ambiental
Digesa:	Dirección general de Salud Ambiental
E:	Este
EA:	Evaluaciones Ambientales
EAT:	Evaluación ambiental temprana
ECA:	Estándar de Calidad Ambiental
EIASd:	Estudio de Impacto Ambiental semidetallado
EPA:	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (Enviromental Protection Agency en inglés)
GORE:	Gobierno Regional
IGA:	Instrumentos de Gestión Ambiental
INCA:	Índice de Calidad de Aire
ISQG:	Lineamiento Provisionales de Calidad de Sedimentos (Interim Sediment Quality Guideline en inglés)
ITS:	Informe(s) Técnico(s) Sustentatorio(s)
IUCN:	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
LGA:	Ley General de Aguas

MEM:	Ministerio de Energía y Minas
Minam:	Ministerio del Ambiente
Minagri:	Ministerio de Agricultura
NMDS:	Escalamiento multidimensional no métrico (Non-metric multidimensional scaling en inglés)
NTP:	Norma Técnica Peruana
N:	Norte
NO:	Noroeste
O:	Oeste
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
PCM:	Presidencia del Consejo de Ministros
PEA:	Plan de Evaluación Ambiental
PEL:	Nivel de efecto probable (Probable Effect Level en inglés)
Planefa:	Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental
POG:	Puntos de Observación Geológica
S:	Sur
S.A.C:	Sociedad Anónima Cerrada
SE:	Sureste
Sernanp:	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SQGF:	Lineamientos para la calidad de sedimentos para agua dulce (Sediment Quality Guideline for Freshwater en inglés)
STEC:	Subdirección Técnica Científica
SOP:	Procedimiento Operativo Estándar (Standard Operating Procedure en inglés)
Unmsm:	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
VU:	Vulnerable

Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Chontayacu.

Distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, Perú (2017)

Resumen

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el marco del principio preventivo de la función de evaluación, realizó la Evaluación Ambiental Temprana (EAT) en el ámbito de influencia del proyecto hidroeléctrico Chontayacu Alto y Bajo y zonas aledañas en el distrito de Cholón, provincia del Marañón, departamento de Huánuco, en el 2017, la cual involucró a diferentes agentes sociales. Para ello se realizó un diagnóstico del estado de los componentes ambientales agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna en la cuenca media del río Chontayacu, afluente del río Huallaga.

La evaluación concluyó que los parámetros de conductividad y oxígeno disuelto de la calidad del agua se encontraron dentro del rango establecido por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua del 2017, sin embargo, los valores de pH se encontraron por debajo del rango establecido en dicha norma en ciertos puntos. Asimismo, en cinco puntos de muestreo se hallaron concentraciones de plomo que superaron el valor establecido en dicho estándar para riego de vegetales y bebida de animales. La calidad de los ambientes acuáticos del río Chontayacu, con base en los indicadores biológicos, fue aceptable, registrándose organismos indicadores de aguas limpias.

En cuanto a la calidad de suelo, se determinaron los niveles de fondo y de referencia para 35 metales y metaloides, de los cuales los niveles de fondo de cadmio en la zona geológica "Complejo Marañón" excedieron los valores establecidos en el ECA para suelos de uso agrícola. Con respecto a la fauna silvestre se registraron, mediante cámaras trampa, un total de 13 especies de mamíferos, los mayores registros de riqueza y abundancia ocurrieron en las cámaras ubicadas en el ámbito del centro poblado Nueva Galilea. Con esta metodología también se registraron ocho especies de aves, de las cuales dos no habían sido registradas anteriormente.

Palabras clave: hidroeléctrica, Evaluación Ambiental Temprana, flora y fauna, nivel de fondo de suelos.

Abstract

The Environmental Assessment and Enforcement Agency (OEFA, for its acronym in Spanish), within the framework of the preventive principle of the evaluative function, carried out the Early Environmental Assessment (EAT, by its acronym in Spanish) in the sphere of influence of the Chontayacu Alto and Bajo hydroelectric project and surrounding areas in the Cholón district, Marañón province, Huánuco department, in 2017, which involved social agents. For this, a diagnosis of the state of the environmental components of water, sediment, hydrobiological communities, soil, flora and fauna was carried out in the middle basin of the Chontayacu River, a tributary of the Huallaga River.

The evaluation concludes that the conductivity and dissolved oxygen parameters of the water quality are within the range established by the environmental quality standard (ECA, by its acronym in Spanish) for water of the year 2017, however, the pH

values were below the range established in that standard at certain points. Likewise, at five sampling points lead concentrations were found that exceeded the value established in that standard for irrigation of vegetables and animal drinking. The quality of the aquatic environments of the Chontayacu River, based on the biological indicators, was acceptable, with clean water indicator organisms being recorded.

Regarding soil quality, the background and reference levels were determined for 35 metals and metalloids, of which the background cadmium levels in the "Marañón Complex" geological zone exceeded the values established in the ECA for soils of agricultural use. With regard to wildlife, a total of 13 species of mammals were recorded through camera traps, the highest records of richness and abundance occurred in the cameras located in the area of the Nueva Galilea populated center, also with this methodology eight species of birds were recorded, two of them were not previously recorded.

Keywords: hydroelectric, Early Environmental Assessment, wild flora and fauna, bottom level soil.

Equipo a cargo del estudio

Profesión	Equipo técnico
Biología	García Aragón, Francisco; Ríos García, Jhony; Espino Ciudad, Jessica; Gálvez Suárez, María del Pilar; Chama Moscoso, Víctor; Escobedo Torres, Mario; Crespo More, Segundo
Ingeniería Ambiental	Fernández Najarro, Jorge; Del Solar Palomino, Pabel
Ingeniería Geográfica	Araníbar Tapia, Sonia

Objetivo

Evaluar la calidad ambiental en el área del futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu Alto y Bajo y zonas aledañas, con la finalidad de orientar el ejercicio de la fiscalización ambiental para la prevención de impactos ambientales negativos.

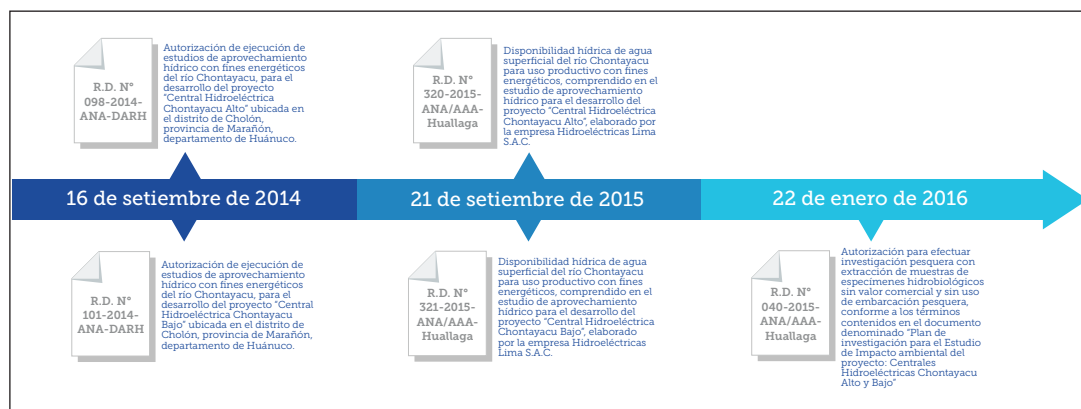
Antecedentes

El proyecto hidroeléctrico Chontayacu Alto y Bajo (en adelante, Proyecto Chontayacu), perteneciente al administrado Hidroeléctricas Lima S.A.C., se encuentra en su fase de estudio, por lo que no cuenta con IGA aprobados. Sin embargo, durante los años 2014 y 2016 la Autoridad Nacional del Agua (ANA) otorgó cinco autorizaciones de ejecución de estudios de aprovechamiento y disponibilidad hídrica, así como de investigación pesquera sin valor comercial.

Según los resultados obtenidos de los monitoreos realizados por la ANA en los años 2014¹ y 2015² en la zona de la cuenca media del Huallaga, que coincide con el área de influencia del monitoreo realizado en el distrito de Cholon, provincia de Marañón, departamento de Huánuco; en el año 2014 la medición de PH registró valores entre 7,15 y 7,60; y en el año 2015 valores entre 7,09 y 8,04, caracterizando el área de estudio como cuerpos de agua de naturaleza ligeramente alcalina. Finalmente, en el monitoreo realizado por la ANA en el año 2016^{3,4}, los valores de pH se registraron entre 7,32 y 7,75. Por lo tanto, los valores mencionados anteriormente se encontraron dentro del rango aceptado para el ECA para agua en las categorías Cat4E2, Cat3D1 y Cat3D2 del año 2017.

Figura 1

Cronología de estudios del proyecto hidroeléctrico Chontayacu Alto y Bajo.



Aspectos sociales

La EAT en el ámbito de influencia del Proyecto Chontayacu consideró lo establecido en el Reglamento de participación ciudadana aprobado por el OEFA⁵. Se implementaron seis etapas de las siete establecidas⁶, las mismas que se desarrollaron entre marzo del 2017 y mayo del 2018, involucrando al Gerente de Servicios a la Comunidad del centro poblado San Pedro de Chonta, agentes municipales de Santa Rosa de Oso, y de los caseríos Santillán, Nueva Galilea, Nueva Unión de Santa Ana, Guayaquil, Nueva Unión de Ají, Puerto Alegre, Río Blanco; así como a los tenientes

- 1 Monitoreo de la calidad del agua superficial de la parte media de la cuenca del río Huallaga, con Informe técnico N° 062-2014-ANA-DGCRH-GOCRH, de diciembre de 2014.
- 2 Monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Huallaga parte media, con Informe técnico N° 003-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH, de enero de 2016.
- 3 Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Huallaga, con Informe técnico N° 014-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH-MEHC, de setiembre de 2016.
- 4 A través de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, aprobado mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, el 19 de diciembre de 2015.
- 5 Aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD el 2 de setiembre de 2014 y su modificatoria mediante Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD del 27 de febrero de 2016.
- 6 Etapa 1: Coordinación previa con los actores involucrados; Etapa 2: Convocatoria; Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción; Etapa 4: Realización de la inducción; Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del plan; Etapa 6: Ejecución del monitoreo; Etapa 7: Taller de presentación de resultados.

gobernadores del caserío Nueva Unión de Santa Ana, el centro poblado San Antonio de Padua, el caserío Puerto Alegre; además del alcalde, el secretario de la municipalidad y el teniente alcalde del Centro Poblado San Antonio de Padua.

Tabla 1

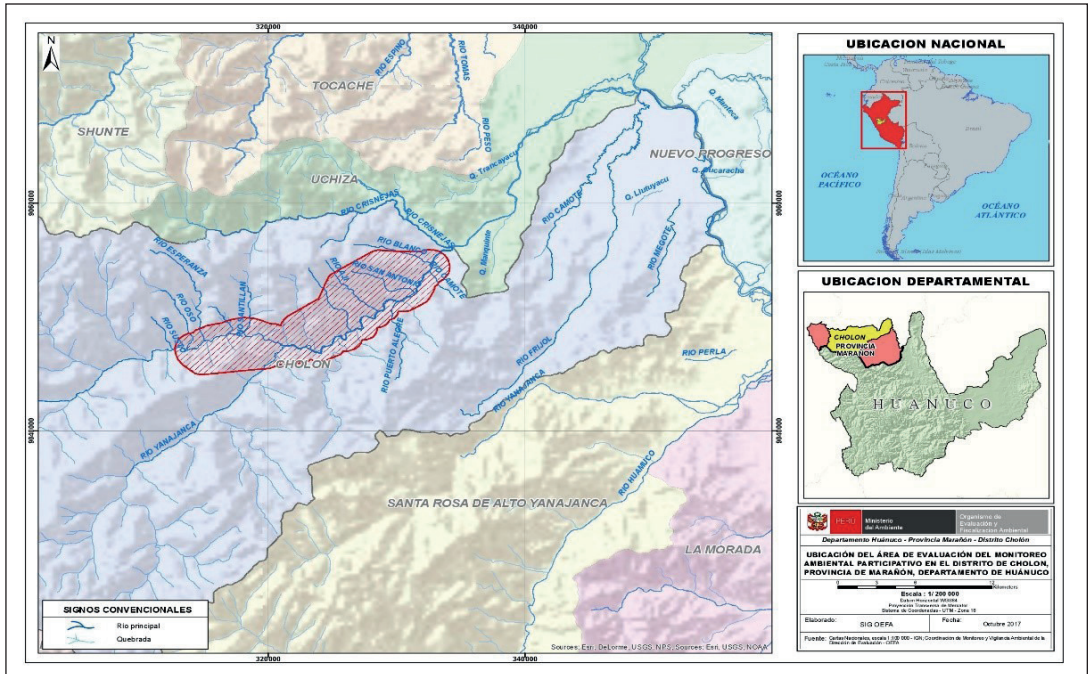
Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el área de influencia del proyecto Chontayacu.

Etapa	Actividad
Etapa previa: Visita de reconocimiento	Se realizó del 9 al 14 de marzo del 2017. Se desarrolló el primer contacto con autoridades principales y se hizo un reconocimiento general del área de estudio
Etapa 1: Coordinación previa con los/as agentes involucrados/as	Se realizó del 24 al 28 de abril del 2017, a través de reuniones en el caserío Santa Rosa de Oso y el centro poblado San Antonio de Padua.
Etapa 2: Convocatoria	Se realizó del 24 al 28 de abril del 2017. Se coordinó la difusión de la invitación a los talleres de inducción y presentación de la propuesta del Monitoreo Ambiental Participativo (MAP), se definió el lugar en el que se dejarían las listas de inscripción y se determinó que la etapa de ejecución tendría lugar en los caseríos Santa Rosa de Oso, Santillán, Cocalito, Nueva Galilea, Nueva Unión de Santa Ana, Guayaquil, Nueva Unión de Ají, Crisnejas (Río Blanco) y el centro poblado San Antonio de Padua.
Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción	Se realizó del 1 al 11 de mayo del 2017. Para la inscripción de las personas interesadas a los talleres se dejaron hojas de inscripción a disposición de las autoridades de las distintas localidades. Además, previamente al inicio de los mismos, se realizó su difusión a través de comunicaciones formales y emisión radial, de manera que la ciudadanía en general tuviese conocimiento de su realización.
Etapa 4: Realización de la inducción Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del plan	La realización de la inducción y del taller para la presentación de la propuesta del MAP tuvo lugar el 28 de mayo del 2017. Durante la mañana se realizó en el caserío Santa Rosa de Oso y durante la tarde en el centro poblado San Antonio de Padua. Hubo presencia de la población de todas las localidades, con excepción de los caseríos Guayaquil y Nueva Unión de Santa Ana. Sin embargo, asistieron las autoridades de algunas localidades ubicadas aguas arriba del caserío Santa Rosa de Oso.
Etapa 6: Ejecución del monitoreo	Se desarrolló del 29 de mayo al 7 de junio del 2017. Durante la misma se realizó la toma de muestras de agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas y suelo. Asimismo, del 1 al 14 de mayo del 2017 se realizó la evaluación de flora y fauna (mamíferos y aves) en el área de interés.

Área de estudio

El estudio se realizó en la zona noreste del distrito de Cholón, provincia Marañón, departamento de Huánuco.

Figura 2
 Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Período de estudio

El periodo de estudio de la EAT inició con la etapa de coordinación previa con los/as agentes sociales, del 24 al 28 de abril del 2017, hasta la emisión del informe final N° 271-2018-OEFA/DEAM-STEC, el 1 de diciembre del 2017.

Figura 3
 Cronología del periodo de estudio de la EAT del proyecto hidroeléctrico Chontayacu Alto y Bajo.



Metodología

La colecta de 31 muestras de agua superficial se enmarcó en la Sección 6, referida al monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales del Protocolo nacional para el monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales⁷. Se evaluaron parámetros físicos y las principales características químicas del agua, como potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto, conductividad, aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, cloruros, sulfatos, nitratos, aluminio, arsénico, boro, hierro, manganeso y plomo.

La colecta de 23 muestras de sedimentos se realizó de acuerdo con el Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del Programa Nacional de Monitoreo y Evaluación (Proname)⁸, el cual establece criterios para el empleo de equipos y materiales, muestreo, preservación y traslado de muestras para la evaluación de sedimento, esto debido a que aún no se cuenta con un protocolo nacional para la evaluación de sedimento en aguas continentales. Se realizaron análisis de metales y textura.

La colecta de 24 muestras de perifiton, 24 muestras de macroinvertebrados bentónicos y 20 muestras de peces tuvo como base metodológica las técnicas de monitoreo descritas en el Manual de métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú⁹. El análisis de las comunidades hidrobiológicas de perifiton y macroinvertebrados bentónicos se basó en el cálculo de diferentes atributos de la comunidad; tales como composición, riqueza, abundancia e índices de diversidad alfa y beta. En el caso de peces, se analizaron muestras de tejido muscular de las especies más abundantes en las colectas. Se utilizó el programa estadístico Paleontological Statistic (PAST)¹⁰. Por otro lado, se determinó la calidad de los ambientes acuáticos de los ríos y quebradas de acuerdo al índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), adaptado para Colombia¹¹.

La colecta de 28 muestras de suelos se enmarcó en la sección 5 de la Guía para muestreo de suelos¹² y el Manual de lineamientos y procedimientos para la elaboración y evaluación de informes de identificación de sitios contaminados¹³. Se realizaron estudios para determinar niveles de fondo y valor de referencia considerando lo señalado por la guía para muestreo de suelos antes mencionada.

La evaluación de flora silvestre en 10 parcelas se realizó tomando como referencia la metodología de parcelas permanentes, descrita en el Manual de campo para

7 Aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el 11 de enero de 2016.

8 INEC-CCA. (2010). México. p. 29-35.

9 Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Museo de Historia Natural (MHN) y Ministerio del Ambiente (MINAM). 2014. Lima, Perú. Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima: Ministerio del Ambiente. 75 p. Software libre. Versión 3.22

11 Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición. Medellín, Colombia. 170 pp

12 Aprobado mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM el 9 de abril de 2014. Sección 1.3. Tipos de muestreo, Sección 5. Determinación de puntos de muestreo y Anexo N° 2 del documento.

13 Aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM y Decreto Supremo N°002-2014-MINAM respectivamente.

14 Phillips, O. L., & Baker, T. R. (2003). Trad. A. Monteagudo Mendoza). Cantua, 12, 85-93.

el establecimiento y remediación de parcelas de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (Rainfor)¹⁴. Asimismo, se realizó el análisis de datos, lo cual consistió en la cuantificación de la información obtenida en la determinación de especies arbóreas del área de estudio, mediante el cálculo de los siguientes parámetros: composición florística y diversidad arbórea, Índice de Valor de Importancia (IVI) y estimación de biomasa; además, se contempló el Análisis multivariado de Correspondencia (CA, por sus siglas en inglés) y el análisis de similitud Bray Curtis (Cluster).

Para la evaluación de fauna silvestre, específicamente mamíferos, el área de estudio se enfocó en la cuenca media del río Chontayacu, considerando las localidades de la "parte alta", comprendida desde el caserío Cocalito, hasta Santa Rosa de Oso, y "parte baja", hasta el caserío Crisnejas. Para documentar de manera gráfica la diversidad y abundancia de los mamíferos que habitan en la parte alta y baja del río Chontayacu, se realizó un monitoreo sistemático con 20 cámaras trampa y fueron analizadas con el programa Camera Base, una base de datos en el programa Access, específicamente diseñada para analizar fotos de cámaras trampa¹⁵. En total se instalaron 20 cámaras trampa, distribuidas de la siguiente manera: nueve en la jurisdicción de la localidad Santa Rosa de Oso, una en Cocalito, cuatro en Nueva Galilea, dos en Guayaquil, una en Nueva Unión de Santa Ana, dos en Nueva Unión de Ají y una en San Antonio de Padua. Para comparar la diversidad entre las locaciones y unidades de vegetación se usaron los Índices de diversidad de Shannon¹⁶. El cálculo de estos índices se hizo mediante la aplicación del programa PAST¹⁷. Según estos índices, los valores más altos correspondieron a una gran riqueza de especies (número de especies) y heterogeneidad (distribución del número de cada especie).

Para la evaluación de la avifauna en 160 puntos de conteo y ocho zonas de muestreo se emplearon tres métodos: conteo por puntos¹⁸, playback con grabación de cantos, y registro por fotografía. Se realizó la medición de la diversidad alfa, la cual se basa en la cuantificación de la riqueza específica y en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001). El índice Shannon - Wiener (H') y el índice de diversidad de Simpson (1-D) fueron calculados por zona de evaluación utilizando el programa PAST. Para calcular la diversidad beta se usaron índices de similitud; además, se calculó el índice Jaccard (IJ) para datos cualitativos y el Índice de Morisita para datos cuantitativos (Moreno 2001), a través del programa PAST. Asimismo, las especies endémicas del Perú y migratorias se determinaron según Schulenberg *et al.*, (2010) y Plenge (2014) y las especies endémicas de los biomas se determinaron según Stolz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits (1996).

Finalmente, se determinaron las especies endémicas y/o de distribución restringida y las especies incluidas en las categorías amenazadas según la legislación nacional¹⁹

-
- 15 Tobler, M. 2013. Camera Base Version 1.6, User guide. Available on line at <http://www.atriumbiodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBaseDoc1.6.pdf>
 - 16 Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza. 84 pp.
 - 17 Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics Software (Version 3.15) [Software] para Windows. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
 - 18 Ralph, C.; Geupel, G.; Pyle, P.; Martin, T.; DeSante, D. & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
 - 19 Aprobada mediante Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, actualización de la Lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, el 8 de abril de 2014.

e internacional como la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (en adelante, UICN, por sus siglas en inglés) y La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (Cites, 2015).

Parámetros de comparación

Tabla 2

Normativa de comparación de los componentes ambientales evaluados

Componente	Parámetro evaluado	Normativa
Agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Temperatura • Oxígeno disuelto (OD) • Conductividad eléctrica • Metales totales incluido el mercurio (Hg) • Metales disueltos incluido el Hg • Cloruros • Sulfatos • Nitratos • Aceites y grasas • Sólidos Suspendedos Totales (STS) 	ECA para agua 2017 Categoría 4 "Conservación del ambiente acuático" y Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales" ^a
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Metales totales Incluido el Hg 	ECA para suelo 2013 ^b Uso agrícola

a Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprobado el 7 de junio del 2017.

b Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, aprobado el 25 de marzo del 2013.

