



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO AMBIENTAL DE UN
PROYECTO MINERO EN LA REGIÓN DE CAJAMARCA

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de
Ingeniero Ambiental

Autora:

Vásquez Ramírez, Joscelyn

Asesora:

Hinojosa Pedraza, Karina Inés
(ORCID: 0000-0003-1237-9110)

Jurado:

Alva Velasquez, Miguel
Sernaqué Aucchuasi, Fernando Antonio
Paricoto Simón, María Mercedes

Lima - Perú

2023

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO AMBIENTAL DE UN PROYECTO MINERO EN LA REGIÓN DE CAJAMARCA

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	2%
2	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Diana Isabel Clavijo Rojas. "Evaluación de Impactos Socioambientales en pequeñas comunidades bajo el enfoque de los Sistemas Socioecológicos: el caso de la minería ilícita del oro en el departamento del Chocó-Colombia", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2021 Publicación	<1%
5	ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A.. "PAD de la Subestación de	<1%



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO AMBIENTAL DE UN
PROYECTO MINERO EN LA REGIÓN DE CAJAMARCA

Línea de investigación: Biodiversidad, Ecología y Conservación.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autora:

Vásquez Ramírez, Joscelyn

Asesora:

Hinojosa Pedraza, Karina Inés

(ORCID: 0000-0003-1237-9110)

Jurado:

Alva Velasquez, Miguel

Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio

Paricoto Simón, María Mercedes

Lima-Perú

2023

Dedicatoria

A mi padre Walter Vásquez, quien siempre ha confiado en mí, brindándome apoyo incondicional en las decisiones que he tomado, por darme mucho amor y ser un ejemplo de perseverancia en mi vida, gracias a su curiosidad, alegría y entusiasmo por hacer las cosas, me ha motivado a seguir descubriendo y aprendiendo nuevos paradigmas.

A mi madre Florens Burgos, por haberme dado el toque de realismo a mi vida, brindándome sus valiosos consejos que le permitieron ser la mujer fuerte, ejemplar, amorosa y de buen corazón que es, por impulsarme a continuar con mi trayectoria profesional, y por sembrar en mí la bondad y los valores para mejorar continuamente como ser humano.

Agradecimiento

A mi asesora Mg. Karina Hinojosa, por la orientación y el valioso tiempo brindado durante el desarrollo de este informe.

A la Dra. Carmen Aylas, Sr. Jimmy Quinto, Sr. Julio Leguía, a los docentes y personal administrativo que hicieron posible la ejecución del taller.

A mis padres por su comprensión y paciencia durante este periodo de mucho esfuerzo y dedicación, y motivarme a dar el siguiente paso.

A mis hermanas María del Carmen Vásquez y Jackelyn Meza por motivarme a completar esta etapa de mi formación profesional.

A Christian Condori por su amor, confianza, amistad y comprensión que siempre me ha mostrado incondicionalmente.

A mis amigas Rocío Millán y Mary Pereyra por impulsarme a empezar y terminar este proceso. A mi amigo Jorge Álvarez por apoyarme en la revisión de mi informe y brindarme sus consejos.

A la universidad y a todos mis profesores de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal, por sus enseñanzas y conocimientos compartidos durante mi formación como ingeniera ambiental.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Trayectoria de la autora.....	13
1.1.1. Formación Académica	13
1.1.2. Experiencia Profesional	13
1.2. Descripción de la Empresa (donde labora o laboró)	14
1.3. Organigrama de la Empresa	17
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	17
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.....	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Objetivos	23
2.2.1. Objetivos Generales	23
2.2.2. Objetivos Específicos.....	23
2.3. Definición de términos.....	23
2.3.1. Área de estudio ambiental.....	23
2.3.2. Servicios ecosistémicos.....	24
2.3.3. Categorías de los servicios ecosistémicos.....	24
2.3.4. Grupos de interés	25

2.4. Justificación	26
2.5. Importancia	26
2.6. Limitaciones.....	27
2.7. Recursos	28
2.7.1. <i>Materiales y equipos</i>	28
2.7.2. <i>Personal</i>	28
2.8. Metodología	29
2.8.1. Ubicación y delimitación temporal.....	29
2.8.2. Marco metodológico	29
2.8.3. Identificación de servicios ecosistémicos	31
2.8.4. Identificación de grupos de interés	31
2.8.5. Priorización de los servicios ecosistémicos	32
2.9. Resultados	35
2.9.1. Identificación de servicios ecosistémicos potenciales	35
2.9.2. Identificación de grupos de interés en el área de estudio.....	41
2.9.3. Descripción de las zonas de evaluación.....	43
2.9.4. Análisis de entrevistas.....	50
2.9.5. Priorización de servicios ecosistémicos relevantes (SER).....	55
2.9.6. Estado actual y tendencias de los servicios ecosistémicos prioritarios o relevantes	
62	
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	72
IV. CONCLUSIONES	73