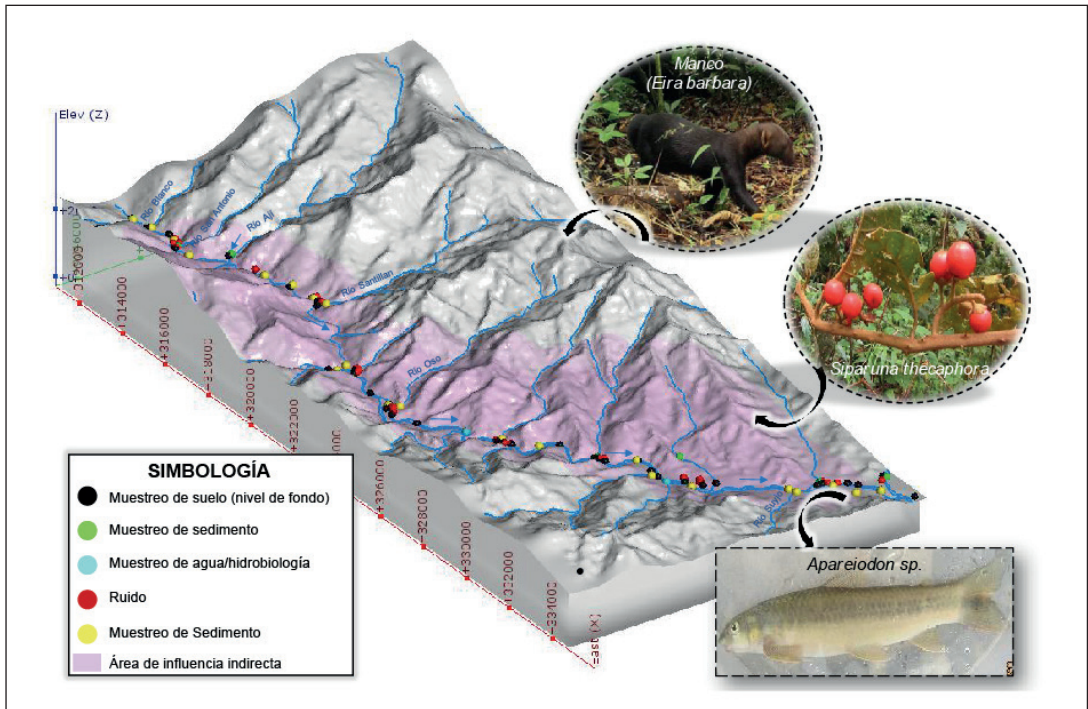
Resultados

Modelo conceptual

Con la finalidad de evidenciar la ubicación de los componentes ambientales evaluados en el ámbito del Proyecto Chontayacu, se elaboró un modelo conceptual de la zona de estudio (Figura 4).

Figura 4

Modelo conceptual de la EAT en el ámbito de influencia del proyecto hidroeléctrico Chontayacu Alto y Bajo.



Calidad de agua superficial

Los resultados de agua superficial (ríos y quebradas) fueron comparados con los ECA para agua, Categoría 4 "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría E2 "Ríos de selva" (en adelante, Cat4E2) y referencialmente con la Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales", en las subcategorías D1 "Riego de vegetales detalle bajo y tallo alto" y D2 "Bebida de animales" (en adelante, Cat3D1 y Cat3D2).

Los afluentes o tributarios correspondieron a 15 puntos de muestreo de los principales ríos afluentes o tributarios del río Chontayacu. Los valores de pH en cuatro puntos de muestreo se encontraron por debajo del rango establecido en los ECA para agua Cat4E2, Cat3D1 y Cat3D2, siendo el punto RBlan1 el que presentó el menor valor con 6,25 unidades de pH. Los valores de plomo total se encontraron por debajo de los ECA agua Cat4E2, excepto los puntos de muestreo RCamo2 y RCris1 (río Camote y río Crisnejas) ubicados en los afluentes del río Chontayacu.

En los 16 puntos de muestreo que corresponden al río Chontayacu, los valores de pH en cuatro puntos de muestreo fueron inferiores al rango establecido en los ECA para agua Cat4E2 y Cat3D1 y Cat3D2, registrándose valores entre 6,06 y 6,29; observándose que en el punto RChon12 se registró el menor valor. Los valores de

plomo total en los puntos de muestreo RChon8, RChon9 y RChon15 registraron concentraciones que excedieron el valor establecido en el ECA para agua Cat4E2.

Tabla 3

Puntos de muestreo de agua evaluados y resumen de los resultados obtenidos.

Unidad y parámetro	N° total de puntos evaluados	Puntos de monitoreo que incumplieron la norma vigente	N° de puntos de monitoreo que incumplieron el ECA para agua 2017
pH Unidad de pH	31	Afluentes: REspe1, RPale1, RCamo1, RBlan1 Río Chontayacu: RChon 11, RChon 12, RChon 14, RChon 15	8
Plomo total (Pb) mg/L	31	Afluentes: RCamo2, RCris1 Río Chontayacu: RChon8, RChon9, RChon15	5

Calidad de sedimento

Los resultados de sedimentos de los puntos de muestreo de los afluentes del río Chontayacu evidenciaron que la textura está compuesta por 75% a 95 % de arena (partículas de 2 mm a 0,05 mm de diámetro), 5% a 15 % de limo (partículas de 0,05 mm a 0,002 mm de diámetro) y menor o igual al 5 % de arcilla (<0,002 mm de diámetro); mientras que en los puntos de muestreo del río Chontayacu la textura tuvo una composición de 45 % a 90 % de arena (partículas de 2 mm a 0,05 mm de diámetro), 5 % a 45 % de limo (partículas de 0,05 mm a 0,002 mm de diámetro) y 0 % a 10 % de arcilla (<0,002 mm de diámetro). En ese sentido, la textura general del sedimento del río Chontayacu se clasificó como arenoso de textura gruesa.

De las concentraciones de arsénico total registradas en los puntos de muestreo de los afluentes del río Chontayacu, el punto SED-RYana1 presentó el mayor valor, 25,0 mg/kg en peso seco (PS), seguido del punto SED-RSust1. Sin embargo, se registraron los menores valores en los puntos SED-RArag1 y SED-Santi1 con 0,4 mg/kg PS); mientras que en los puntos de muestreo del río Chontayacu los valores de concentración de arsénico se encontraron entre 30 mg/kg PS y 17 mg/kg PS, correspondientes al punto SED-RChon1, ubicado en la parte alta, y el punto SED-RChon15, ubicado en la parte baja del río Chontayacu, respectivamente.

Con respecto a las concentraciones de cadmio, en los nueve puntos de muestreo de los afluentes del río Chontayacu los mayores valores registrados se dieron en los puntos SED-RArag1 (5,0140 mg/kg PS), seguido de SED-RSust1 (3,6690 mg/kg PS) y un tercero no menos importante en SED-RSanti1 (2,3640 mg/kg PS). Estos puntos se encontraron en la parte alta de la intercuenca del río Chontayacu. Por otro lado, en los puntos ubicados en la parte alta con relación a la zona de evaluación se registraron mayores valores de concentración de cadmio, siendo el mayor valor

de 6,3060 mg/kg PS, correspondiente al punto SED-RChon2, seguido de 5,8800 mg/kg PS, correspondiente al punto SED-RChon3. Y en los siguientes puntos SED-RChon1, SED-RChon4 y SED-RChon5 también se registraron valores por encima de 5000 mg/kg PS. Los nueve puntos de muestreo restantes registraron valores menores a 0,2931 mg/kg PS.

De la concentración de cobre total, entre los 14 puntos monitoreados del río Chontayacu, el punto SED-RChon15 registró el menor valor (29,60 mg/kg PS). Por otro lado, los valores más altos fueron 49 mg/kg PS en el punto SED-RChon3, seguido del punto SED-RChon5 con 48,60 mg/kg PS.

Respecto a los metales totales en los puntos de muestreo de la zona de estudio, se observó que presentaron elevadas concentraciones de arsénico, cadmio y cobre, los cuales pudieron deberse a procesos naturales como la erosión, la actividad biológica y emisiones volcánicas (Alonso *et. al.*, 2013), en tanto en los puntos de muestreo de los afluentes SED-RSust1, SED-RArag1, SED-RSanti1, SED-RYana1 y en el río Chontayacu SED-RChon1 al SED-RChon16, en la parte alta, comprendida entre el caserío Santa Rosa de Oso y caserío Cocalito se evidenciaron elevadas concentraciones de estos metales.

Tabla 4

Puntos de muestreo de sedimentos evaluados y resumen de los resultados obtenidos.

Unidad y parámetro	N° total de puntos evaluados	Puntos de muestreo con mayor concentración
Arsénico Total (As) mg/kg PS	23	Afluentes: SED-RYana1 (25 mg/kg PS) Río Chontayacu: SED-RChon1 (30 mg/kg PS)
Cadmio total (Cd) mg/kg PS	23	Afluentes: SED-RArag1 (5,0140 mg/kg PS) Río Chontayacu: SED-RChon2 (6,3060 mg/kg PS)
Cobre total (Cu) mg/kg PS	23	Río Chontayacu: SED-RChon3 (49 mg/kg PS)

Comunidades hidrobiológicas

El perifiton registró 108 taxa y el phylum *Bacillariophyta* fue el más diverso con 69 taxa. La riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos llegó al registro de 65 especies, representando a ocho órdenes, siendo el más diverso *Trichoptera*, con 16 especies; seguido de los órdenes *Ephemeroptera* y *Diptera*, con 13 especies cada uno. En cuanto a los peces, la riqueza total fue de 12 especies, resultando las más diversas los *Characiformes* (peces con escamas) y *Siluriformes* (peces desnudos o con placas). En cuanto a la calidad de los ambientes acuáticos de acuerdo al índice Biological Monitoring Working Party, adaptado para Colombia BMWP/Col, los ríos y quebradas evaluados presentaron una calidad que varió entre crítica y buena,

encontrándose que la mayoría de los ambientes evaluados presentaron una calidad aceptable (17 ambientes). Dentro de las cinco especies en las que se analizaron los metales antimonio total, arsénico total, cadmio total y estaño total en el tejido muscular, los valores obtenidos fueron menores al límite de cuantificación.

Calidad de suelo

Los resultados de suelos en los puntos de muestreo para la determinación de nivel de fondo y valor de referencia fueron comparados con el ECA para suelo de uso agrícola para cadmio total (1,4 mg/kg PS) y se determinó que los valores de nivel de fondo en las zonas geológicas denominadas Complejo Marañón y Plutón Cocalita San Antonio superaron el valor del ECA para suelo de uso agrícola, debido a que presentaron concentraciones de 5,108 mg/kg PS y 2,710 mg/kg PS, respectivamente. Cabe resaltar que, de los 38 puntos de muestreo, 36 excedieron el valor estándar, a excepción de los puntos de muestreo SUE-Chon28 y SUE-Chon34.

Tabla 5

Puntos de muestreo de suelo evaluados y resumen de los resultados obtenidos.

Parámetro y unidad de medida	Total de puntos evaluados	Puntos de monitoreo que incumplieron el ECA para suelo 2013	Total de puntos de monitoreo que incumplieron el ECA para suelo 2013
Cadmio Total mg/kg PS	38	Complejo Marañón (Pe-cm): SUE-Chon1, SUE-Chon2 SUE-Chon3, SUE-Chon4 SUE-Chon5, SUE-Chon6 SUE-Chon7. Plutón Cocalita San Antonio (C-gd/to): SUE-Chon8, SUE-Chon9, SUE-Chon10, SUE-Chon11, SUE-Chon12, SUE-Chon13, SUE-Chon14, SUE-Chon15, SUE-Chon16, SUE-Chon17, SUE-Chon18, SUE-Chon19, SUE-Chon20, SUE-Chon21, SUE-Chon22, SUE-Chon23, SUE-Chon24, SUE-Chon25, SUE-Chon26, SUE-Chon27, SUE-Chon29, SUE-Chon30, SUE-Chon31, SUE-Chon32, SUE-Chon33, SUE-Chon35, SUE-Chon36, SUE-Chon37, SUE-Chon38	36

El mercurio no contó con valores de niveles de fondo, por presentar datos menores al límite de cuantificación en ambas zonas evaluadas, mientras que el arsénico no presentó valor de nivel de fondo en la formación geológica Plutón Cocalita San Antonio. Se debe tener en cuenta que los límites de detección de estos parámetros fueron inferiores a los ECA para suelo.

Flora silvestre

La composición florística de las colectas generales (árboles, arbustos y algunas herbáceas) de la cuenca del río Chontayacu tuvo como resultado la identificación de 456 individuos, los cuales estaban repartidos en 254 especies, 102 géneros y 51 familias, de las cuales las familias más importantes fueron las *Fabaceae* (12 especies), *Rubiaceae* (12), *Myrtaceae* (11), *Lauraceae* (ocho), entre otras familias. La composición arbórea fue mayor o igual a 10 cm de diámetro, y de las 10 parcelas ubicadas en la cuenca del río Chontayacu, en el distrito de Cholón, y con base en la evaluación de 790 individuos arbóreos, estuvo distribuida taxonómicamente en 253 especies, 127 géneros y 51 familias. Las familias *Fabaceae* (88 individuos), *Lauraceae* (83), *Euphorbiaceae* (79), *Rubiaceae* (50), *Clusiaceae* (47), *Urticaceae* (45), *Moraceae* (44), *Malvaceae* (39), *Myristicaceae* (33) y *Primulaceae* (28) fueron las 10 familias con más individuos en las parcelas evaluadas.

La importancia ecológica relativa de las especies arbóreas determinadas en el área de estudio de cada parcela fue analizada mediante el cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI). Dentro de las 10 especies ecológicamente más importantes para cada parcela en el sector que correspondía a la parte alta de la cuenca del río Chontayacu, se identificaron a las especies que pueden desarrollarse con facilidad en estos fragmentos. La biomasa y captura de carbono fueron calculadas a partir de las especies arbóreas determinadas en cada parcela evaluada. Al respecto, los resultados indicaron que las parcelas ubicadas en el fragmento de bosque primario de la parte baja de la cuenca del río Chontayacu presentaban mayor biomasa, y en consecuencia mayor captura de carbono con respecto de las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque secundario en recuperación de la parte alta de la cuenca.

El análisis multivariado de correspondencia (CA) e Índice de similaridad Bray Curtis (cluster) permitió observar la presentación de las 10 parcelas evaluadas en un plano espacial, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies debidamente diferenciada para cada sector. De este análisis, se observó que el tipo de bosque para la cuenca del río Chontayacu en ambos sectores (parte alta y parte baja) fue de tipo fragmentado, y cada una con características particulares que describen su dinámica en el tiempo.

La composición de la flora silvestre (árboles, arbustos y algunas herbáceas) de la cuenca del río Chontayacu tuvo como resultado la evaluación arbórea dentro de las parcelas permanentes. Los resultados obtenidos de las colectas generales realizadas en todo el ámbito de la zona de estudio reportaron 398 especies (253 especies arbóreas dentro de las parcelas y 254 especies que corresponden a colectas generales; sin embargo, sólo 145 especies fueron diferentes a las especies arbóreas ya registradas en las parcelas) de un total de 1,246 individuos (790 en parcelas y 456 colectas generales). La composición taxonómica de las especies arbóreas en las parcelas de evaluación fue netamente amazónica.

Los resultados de las parcelas SR-1, SR-2, SAN-1, COC-1 y COC-2 para la parte alta de la cuenca del río Chontayacu determinaron que estos fragmentos de bosque correspondían a la categoría de bosque secundario con influencia ribereña y antrópica. Asimismo, las parcelas GAL-1, CAT, AJI, CRIS-1 y CRIS-2, ubicadas en

la parte baja de la cuenca, determinaron que pertenecían a fragmentos de bosque premontano primario. Asimismo, las familias *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Lauraceae*, *Urticaceae*, *Malvaceae* (antes *Bombacaceae*) y *Primulaceae* son las que presentaron mayor riqueza y abundancia, especialmente de especies pioneras de rápido crecimiento. Finalmente, es importante señalar que se reportó a *Heliconia zebrina* en la categoría Preocupación Menor (LC) en el Libro Rojo de la UICN.

De las 398 especies registradas, se reportó un total de 97 especies de flora que fueron empleadas al menos una vez por la ciudadanía local. Los usos de estas especies fueron clasificados en 10 categorías (maderable para construcción, medicinal, alimenticio, artesanal, forraje, ambiental como cerco vivo, combustible, veterinario, tintóreo, y místico en el aspecto religioso). Los habitantes de la zona y alrededores del área que corresponde a la cuenca del río Chontayacu utilizan frecuentemente estas especies en su quehacer cotidiano, empleándolas de manera costumbrista y folklórica para alimentarse, tratar ciertas dolencias; como material de construcción de sus viviendas, recurso para la elaboración de artesanías, herramientas, armas u otras. De las 97 especies útiles registradas en esta evaluación, 89 especies tenían fines maderables o para construcción. Entre las más importantes se encontraron el lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*), el cedro americano (*Cedrela odorata*), el tornillo (*Cedrelinga cateniformis*), y el caimito (*Pouteria caimito*).

Fauna silvestre

Para el caso de mamíferos, el esfuerzo total de muestreo fue de 530 días-cámara. Producto de ello se logró captar 637 registros independientes de fauna silvestre entre fotos y videos. En la parte alta del río Chontayacu, ámbito de los centros poblados Santa Rosa de Oso y Cocalito, se registraron ocho especies de mamíferos silvestres, mientras que en la parte baja del río Chontayacu, ámbito de las localidades Nueva Galilea, San Antonio de Padua, Nueva Unión de Ají, Nueva Unión de Santa Ana, Guayaquil y Crisnejas, se registraron 10 especies de mamíferos silvestres. Como resultado de las evaluaciones con cámaras trampa en la parte alta y baja del río Chontayacu se logró registrar 13 especies de mamíferos medianos. Para realizar la comparación de la diversidad registrada por las cámaras trampa se utilizó el Índice de diversidad de Shannon. Los resultados muestran una baja diversidad de mamíferos silvestres en el área de estudio; sin embargo, cada una de ellas presentan registros únicos. Así, tenemos que los mayores valores en términos de diversidad de todo el estudio ocurrieron en la cámara trampa CHONTA 13, ubicada en la comunidad de Nueva Galilea. Esta cámara logró registrar siete especies y 17 registros independientes, mientras que en la cámara trampa CHONTA 14, ubicada en la misma comunidad, se evidenció el mayor registro del roedor mediano conocido localmente como majás (*Cuniculus paca*), con 12 registros independientes.

En el caso de la avifauna, se registraron 115 especies, con una abundancia de 955 individuos pertenecientes a 33 familias y 13 órdenes, de las cuales 113 especies fueron registradas mediante los Puntos de Conteo (PC) y dos mediante registros cualitativos: el Ninfa de Cola Ahorquillada (*Thalurania furcata*) y el Colibrí Multipunteado (*Taphrospilus hypostictus*). En la abundancia total destacaron ocho

especies con mayor abundancia, que tuvieron más de 30 individuos registrados en el área de estudio. Entre las especies más abundantes se encontraron los loros (*Psittacara mitratus*) con 104 individuos y *Pionus menstruus*, con 40 individuos.

Con relación a los resultados sobre la riqueza y abundancia de especies, diversidad, y similitud por zona de muestreo, en la parte alta del río Chontayacu se registraron 78 especies con una abundancia de 493 individuos, pertenecientes a 27 familias y 11 órdenes; mientras que en la parte baja de la cuenca Chontayacu se registraron 84 especies con 462 individuos, pertenecientes a 31 familias y 13 órdenes. Además, se registraron dos especies fuera de los puntos de conteo: el Ninfa de Cola Ahorquillada y el Colibrí Multipunteado fueron registrados en la Zona 5, Santa Ana-Guayaquil. Las zonas con mayor valor de riqueza y abundancia fueron las Zonas 7 y 1, y el mayor valor de diversidad lo presentó la Zona 5. La Zona 2 registró los menores valores de los índices de diversidad, debido al registro de una especie de loro (*Psittacara mitratus*) con abundancia significativa respecto a las demás especies registradas en esta zona de muestreo. Los valores del Índice de Simpson fueron similares en la mayoría de las zonas de muestreo, los cuales estarían mostrando una distribución homogénea de las especies registradas en el área de estudio. Del total de especies registradas, 25 especies se encontraron incluidas en alguna categoría de conservación, nivel de endemismo y estatus migratorio. Estas 25 especies representaron el 20% de la riqueza de especies totales.

Conclusiones

Los parámetros como pH, conductividad y oxígeno disuelto de la calidad del agua de los afluentes del río Chontayacu se encontraron dentro del rango establecido por los ECA para agua del 2017 en las Cat4E2, Cat3D1 y Cat3D2. Las concentraciones de plomo en dos puntos de muestreo en el río Camote y río Crisnejas, ubicados en la parte baja del río Chontayacu, superaron el valor establecido en el ECA para agua Cat4E2, lo mismo se evidenció en tres puntos de muestreo correspondientes al río Chontayacu.

Los resultados obtenidos de la calidad de sedimento para la concentración del metal arsénico (25 mg/L y 30 mg/L), cadmio (5,0140 mg/L y 6,3060 mg/L) y cobre (29,6 mg/L y 49 mg/L) en el río Chontayacu y sus afluentes, en seis puntos de muestreo servirán de base para los futuros estudios ambientales en el distrito Cholón, provincia Marañón, departamento de Huánuco. Estos resultados mostraron la situación actual de las concentraciones de los metales más resaltantes en la zona de estudio. Otros factores que podrían aumentar las concentraciones de metales pesados en los sedimentos fueron las fuentes no puntuales de origen natural o antropogénico. Los sedimentos se debieron principalmente a procesos naturales como precipitación, vaporación, escurrimiento y vulcanismo (ATSDR, 2000).

Respecto al perifiton, las diatomeas (*phylum Bacillariophyta*) fueron el grupo de mayor riqueza y abundancia; también estuvieron presentes las cianobacterias que aportaron en la fijación de nitrógeno. Dentro de los macroinvertebrados bentónicos dominaron los órdenes *Trichoptera* y *Ephemeroptera* como grupos sensibles. En cuanto a la riqueza de peces destacaron los órdenes *Characiformes* y *Siluriformes*, siendo esta mayor en el sector bajo del río Chontayacu por una menor altitud y mejores condiciones encontradas en los hábitats acuáticos. En referencia a los resultados del análisis de

metales pesados en el tejido muscular de pescado, los valores encontrados fueron bajos (menores a 1 mg/kg), a excepción de los valores de zinc total, que tuvieron una concentración entre 5,22 y 14, 9 mg/kg. La calidad de los ambientes acuáticos del río Chontayacu sobre la base de indicadores biológicos (macroinvertebrados bentónicos) fue aceptable, registrándose organismos indicadores de aguas limpias.

Se determinaron los niveles de fondo y de referencia para 35 metales y metaloides en suelo, en las dos zonas geológicas (Complejo Marañón y Plutón Cocalita San Antonio) del área de estudio. Por lo general, las zonas evaluadas presentaron diferencias de nivel de fondo en las concentraciones de los metales de estudio, lo que pudo deberse a los procesos de formación sufridos por cada zona geológica. Por otro lado, los niveles de fondo de cadmio en la zona geológica Complejo Marañón excedieron los valores establecidos en el ECA de suelos para uso agrícola del 2013, lo cual se debería a causas naturales en la zona de estudio.

La composición florística (árboles, arbustos y algunas herbáceas) de la cuenca del río Chontayacu tuvo como resultado la evaluación arbórea dentro de las parcelas permanentes. Los resultados obtenidos de las colectas generales realizadas en todo el ámbito de la zona de estudio reportaron 398 especies (253 especies arbóreas dentro de las parcelas y 254 especies que correspondían a colectas generales). La composición taxonómica de las especies arbóreas en las parcelas de evaluación fue netamente amazónica. Al respecto, las parcelas de los fragmentos de bosque primario, ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Chontayacu, presentaron especies de madera de alta densidad y lento crecimiento, mientras que las parcelas en los fragmentos de bosque secundario en la parte alta de la cuenca presentaron especies de madera de baja densidad y rápido crecimiento (pioneras).

Adicionalmente, el Índice de Valor de Importancia (IVI) permitió definir que la mayoría de especies predominantes y de mayor importancia ecológica en las parcelas ubicadas en ambos sectores (parte alta y parte baja de la cuenca) tenían una mixtura de especies características de bosques primarios y secundarios, con ligera predominancia de especies de bosque secundario, principalmente en la parte alta de la cuenca del río Chontayacu, ya que estas correspondían a bosques fragmentados propiamente dichos. Sin embargo, las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque primario de la parte baja de la cuenca tenían un aporte importante en los valores del IVI, aportando especies típicas de bosque primario, lo cual indicaría la posibilidad de que estos bosques degradados por la extensión de áreas agrícolas podrían recuperarse a través del tiempo. La estimación de la biomasa y captura de carbono mostró una diferencia marcada entre las parcelas evaluadas, debido básicamente a la baja abundancia de especies, baja densidad de madera de las especies presentes, y falta de especies de mayor diámetro en las parcelas de los fragmentos de bosque secundario en la parte alta de la cuenca.

En cuanto a la diversidad de fauna silvestre registrada por las cámaras trampa, los resultados mostraron un total de 13 especies de mamíferos. Los mayores registros de riqueza y abundancia ocurrieron en las cámaras ubicadas en el ámbito del centro poblado Nueva Galilea. De acuerdo a lo establecido por la legislación peruana²⁰,

20 Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, actualización de la Lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, aprobado el 8 de abril del 2014.

se identificaron 125 especies de mamíferos comprendidos en alguna categoría de conservación, encontrándose una especie en la categoría Casi amenazada. En la lista roja de especies amenazadas de la UICN, la mayor cantidad se encontró comprendida en la categoría más baja, que es la de Preocupación menor. Sin embargo, se identificó al Majáz de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), el cual es una especie ubicada en la categoría de Casi amenazada.

La mayoría de las especies se encontraron dentro de su rango de distribución conocida; sin embargo, se hicieron dos nuevos registros para el departamento de Huánuco, el Gavilán Semicorrallado (*Accipiter collaris*) y el Perico de Cola Marrón (*Pyrrhura melanura*). La riqueza de especies fue muy significativa en el área de estudio, encontrándose 25 especies de interés para la conservación, debido a que se trata de un hábitat con áreas continuas y fragmentos de bosques. Con el estudio se evidenció la singularidad y diversidad de aves en los bosques de pie de monte de la vertiente oriental en el departamento de Huánuco, siendo estos bosques de interés, ya que albergan avifauna típica de bosques continuos de la selva alta. Las amenazas que enfrentan las aves son la deforestación para la conversión a campos de cultivo, las invernadas para el pastoreo de ganado, y la caza oportunista para consumo humano (perdices, pavas y palomas).

Bibliografía

Alonso, D. L., S. Latorre, E. Castillo and Pedro F.B. Brandao. (2013). *Environmental occurrence of arsenic in Colombia: A review. Environmental Pollution* 186 (2014) 272-281. journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol.

Autoridad Nacional del Agua. (2014). *Monitoreo de la calidad de agua superficial de la parte media de la cuenca del río Huallaga*. Informe técnico N° 062-2014-ANA-DGCRH-GOCRH, ANA, Lima-Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Huallaga parte media*. Informe técnico N° 003-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH. Lima-Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Huallaga*. Informe técnico N° 014-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH-MEHC. Lima-Perú

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Resolución Jefatural N°010-2016-ANA Lima-Perú

Agency for Toxic Substances & Disease Registry. (2000). *Reseña toxicológica del cromo*. ATSDR. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública, 10 p.

INEC-CCA. (2010). *Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del PRONAME*. México. p. 29-35.

Ministerio del Ambiente. (2008). *Implementación Estándares de Calidad Ambiental para Agua*. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. 30 de julio de 2008.

Ministerio del Ambiente. (2013). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo*. Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Lima-Perú.

Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para Muestreo de Suelos (Sección 1.3. Tipos de muestreo, sección 5. Determinación de puntos de muestreo y anexo N° 2 del documento)*. Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM. Lima-Perú.

Ministerio del Ambiente. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. DS N° 004-2017-MINAM. Lima-Perú.

Phillips, O. L., & Baker, T. R. (2003). *Manual de campo para el establecimiento y remediación de parcelas permanentes (trad. A. Monteagudo Mendoza)*. Cantua, 12, 85-93.

Phillips, O.L., Baker, T.R, Feldpausch, T.R., Brienen R. (2009). *Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas*. RAINFOR. Edición 2016. www.rainfor.org/es/manuales.

Plenge, M. A. (2014). *Especies y subespecies de las aves del Perú*. Lima, Perú. <https://sites.google.com/site/boletinunop/subespecies> (Acceso 1 octubre del 2017).

Ralph, C.; Geupel, G.; Pyle, P.; Martin, T.; DeSante, D. & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F., Lane, D.F.; O'Neill, J. P. & Parker III, T. A. (2010). *Aves de Perú*. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.

Stolz, D.F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T.A. & Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago, EE.UU. Chicago University Press.

Tobler, M. (2013). *Camera Base - User guide*. Version 1.6. <http://www.atrumbiodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBaseDoc1.6.pdf>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Departamento de Limnología y Departamento de Ictiología. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú.

Base de datos

- Portal de Datos Abiertos del OEFA: <http://datosabiertos.oefa.gob.pe/dashboards/20539/evaluaciones-ambientales-tempranas-eat/>
- Repositorio Institucional del OEFA <https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/101>

Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Laguna Azul.

Distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, Perú (2018 - 2019)

Resumen

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el marco del principio de prevención de la función de evaluación, realizó una Evaluación Ambiental Temprana (EAT) con participación ciudadana en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica Laguna Azul durante el 2018 y 2019. Para ello, se evaluó la calidad ambiental a través del estudio de componentes ambientales como agua superficial, sedimentos, comunidades hidrobiológicas, caracterización hidroquímica, contexto geológico, y evaluación de flora y fauna silvestre en la laguna y río Mamacocha; además de la laguna Chachas y la quebrada Subna.

Se evaluaron 14 puntos de muestreo de agua superficial, tres puntos de muestreo de sedimentos y 11 puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas en quebradas y lagunas. Asimismo, se establecieron 12 puntos de observación geológica y tres zonas de evaluación para la flora y fauna silvestre. Entre los principales resultados, se registró que dos parámetros incumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua del 2017; mientras que cinco parámetros en el sedimento superaron referencialmente lo indicado en la Guía de calidad ambiental canadiense. Además, se evaluaron la hidroquímica y la calidad ecológica de los ríos y quebradas sobre la base de los macroinvertebrados bentónicos, y se identificaron especies de flora y fauna silvestre endémicas, así como a las especies que se encuentran en alguna categoría de protección o amenaza.

Palabras clave: hidroeléctrica, Evaluación Ambiental Temprana, comunidades hidrobiológicas, flora y fauna, calidad de agua.

Abstract

The Environmental Assessment and Enforcement Agency (OEFA, for its acronym in Spanish), within the framework of its evaluation function, carried out the Early Environmental Assessment (EAT, for its acronym in Spanish) with citizen participation in the area of influence of the Laguna Azul Hydroelectric Power Plant project during 2018 and 2019. For this, environmental components such as surface water, sediments, hydrobiological communities, hydrochemical characterization, geological context, and wild flora and fauna assessment were evaluated at the lagoon and the Mamacocha river; in addition to the Chachas lagoon and Subna stream.

Fourteen surface water sampling points, three sediment sampling points and 11 sampling points of hydrobiological communities in streams and lagoons were assessed. Likewise, 12 geological observation points and three evaluation zones for wild flora and fauna were established. Among the main results, it was recorded that two parameters did not comply with the Environmental Quality Standards (ECA, by its Spanish acronym) for water of the year 2017; while five parameters in the sediment referentially exceeded what is indicated in the Canadian Environmental Quality Guide. In addition, the hydrochemistry and ecological quality of rivers and streams were evaluated on the basis of benthic macroinvertebrates, and endemic wild flora and fauna species were identified, as well as species that are in some category of protection or threat.

Keywords: *hydroelectric, Early Environmental Assessment, hydrobiological communities, flora and fauna, water quality.*

Equipo a cargo del estudio

Profesión	Equipo técnico
Biología	García Aragón, Francisco; Eneque Puicón, Armando; Chama Moscoso, Víctor; Ríos García, Jhony; Guzmán Caldas, Alfredo; Chunga Benavides, Dany; Espino Ciudad, Jessica
Ingeniería Agrícola	Quincho Olazábal, Janet
Química	Chuquisengo Picón, Llojan; Espiritu Limay, Cesar
Ingeniería Geológica	Yanapa Huaquisto, Fray
Ingeniería Ambiental	Pinto Cieza, Lucila; Herrera Yapó, Gerardo

Objetivo

Evaluar la calidad ambiental en el ámbito de influencia directa e indirecta y zonas aledañas del proyecto Laguna Azul, a fin de orientar el ejercicio de la fiscalización ambiental para la prevención de impactos ambientales negativos.

Antecedentes

Para conocer la calidad ambiental del ámbito de influencia del proyecto central hidroeléctrica Laguna Azul (en adelante, proyecto Laguna Azul) se realizó una recopilación y revisión de la información ambiental de la zona de estudio. Para dicho proyecto, el titular del proyecto, Hidroeléctrica Laguna Azul S.R.L., planificó realizar actividades de generación de energía eléctrica aprovechando el rebose de las aguas de la laguna Mamacocha, y actualmente no realiza ningún tipo de actividad en la zona.

El titular del proyecto Laguna Azul presentó la Evaluación Preliminar¹ a la Autoridad Regional Ambiental de Arequipa (ARMA), quien dispuso clasificar al proyecto en la Categoría III del Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA-d) y requirió presentar los Términos de Referencia y Plan de Participación Ciudadana². Debido a esa clasificación, el titular presentó un recurso de reconsideración al Auto aprobado por la ARMA, el cual fue declarado fundado³, quién a la vez requirió a la empresa⁴ presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), que fue presentada el 5 de marzo del 2014 y aprobada el 3 de setiembre del 2014⁵.

1 Mediante el Registro de trámite documentario N° 1550-2013-ARMA del 4 de julio de 2013.

2 Mediante el Auto N° 280-2013-GRA/ARMA, con Informe 056-2013-GRA/ARMA-SG-EA-E, del 3 de octubre de 2013.

3 Mediante la Resolución de la Sub Gerencial Regional N° 124-2013-GRA/ARMA-SG.

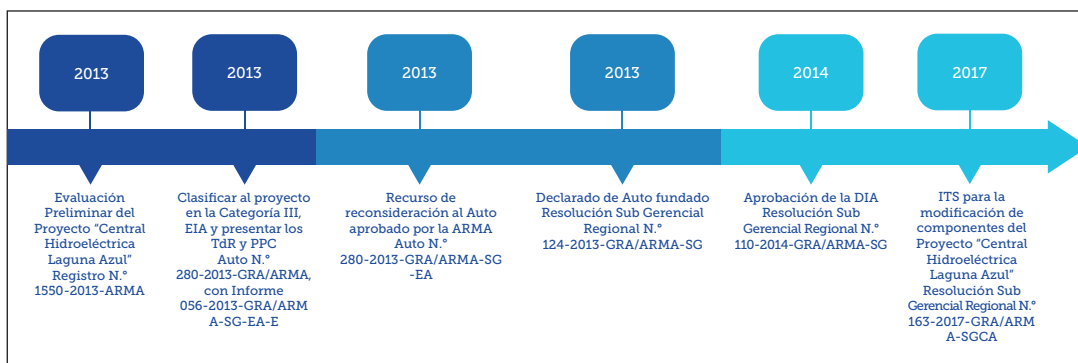
4 A través del Oficio N° 139-2014-GRA/ARMA/SG.

5 Mediante la Resolución de Sub Gerencial Regional N° 110-2014-GRA/ARMA-SG.

Posteriormente, han sido aprobados otros Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) relacionados a los diferentes componentes del proyecto. El último IGA aprobado fue el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para la modificación de componentes del proyecto Laguna Azul el 29 de diciembre del 2017⁶. Cabe indicar que en la actualidad el nombre de la empresa concesionaria es Central Hidroeléctrica Mamacocha S.R.L.

Figura 1

Antecedentes de la EAT en el área de influencia del proyecto Laguna Azul.



Aspectos sociales

La EAT se desarrolló considerando las etapas establecidas en el Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA⁷.

Tabla 1

Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el ámbito de influencia del proyecto Laguna Azul.

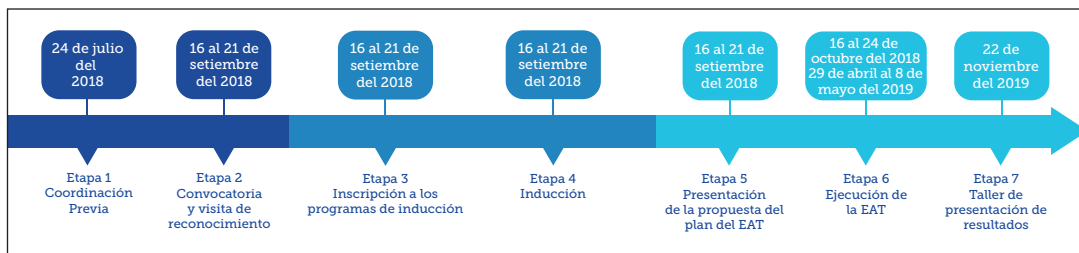
Etapa	Actividad
Etapa 1	Coordinación previa con autoridades y población interesada del distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa (24 de julio del 2018).
Etapa 2	Desarrollo de las etapas de convocatoria (16 al 21 de setiembre del 2018).
Etapa 3	Inscripción en los programas de inducción (16 al 21 de setiembre del 2018).
Etapa 4	Realización de la inducción (16 al 21 de setiembre del 2018).
Etapa 6	La ejecución del primer muestreo se realizó del 16 al 24 de octubre del 2018; mientras que el segundo fue ejecutado del 29 de abril al 8 de mayo del 2019. En ambas evaluaciones se colectaron muestras de agua, sedimentos y comunidades hidrobiológicas. Por otro lado, la evaluación de la flora y fauna silvestre sólo se desarrolló en la segunda evaluación.
Etapa 7	El taller de presentación de resultados se realizó el 22 de noviembre del 2019.

⁶ Aprobado mediante Resolución Sub Gerencial Regional N° 163-2017-GRA/ARMA-SGCA.

⁷ Aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD y modificado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD.

Figura 2

Etapas de la participación ciudadana en el desarrollo de la EAT.

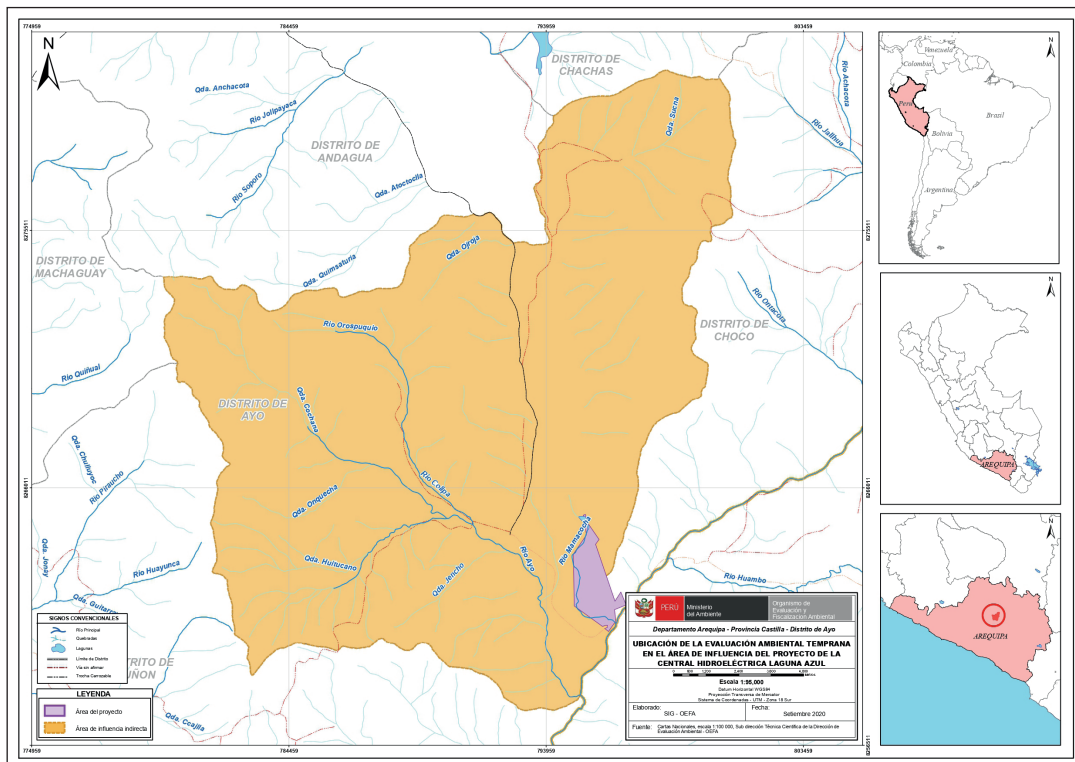


Área de estudio

El proyecto Laguna Azul se encuentra ubicado políticamente en el distrito de Ayo, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, a una altitud aproximada entre los 1350 y 3816 m.s.n.m. (Ver Figura 3), siendo el distrito de Ayo el área de influencia indirecta del proyecto⁸. Hidrográficamente, se ubica entre la cuenca media y baja del río Mamacocha, zona en la cual se construirá la captación futura de dicho proyecto.

Figura 3

Área de estudio de la EAT realizada en el ámbito de influencia del proyecto Laguna Azul.

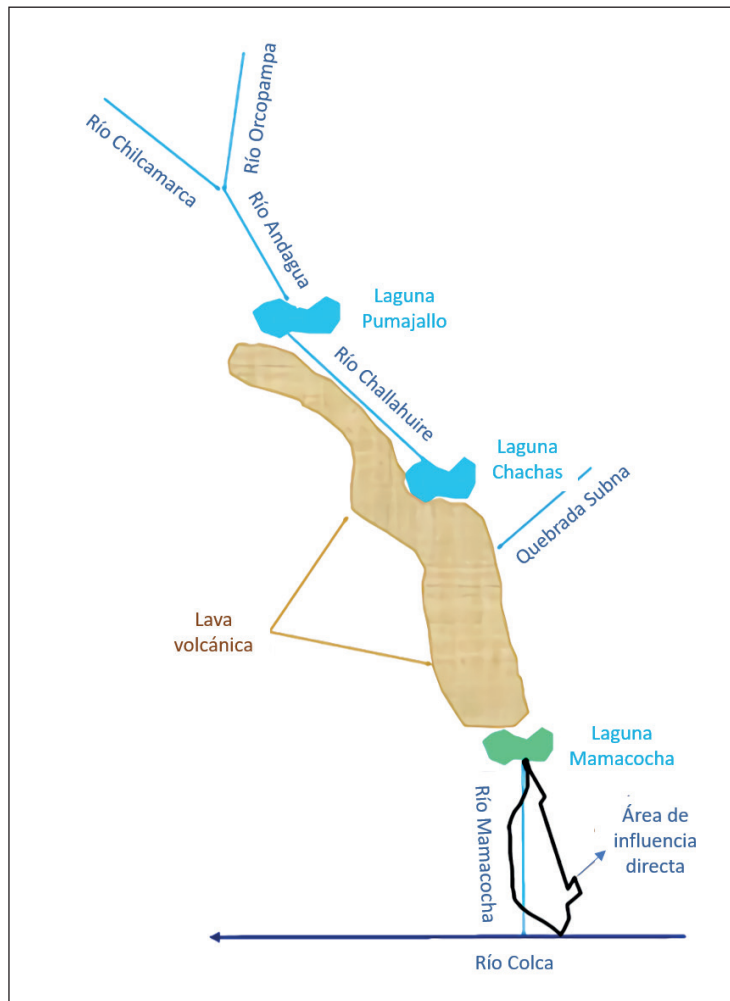


8 A través del Oficio N° 139-2014-GRA/ARMA/SG.

El río es denominado Mamacocha aguas abajo de la descarga de la laguna hasta su confluencia con el río Colca, el mismo que pertenece a la red hidrográfica que drena sus aguas a la vertiente del Pacífico. En la parte alta de la cuenca del río Mamacocha se ubican los ríos Chilcamarca y Orcopampa, los que forman el río Andagua, el mismo que desemboca en la laguna Pujamayo; esta laguna desagua y forma el río Challahuire, el mismo que desemboca en la laguna Chachas. El principal aporte de la laguna Mamacocha proviene de la descarga de la laguna Chachas, cuyas aguas se pierden por infiltración y tras un recorrido aproximado de 15 km afloran en dicha laguna. Asimismo, recibe el aporte de la quebrada Subna, cuyas aguas se pierden también por infiltración a aproximadamente 10 km aguas arriba de la laguna Mamacocha⁹.

Figura 4

Esquema de distribución de los principales cuerpos de agua en la subcuenca Mamacocha.



9 Información tomada del ITS de la segunda modificación de componentes del Proyecto Laguna Azul.

Período de estudio

La EAT se desarrolló entre julio del 2018 y noviembre del 2019. La ejecución del monitoreo ambiental participativo se realizó en dos temporadas: la primera en octubre del 2018 (inicio de la temporada húmeda); y la segunda en mayo del 2019 (temporada seca). El periodo para la elaboración del informe de la EAT fue entre mayo y julio del 2019, y la aprobación del informe final se concretó el 15 de julio de 2019.

Metodología

Los principales cuerpos de agua evaluados en el área de influencia del proyecto Laguna Azul fueron la laguna Mamacocha, el río Mamacocha, el río Colca, la quebrada Subna y un manantial Sin Nombre; adicionalmente se tomaron muestras de agua de riego provenientes del río Ayo y en la descarga de la laguna Chachas y el río Chachas. La metodología aplicada para la evaluación de 14 puntos de agua (superficial en ríos, quebradas, lagunas y manantiales) en el 2018 y el 2019 fue de acuerdo a lo establecido en el Protocolo nacional para el monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales¹⁰. La evaluación de los sedimentos se realizó en tres puntos de muestreo, sólo en el 2018, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Procedimiento de operación estándar para el muestreo de sedimentos¹¹, publicado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos.

La metodología aplicada para la evaluación de 11 puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas en el 2018 y el 2019 tuvo como base la guía de Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú¹². Esta evaluación consistió en la caracterización de las estructuras comunitarias del plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton (microalgas y microorganismos), macroinvertebrados bentónicos y peces.