V. RECOMENDACIONES	75
VI. REFERENCIAS.....	76
VII. ANEXOS	80
ANEXO A: Lista indicativa de servicios ecosistémicos con definiciones y ejemplos	80
ANEXO B: Servicios ecosistémicos según las clases de cobertura de suelo.....	86
ANEXO C: Mapa temático de cobertura de suelo	87
ANEXO D: Formato de entrevista semiestructurada.....	88
ANEXO E: Matriz de Priorización de servicios ecosistémicos relevantes en base a potenciales impactos sobre los beneficiarios	92
ANEXO F: Matriz de Priorización de servicios ecosistémicos relevantes en base la dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Información de la empresa Geostudios Ambientales S.A.C.....	15
Tabla 2 Información de la empresa Entrix Perú S.A.C.....	15
Tabla 3 Información de la empresa WSP Perú S.A.C.	16
Tabla 4 Servicios ecosistémicos en el área de estudio del proyecto.....	36
Tabla 5 Relación entre zona y microcuenca en el área de estudio del proyecto.....	43
Tabla 6 Servicios ecosistémicos reales identificados en el área de estudio del proyecto.....	56
Tabla 7 Listado de SER basados en los potenciales impactos sobre los beneficiarios de los servicios	60
Tabla 8 Listado de SER basados en la dependencia del proyecto hacia lo servicios ecosistémicos	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa	17
Figura 2 Pasos para la elaboración de línea base de servicios ecosistémicos.....	30
Figura 3 Pasos para la identificación de servicios ecosistémicos de relevancia.....	31
Figura 4 Árbol de decisión para la priorización de SER según el impacto potencial a los beneficiarios.....	34
Figura 5 Árbol de decisión para la priorización de SER según la dependencia del proyecto .	35
Figura 6 Zonas distribuidas a lo largo del área de estudio del proyecto minero	44
Figura 7 Viviendas inhabitadas en la Zona B dentro de la unidad minera del proyecto	45
Figura 8 Mujer local entrevistada en la Zona A	46
Figura 9 Vista del proyecto minero desde un punto de referencia	47
Figura 10 Vivienda a medio construir e inhabitada en la Zona C	48
Figura 11 Mujer local entrevistada en un punto de referencia entre la Zona C y D.....	48
Figura 12 Vivienda a medio coonstruir e inhabitada en la Zona G	49
Figura 13 Hombre local entrevistado en la Zona G.....	50
Figura 14 Servicios ecosistémicos que los beneficiarios locales lograron reconocer	51
Figura 15 Servicios ecosistémicos que los beneficiarios locales consideraron importantes ...	52
Figura 16 Bienes y servicios que los beneficiarios locales consideraron amenazados.....	53
Figura 17 Condiciones de vida según los beneficiarios locales.....	54
Figura 18 Mapa de capacidad de provisionamiento de agricultura por cobertura de suelo.....	64
Figura 19 Componentes mineros propuestos en la MEIA-d sobre las microcuencas.....	66
Figura 20 Proceso de simulación del modelo SAC de InVEST	68
Figura 21 Carbono almacenado en 2019	70
Figura 22 Carbono almacenado en 2024	70
Figura 23 Carbono almacenado en el periodo 2019 - 2024.....	71

LISTADO DE ACRÓNIMOS

ANA: Autoridad Nacional del Agua

DIA: Declaración de Impacto Ambiental

EIA-d: Estudio de Impacto Ambiental Detallado

EIA-sd: Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado

FTA: Ficha Técnica Ambiental

IGA: Instrumento de Gestión Ambiental

INAIGEM: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

INERN: Instituto Especializado de Investigación de Ecosistemas y Recursos Naturales

IPCC: Panel Intergubernamental del Cambio Climático

ITS: Informe Técnico Sustentatorio

LOOP: Life Out Of Plastic

MINAM: Ministerio del Ambiente

MINEM: Ministerio de Energía y Minas

NCP: Natural Capital Project

ONG: Organización No Gubernamental

SAC: Secuestro y almacenamiento de carbono

SEIA: Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

SENACE: Servicio Nacional de Certificación Ambiental para Inversiones Sostenibles

SER: Servicios ecosistémicos relevantes

SERFOR: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SUNASS: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

WRI: World Resources Institute

RESUMEN

Este informe detalla la trayectoria profesional que he desempeñado en relación con la elaboración de Instrumentos de Gestión Ambiental, centrándome en identificar y priorizar los servicios ecosistémicos en el área de estudio de un proyecto minero en Cajamarca en 2019. Esto forma parte de la descripción de la línea base de la Modificación de un Estudio Ambiental Detallado (MEIA-d) de una empresa minera, la cual no será mencionada por motivos de confidencialidad. Para llevar a cabo esta actividad, consideré la "Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental", y la metodología propuesta por el Landsberg et al. (2013). Con el marco de trabajo proporcionado por ambos instrumentos procedí a identificar los servicios ecosistémicos potenciales y a la identificación de los beneficiarios de dichos servicios en el área de estudio, para la planificación y ejecución de encuestas y entrevistas semiestructuradas. Posteriormente, llevé a cabo la priorización de los servicios ecosistémicos y describí el estado actual y futuro de los servicios ecosistémicos prioritarios. Como resultado identifiqué 17 servicios ecosistémicos potenciales, de los cuales determiné que cinco eran servicios ecosistémicos prioritarios: dos de aprovisionamiento, uno de regulación y dos de soporte o apoyo. Concluí que el grado de influencia de las actividades humanas sobre los ecosistemas es alto, tanto de la población como de la minera; por lo que los beneficios identificados corresponden a ecosistemas, en su mayoría, alterados por el hombre, siendo los servicios de aprovisionamiento los más demandados. La información obtenida proporcionó datos importantes para determinar el grado de significancia en la evaluación de impactos ambientales de servicios ecosistémicos de la MEIA-d.