La evaluación hidroquímica se realizó en los puntos de agua superficial evaluados en el 2018 y el 2019, para lo cual se determinó la relación de los iones y sólidos disueltos con la conductividad, el Error Balance Iónico (EBI), la comprobación de la correlación de análisis, la selección de la serie analítica, y diagramas hidroquímicos.

La caracterización geológica realizada en el 2018 consistió en la descripción litológica, estructural, alteraciones y mineralógico en zonas aledañas a los componentes proyectados y relacionados con las matrices ambientales como agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas, principalmente desde la descarga de la laguna Chachas hasta la confluencia del río Mamacocha con el río Colca. La

10 Aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.

11 Environmental Protection Agency (EPA). Standard Operating Procedure-SOP #2016, Sediment Sampling. https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/r8-src_eh-02.pdf.

12 Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) - Museo de Historia Natural (MHN). 2014. Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima. Ministerio del Ambiente. 75 p.

metodología aplicada para este objetivo tuvo como base manuales de estándares de cartografía y mapas geológicos¹³.

Se ubicaron estratégicamente 12 puntos de observación geológica en zonas asociadas a los componentes proyectados (estructura de captación, canal de conducción de agua, ingreso y salida del túnel) y aledaños a la laguna Mamacocha (cuerpo de agua principal). Las mediciones y descripciones macroscópicas de afloramientos rocosos y depósitos superficiales se realizaron *in situ*. Los puntos de control geológico y el mapa de campo fueron georreferenciados y digitalizados para elaborar el mapa geológico local. Además, se generaron secciones geológicas a escala 1:10 000, con la finalidad de entender el contexto geológico del subsuelo en zonas aledañas a los componentes proyectados.

Para la evaluación de flora silvestre se consideraron los lineamientos establecidos en la Guía de inventario de la flora y vegetación publicada por el Ministerio del Ambiente (Minam)¹⁴. Asimismo, se utilizó la metodología de transectos denominada "punto de intersección", establecida en el Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal publicada por el proyecto de Manejo Forestal Sostenible del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de Bolivia (Bolfor, 2000) y el Manual de pastos y forrajes altoandinos (Florez, 2015). Para determinar los valores de diversidad, cobertura vegetal y equidad se establecieron transectos de 50 metros en los que se evaluaron 100 puntos de monitoreo. Los 13 transectos de muestreo de flora silvestre (arbórea, arbustiva y herbácea) fueron designados en relación con los puntos de monitoreo para agua superficial, sedimentos y manantiales; priorizando los sitios que permitan las condiciones de accesibilidad e importancia respecto a posibles zonas que podrían sufrir cambios en el futuro, según lo verificado en la etapa preliminar de reconocimiento.

Para la evaluación de la fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se consideraron los lineamientos establecidos principalmente en la Guía de inventario de la fauna silvestre publicada y aprobada por el Minam¹⁵. Según lo verificado en la etapa preliminar de reconocimiento, la ubicación de los puntos en la zona de estudio fue establecida en los componentes ambientales agua superficial, sedimentos y manantiales; priorizando comunidades hidrobiológicas y considerando las condiciones de accesibilidad e importancia respecto a posibles zonas que podrían sufrir cambios en el futuro.

Para los anfibios y reptiles, se realizaron un total de 16 Búsquedas por Encuentro Visual (VES, por sus siglas en inglés) y registros oportunistas (encuentros casuales de especies). Para las aves, se realizaron en total 12 puntos de evaluación (búsquedas intensivas) y tres redes niebla, en las que se realizaron censos por Búsqueda Intensiva (BI) y técnica fotográfica. Para los mamíferos, se emplearon en total cuatro transectos lineales de diferentes longitudes con empleo de cámaras trampa.

13 Como el Manual de estándares de cartografía para la digitalización de los mapas geológicos CGN a escala 1:100 000 (Perú), Basic Geological Mapping (Reino Unido), Geological field techniques (Reino Unido), FGDC Digital Cartographic Standard for Geological Map Symbolization (Estados Unidos), Geological Structures and Maps (Reino Unido) y Estándares cartográficos y de manejo de información gráfica para mapas geológicos (Colombia).

14 Aprobado mediante Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM, el 19 de marzo del 2015.

15 Aprobado mediante Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM, el 19 de marzo del 2015.

Para la evaluación de la fauna y flora silvestre se establecieron tres zonas de estudio donde se ubicaron los puntos de evaluación anteriormente descritos. La Zona 1, correspondiente a la laguna Mamacocha; la Zona 2, al río Mamacocha; y la Zona 3, al río Colca y su confluencia con el río Mamacocha.

Asimismo, para identificar la presencia de especies de flora y fauna amenazadas, se revisó la legislación peruana para la Categorización nacional de especies amenazadas de flora silvestre¹⁶, la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas¹⁷, la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) del 2019 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites) del 2017.

Parámetros de comparación

Los resultados de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas y manantiales) fueron comparados con los ECA para agua del 2017¹⁸ (Ver Tabla 1). Por otro lado, debido a que no se cuenta con normativa nacional para la calidad ambiental de sedimentos en agua dulce, se tomaron, de manera referencial, los estándares de la Guía de Calidad Ambiental de Canadá¹⁹, que establece valores para siete metales: arsénico total, cadmio total, cobre total, cromo total, mercurio total, plomo total y zinc total. Asimismo, debido a que no existe un estándar para la calidad de comunidades biológicas, los resultados de riqueza y abundancia de las comunidades hidrobiológicas, flora y fauna silvestre fueron comparados con estudios científicos en áreas similares.

16 Aprobado mediante Decreto Supremo N° 043-2006-AG.

17 Aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.

18 Aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, el 7 de junio del 2017.

19 Canadian Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (CEQG), 2012.

Tabla 1

Parámetros comparados con los estándares para agua y sedimentos.

Matriz	Parámetro evaluado		Estándares de comparación
Agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> pH Oxígeno disuelto Conductividad eléctrica Metales totales (incluido Hg) Metales disueltos (incluido Hg) Silicatos Demanda química de oxígeno (DQO) Bifenilos policlorados (PCB) 	<ul style="list-style-type: none"> Aceites y grasas Sulfato Fluoruro Cloruro Nitrógeno amoniacal Sólidos suspendidos totales (SST) Sólidos totales disueltos (STD) Bicarbonato Carbonato Fosfato 	<p>ECA para agua 2017 <u>Para la evaluación de ríos, quebradas y manantiales^a</u> Categoría 1: Poblacional y Recreacional, subcategoría A2</p> <p>Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, subcategoría D1 y D2</p> <p><u>Para la evaluación de lagunas:</u> Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E1</p>
Sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> Arsénico total Cadmio total Cobre total Cromo total 	<ul style="list-style-type: none"> Mercurio total Plomo total Zinc total 	<p>Estándares de la CEQG 2012^a <i>Interim Sediment Quality Guidelines - ISQG</i> (valores guía provisional de calidad de sedimento) <i>Probable Effect Level</i> - PEL (nivel de efecto probable)</p>

a Comparación referencial

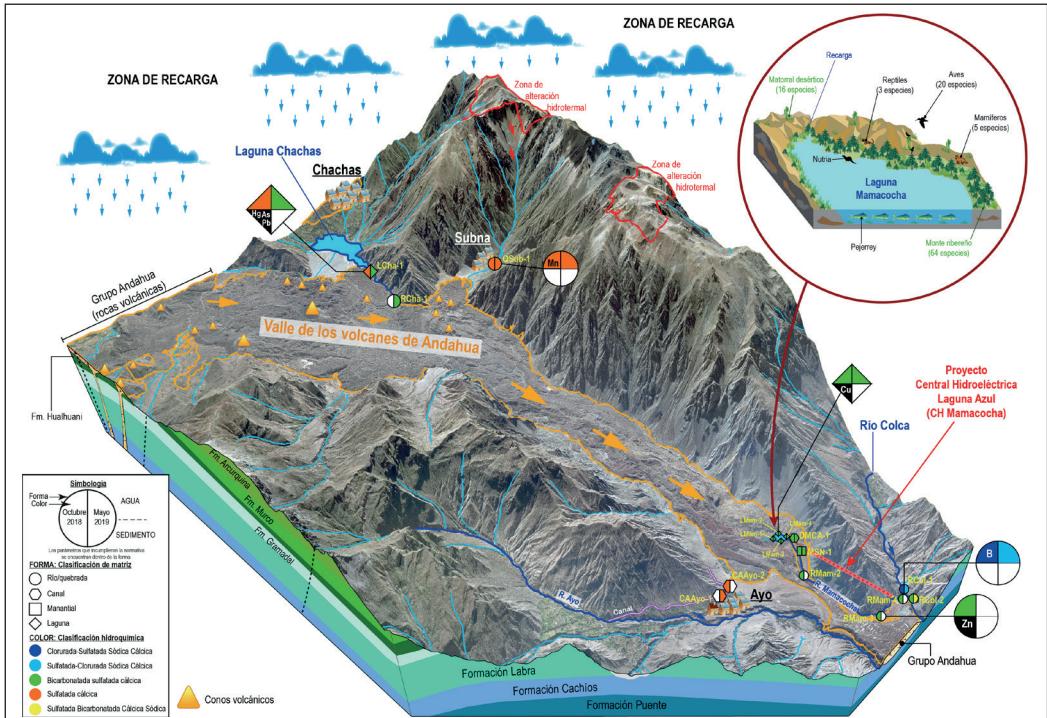
Resultados

Modelo conceptual

A fin de ilustrar la zona de intervención de la EAT y evidenciar la caracterización de los componentes evaluados, se ha elaborado el modelo conceptual del ámbito de influencia del proyecto Laguna Azul.

Figura 5

Modelo conceptual de la EAT en el ámbito de influencia del proyecto Laguna Azul.



Calidad de agua y sedimento

Respecto a los parámetros que excedieron los ECA para agua del 2017, se registraron dos puntos de muestreo que incumplieron los valores para boro y manganeso, de los 14 puntos evaluados en el agua superficial. Además, cinco parámetros incumplieron de modo referencial la normativa internacional en la matriz de sedimentos en los tres puntos evaluados. Cabe resaltar que ningún parámetro en agua superficial excedió la normativa en el 2019 y sólo se registraron muestras de sedimentos en el 2018.

Tabla 2

Parámetros que exceden la normativa ambiental.

Matrices	Parámetro	Cantidad de puntos que incumplieron la norma	
		Primer monitoreo (2018)	Puntos
Agua superficial^a	Boro ^b	Río Colca	1
	Manganeso ^c	Quebrada Subna	1
Sedimentos^d	Arsénico ^e	Laguna Chachas	1
	Plomo		1
	Mercurio total		1
	Cobre ^e	Laguna Mamacocha	1
	Zinc	Río Mamacocha	1

a La normativa ambiental del IGA corresponde a la normativa vigente de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

b No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1) del 2017

c No cumple con los ECA para Agua, en la Categoría 3 (D1 y D2) del 2017

d Comparado referencialmente con la Guía de Calidad Ambiental Canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales (*Canadian Environmental Quality Guidelines - Sediment Quality Guidelines for freshwater*)

e Excede el valor PEL de la Guía de Calidad Ambiental Canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales

Comunidades hidrobiológicas

El sustrato, la profundidad de la columna de agua, el caudal y la disponibilidad de la materia orgánica de la quebrada Subna y de los ríos Mamacocha y Colca fueron factores abióticos que influyeron en las reestructuraciones ecológicas estacionales, de las cuales estuvieron sujetas las comunidades hidrobiológicas, por lo que tuvieron gran variabilidad temporal, siendo el orden *Ephemeroptera* el de mayor riqueza y, junto al orden *Diptera*, los más abundantes.

La concentración de metales pesados también influyó en la variación temporal de las comunidades hidrobiológicas en la quebrada Subna y estuvieron relacionadas con la disminución drástica del perifiton, por el cual en condiciones extremas se han adaptado organismos altamente tolerantes y de estrategia como la familia *Chironomidae* (larvas y pupas acuáticas de insectos como las moscas) asociadas a múltiples estrategias de alimentación; por lo que varios géneros se encontraban en aguas limpias con buena oxigenación y también como indicadores de contaminación con materia orgánica.

En la laguna Mamacocha se registró mayor diversidad de fitoplancton que en la laguna Chachas, donde dominaron un número menor de especies como *Asterionella formosa* y *Aulacoseira granulata*. Asimismo, se apreció una mayor diversificación de zooplancton. Cabe resaltar que, en el 2019, la captura de peces fue efectiva en la laguna Mamacocha y en el río Colca, encontrándose la especie pejerrey de río o pejerrey andino (*Basilichthys semotilus*).

Evaluación hidroquímica

Los diagramas hidroquímicos se realizaron para todos los cuerpos de agua: manantiales, canales, quebradas, lagunas y el río Colca. Se registró que el canal de riego Ayo y la quebrada Subna fueron sulfatada cálcicas en el 2018 y el 2019; mientras que las aguas del manantial Sin Nombre, el canal de la micro central Ayo y la laguna Mamacocha fueron bicarbonatada-sulfatada cálcicas en el 2018 y el 2019, al igual que el río Mamacocha en el 2018. Por otro lado, las aguas del río Colca, aguas arriba de la confluencia del río Mamacocha, fue clorurada-sulfatada sódica-cálcica en el 2018 y cambió a sulfatada-clorurada sódica-cálcica en el 2019; mientras que, aguas abajo de dicha confluencia, el agua del río Colca fue bicarbonatada-sulfatada cálcica-sódica en el 2018 y cambió a sulfatada-bicarbonatada cálcica-sódica en el 2019; y las aguas Laguna Chachas fueron sulfatadas cálcicas en el 2018 y cambiaron a bicarbonatada-sulfatadas cálcicas en el 2019, al igual que su descarga en el río Chachas.

Caracterización geológica

Respecto a la caracterización geológica, el basamento corresponde a las sedimentarias (clásticas y calcáreas) de edad Jurásica-Cretácica, instruido por stocks de granito, tonalita de la Súper Unidad Tiabaya. Estas rocas son cubiertas de forma discordante por conglomerados de la Formación Huanca y rocas volcanoclásticas de la Formación Orcopampa y el Grupo Barroso. Los depósitos cuaternarios pleistocenos corresponden a material glaciar y conos aluviales. El evento volcánico predominante en esta microcuenca corresponde a las lavas y tefras del Grupo Andahua depositados en el fondo del valle desde Andahua hasta el río Colca. Finalmente, se observaron depósitos cuaternarios recientes (aluvial, coluvial-deluvial y fluvial) distribuidos en laderas y en el fondo de los valles.

Flora silvestre

Se registraron 74 especies de plantas vasculares, de las cuales 18 especies estaban incluidas en alguna categoría de protección, ya sea nacional o internacional. De estas especies, cuatro se encontraban protegidas por la legislación peruana y 16 se encontraban en la Lista Roja de la IUCN del 2019, de las cuales 14 de ellas se encontraban en la categoría Preocupación Menor, lo que significa que aún se evidencian poblaciones bien conservadas de estas especies. Respecto a la comparación con los apéndices de la Cites del 2017, se encontraron siete especies dentro del Apéndice II, todas ellas de la familia *Cactaceae*, de las cuales se registraron tres especies como endémicas: *Neoraimondia arequipensis*, *Weberbauerocereus rauhii* y *Haageocereus pluriflorus*.

Fauna silvestre

Se registraron tres especies de reptiles, de las cuales sólo la salamaneja (*Phyllodactylus gerhopygus*) y la culebra de la costa (*Pseudalsophis elegans*) se encontraban incluidas en la categoría Preocupación Menor por parte de la IUCN del 2019. Respecto a los endemismos, la lagartija (*Microlophus sp.*) es la única especie que se encontraba distribuida únicamente en territorio peruano, siendo el área de estudio parte de su probable rango de distribución.

En el área de estudio también se registraron 20 especies de aves, de estas, sólo siete se encontraron incluidas en alguna categoría de conservación según la legislación nacional²⁰ o la IUCN del 2019. En este contexto, se registró al fringilo apizarrado (*Xenospingus concolor*) como Vulnerable y al cóndor andino (*Vultur gryphus*) como En Peligro. Asimismo, estas especies se encontraban categorizadas como Vulnerables según la IUCN del 2019.

Se registraron cuatro especies incluidas en el Apéndice II de la Cites del 2017, que contempla a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. Estas especies pertenecen a las familias *Cathartidae* (gallinazos), como el cóndor andino; *Accipitridae* (Aguilucho), como el aguilucho de pecho negro; (*Geranoaetus melanoleucus*), *Falconidae* (halcones), como el cernícalo americano; (*Falco sparverius*); *Trochilidae* (picaflor), como el colibrí de los cactus (*Rhodopis vesper*) y el colibrí gigante (*Patagona gigas*). Además, se logró registrar al cóndor andino, el cual es una especie incluida dentro del Apéndice I de la Cites, que contempla a las especies de animales y plantas con mayor peligro de extinción. Respecto al endemismo, sólo se registró al canastero de los cactus (*Pseudasthenes cactorum*) como especie endémica del Perú.

Respecto a los mamíferos, el gato de pajonal (*Leopardus colocolo*) y la nutria o huallaque (*Lontra felina*) se encontraron en la categoría Casi amenazado y en la categoría En peligro según la IUCN del 2019, respectivamente. Asimismo, se registraron dos especies listadas en la legislación de conservación nacional²¹, el gato de pajonal, categorizado como Datos insuficientes, y la nutria o huallaque, categorizada como En peligro. De acuerdo con los apéndices de la Cites del 2017, se identificaron tres especies de mamíferos mayores listados con fines de protección ante la amenaza de explotación excesiva. Este número incluía al gato de pajonal como especie importante para el Apéndice II de Cites. Este apéndice también incluía al zorro (*Lycalopex culpaeus*), que no se encuentra en peligro, pero que puede llegar a esa situación si su comercio no está sujeto a una reglamentación estricta. En el Apéndice I se lista a la nutria o huallaque, sobre la que se cierne el mayor grado de peligro (extinción) entre las especies registradas. Asimismo, en la evaluación se registró a la liebre (*Lepus europaeus*), una especie introducida.

Conclusiones

El principal ecosistema de agua dulce evaluado correspondió a la laguna Mamacocha, en el que la calidad de agua y sedimento cumplió la normativa de comparación; mientras que las comunidades hidrobiológicas presentaron buena calidad relacionada a un ecosistema frágil con presencia de formaciones vegetales que constituyen un complejo dinámico que brindan diversos servicios ecosistémicos (ecológicos²² y económicos²³). En esta laguna interactúan diferentes especies de flora y fauna

20 Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, Aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

21 Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.

22 Regulación del clima, banco de semillas de especies protegidas, dispersión de semilla, polinización controladores de plagas.

23 Turismo ecológico y mejora de la calidad de vida de la población.

endémicas y para la conservación, de las que se resalta la presencia de la nutria andina o huallaque, especie bandera del distrito de Ayo, la cual es indicadora del buen estado de conservación de la laguna.

El área de evaluación de agua, sedimentos y comunidades hidrobiológicas en el 2018 y el 2019 se ubicó en la parte baja de la cuenca del río Mamacocha, que abarcó puntos de muestreo en la descarga de la laguna Chachas, el río Chachas, la quebrada Subna, la laguna Mamacocha, el río Mamacocha y el río Colca. Además, se consideró el manantial Sin Nombre 1, el canal de la descarga de la microcentral Ayo y el canal de riego Ayo. Los parámetros fisicoquímicos de los citados puntos de muestreo cumplieron con los valores establecidos en los ECA para agua del 2017, a excepción del 2018, donde el manganeso excedió la Categoría 3, subcategorías D1 y D2, en la quebrada Subna; y el boro, que excedió la Categoría 3, subcategoría D1, en el río Colca, antes de la confluencia con el río Mamacocha.

La presencia de manganeso en el agua de la quebrada Subna se debería al predominio de rocas intrusivas (minerales máficos) asociadas a zonas de alteración hidrotermal ubicadas en la naciente (cerro Jallhua) y al sureste (cerro Subna) de la quebrada Subna, donde predominan los óxidos de hierro (Fe^{3+}) y en menor proporción arcillas. Con respecto al boro registrado en el río Colca aguas arriba de la confluencia con el río Mamacocha, estaría relacionado a la influencia de fuentes hidrotermales ubicadas en las márgenes del río Colca; sin embargo, su concentración disminuye aguas abajo de la confluencia con el río Mamacocha, debido a la ausencia o poca influencia de fuentes hidrotermales y el aporte de agua de quebradas y ríos con bajas concentraciones de boro.

La composición fisicoquímica de la laguna Mamacocha difiere de la descarga de la laguna Chachas, el río Chachas y la quebrada Subna, debido a que la resurgencia (flujo subsuperficial y de tipo local) que recarga la laguna Mamacocha en su recorrido de 18 km interacciona con rocas volcánicas andesíticas y andesitas basálticas y niveles sedimentarios calcáreos, areniscas y lutitas negras de las formaciones Socosani y Puente.

La formación vegetal ribereña de la laguna y el río Mamacocha impidió un mayor efecto erosivo de las precipitaciones sobre material andesítico, lo que se vio reflejado en las bajas concentraciones de material suspendido e iguales condiciones fisicoquímicas a nivel espacial y temporal; a diferencia del río Colca, que si registró variación debido al aporte del río Mamacocha, principalmente el cambio de facie hidroquímica y la disminución del elementos químicos relacionados a las fuentes hidrotermales como el boro.

Con respecto a las comunidades hidrobiológicas, en la laguna Mamacocha se registró mayor diversidad de zooplancton y fitoplancton que la laguna Chachas, donde dominan un número menor de especies como *Asterionella formosa* y *Aulacoseira granulata*. La diferencia de concentración de hierro y fósforo disuelto y los sólidos en suspensión influyen en las condiciones limnológicas de las lagunas, por lo que el *phylum* Cianobacteria sólo fue registrado en la laguna Mamacocha (posibles condiciones oligotróficas), mientras que la laguna Chachas registró algas Bacillariophyta (diatomeas) y una especie única de Orchophyta (*Mallomonas* sp.).

La laguna Mamacocha registró macrófitas emergentes y sumergidas que aportan mayor cantidad de materia orgánica y, junto con la mayor abundancia de perifiton, permiten la alta diversidad de macroinvertebrados; mientras que la laguna Chachas registró macrófitas sumergidas y con sustratos de arena y canto rodado, que favorecen a la diversificación de macroinvertebrados como los Ephemeropteros en condiciones favorables. Las citadas diferencias limnológicas, fisicoquímicas e hidromorfológicas de la laguna Mamacocha, cuerpo de agua de mayor biodiversidad y poca dominancia de algún grupo en específico, permitieron que tenga las condiciones favorables para ser un refugio con fines reproductivos y de alimentación del pejerrey de río (*Basilichthys semotilus*), que estaría migrando del río Colca, y por ende también a la presencia de la nutria andina. No obstante, las microalgas bentónicas representarían un primer eslabón de suma relevancia para la cadena trófica de ambas lagunas.

El manantial Sin Nombre 1 y la descarga de la microcentral Ayo presentaron características fisicoquímicas similares al río Mamacocha, por lo que no generaron cambios fisicoquímicos al río. En cambio, el canal de riego Ayo, aunque no llega a tributar al río Mamacocha, difirió en niveles de concentración de sulfatos, calcio, magnesio y estroncio por la formación geológica de su nacimiento en el cerro Oroscupio e interacción por la margen izquierda con el cerro Ccotocahuana.

En los sedimentos evaluados en el 2018 se registró que la laguna Chachas superó el valor PEL²⁴ del arsénico y el valor ISQG²⁵ para el plomo y el mercurio; mientras que la laguna Mamacocha superó el valor PEL para cobre, y el río Mamacocha el valor ISQG para zinc. Todas estas concentraciones estuvieron en el marco de la Guía canadiense para sedimentos de aguas continentales.

Para la flora silvestre, se encontraron especies en una o más categorías de protección según normativas nacionales e internacionales. Se identificaron 18 especies de las 74 registradas, donde cuatro especies estaban en la categoría de Casi Amenazada según la categorización de especies amenazadas de flora silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri); 14 especies en la categoría de Preocupación Menor y dos en la categoría Datos Insuficientes según la IUCN (2019); mientras que siete especies (todas ellas de la Familia *Cactaceae*) se encontraban en los listados del Apéndice II de la lista Cites del 2017 y finalmente tres especies fueron endémicas para el Perú según la Lista Roja de Especies.

Se registraron tres especies de reptiles, y una amplia variedad de microhábitats en el ecosistema de monte ribereño que circunda a la laguna Mamacocha, lo cual permitió el desarrollo de mayor diversidad de especies de reptiles en el área de estudio. La Zona 1 presentó las tres especies registradas y mayor abundancia que en la Zona 2, que registró sólo una especie, y en la Zona 3 no se registraron especies. Dos especies se encontraban incluidas en la categoría de Preocupación Menor por parte de la IUCN del 2019. Cabe precisar que, de todas las especies registradas en la evaluación, la lagartija (*Microlophus* sp.) se encontraba únicamente en territorio peruano, siendo el área de estudio parte de su probable rango de distribución.

24 Probable Effect Level (Nivel de efecto probable).

25 Interim Sediment Quality Guideline (valores guía provisional de calidad de sedimento).

La avifauna registrada fue típica de la zona altoandina; se registraron un total de 20 especies pertenecientes a 15 familias y ocho órdenes. Los órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los *Passeriformes*, con nueve especies; seguido de *Apodiformes*, con cuatro especies; mientras que las familias con mayor número de especies fueron *Trochilidae*, *Tyrannidae*, *Hirundinidae*, *Rallidae* y *Apodidae*, todas con dos especies. La especie con mayor número de individuos fue el vencejo andino (*Aeronautes andecolus*), con 96 individuos; seguido del vencejo de collar blanco (*Streptoprocne zonaris*), con 25 individuos. Todas las especies registradas fueron residentes.

La formación vegetal que presentó la mayor riqueza, abundancia y diversidad de aves fue el monte ribereño, con 19 especies y 162 individuos; mientras que la formación vegetal matorral desértico fue la de menor riqueza y abundancia, con siete especies y 44 individuos. La Zona 1 registró la mayor riqueza y abundancia. Durante la evaluación se registraron siete especies de interés para la conservación, de las cuales una especie fue endémica del Perú.

Se registraron a las especies cóndor andino y al fringilo apizarrado, categorizadas como Especies Vulnerables según la IUCN del 2019; mientras que según la norma peruana²⁶, el cóndor andino fue categorizado como especie En Peligro y el fringilo apizarrado fue categorizado como especie Vulnerable. Según Cites del 2017, se indica que cuatro especies estaban registradas en el Apéndice II y se registró una especie dentro del Apéndice I.

La avifauna registrada en el área de estudio indicó que la laguna Mamacocha y las formaciones vegetales identificadas eran ecosistemas conservados que albergaban especies de aves endémicas, especies polinizadoras, especies depredadoras y especies generalistas cuyas poblaciones se mantienen en equilibrio.

En toda el área de estudio, conformada desde la laguna Mamacocha hasta la confluencia entre el río Mamacocha y el río Colca, se registraron un total de cinco especies de mamíferos mayores con predominio del orden Carnívora con tres especies, de estas se tuvieron como especies de particular importancia a la nutria o huallaque y al gato de pajonal. Asimismo, se registró a la liebre, especie introducida que de acuerdo con su alta capacidad de dispersión es considerada como una especie invasiva. La Zona 1 y Zona 3 presentaron los mayores registros de especies de mamíferos silvestres con dos especies en cada zona por medio de recorridos; por ende, presentaron la mayor diversidad.

De las cinco especies registradas, tres de ellas se encontraban por lo menos en una categoría de conservación nacional e internacional. Según la IUCN del 2019, la nutria o huallaque se encontraban en la categoría de En peligro; y el gato de pajonal en la categoría de Casi Amenazada. Según la Cites del 2017, el zorro y el gato de pajonal se encontraban listados en el Apéndice II y la nutria o huallaque en el Apéndice I.

26 Establecido mediante Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

Bibliografía

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales*, aprobado mediante la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Lima-Perú. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>.

BirdLife International y Conservation International. (2005). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Quito, Ecuador. Series N° 14.

Boddicker, M.; Rodriguez, J. J. y Amanzo, J. (2002). *Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. Environmental Monitoring and Assessment*. 76: 105 - 123. <https://doi.org/10.1023/A:1015225022101>.

Bolfor, M. B., y Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal*. BOLFOR. Editora El País, Santa Cruz, Bolivia, 16-17.

Canadian Council of Ministers of the Environment. (2002). *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life for Fresh Water (CEQG-SQG)*. Summary tables, update 2002. Quebec: Canada. Guía actualizada en el 2014. <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html?lang=en>.

Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (2017). *Apéndices I, II y III*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/>.

Environmental Protection Agency. (2006). *Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners*. Office of Environmental Information, Whashington, DC 20460.

Environmental Protection Agency. (2014). *Project Quality Assurance and Quality Control - Glossary. Test Methods for Evaluating Solid Waste: Physical/Chemical Methods Compendium (SW-846), 2, Update V, 14*. United States of America: Environmental Protection Agency (EPA). <https://www.epa.gov/hw-sw846/chapter-one-sw-846-compendium-project-quality-assurance-and-quality-control>

Flórez Martínez, A. (2005). *Manual de pastos y forrajes altoandinos* (No. F01 F4m-F). ITDG. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura. (2006). *Categorización de especies amenazadas de flora silvestre*. Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Lima, Perú.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM. Lima, Perú.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de Inventario de Fauna Silvestre*. Resolución Ministerial N° 057-2015-MINAM. Lima, Perú.

Ministerio del Ambiente. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental para Agua*. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Lima, Perú.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA*. Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD. Lima, Perú.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2019). *Lista Roja de especies amenazadas*. Versión 2019-1. <https://www.iucnredlist.org>.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú.

Base de datos

- Portal de Datos Abiertos del OEFA:
<http://datosabiertos.oefa.gob.pe/dashboards/20539/evaluacionesambientales-tempranas-eat/>
- Repositorio Institucional del OEFA
<https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/136>

Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto Lote 107.

Distritos de Puerto Bermúdez, Constitución y Palcazú, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, Perú (2019)

Resumen

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el marco del principio preventivo de la función de evaluación, realizó la Evaluación Ambiental Temprana (EAT) en el ámbito de influencia del proyecto de perforación exploratoria y confirmatoria de la locación Osheki, en el Lote 107 (en adelante, Proyecto Lote 107), que comprende parte de los territorios de comunidades nativas del grupo étnico Ashaninka en la comunidad nativa San José de Santariani, así como de asentamientos de mestizos en el centro poblado Unión Siria y sus caseríos Kimpirari y Alto Siria; ubicados geográficamente en los distritos de Constitución y Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco.

La ejecución de la EAT consideró los componentes ambientales agua superficial, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelos, flora silvestre y fauna silvestre; para lo cual se utilizaron protocolos y guías nacionales, a excepción del sedimento, por no contar con un protocolo nacional, por lo que se empleó uno referencial.

Entre los resultados de la EAT, el agua superficial de las quebradas y río Pichis no registraron concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), aceites y grasas y metales, a excepción del plomo en la temporada húmeda (abril 2019), que excedió los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua del 2008. En sedimento se registraron bajas concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y metales (arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, zinc y mercurio) con valores menores a las referencias internacionales.

Las muestras de suelo presentaron valores de HTP menores a los ECA para suelo de uso agrícola. Respecto a los macrobentos, se registraron 106 morfoespecies, mientras que para los peces se registraron 77 especies nativas. Las muestras de tejido muscular de peces registraron valores de HTP y metales menores a los límites máximos permisibles establecidos en las referencias internacionales.

En las áreas evaluadas de flora silvestre, se registraron 436 especies agrupadas en 62 familias botánicas y 209 géneros. Respecto a los anfibios y reptiles, la locación Osheki (Zona 1) fue la zona con mayores valores de riqueza y abundancia de anfibios y reptiles (29 especies). Respecto a las aves, se registraron 174 especies mediante la aplicación de los métodos de búsqueda intensiva, listas fijas y redes de niebla. Por último, se registraron 15 especies de mamíferos silvestres. La evaluación permitió conocer la composición y estructura de la flora y fauna silvestre en los diferentes tipos de bosque (primario y secundario), así como la situación de amenaza y categoría de conservación del bosque amazónico dentro del ámbito de influencia del proyecto

Palabras clave: hidrocarburos, Evaluación Ambiental Temprana, hidrobiología, calidad de suelo, flora y fauna.

Abstract

The Environmental Assessment and Enforcement Agency (OEFA, for its acronym in Spanish), within the framework of its evaluation function, carried out the Early Environmental Assessment (EAT, for its acronym in Spanish) in the area of influence for the exploration and confirmation drilling project in Block 107 – Osheki (Block 107 project), that comprises territories of the native communities from Ashaninka ethnic group in San José de Santariani native community, just as mestizo settlements in Unión Syria town and its Kimpirari and Alto Syria small villages; geographically located in the Constitución and Puerto Bermúdez districts, Oxapampa province and Pasco department.

The EAT execution considered the environmental components surface water, sediment, hydrobiological communities, soils, wild-arboreal flora and wild fauna; to this end, national protocols and guides were used, with the exception of sediment, that doesn't have a national protocol, so a referential one was used.

Among the EAT results, the surface water from streams and Pichis river did not register concentrations of total petroleum hydrocarbons (TPH), oil and grease, and metals, except for lead in the wet season (april 2019), that exceeded the 2008 Environmental Quality Standards (ECA, by its acronym in Spanish) for water. Low concentrations of total petroleum hydrocarbons (TPH) and metals (arsenic, cadmium, copper, chromium, lead, zinc and mercury) were recorded in the sediment with values less than international references.

The soil samples presented TPH were under the ECA for agricultural soil. With respect to biological outcome, 106 morphospecies macrobenthos and 77 native fish species were recorded, whereas fish muscle tissue samples registered values of total petroleum hydrocarbons (TPH) and metals lower than the maximum permissible limits established by international references.

In the wild flora evaluated areas, 436 species grouped into 62 botanical families and 209 genera were registered. Regarding amphibians and reptiles, the Osheki location (Zone 1) was the zone with the highest values of richness and abundance of amphibians and reptiles (29 species). In relation to birds, 174 species were registered applying the methods of intensive search, birds lists and mist nets. Finally, 15 species of wild mammals were recorded. The evaluation allowed knowing the composition and structure of the wild flora and fauna in different types of forest (primary and secondary), as well as the amazon rainforest threatening situation and conservation category in the area of influence of the project

Keywords: *hydrocarbons, Early Environmental Assessment, hydrobiology, soil quality, flora and fauna.*

Equipo a cargo del estudio

Profesión	Equipo técnico
Biología	García Aragón, Francisco; Eneque Puicón, Armando; Espino Ciudad, Jessica; Chama Moscoso, Víctor; Chunga Benavides, Dany; Ríos García, Jhony; Mosquera Lenti, Francisco; Guzmán Caldas, Alfredo
Química	Chuquisengo Picón, Llojan; Espiritu Limay, César
Ingeniería Química	Ruiz Cáceres, Juan
Ciencias de la Información	Pacheco Castañeda, Rolando
Ingeniería Ambiental y Sanitaria	Pomez Quiroz, Bryant

Objetivo

Evaluar la calidad ambiental en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107 con la finalidad de orientar el ejercicio de la fiscalización ambiental para la prevención de impactos ambientales negativos.

Antecedentes

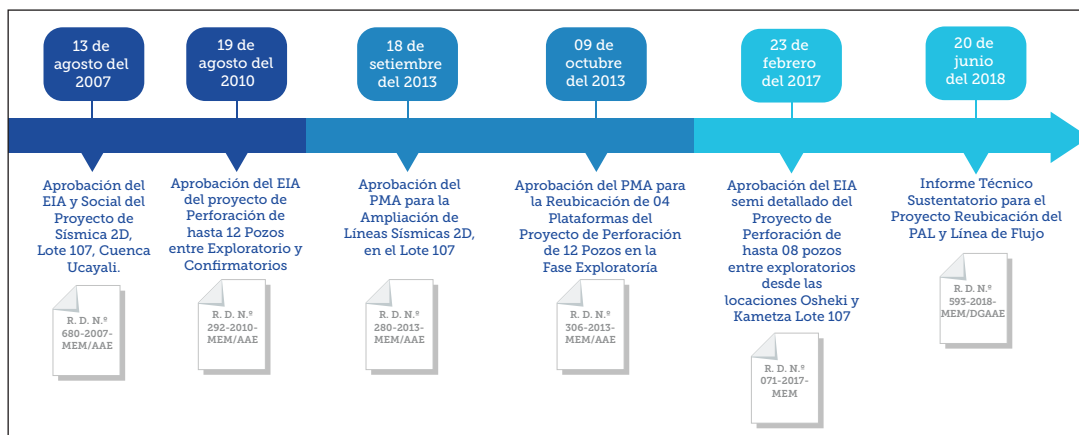
Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L. es una empresa que pertenece al grupo PetroTal Perú S.R.L (antes Gran Tierra Energy Perú S.R.L - GTEP)¹, que se dedica a la exploración y explotación de hidrocarburos en el Perú en relación con los contratos suscritos con el Estado peruano.

El Proyecto Lote 107 cuenta con seis Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados, relacionados a los diferentes componentes del Lote, siendo los dos últimos IGA el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de Perforación de hasta ocho pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107 y el Informe Técnico Sustentatorio (ITS) para el Proyecto de Reubicación de los Puntos de Apoyo Logístico (PAL) y Línea de Flujo, los que se enfocan en el proyecto en donde se encuentra parte del área de la microcuenca de la quebrada Lorenzo y las zonas evaluadas en el informe EAT.

1 Mediante Decreto Supremo N° 034-2018-EM de fecha 15 de diciembre del 2018, se aprueba la modificación del Contrato de Licencia para la Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Lote 107, en el cual se refleja la sustitución del garante corporativo GRAN TIERRA ENERGY INC. por PETROTAL CORP.

Figura 1

Línea de tiempo de los instrumentos de gestión ambiental del Proyecto Lote 107.



Aspectos sociales

La EAT se desarrolló considerando las etapas del Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA, aprobado en el 2014² y modificado en el 2016³, de las cuales se llegaron a realizar las seis primeras etapas, quedando pendiente la presentación de resultados.

Se coordinaron reuniones con el jefe del Área Natural Protegida Bosque de Protección San Matías, San Carlos (en adelante, BPSMSC) en Puerto Bermúdez, y con los/as agentes sociales involucrados/as del centro poblado Kimpirari, comunidad nativa San José de Santariani, centro poblado Unión Siria y Municipalidad Distrital de Puerto Bermúdez; así como con los representantes del caserío Alto Siria, la comunidad nativa Sargento Lorenz y la Municipalidad Distrital de Constitución. A continuación, se detallan las etapas de la participación ciudadana:

2 Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA-CD.

3 Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA-CD.

Tabla 1

Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107.

Etapa	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapa 1 Coordinación previa con los/as agentes involucrados/as ^a	Marzo del 2019	16	6	22
Etapa 2 Convocatoria	Marzo del 2019	-	-	-
Etapa 3 Inscripción en los programas de inducción	Del 9 al 30 de marzo del 2019	-	-	-
Etapa 4 Realización de la inducción	Del 29 al 31 de marzo de del 2019	74	72	146
Etapa 5 Talleres para la presentación de la propuesta del plan				
Etapa 6 Ejecución del monitoreo	Del 1 al 12 de abril del 2019 (agua)	11	3	14
	Del 1 al 17 de abril del 2019 (flora y fauna)	19	3	22
	Del 3 al 15 de agosto del 2019 (agua y suelos)	16	3	19

- No se cuenta con registro.

a Incluye la participación de Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L el 19 de febrero del 2019 en Lima.

Área de estudio

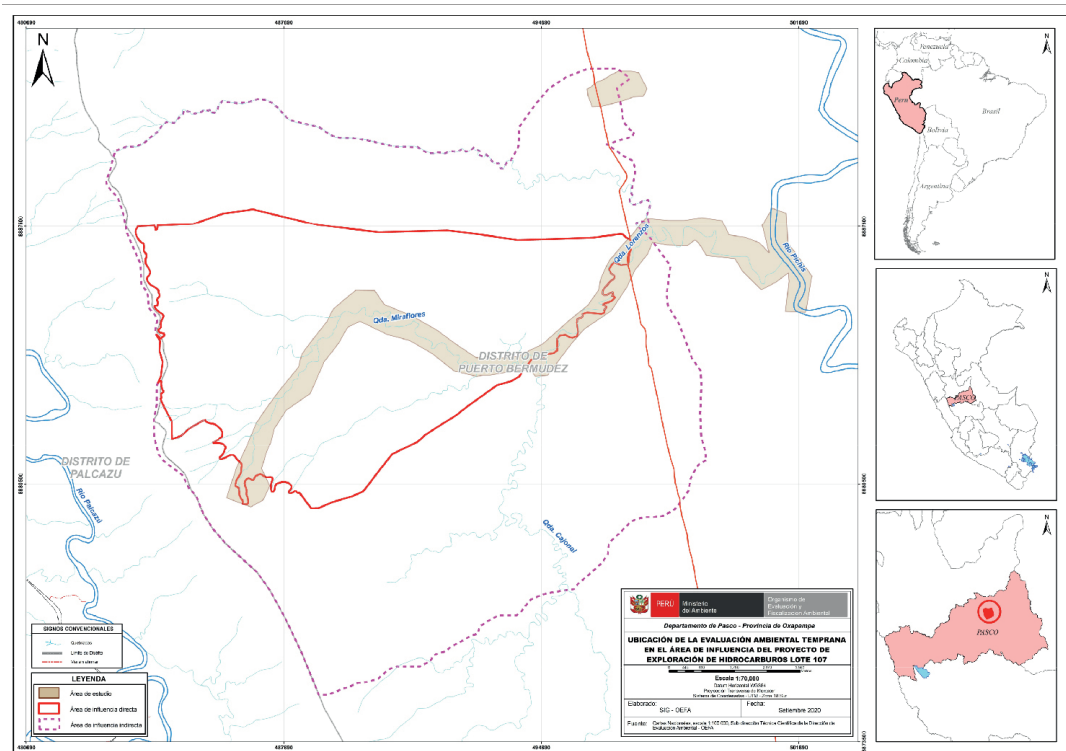
El Proyecto Lote 107 se encuentra en el ámbito de la cuenca Pachitea, tributario del río Ucayali, en la vertiente del océano Atlántico, en la subcuenca del río Pichis, microcuenca de la quebrada Lorenzo⁴. Asimismo, el ámbito del Proyecto es circundante a la zona norte del BPSMSC. El área de estudio de la EAT comprendió los distritos de Puerto Bermúdez, Constitución y Palcazú, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, teniendo como referencia el área de influencia ambiental directa e indirecta del proyecto de exploración de hidrocarburos Lote 107⁵.

4 Codificación de cuencas hidrográficas por el método de Otto Pfafstetter utilizada por la Autoridad Nacional del Agua.

5 Según Informe Técnico Sustentatorio para el Proyecto "Reubicación del PAL y Línea de Flujo" aprobado por Resolución Directoral N° 593-2018-MEM/DGGAAE el 20 de junio de 2018.

Figura 2

Área de estudio de la EAT en el ámbito de influencia del proyecto Lote 107.



Período de estudio

La EAT se realizó entre los meses de marzo, abril, y agosto del 2019, culminando con la etapa de gabinete y elaboración del Informe N° 00503-2019-OEFA/DEAM-SSIM, el cual fue aprobado el 29 de noviembre del 2019.

Metodología

La metodología aplicada para la evaluación de agua superficial en las quebradas del río Pichis se enmarcó en el Protocolo nacional para el monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales⁶ donde se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad del agua.

Debido a que no se cuenta con un protocolo nacional aprobado para la toma de muestras de sedimentos, se utilizaron a modo referencial los manuales Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias

6 Aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el 11 de enero de 2016.

para las matrices prioritarias del Programa Nacional de Monitoreo y Evaluación Ambiental (Proname)⁷ y Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos⁸.

Para el muestreo de suelo se tomó en consideración los tipos de muestreo, determinación de puntos de muestreo y el Anexo II de la Guía para muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (Minam)⁹.

La colecta de muestras de perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces tuvo como base metodológica las técnicas de muestreo descritas en el manual de Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú¹⁰. Asimismo, la calidad de los hábitats acuáticos de la zona evaluada se determinó a través del índice biótico Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia (BMWP/Col), de acuerdo con Roldán (2003). Se decidió emplear la adaptación colombiana de este índice por considerarse que existen más similitudes biogeográficas con Colombia en términos de altitud, latitud y diversidad de familias taxonómicas de macroinvertebrados bentónicos. Respecto al Índice de Integridad Biótica (IBI, por sus siglas en inglés), se trata de un sistema de calificación del hábitat que evalúa la condición de los cuerpos de agua basado en la comunidad de peces (Ortega *et al.*, 2007).

La evaluación de la flora silvestre consideró la metodología de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM), establecida por Phillips, O.L., *et al.* (2009) en el Manual de campo para el establecimiento y remediación de parcelas de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (Rainfor) y la Metodología de transectos tipo Gentry de 0,1 ha, la cual contempla los lineamientos establecidos en la Guía de inventario de la flora y vegetación del Minam¹¹. La presente evaluación de flora silvestre se realizó en dos parcelas permanentes de 0,5 ha en la Zona 1 (Locación Osheki), dos transectos tipo Gentry de 0,1 ha en la Zona 2 (Campamento base logístico – Kimpirari), y dos transectos Gentry de 0,1 ha en la Zona 3 (Punto de Apoyo Logístico - PAL).