Palabras clave: gestión ambiental, impacto ambiental, proyecto minero, servicios ecosistémicos

ABSTRACT

This report details the professional trajectory I pursued in relation to the development of Environmental Management Instruments, focusing on the identification and prioritization of ecosystem services in the study area of a mining project in Cajamarca in 2019. This is part of the baseline description of the Modification of a Detailed Environmental Study (MEIA-d) for a mining company, which will not be mentioned for confidentiality reasons. To carry out this activity, I considered the "Guide for the development of the Baseline within the framework of the National System for Environmental Impact Assessment" and the methodology proposed by Landsberg et al. (2013). With the framework provided by both instruments, I proceeded to identify the potential ecosystem services and the beneficiaries of these services in the study area, for the planning and execution of semi-structured surveys and interviews. Subsequently, I prioritized the ecosystem services and described the current and future state of the prioritized ecosystem services. As a result, I identified 17 potential ecosystem services, of which I determined that five were prioritized ecosystem services: two provisioning services, one regulating service, and two supporting services. I concluded that the degree of influence of human activities on the ecosystems is high, both from the population and the mining company. Therefore, the identified benefits correspond mostly to ecosystems altered by humans, with provisioning services being the most demanded. The obtained information provided important data to determine the significance level in the assessment of environmental impacts of ecosystem services in the MEIA-d.

Keywords: ecosystem services, environmental impact, environmental management, mining project

I. INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos son los recursos obtenidos de los ecosistemas, que nos proporcionan beneficios económicos, sociales y ambientales para el desarrollo de actividades humanas; también podemos señalar que son bienes y servicios de la naturaleza adquiridos directa o indirectamente del funcionamiento de los ecosistemas (Costanza et al. 1997). Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2003), existen cuatro tipos de servicios ecosistémicos: de aprovisionamiento, de regulación, culturales y de soporte.

La principal forma de relacionamiento entre la sociedad y el ecosistema se ha dado a partir del uso directo de recursos, por lo tanto, los servicios de aprovisionamiento suelen ser los más rápidos de identificar debido a su uso tangible (Kandziora et al., 2017) como el agua fresca, ganadería, agricultura, pesca, entre otros, ya que existe una dependencia directa, lo que no sucede o no es percibido, con otros servicios como los de regulación o culturales (Van Buggenhoudt, 2017).

Sin embargo, la dependencia inminente del ser humano sobre la naturaleza ha traído como consecuencia la explotación de recursos, generando un impacto negativo en los ecosistemas y los servicios que nos proporcionan. El dominio humano sobre la biósfera ha traído consigo la rápida alteración en la función, estructura y composición de los ecosistemas, haciendo que en muchos de los casos se limite la capacidad de los ecosistemas para proveer servicios indispensables (Kremen, 2005).

El presente informe tiene como objetivo identificar y priorizar los servicios ecosistémicos presentes en el área de estudio de un proyecto minero en la Región de Cajamarca considerando el marco legal peruano y adaptación de la metodología propuesta por Landsberg et al., 2013. El informe está conformado por tres partes, en la primera parte se describe la trayectoria académica y profesional de la autora, descripción de las consultoras ambientales en las que laboró y sus funciones asociadas a las áreas o puestos de trabajo designados a su

persona. En la segunda parte, se describe la actividad desarrollada en su trayectoria en relación con la identificación y priorización de servicios ecosistémicos, la problemática, definición de objetivos y resultados obtenidos; para posteriormente señalar las conclusiones y recomendaciones asociadas a la actividad desarrollada. Por último, en la tercera parte se presentan las referencias empleadas y los anexos asociados al presente informe.

Se espera que la información presentada fomente el interés en conocer e investigar más acerca de los servicios ecosistémicos, y la revisión de metodologías internacionales verificadas para adaptarlas a la realidad local, pues pueden servir como una herramienta valiosa para la gestión socio ambiental.

1.1. Trayectoria de la autora

La autora es Bachiller de la Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental, egresada de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, cuenta con más de tres años de experiencia en consultoría ambiental, cuya principal labor consistió en la elaboración de Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) y Permisos Ambientales, principalmente para el sector minero. Asimismo, realizó estudios relacionados a Ecología del Paisaje debido a su interés generado en sus labores de consultoría.

1.1.1. Formación Académica

Universidad Nacional Federico Villarreal

Grado Obtenido: Bachiller en Ingeniería Ambiental, junio 2017

1.1.2. Experiencia Profesional

La trayectoria de laboral de la autora abarca más de tres años de experiencia, y empieza en marzo del 2017 en el sector