La evaluación de aves se realizó con las metodologías de censos por búsqueda intensiva contemplados en el Manual de métodos de campo para el inventario de aves terrestres (Ralph *et al.*, 1996), listas fijas, redes niebla y técnicas de fotografía establecidas en la Guía de inventario de la fauna silvestre (Minam, 2015). Para la determinación de las especies se usó la guía de campo Aves del Perú (Schulenberg *et al.*, 2010), y la clasificación taxonómica de Plenge (2019).

7 Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las Sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del Proname, México, sección 3. 4. 5, 2010.

8 Methods for Collection Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. Office of Science & Technology Office of Water. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-823-B-01-002. Washington, DC 20460. October 2001.

9 Aprobado mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM.

10 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.

11 Aprobada mediante Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM, el 21 de marzo del 2015.

Para la evaluación de los anfibios y reptiles se utilizó la metodología de Búsqueda por Encuentro Visual (VES, por sus siglas en inglés) propuesta por Crump y Scott (2001), la metodología de registros oportunistas de la Guía de inventario de la fauna silvestre¹², y Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina (Angulo *et al.* 2006).

Para la evaluación de mamíferos silvestres se utilizaron censos por transecto lineal (Burnham *et al.*, 1980; Peres, 1999) y cámaras trampa (Chávez *et al.*, 2013) bajo los criterios de la Guía de inventario de fauna silvestre (Minam, 2015). La determinación taxonómica de las especies utilizó la información taxonómica indicada por Eisenberg y Redford (1999).

Además, tanto para flora y fauna silvestre, se tomaron en cuenta las listas Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (Cites) y la lista de especies amenazadas del gobierno peruano.

Parámetros de comparación

Se presentan los parámetros evaluados en agua, sedimentos, suelo y comunidades hidrobiológicas que fueron comparados con un ECA establecido en la legislación peruana y/o aprobado en el IGA. Los demás componentes evaluados no presentan ninguna norma de comparación porque son considerados con fines de caracterización y correlación.

12 Aprobada mediante Resolución Ministerial N° 057-2015- MINAM, el 21 de marzo del 2015.

Tabla 2

Parámetros de comparación.

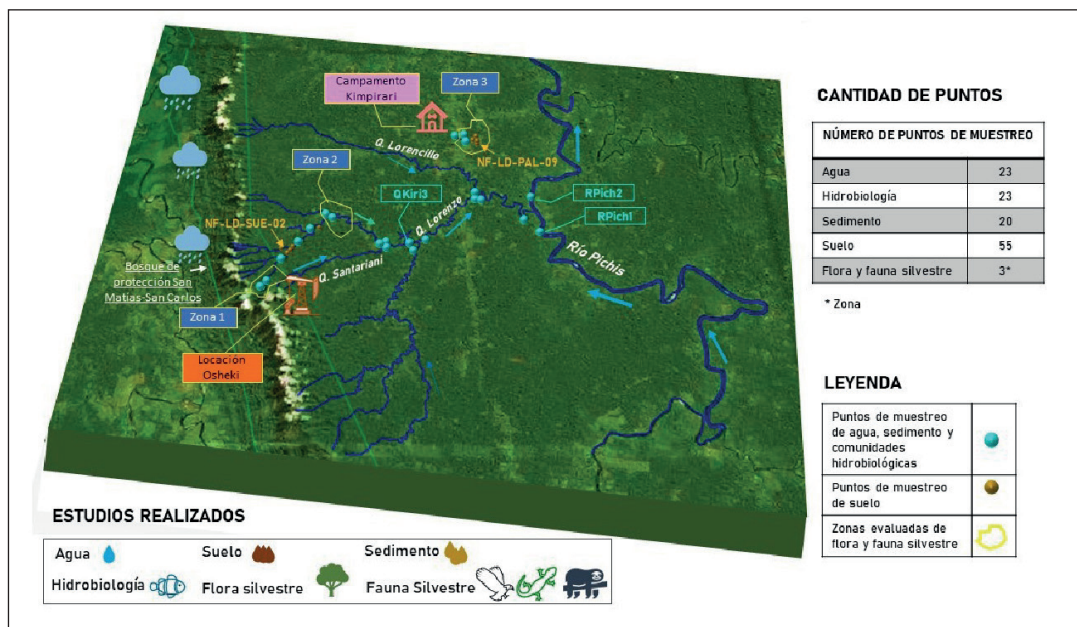
Componente	Parámetro evaluado	ECA / Norma de comparación
Agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Metales totales por ICP-MS • Metales disueltos por ICP-MS • Cloruros • Sulfatos • Nitratos • Bicarbonato • Sólidos totales disueltos • Sólidos totales suspendidos • Hidrocarburos Totales de • Petróleo (TPH) • Aceites y Grasas 	<p>ECA para Agua categoría 4: conservación del ambiente acuático para ríos de selva (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM)</p> <p>ECA para Agua categoría 4: conservación del ambiente acuático para ríos de selva (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM)</p> <p>ECA para Agua categoría 4: conservación del ambiente acuático para ríos de selva (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM)</p>
Sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Metales • Mercurio • Fracción 1 TPH (C6-C10) • Fracción 2 TPH (C10-C28) • Fracción 3 TPH (C28-C40) 	<p><i>Canadian Environmental Quality Guidelines. Sediment Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life (CEQG-SQG, 2002) – Canadá.</i></p> <p><i>Appendix 2 - Atlantic RBCA Version 3 (Risk – Based Corrective Actions) - Ecological Screening Protocol for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada</i></p> <p><i>The New Dutchlist, 2000, Ministerio de Vivienda, Planificación Espacial y Medio Ambiente (VROM)</i></p>
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Metales (incluido mercurio) • Fracción Hidrocarburos – F1 (C6-C10) • Fracción Hidrocarburos – F2 (C10-C28) • Fracción Hidrocarburos – F3 (C28-C40) • pH • C.E. • CaCO₃ • Materia orgánica • Clase textural • Capacidad de intercambio catiónico (CIC) • Cationes cambiables (Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺) • Cationes cambiables (Al⁺³, H⁺) • Microelementos disponibles • Microelementos totales 	<p>ECA para Suelos (D.S. N° 011-2017-MINAM y D.S. N° 002-2013 MINAM)</p>
Comunidades Hidrobiológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Metales Totales en Peces 	<p>Manual de Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación (Sanipes, 2016),</p>

Resultados

Modelo conceptual

Figura 3

Modelo conceptual de la EAT realizada en el ámbito de influencia del Proyecto Lote 107.



Agua superficial

En abril del 2019 (temporada húmeda), la quebrada Solitario (QSoli1) registró un valor de pH que estuvo por debajo del rango de los ECA para agua Cat4 del 2008, mientras que en agosto del 2019 (temporada seca), el río Pichis (RPich2) tuvo un valor de pH que estuvo por encima del rango de dichos ECA para agua Cat4. Respecto a los demás puntos de muestreo, todos estuvieron dentro del rango de los ECA para agua en la misma categoría.

Con relación a los metales, en abril del 2019, solo el plomo registró concentraciones mayores al valor de los ECA para agua Cat4 del 2008 en la quebrada Kirishari (QKiri3) y el río Pichis (RPich1 y RPich2); mientras que en agosto del 2019 todos los puntos de muestreo tuvieron concentraciones de plomo menores al valor de los ECA para agua Cat4 del 2008.

Con relación a los metales comparados con los ECA para agua Cat4 E2 del 2017, en abril del 2019 solo el plomo registró concentraciones mayores al valor en el río Pichis (RPich2); mientras que en agosto del 2019 todos los puntos de muestreo tuvieron concentraciones de plomo menores al valor de los ECA para agua Cat4 E2 del 2017. Cabe mencionar que también se comparó con los ECA para agua Cat4E2

del 2015, el cual tiene los mismos valores de los estándares y por ende los mismos resultados que los ECA para agua Cat4 E2 del 2017.

Sedimentos

Los resultados de TPH (C10 a C40) fueron menores al límite de cuantificación de 13,3 mg/kg, y no superaron el valor óptimo de 50 mg/kg correspondiente a la guía de los Países Bajos y el valor ESL¹³ equivalente a 500 mg/kg de la guía Atlantic RBCA. En relación con los metales arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, zinc y mercurio, estos registraron concentraciones menores a sus respectivos valores de la guía referencial canadiense¹⁴, siendo las concentraciones de arsénico, cadmio y mercurio menores a los límites de detección.

Suelo

Para el caso de los metales, se evaluaron 55 puntos de muestreo distribuidos en las Áreas de Potencial Afectación (APA) del Campamento base logístico, Locación Osheki, Línea de Flujo y Punto de apoyo logístico, en donde se registraron concentraciones de arsénico, bario, cadmio, plomo y mercurio que no superaron el ECA para suelo de uso agrícola. Para las fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3, en donde sólo se analizaron 18 puntos de muestreo distribuidos entre las APA antes mencionadas, no se registraron concentraciones de las fracciones que superaron la normativa.

Cabe resaltar que para la fracción F1 todos los puntos evaluados registraron concentraciones por debajo del límite de cuantificación (< 0,053 mg/kg), mientras que para las fracciones F2 y F3 se registraron las mayores concentraciones en los puntos de muestreo NF-PAL-SUE-09 (15,1 mg/kg de F2) y NF-LD-SUE-02 (121,9 mg/kg de F3), ubicados en la APA del punto de apoyo logístico y Línea de Flujo, respectivamente.

Comunidades hidrobiológicas

Perifiton: en abril (temporada húmeda) y agosto (temporada seca) del 2019 se registraron 175 especies de perifiton vegetal, distribuidos en ocho phyla, con la siguiente distribución:

13 Ecological Screening Levels

14 Interim Sediment Quality Guideline (ISQG). Canadian Environmental Quality Guidelines. Sediment Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life (CEQG-SQG, 2002). Canadá.

Tabla 3*Especies de perifiton identificados en la EAT.*

Nombre científico	N° especies	% de especies
<i>Phylum Bacillariophyta</i>	119	68
<i>Cyanobacteria</i>	26	15
<i>Chlorophyta</i>	14	8
<i>Charophyta</i>	14	8
<i>Cryptophyta</i>	14	8
<i>Euglenozoa</i>	14	8
<i>Ochrophyta</i>	14	8
<i>Rhodophyta</i>	26	15

Macrobenetos: de los 23 puntos de muestreo evaluados en temporada húmeda (abril) y seca (agosto) del 2019 se registraron 106 morfoespecies de macrobenetos, distribuidos en cuatro phyla, siete clases, 18 órdenes, 45 familias y 70 géneros. Dentro de los 18 órdenes se registraron los siguientes:

Tabla 4*Especies de macrobenetos identificados en la EAT.*

Nombre científico	Porcentaje de representación
<i>Diptera</i>	25
<i>Coleoptera</i>	19
<i>Trichoptera</i>	14
<i>Ephemeroptera</i>	14
<i>Otras ordenes</i>	29

Índice biótico BMWP/Col: la calidad registrada en los puntos de muestreo evaluados varió desde crítica hasta buena. En cuatro puntos de muestreo (HID-QAgBL4, HID-QKiri1, HID-QKiri2 y HID-QSant1) se registró una calidad buena, con valores de 114, 127, 102 y 109; mientras que en los puntos de muestreo HID-QCajo1 y HID-RPich2 se determinó una calidad crítica, con valores de 31 y 48, respectivamente.

Índice de Integridad Biótica (IBI, por sus siglas en inglés): los resultados de la integridad biótica en el proyecto Lote 107 arrojaron puntuaciones que variaron entre regular a bueno en ambas temporadas de evaluación.

Los resultados de los análisis de tejido muscular de los peces colectados fueron comparados con el Manual de Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación (Sanipes, 2016), los cuales referencian a los metales totales de interés para alimentos en la salud humana como cadmio, arsénico, mercurio y plomo. No se reportaron

valores de concentración de dichos metales por encima de lo establecido por dicha norma. Del mismo modo, las concentraciones de TPH (hidrocarburos totales de petróleo) analizados en todas las muestras de tejido muscular de peces presentaron concentraciones muy por debajo de los límites de cuantificación del ensayo que realiza el laboratorio.

Flora silvestre

La evaluación de flora se llevó a cabo en tres zonas: la Zona 1 corresponde a un bosque húmedo de ladera de montaña fuertemente empinada y de estructura primaria conservada, ubicado dentro del bosque de protección San Matías - San Carlos (BPSMSC); la Zona 2 se constituye de un bosque húmedo de lomadas ubicado al noreste del BPSMSC, esta zona corresponde a fragmento de bosque primario muy bien conservado, bordeado de algunos pastizales y zonas de cultivo; y la Zona 3 está conformada por fragmentos de bosque primario húmedo de colinas bajas moderadamente disectadas, ubicada al noreste del BPSMSC, constituida también por zonas de cultivos y pastizales de gran extensión que lo bordean.

La composición y estructura de la vegetación de la zona de estudio muestra que de 1,184 individuos, la riqueza está repartida en 436 especies, 209 géneros y 62 familias. La Locación Osheki (Zona 1) fue la que aportó mayor número de individuos y especies, seguida de la Zona 2 y Zona 3. Asimismo, las familias con mayor cantidad de individuos fueron Fabaceae (150 individuos), Sapotaceae (74), Myristicaceae (67), Euphorbiaceae (91), Annonaceae (58), Arecaceae (58), Malvaceae (54), Moraceae (52), Lauraceae (50) entre otras.

Respecto a las especies ecológicamente más importantes en las zonas evaluadas, en su mayoría corresponden a especies típicas de bosques prístinos. Sin embargo, la Zona 2 y Zona 3 también registran buen porcentaje de especies propias de bosques secundarios. Por otro lado, en relación a la estimación de biomasa y captura de carbono, la Zona 1 es el área que mejores servicios ecosistémicos estaría brindando, principalmente por ser bosque primario a diferencia de las Zonas 2 y 3, según Gentry (1988) y Phillips y Miller (2002).

De acuerdo a las 436 especies registradas, dos especies fueron endémicas, seis especies categorizadas por el D.S. N.º 043-2006-AG, dos especies en Cites y 16 especies en IUCN, de los cuales las especies *Ceiba pentandra* y *Clarisia biflora* están categorizadas como Preocupación menor por la IUCN y coinciden con el D.S. N.º 043-2006-AG, que la categoriza como Casi amenazado. Asimismo, es importante mencionar que 130 especies están en la lista de la IUCN con la categoría Preocupación menor.

Fauna silvestre

La evaluación de fauna silvestre se realizó en las tres zonas señaladas en la evaluación de flora; separándose los estudios en aves, anfibios, reptiles y mamíferos.

Aves

Se registró un total de 174 especies, pertenecientes a 42 familias y 19 órdenes taxonómicos. El orden con mayor número de especies fue los Passeriformes, con 111 especies que representaron el 63,79%; seguido del orden Piciformes, con 10 especies que representaron el 5,75%; seguido por el orden Apodiformes, con ocho especies que representaron el 4,60%.

La familia de mayor representatividad fue *Thamnophilidae* (batarás, hormigueros), con 27 especies registradas que representaron el 15,52%; seguido de la familia *Thraupidae* (tangaras), con 22 especies registradas que representaron el 12,64%. En tercer lugar, está la familia *Tyrannidae* (mosqueros), con 19 especies que representaron el 10,92%; seguido de la familia *Furnariidae* (canasteros, trepatroncos), con 11 especies que representaron el 6,32%.

Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (Cites), se registró una especie incluida en el Apéndice I, la cual contempla a las especies de animales y plantas con mayor peligro de extinción o se encuentran amenazadas de extinción. La especie registrada fue el guacamayo de cabeza azul (*Primolius couloni*). Además, se logró registrar 22 especies incluidas en el Apéndice II, el cual contempla a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio y una especie en el Apéndice III.

Anfibios y reptiles

Se registraron 24 especies de anfibios distribuidos en dos órdenes, seis familias y 12 géneros; asimismo, 18 especies de reptiles distribuidos en dos órdenes, 10 familias y 17 géneros. Cabe señalar que, de las 42 especies de anfibios y reptiles registrados, 37 lo fueron mediante observaciones directas, cuatro por registros oportunos y una especie mediante registro auditivo.

Las familias de anfibios con mayor abundancia fueron *Dendrobatidae* y *Bufo*, con 89 y 60 registros respectivamente. Las especies sapo común de Sudamérica (*Rhinella* gr. *Margaritifera*) y el sapito venenoso del Perú (*Ameerega petersi*) fueron los anfibios más numerosos en la totalidad del área de evaluación, con una abundancia relativa del 26,9% y 26,0% respectivamente de las 24 especies registradas. Cabe señalar que las abundancias presentadas no incluyen los registros oportunos, ya que estas observaciones sólo se incluyeron en las evaluaciones cualitativas. Respecto a los reptiles, las familias *Gymnophthalmidae* y *Dipsosadidae* predominaron respecto al resto, con una abundancia de 11 y siete individuos; siendo las lagartijas *Potamites ecleopus* y *Kentropyx pelviceps* las especies que presentaron una mayor abundancia relativa, con 27,3% y 12,1% respectivamente de las 15 especies registradas.

Las especies sapito venenoso del Perú (*Ameerega petersi*), sapito dardo trillistado (*Ameerega trivittata*), sapito venenoso del Sira (*Ranitomeya sirensis*), sapito venenoso de líneas amarillas (*Ranitomeya variabilis*) y caimán de frente lisa (*Paleosuchus trigonatus*) se encuentran en el Apéndice II de la Convención sobre el

Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites). Por otro lado, el caimán de frente lisa (*Paleosuchus trigonatus*) es la única especie que se encontró bajo la categoría de Casi Amenazado del Estado peruano (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI). Por otro lado, la especie sapito venenoso del Sira (*Ranitomeya sirensis*) fue la única especie endémica del Perú registrada durante la EAT.

Mamíferos

Se registraron 15 especies de mamíferos silvestres distribuidos en ocho órdenes y 14 familias, siendo el orden *Carnívora* y *Rodentia* los de mayor predominio, con tres especies para cada uno. Para esta evaluación se emplearon dos metodologías, los recorridos por transectos y el registro mediante cámaras trampa, obteniendo 10 registros por el primer método y 12 especies por el segundo, haciendo un total de 15 especies registradas. Las especies que no se registraron mediante los recorridos fueron obtenidas mediante cámaras trampa (cinco especies). Entre estas tenemos al zorro (*Didelphis marsupialis*), al sachacuy (*Proechimys sp*), a la carachupa (*Dasyopus novemcinctus*), al oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*) y al mayuato (*Procyon cancrivorus*). Los registros obtenidos mediante los recorridos arrojaron cinco tipos de evidencias, haciendo un total de 33 registros, entre observaciones directas (O), huellas (H), olores (Ol), excavaciones (Ex) y heces (He), siendo las huellas las evidencias de mayor frecuencia, con 26 registros, seguidas de las observaciones directas, con cuatro registros.

La composición de especies registradas en la Zona 1 obtuvo el mayor número de registros independientes, donde el sajino (*Pecari tajacu*) fue registrada en 23 ocasiones, mientras que el venado colorado (*Mazama americana*) y el añuje (*Dasyprocta variegata*) presentaron nueve y ocho registros cada uno, seguidos del majaz (*Cuniculus paca*) y la carachupa, con seis registros respectivamente, sin dejar de mencionar lo obtenido en la Zona 3, con cinco registros independientes para el majaz.

Los mayores registros por transectos se obtuvieron en la Zona 1, con nueve especies registradas por medio de la combinación de observaciones directas (O), huellas (Hu), heces (He) y excavaciones (Ex), siendo el majaz (*Cuniculus paca*) la especie más frecuente, con siete evidencias de huellas en los transectos Ma2-107, Ma3-107 y Collpa-107 con dos, tres y dos registros respectivamente, sin dejar de mencionar los registros importantes por observación directa de pichico (*Saguinus fuscicollis*), sajino (*Pecari tajacu*) y el venado colorado (*Mazama americana*). En tanto, en la Zona 2 se registraron dos especies por observación directa del mono blanco (*Cebus yuracus*) y por huella al sajino (*Pecari tajacu*) en dos ocasiones. En cambio, en la Zona 3 se registraron tres especies, siendo la sachavaca (*Tapirus terrestris*) una de las más importantes entre los registros en una ocasión.

Del total de especies registradas, solo cinco fueron especies de mamíferos silvestres que se encontraron en alguna categoría de conservación nacional e internacional, entre las que destacan, según la IUCN, la sachavaca (*Tapirus terrestris*), categorizada como Vulnerable; dos especies, el otorongo (*Panthera onca*) y la nutria (*Lontra longicaudis*) categorizadas como Casi amenazadas, además de la especie venado

colorado (*Mazama americana*), con Datos insuficientes. El resto de las especies registradas se encontraron categorizadas como especies de Bajo riesgo o de Menor preocupación.

Conclusiones

Agua

Los 23 puntos de muestreo de las quebradas y río Pichis evaluados no registraron concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), aceites y grasas y metales que excedieron los ECA para agua Categoría 4 para la conservación de ríos de selva (E2) del 2008, 2015 y 2017, a excepción del plomo, que excedió el valor del ECA en la temporada húmeda (abril 2019).

Los cambios temporales en la calidad del agua en las quebradas y ríos también se debieron a la morfología de la cuenca y sus efectos de remoción y de sedimentos, con tendencia a una mayor formación de bancos de arena desde la quebrada Kirishari hasta la afluencia de la quebrada Lorenzo al río Pichis.

Sedimentos

Los 20 puntos de muestreo evaluados registraron HTP menores al valor Ecological Screening Levels (ESL) de la guía Atlantic RBCA de Canadá y al valor óptimo de la Guía de los Países Bajos.

Los metales arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, zinc y mercurio registraron concentraciones menores con respecto a los valores ISQG de la guía referencial de Canadá (CEQG-SQG, 2002), siendo las concentraciones de arsénico, cadmio y mercurio menores a los límites de detección analítica.

Suelo

En el suelo las tres fracciones de hidrocarburos totales de petróleo (F1, F2, F3) analizadas presentaron concentraciones menores a los ECA para suelo de uso agrícola del año 2013 y 2017.

En la locación Osheki, línea de flujo Osheki, punto de apoyo logístico y el campamento de base logístico Kimpirari, los valores de nivel de fondo de los elementos metálicos de arsénico, bario, cadmio, mercurio y plomo, no superaron las concentraciones establecidas en el ECA para suelo del 2017.

Hidrobiología

Para los macrobentos, se registraron 106 *morfoespecies*, de las cuales tres morfoespecies fueron particulares: *Byrsopteryx sp.*, *Disersus sp.* y *Stictocladus sp.*, y seis morfoespecies comunes; la densidad relativa fue de 3336 organismos/0,27 m². El índice de Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia (BMWP/Col) indicó que los ambientes acuáticos evaluados se encontraban en un estado de conservación entre bueno y crítico; es decir, las condiciones ambientales

en el momento del monitoreo permitieron el desarrollo de organismos acuáticos adaptados a esas características del hábitat.

Según el Manual de Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación (Sanipes, 2016), los peces colectados no reportaron valores de concentración de metales cadmio, arsénico, mercurio y plomo por encima de lo establecido. Así mismo, las muestras de tejido muscular de peces de los puntos de muestreo registraron valores de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) menores a los límites máximos permisibles establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS).

Flora silvestre

La composición y estructura de la vegetación de la zona de estudio mostró que, de 1,184 individuos, la riqueza estaba repartida en 436 especies, 209 géneros y 62 familias. La Locación Osheki fue la que aportó mayor número de individuos y especies, seguida de las Zona 2 y la Zona 3. Asimismo, las especies ecológicamente más importantes en toda la zona correspondieron a especies típicas de bosques primarios. Sin embargo, la Zona 2 y la Zona 3 también registraron especies propias de bosques secundarios. En relación a la estimación de biomasa y captura de carbono, la Zona 1 fue el área que mejores servicios ecosistémicos estaría brindando, principalmente por ser bosque primario.

De acuerdo a las 436 especies registradas, dos especies fueron endémicas, seis especies estaban categorizadas por el D.S. N° 043-2006-AG, dos especies en Cites y 16 especies en IUCN. Asimismo, 130 especies estaban en la lista de la IUCN con la categoría Preocupación menor. También se tuvo el registro de dos especies que estarían ampliando su distribución geográfica, ahora formando parte de la flora peruana: *Brosimum aff. gaudichaudii* (Moraceae), especie de árbol registrado únicamente para Brasil, Bolivia y Paraguay; y la especie *Daphnopsis aff. equatorialis* (Thymeleaceae), considerado endémico para Ecuador en el Libro Rojo de plantas endémicas para el Ecuador.

De acuerdo con las especies ecológicamente más importantes en la Zona 1 y los transectos en los fragmentos de bosque primario de la Zona 2 y Zona 3, estas correspondieron a especies típicas de bosques primarios. Asimismo, las parcelas en bosque secundario de la Zona 2 y la Zona 3 presentaron especies propias de bosques secundarios. En ese sentido, cada formación vegetal contenía especies únicas en su composición, ya que fueron las especies que mejor se establecieron en cada zona.

Fauna silvestre

Aves

Durante la evaluación se registraron 38 especies de interés para la conservación, de las cuales siete fueron especies endémicas de algún bioma, una especie correspondía al bioma Amazonía Norte y Tepuis (ANT) y seis especies

correspondían al bioma Amazonia Sur (AMS). Además se reportaron dos especies migratorias australes.

Se registraron siete especies dentro de alguna categoría de conservación de la UICN, tres categorizadas como Casi amenazadas y cuatro como Vulnerables; mientras que una se reportó como especie categorizada como Vulnerable de acuerdo a la legislación peruana¹⁵.

Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (Cites), se registraron 24 especies, de las cuales una se ubicó dentro del Apéndice I, 22 especies en el Apéndice II y una especie en el Apéndice III.

Anfibios y reptiles

La locación Osheki (Zona 1) presentó mayores valores de riqueza y abundancia de anfibios y reptiles (29 especies) gracias a su estado de conservación casi inalterado, teniendo al anfibio sapito venenoso del Perú como la especie más abundante.

Las Zonas 2 y 3 correspondieron a parches de bosque primario rodeado de áreas de cultivo y vegetación secundaria, que influyeron en la riqueza y abundancia obtenida. No obstante, se registraron especies propias de estos ecosistemas: sapito venenoso del Sira (*Ranitomeya sirensis*), sapito venenoso de líneas amarillas (*Ranitomeya variabilis*) y salamandra peruana (*Bolitoglossa peruviana*).

Según la Cites, se registraron 4 especies de anfibios y un reptil que se encontraron en el Apéndice II. El caimán de frente lisa (*Paleosuchus trigonatus*) fue la única especie que se encontró bajo la categoría de Casi Amenazado del Estado peruano (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI). Por otro lado, el sapito venenoso del Sira fue la única especie endémica del Perú registrada durante las evaluaciones.

Mamíferos

En el área de estudio se registraron 15 especies de mamíferos silvestres, siendo los órdenes Rodentia y Carnivora los predominantes, con tres especies cada uno. Las evidencias mediante huellas fueron los más frecuentes, con 26 registros, y se identificaron seis especies mediante el método de recorrido por transectos.

Las especies potencialmente presentes en el área de estudio fueron el pichico, el sajino y el venado colorado. Las especies sajino, majaz, añuje y venado colorado fueron las más frecuentes en la evaluación por cámaras trampa, con 23 registros para la primera especie y 11 registros independientes para la segunda y tercera, culminando con nueve registros para la última especie. El mayor número de registros independientes se dio en la Zona 1, y el menor registro apenas con tres en la Zona 2.

15 De acuerdo a la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, aprobada por Decreto Supremo N° 004-2014, aprobado el 8 de abril del 2014.

No existió una diferencia significativa de la diversidad de especies entre la Zona 1 y la Zona 3 de estudio, por ello se podría asumir que la distribución de mamíferos entre estos ambientes fue equitativa. En la Zona 2 la diversidad fue menor con respecto a las otras zonas, debido a su ubicación aledaña a la zona de carretera y poblaciones locales y la estructura de la vegetación. Se registraron cinco especies categorizadas en listas de conservación nacional e internacional, las cuales fueron de naturaleza susceptible y de amplia distribución.

Bibliografía

Angulo, A., Rueda-Almohacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V. y La Marca, E. (2006). *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservation Internacional*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Lima, Perú.

Burnham, K. P.; Anderson, D. R. and J. L. Laake. (1980). *Estimation of density from line transects sampling of biological population*. Wildlife Monographs, 71: 1 – 203.

Chávez, C., A. De la Torre, A. Bárcenas, R. Medellín, H. Zarza, y G. Ceballos. (2013). *Manual de fototrampeo para estudios de fauna silvestre*. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

Convención Internacional para el Comercio de especies de Fauna y Flora en Peligro. (2017). *Apéndices I, II y III*. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/>.

Crump, M. L., y Scott, N. J. (2001). *Relevamientos por Encuentros Visuales*. En W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster (eds.), *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica*. Smithsonian Institution Press & Editorial Universitaria de la Patagonia. 80–87pp.

Eisenberg, J. F. y Redford, K. H. (1999). *Mammals of the neotropics*. The University of Chicaco Press, USA. Vol 3. Ecuador, Perú, Bolivia, Brazil. 609 pp

Gentry A. H. (1988). *Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients*. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 1-34.

Ministerio de Vivienda, Planificación Espacial y Medio Ambiente. (2000). *The New Dutchlist*.- Actual Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente (IenM), <https://www.government.nl/ministries/ministry-of-infrastructure-and-water-management>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de Evaluación de Fauna Silvestre*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Minam. Lima, Perú.

- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Resolución Ministerial N.º 059-2015-MINAM. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, MINAM. 21-31pp.
- Organismo Nacional de Sanidad Pesquera. (2016). *Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación*. Sanipes. Lima, Perú.
- Ortega, H., Rengifo, B., Samanez, I., & Palma, C. (2007). *Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú*. Revista peruana de biología, 13(3), 185-194
- Peres, C. (1999). *General guidelines for standarizing line transect surveys of tropical primates*. Neotropical Primates 7, 11-16.
- Phillips, O., y Miller, J. S. (2002). Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set (Vol. 89). Missouri Botanical Press.
- Phillips, O.L., Baker, T.R, Feldpausch, T.R., Brienen, R. (2009). *RAINFOR Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas*. Edición 2016. <http://www.rainfor.org/es/manuales>.
- Plenge, M. A. (2019). *Lista de las Aves de Perú*. <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- Programa Nacional de Monitoreo y Evaluación Ambiental. (2010). *Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las Sustancias prioritarias para las matrices prioritarias*. México. Sección 3. 4. 5.
- Rainfor, Phillips, O.L., et al. (2009). *Manual de establecimiento y remediciones de parcelas permanentes*. Bolivia.
- Ralph, C, Geupel, G, Pyle, T, Martin, T, De Sante, D, & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres* Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albano, CA: Pacífic Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia*. Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición. Medellín, Colombia. 170 pp.
- Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F., Lane, D.F.; O'Neill, J. P.& Parker III, T. A. (2010). *Aves de Perú*. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente. Perú.

Base de datos

- Portal de Datos Abiertos del OEFA:
<http://datosabiertos.oefa.gob.pe/dashboards/20539/evaluacionesambientales-tempranas-eat/>
- Repositorio Institucional del OEFA
<https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/133>

Evaluación Ambiental Temprana en el área de influencia del proyecto Lote 131.

Distrito de Alexander Von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali; y distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, Perú (2017)

Resumen

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el marco del principio preventivo de la función de evaluación, realizó una Evaluación Ambiental Temprana (EAT) con participación ciudadana en el ámbito de influencia del proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del Lote 131, a fin de evaluar la calidad ambiental en 51 puntos de muestreo de agua superficial, 49 de sedimentos, 28 de comunidades hidrobiológicas, 86 de suelos, 15 parcelas de flora, cinco transectos, 25 cámaras trampa de mamíferos y 102 puntos de conteo de aves. Todo este proceso contó con la participación de distintos/as agentes, entre ellos representantes de la empresa Cepsa, autoridades municipales, juntas vecinales, la ciudadanía de los caseríos Ascensión de Aguaytillo, Primavera y Los Ángeles, y del centro poblado Macuya.

Los resultados obtenidos entre marzo y junio del 2017 indicaron que sólo en cuatro puntos de muestreo de agua superficial se presentaron concentraciones que incumplieron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) respecto a parámetros muy específicos. Además, se tuvo que las concentraciones de todos los parámetros evaluados en suelo cumplieron con el ECA correspondiente, mientras que para sedimentos los resultados se compararon con la norma de referencia canadiense, lo que permitió correlacionar los resultados obtenidos. Asimismo, se realizó la caracterización de las comunidades hidrobiológicas, la flora y la fauna en el área evaluada.

Palabras clave: hidrocarburos, Evaluación Ambiental Temprana, hidrobiología, flora y fauna, calidad de suelo.

Abstract

The Environmental Assessment and Enforcement Agency (OEFA, for its acronym in Spanish) within the framework of the preventive principle of the evaluative function, carried out an Early Environmental Assessment (EAT, for its acronym in Spanish) in the sphere of influence of the development project and production facilities Lote 131, in order to evaluate the environmental quality at 51 sampling of surface water, 49 of sediments, 28 of hydrobiological communities, 86 of soils, 15 flora plots, five transects, 25 mammalian chamber traps and 102 bird count points. This whole process had the participation of different agents, including representatives of the Cepsa company, municipal authorities, neighborhood councils, citizens of Ascensión de Aguaytillo, Primavera and Los Ángeles villages and the Macuya populated center.

The results obtained between march and june 2017 indicated that only four surface water sampling points present concentrations that did not comply with the Environmental Quality Standards (ECA, for its acronym in Spanish) with respect to very specific parameters. Furthermore, the concentrations of all the parameters evaluated in the soil had to comply with the corresponding ECA, while for sediments, it was compared with the Canadian reference standard, which ended up correlating the results obtained. Likewise, the characterization of the hydrobiological communities, flora and fauna in the area was carried out.

Keywords: hydrocarbons, Early Environmental Assessment, hydrobiology, flora, fauna.

Equipo a cargo del estudio

Profesión	Equipo técnico
Biología	García Aragón, Francisco; Valcárcel Rojas, Darwin; Chama Moscoso, Víctor; Cáceres Muña, Alex; Escobedo Torres Mario; Luna Campos, Kilmenea; Crespo More, Segundo
Ingeniería Ambiental	Del Solar Palomino, Pabel; Fernández Najarro, Jorge
Ingeniería Geográfica	Araníbar Tapia, Sonia
Química	Espíritu Limay, César

Objetivo

Evaluar la calidad de los componentes ambientales en el ámbito de influencia del proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del Lote 131, a fin de orientar el ejercicio de la fiscalización ambiental para la prevención de impactos ambientales negativos.

Antecedentes

En el año 2007, el Estado peruano aprobó el contrato de licencia de exploración y explotación de hidrocarburos en el Lote 131 entre Perupetro y Pan Andean Resources, PLC Sucursal del Perú¹. En el año 2008, el Estado peruano aprobó la cesión de posición contractual de Pan Andean Resources, PLC Sucursal del Perú en favor de Cepsa Peruana SAC (en adelante Cepsa)². Posteriormente, Cepsa obtuvo en el año 2010 la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIAsd)³ del proyecto de prospección sísmica 2D del Lote 131. En los años siguientes, logró la aprobación de pozos exploratorios y confirmatorios en el Lote 131, a través de Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) similares⁴.

Para el 2017, una vez transferidas las competencias de certificación ambiental del Ministerio de Energía y Minas (Minem) al Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (Senace), Cepsa obtuvo la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIAd)⁵ para el desarrollo de instalaciones de producción en el Lote 131 (en adelante Proyecto Lote 131), con la que iniciaría su etapa productiva.

La EAT se ejecutó sobre los componentes ambientales que serían potencialmente afectados por las actividades del Proyecto Lote 131 antes de su ejecución, de acuerdo con lo consignado por Cepsa en el EIAd.

1 Mediante Decreto Supremo N° 075-2007-EM, suscrito el 21 de noviembre de 2007.

2 A través del Decreto Supremo N° 042-2008-EM, del 14 de agosto de 2008.

3 Mediante Resolución Directoral N° 232-2010-MEM/AAE del Ministerio de Energía y Minas, el 24 de junio de 2010.

4 Mediante las Resoluciones Directorales N° 060-2013-MEM/AAE y N° 503-2015-MEM/DGAAE del Ministerio de Energía y Minas.

5 A través de la Resolución Directoral N° 108-2017-SENACE/DCA, del 2 de mayo de 2017.

Aspectos sociales

La EAT realizada en el área de influencia de las actividades de Cepsa en el Lote 131 contempló la participación de la ciudadanía, considerando lo establecido en el Reglamento de participación ciudadana aprobado por el OEFA⁶. Las seis etapas ejecutadas para la EAT⁷ se desarrollaron entre abril a junio del 2017, e involucraron la participación de distintos agentes, como Cepsa, autoridades municipales, juntas vecinales, la ciudadanía de los caseríos Ascensión de Aguaytillo, Primavera y Los Ángeles y del centro poblado Macuya, que participaron y acompañaron las distintas etapas de la EAT.

Tabla 1

Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el área de influencia del Proyecto Lote 131.

Etapa	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapa 1 Coordinación previa con los/as agentes involucrados/as	Del 28 de abril al 1 de mayo del 2017	-	-	-
Etapa 2 Convocatoria				
Etapa 3 Inscripción en los programas de inducción				
Etapa 4 Realización de la inducción	Del 28 de abril al 1 de mayo del 2017	151	111	262
Etapa 5 Talleres para la presentación de la propuesta del plan				
Etapa 6 Ejecución del monitoreo	Del 13 de marzo al 3 de abril del 2017 (Fauna)	21	0	21
	Del 26 de mayo al 13 de junio del 2017 (agua, sedimento, suelo e hidrobiología)			

6 Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD y su modificatoria mediante Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD.

7 Etapa 1: Coordinación previa con los/as agentes involucrados/as; Etapa 2: Convocatoria; Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción; Etapa 4: Realización de la inducción; Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del plan; Etapa 6: Ejecución del monitoreo y etapa 7: Taller de presentación de resultados.

Área de estudio

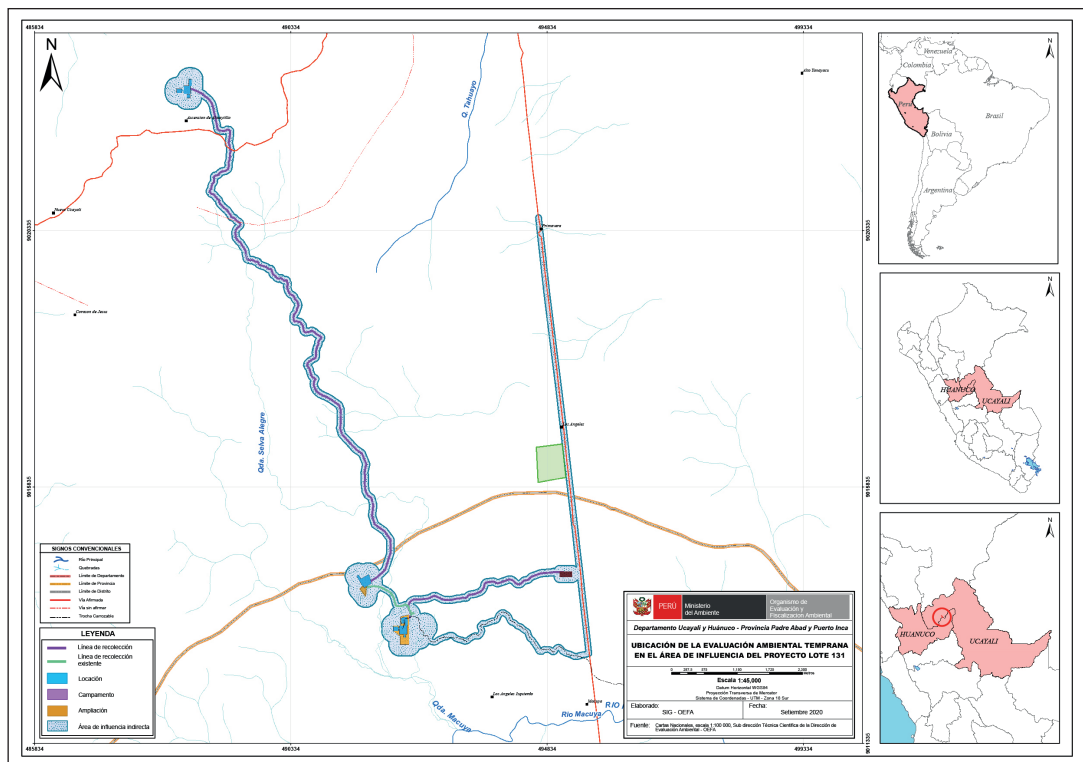
La EAT comprendió el ámbito de influencia ambiental aprobado para las actividades de Cepsa en el Lote 131⁸, así como áreas adyacentes que fueron de interés técnico del OEFA y de interés social para la población participante.

Geopolíticamente, comprendió el distrito de Alexander Von Humboldt, provincia de Padre Abad, en el departamento de Ucayali, y el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, en el departamento de Huánuco. Hidrográficamente, comprendió las subcuencas de los ríos Pachitea (río Macuya) y Aguaytía (ríos San Alejandro y Neshuya), que son tributarios del río Ucayali, en la vertiente oriental del Perú, en la cuenca del Amazonas, con cuerpos de agua de cauce sinuoso, esto último debido a las bajas pendientes que son características de la selva baja peruana.

Es necesario precisar que el área de influencia ambiental de Cepsa en el Lote 131 no comprende áreas naturales que sean parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sinanpe).

Figura 1

Área de estudio de la EAT en el ámbito de influencia del proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del Lote 131.



8 Mediante Resolución Directoral N° 108-2017-SENACE/DCA, aprueba el Estudio de Impacto Ambiental Detallado del Proyecto "Desarrollo e instalaciones de Producción del Lote 131", aprobado el 2 de mayo del 2017.

Período de estudio

La etapa de planificación de las actividades de la EAT se realizó entre enero y febrero del 2017, realizándose para ello un viaje de reconocimiento del 13 al 29 de febrero, con el objetivo de establecer un primer contacto con las poblaciones y autoridades de la zona a evaluar y recoger sus percepciones.

La ejecución en campo de la evaluación de flora, fauna (mamíferos y aves) se llevó a cabo del 13 de marzo al 3 de abril del 2017, y la ejecución en campo de la evaluación del agua superficial y sedimentos, comunidades hidrobiológicas y suelo se llevó a cabo del 26 de mayo al 13 de junio del 2017.

Posterior a la ejecución en campo, se realizó una etapa de gabinete para la elaboración del respectivo informe técnico de la EAT, siendo este último emitido el 21 de diciembre del 2017⁹.

Metodología

La evaluación de agua superficial se realizó a través del muestreo de 15 puntos distribuidos en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios; 13 puntos distribuidos en la quebrada Selva Alegre; 10 puntos distribuidos en la quebrada Los Ángeles y sus tributarios y en la quebrada Cashibillo; siete puntos distribuidos en el río Macuya y sus tributarios; y seis puntos distribuidos en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera, los cuales suman un total de 51 puntos de muestreo (ello sin contar las siete muestras adicionales que sirvieron para el control de calidad de los resultados), en los que se consideraron los lineamientos del Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA)¹⁰.

La evaluación de los sedimentos se realizó a través del muestreo de 14 puntos distribuidos en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios; 13 puntos distribuidos en la quebrada Selva Alegre; 10 puntos distribuidos en la quebrada Los Ángeles y sus tributarios y en la quebrada Cashibillo; seis puntos distribuidos en el río Macuya y sus tributarios; y seis puntos distribuidos en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera, los cuales suman un total de 49 puntos de muestreo, cuya ubicación coincidió con la de los puntos de muestreo de agua superficial. Para ello, al no haber un protocolo nacional, se empleó referencialmente el manual técnico Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia para la Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos¹¹.

La evaluación de comunidades hidrobiológicas se realizó a través del muestreo de cinco puntos distribuidos en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios, siete puntos

9 Mediante Informe N° 087-2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA.

10 Aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el 11 de enero del 2016.

11 Methods for Collection Storage and Manipulation of Sediments for chemical and Toxicological Analyses; Technical Manual. Office of Science and Technology Office of Water. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-823-B-01-002. Washington, DC 20460. October 2001.

distribuidos en la quebrada Selva Alegre, siete puntos distribuidos en la quebrada Los Ángeles y sus tributarios y en la quebrada Cashibillo, cinco puntos distribuidos en el río Macuya y sus tributarios, y cuatro puntos distribuidos en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera, los cuales suman un total de 28 puntos de muestreo, cuya ubicación coincidió con la de los puntos de muestreo de agua superficial. Para el referido muestreo se empleó lo establecido en el manual de Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú¹². Para el análisis de los resultados, se establecieron los valores de composición, riqueza, abundancia, diversidad alfa, diversidad beta e índice biótico, Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia (BMWP/Col)¹³.

La evaluación de suelo se realizó de acuerdo a los lineamientos de la Guía para muestreo de suelos establecida por el Ministerio del Ambiente¹⁴. En ese sentido, se consideró el muestreo compuesto (de 30 cm de profundidad) de 34 puntos en los terrenos superficiales del caserío Ascensión de Aguaytillo, 22 puntos en el caserío Los Ángeles, 22 puntos en el centro poblado Macuya y ocho puntos en el caserío Primavera, los cuales suman un total de 86 puntos de muestreo.

Para la evaluación de flora se establecieron 15 parcelas de muestreo de flora silvestre de 20 x 100 m (subdivididas en cinco subparcelas de 20 x 20 m), ubicándose siete de ellas en torno al caserío Ascensión de Aguaytillo y ocho en torno al centro poblado Macuya. En las referidas parcelas se realizó la evaluación de especies arbóreas de acuerdo con el Manual de campo para el establecimiento y remediación de parcelas de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (Phillips, Baker, Feldpausch y Brienen, 2009) y el material botánico colectado fue trasladado al Herbario Vargas Cuz¹⁵, para su procesamiento y registro oficial. Para el análisis de los resultados, se establecieron los valores de composición y diversidad arbórea (Fisher, Corbet y Williams, 1943), índices de valor de importancia (Mostacedo y Fredericksen, 2000), biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas (IPCC, 2007) y análisis multivariado (Cuadras, 2014), realizándose asimismo la determinación de especies en categorías de protección¹⁶. Además, las especies identificadas fueron contrastadas con la Lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) del 2017 y la Lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres de fauna y flora (Cites) del 2017.

Para la evaluación de fauna referida a mamíferos, se establecieron cinco transectos lineales de reconocimiento (recorridos a una velocidad promedio de 1 km/h entre las 8:30 y 15:00 horas, de sólo ida), dos de ellos en el caserío Ascensión de Aguaytillo y tres en torno al centro poblado Macuya. Asimismo, se instalaron un total de 25 cámaras trampa (durante 30 días, a 50 cm de la superficie y en alturas mayores

12 Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2014). <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/M%C3%A9todos-de-Colecta-identificaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-comunidades-biol%C3%B3gicas.compressed.pdf>

13 Roldán, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 170p.

14 Aprobado mediante Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM, el 31 de marzo del 2014.

15 Herbario Vargas Cuz, forma parte de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. <http://www.unsaac.edu.pe/index.php/universidad/institucional/noticias/item/1013-herbario-vargas-cuz-en-el-registro-de-la-institucion-cientifica-nacional-depositaria-de-material-biologico>

16 Según lo establecido mediante D.S. N° 043-2006-AG.

a 15 m) en puntos estratégicos distribuidos en el área de interés, 17 de ellas en el caserío Ascensión de Aguaytillo y ocho en torno al centro poblado Macuya. Para el análisis de los resultados, se establecieron los índices de diversidad, índices de ocurrencia e índices de abundancia, así como la recolección de datos fotográficos y la identificación de Áreas Biológicamente Sensibles (ABS). Asimismo, las especies identificadas fueron contrastadas con la lista de la Cites del 2017.

Para la evaluación de fauna relacionada con aves, se establecieron 102 puntos de conteo y de instalación de trampas de captura, 55 de ellos en el caserío Ascensión de Aguaytillo y 47 en torno al centro poblado Macuya. Los métodos de evaluación empleados fueron puntos de conteo (Minam, 2015); playback con grabación de cantos (Parker, 1991); técnicas de fotografía; y redes de niebla (Ralph, Geupel, Pyle, Martin, DeSante y Milá, 1996). Para el análisis de los resultados, se establecieron los índices de diversidad, riqueza específica y abundancia, estimación de riqueza esperada, curva de acumulación de especies, estimador de Chao 1, Shannon-Wiener, diversidad de Simpson, Similitud, Jaccard y Morisita (Moreno, 2001), así como la determinación de especies endémicas, amenazadas y migratorias. Asimismo, las especies identificadas fueron contrastadas con la Lista de la Cites del 2017.

Parámetros de comparación

Los parámetros evaluados en los componentes ambientales en torno a las actividades de Cepsa en el Lote 131, así como la correspondiente norma de comparación, se presentan a continuación. Vale precisar que hay componentes que no cuentan con norma de comparación porque son considerados con fines de caracterización y correlación.

Tabla 2

Parámetros de comparación y ECA aplicables.

Nombre científico	ECA o norma de referencia
Evaluación de agua superficial	
Parámetros de campo (pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto)	Subcategoría E2 (Ríos de selva) de la Categoría 4 de los ECA para agua establecidos por el Ministerio del Ambiente ¹⁷
Hidrocarburos totales de petróleo	
Aceites y grasas	
Coliformes termotolerantes	
Metales totales (incluido Hg)	
Metales disueltos (incluido Hg)	
Cloruros	Valores guía para la protección de la vida acuática para aguas continentales – CEQG-WGQ ¹⁸ (referencial)

17 Aprobado por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, del 7 de junio del 2017.

18 Canadian Environmental Quality Guidelines - Water Quality Guidelines for Freshwater

Evaluación de sedimento	
Hidrocarburos totales de petróleo (C5-C10, C10-C28 y C28-C40)	Valor máximo para la protección de la vida acuática y marina en sedimentos para las acciones correctivas basadas en riesgos (Atlantic RBCA, del inglés, Risk-Based Corrective Action) para sitios impactados por petróleo en Canadá Atlántica ¹⁹ de 2015 ²⁰ y el valor de intervención de la Guía para la Evaluación de Sedimentos de los Países Bajos del 2010 ²¹
Metales totales	No cuenta con norma de comparación
Cloruros	
Materia orgánica	
Análisis textural	
Evaluación de suelo	
Metales totales	Categoría "Suelo agrícola" los ECA para suelo establecidos por el Ministerio del Ambiente ²²
Hidrocarburos C5-C10	
Hidrocarburos C10-C28	
Hidrocarburos C28-C40	
Cloruros	No cuenta con norma de comparación
Materia Orgánica	
Textura	

19 Canadá Atlántica hace referencia a una región de Canadá que comprende cuatro provincias localizadas en la costa atlántica Nuevo Brunswick, Nueva Escocia y la Isla del Príncipe Eduardo.

20 Tabla 4 del Appendix 2 – User Guidance of Atlantic RBCA Version 3 Ecological Screening Protocol for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada publicado en julio de 2012. <http://www.atlanticrbca.com/document/atlantic-rbca-user-guidance-revised-january-2015/>.

21 Anexo C (Página 112) de la Guidance Document for Sediment Assessment. Methods to determine to what extent the realization of water quality objectives of a water system is impeded by contaminated sediments. Netherlands: Rijkswaterstaat Centre for Water Management. 2010. <http://www.helpdeskwater.nl/secundaire-navigatie/english/sediment/guidance-document/>.

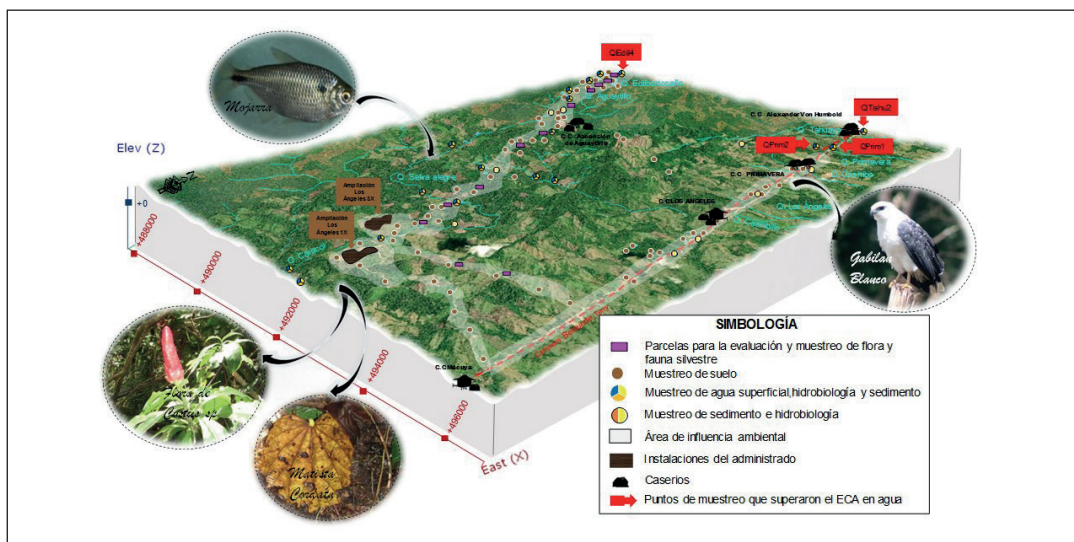
22 Aprobado mediante Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, el 2 de diciembre del 2017.

Resultados

Modelo conceptual

Figura 2

Modelo conceptual de la EAT en el área de influencia del proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del Lote 131.



Los puntos de monitoreo fueron distribuidos tanto en suelo como en cuerpos de agua y zonas de evaluación de flora y de fauna en el ámbito de influencia del proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del Lote 131 (instalaciones del administrado). Las etiquetas en color rojo en la figura anterior permiten identificar los puntos de monitoreo en los que se incumplieron los ECA.

Los resultados de la EAT en torno al Proyecto Lote 131 que incumplieron los ECA, así como la correspondiente norma de comparación, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Resultados de agua superficial.

Punto de monitoreo	Cantidad de puntos	Parámetro	Valor obtenido	ECA para agua (2017)
Quebrada Primavera	2	Oxígeno disuelto	4,24 mg/L	$\geq 5,0$ mg/L
			3,83 mg/L	$\geq 5,0$ mg/L
Quebrada Tahuayo	1	Coliformes termotolerantes	16000 NMP/100mL	2000 NMP/100mL
Quebrada Edilbertocaño	1	Bario	1,804 mg/L	1,0 mg/L
		Níquel	0,061 mg/L	0,052 mg/L
		Plomo	0,086 mg/L	0,0025 mg/L
		Zin	0,164 mg/L	0,12 mg/L

De la tabla anterior, es necesario resaltar que, de los 51 puntos de muestreo de agua, sólo en cuatro se presentaron concentraciones que incumplieron los estándares de calidad respecto a parámetros muy específicos. Asimismo, las concentraciones de todos los parámetros evaluados en cuanto a sedimentos y suelo cumplieron con los ECA que sirvieron para su respectiva comparación.

Por otro lado, los resultados de los componentes ambientales considerados con fines de caracterización y correlación fueron los siguientes:

Tabla 4

Resultados de sedimentos, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna.

Parámetros evaluados	Resultados obtenidos
Evaluación de sedimentos	
Metales totales	Los metales evaluados y la materia orgánica no contaban con datos que sigan una distribución normal. La asociación entre presencia de materia orgánica y mayor concentración de metales estaría referida a arsénico, bario, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc en la quebrada Los Ángeles. Las concentraciones de Mercurio en todos los puntos de muestreo fueron menores al límite de cuantificación (<0,03 mg/kg).
Cloruros	Quebrada Aguaytillo y tributarios: <2,5 a 14 mg/Kg Quebrada Selva Alegre: <2,5 a 5,8 mg/Kg Río Macuya y tributarios: 1,84% a 7,26% Quebrada Los Ángeles y sus tributarios y quebrada Cashibillo: <2,5 a 3,6 mg/Kg Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera: <2,5 mg/Kg
Materia orgánica	Sector Aguaytillo y tributarios: Entre 2,1% a 5,42% Quebrada Selva Alegre: 1,22% a 4,2% Río Macuya y tributarios: 1,84% a 7,26% Quebrada Los Ángeles y sus tributarios y quebrada Cashibillo: 1,84% a 7,04% Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera: 2,05% a 7,36%
Análisis textural	Sector Aguaytillo y tributarios: Areno Franca, Franca, Franco Arenosa Quebrada Selva Alegre: Areno Franca, Franca, Franco Arenosa Río Macuya y tributarios: Arenosa Franco Limosa y Arenosa Franca Arenosa Quebrada Los Ángeles y sus tributarios y quebrada Cashibillo: Franco Arenosa y Areno Franca Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera: Franco Arenosa y Arenosa

Parámetros evaluados	Resultados obtenidos
Evaluación de comunidades hidrobiológicas	
Perifiton	<p>El ficoperifiton estuvo representado por 181 taxa²³ distribuidos en toda el área de evaluación. El ficoperifiton mostró un mejor desarrollo de riqueza y abundancia en las quebradas Selva Alegre, Los Ángeles y sus tributarios, Tahuayo y Primavera, en las cuales <i>Bacillariophyta</i> (diatomeas) y <i>Cyanobacteria</i> (cianobacterias) fueron los <i>phyla</i>²⁴ más representativos.</p> <p>Se encontró una mayor abundancia de cianobacterias, microalgas indicadoras de contaminación orgánica, en sitios muy próximos a los caseríos Primavera y Los Ángeles y el centro poblado Macuya, lo que se debería a los efluentes domésticos que se vertían en ellos, al no contar con redes de alcantarillado, de acuerdo a la información proporcionada por los pobladores.</p> <p>También se encontró un mayor desarrollo de cianobacterias en sitios ubicados en amplias zonas deforestadas, donde se ha establecido ampliamente la ganadería bovina y, en menor medida, cultivos de cacao.</p> <p>El zooperifiton estuvo representado por cinco taxa distribuidos en toda el área de evaluación, lo que demostró su escasa representatividad en este tipo de ambiente.</p>
Macroinvertebrados bentónicos	<p>Estuvieron representados por 89 taxa distribuidos en toda el área de evaluación. Esta comunidad mostró un mejor desarrollo de riqueza y abundancia en las quebradas Aguaytillo, Selva Alegre y Los Ángeles, en las cuales los taxa EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera), considerados buenos indicadores de calidad de agua fueron el grupo más representativo, junto con Coleoptera y Diptera. Los cuerpos de agua restantes presentaron un menor desarrollo de esta comunidad de organismos, lo que estaría relacionado a su cercanía a zonas con una mayor actividad antropogénica derivada de la urbanización, ganadería y agricultura.</p> <p>En lo que respecta a nuevos registros de diversidad, se encontró una especie de libélula de la familia <i>Amphipterygidae</i>, la cual aún no ha sido registrada para el Perú.</p>
Peces	<p>Se identificaron 61 taxa, entre ellos una probable especie nueva de bagre (<i>Imparfinis</i> sp.) en la quebrada Aguaytillo. Asimismo, se detectó presencia de parásitos cestodos en ejemplares de carachamas (<i>Ancistrus</i> sp.) en el río Macuya (este sería el primer registro de este tipo de parásitos en carachamas en Perú).</p>
Hidrocarburos totales en tejido muscular de peces	<p>No se encontraron concentraciones detectables de hidrocarburos totales en ejemplares de fasaco (<i>Hoplias malabaricus</i>) ni de bagre (<i>Rhamdia</i> sp.).</p>
Metales totales en tejido muscular de peces	<p>Se encontraron concentraciones detectables de Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Plomo, Vanadio y Zinc en ejemplares de fasaco (<i>Hoplias malabaricus</i>).</p>

23 Cada nombre propio en la jerarquía taxonómica se denomina como taxón (del latín taxon, plural taxa), (Neil A. Campbell *et al.*, 2001).

24 El *phylum* (o *phyla* en plural) es la categoría taxonómica siguiente a reino en el sistema de clasificación de Lineo quien estableció los niveles taxonómicos, que son subconjuntos que engloban a distintos organismos (Campos *et al.*, 2003).

Parámetros evaluados	Resultados obtenidos
Evaluación de suelo	
Cloruros	Sector Chambira: <2,5 a 14 mg/Kg Sector Ipururo: 2,9 a 10 mg/Kg
Materia Orgánica	Sector Chambira: Mayor al 4% Sector Ipururo: Mayor al 4%
Textura	Sector Chambira: Gruesa (Franco y Franco Arenosa) Sector Ipururo: Gruesa (Franco y Franco Arenosa)
Evaluación de flora	
Especies arbóreas	Se identificaron 325 especies arbóreas en total. De las especies identificadas 23 se encontraron en algún grado de amenaza según la IUCN; 12 están protegidas por la legislación nacional; y cuatro son endémicas del Perú.
Evaluación de fauna	
Mamíferos silvestres	Se identificaron 25 especies en total. De las especies identificadas 21 se encontraban en alguna categoría de conservación nacional y/o internacional; una se encontraba en los listados del Cites, Apéndice I (mayor grado de peligro de extinción); una se encontraba en los listados del Cites, Apéndice II (no amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo); y cinco se encontraban en los listados del Cites, Apéndice III (especies comerciales bajo reglamentación).
Aves silvestres	Se identificaron 118 especies de aves en total. De las especies identificadas, 28 se encontraban en algún grado de amenaza según la IUCN; 22 se encontraban en los listados Cites (I, II y III); tres son endémicas de la Amazonía Sur (AMS); dos fueron migratorias boreales; una estaba protegida por la legislación nacional; y se identificó un Área Biológicamente Sensible (ABS).

IUCN: Lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza del 2017.

Cites: Lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres de fauna y flora del 2017.

Conclusiones

La calidad ambiental del agua superficial cumplió con los ECA para agua del 2017 y los valores de referencia utilizados para la comparación, a excepción de cuatro puntos distribuidos en tres quebradas (Primavera, Tahuayo y Edilbertocaño). Respecto a los parámetros excedidos, las concentraciones de oxígeno disuelto tendrían su origen en el estancamiento de la quebrada Primavera, mientras que las de coliformes termotolerantes en la quebrada Tahuayo provendrían de actividades antropogénicas que se llevaron a cabo aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Federico Basadre. Finalmente, las concentraciones de metales en la quebrada Edilberto Caño se deberían a los procesos exógenos de erosión y transporte originados por la lluvia.

Los sedimentos tuvieron concentraciones de hidrocarburos que no excedieron los valores referenciales de comparación utilizados. Por otro lado, se tuvo que las mayores concentraciones de bario, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc se reportaron

en algunos sedimentos con porcentaje de arena mayor al 50% y en la quebrada Caracol (con arena en 20% y limo en 60%), por lo que no todos los sedimentos de textura arenosa tendían a tener menor concentración de metales que aquellos donde predominaban la arcilla y el limo. Similar comportamiento ocurría para el arsénico, cadmio y plomo, cuyas concentraciones fueron las más altas, solamente en sedimentos, con arenas mayores al 50%.

El análisis de calidad de agua a través del índice hidrobiológico BMWP/Col demostró que las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera presentaron una calidad de agua más deteriorada, en comparación con otros cuerpos de agua, como las quebradas Aguaytillo y Selva Alegre, las cuales mostraron una mejor calidad de agua. Asimismo, se encontró una especie de libélula de la familia *Amphipterygidae*, la cual aún no ha sido registrada para el Perú, además de un individuo del género *Imparfinis*, cuyas características taxonómicas no correspondían con las especies conocidas, y se detectó presencia de parásitos cestodos en ejemplares de carachamas (*Ancistrus* sp.) en el río Macuya. Este sería el primer registro de este tipo de parásitos en carachamas en Perú.

Los suelos, además de contener fracciones de hidrocarburos totales de petróleo (C6-C10, >C10-C28, >C28-C40) con concentraciones que no sobrepasaron los valores de los ECA para suelos del 2017, presentaron valores de arsénico, bario, cadmio, mercurio y plomo que no superaron los referidos estándares. Asimismo, los valores de los referidos elementos metálicos se encontraron dentro de sus rangos normales de concentraciones geoquímicas en suelos.

Se identificaron 325 especies arbóreas en total, siendo cuatro de ellas endémicas del Perú, 12 dentro de alguna categoría amenaza según el D.S. N° 043-2006-AG y 23 especies en la Lista de la IUCN del 2017. La composición taxonómica de las especies arbóreas en las parcelas de evaluación fue netamente amazónica. Al respecto, las parcelas en los fragmentos de bosque primario presentaron principalmente especies de madera de alta densidad y lento crecimiento, mientras que las parcelas en los fragmentos de bosque secundario y los transformados para pastizales presentaron especies de madera de baja densidad y rápido crecimiento (pioneras). Esa diferenciación entre parcelas se observó en el análisis de riqueza de especies, abundancia y diversidad, debido a que las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque primario presentaron mayores valores de estos parámetros respecto de las parcelas en fragmentos de bosque secundario y fragmentos de bosque transformado para pastizales en ambos sectores.

Los resultados de la evaluación mostraron un total de 25 especies de mamíferos silvestres para el área de influencia del Lote 131, 21 especies registradas por las cámaras trampa y cuatro especies registradas durante los censos de fauna silvestre, entre ellos la nutria, el mono Huapo negro, el mono coto, el mono negro y el mono blanco, principalmente en fragmentos de bosque primario.

La riqueza de especies de aves fue muy significativa en el área de estudio, con 28 especies de interés para la conservación (siendo tres endémicas de la Amazonía Sur - AMS), debido a que se trataba de un hábitat muy fragmentado y que los fragmentos de bosques tenían una gran diversidad de especies, para lo cual se tuvo que mantener la

cobertura natural boscosa. Asimismo, en el caserío Ascensión de Aguaytillo se registró un ABS (sitio de anidación del loro *Psittacara leucophthalmus*), del cual al menos cinco individuos se ubicaban en dicho lugar.

Bibliografía

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América.(2001). *Métodos de recolección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos*. EPA. Washington DC, Estados Unidos.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales*. ANA. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Lima,Perú. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>

Campbell, N., Mitchell & L., Reece, J. (2001). *Biología: Conceptos y relaciones*. Pearson Educación. Mexico. 896 p.

Campos, P., Bazán, B., Puig, N., Torres, M., Zapatero, B., Fernandez, M., Sáez, N., De la Rubia, Bernabé, R., Casulleras, R. & Lopez-Puigcever, M. (2003). *Biología 1*. México. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores.

Canadian Council of Ministers of the Environment. (2002). *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life for Fresh Water (CEQG-SQG) - Summary tables, update 2002*. Quebec: Canada. Dicha guía fue actualizada en el 2014, <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html?lang=en>.

Cuadras, C. M. (2014). *Nuevos métodos de Análisis Multivariante*. CMC Editions. Barcelona, España.

Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (2017). *Apéndices I, II y III*. <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/>

Fisher, R.A., Corbet, A.S. & Williams C.B.. (1943). *The relation between the number of species and the number of individuals*. Journal of Animal Ecology, 12(1), 42-58. doi:10.2307/1411

International Union for the Conservation of Nature. (2017). *IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org/>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para muestreo de suelos*. Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM. Lima, Perú. <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-085-2014-minam/>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú. <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental para Agua*. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Lima, Perú. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

Moreno C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. *M&T-Manuales y Tesis SEA*, vol. I. Zaragoza, Es. 84 p. & Gaston, K. J. (1996). Species richness: measure and measurement. In: *Biodiversity, a biology of numbers and difference*. K. J. Gaston (Ed.) Blackwell Science, Cambridge, pp.77-113

Mostacedo, B. & T. S. Fredericksen. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal*. Bolfor. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*. Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Lima-Perú.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2016). *Modificación del Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*. Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Lima-Perú.

Parker, III. T. A. (1991). *On the use of tape recorders in avifaunal surveys*. *Auk* 108:443–444.

Phillips, O.L., Baker, T.R, Feldpausch, T.R., & Brienen, R. (2009). *Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas*. Rainfor, edición 2016. <http://www.rainfor.org/es/manuales> .

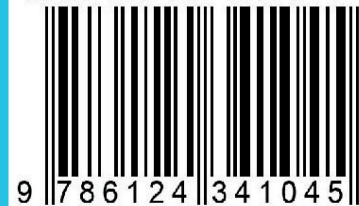
Ralph, C.; Geupel, G.; Pyle, P.; Martin, T.; DeSante, D. & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Roldán, G. (2003). *La bioindicación de la calidad del agua en Colombia*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 170p.

Base de datos

- Portal de Datos Abiertos del OEFA:
<http://datosabiertos.oefa.gob.pe/dashboards/20539/evaluacionesambientales-tempranas-eat/>
- Repositorio Institucional del OEFA
<https://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/103>

ISBN: 978-612-4341-04-5



Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental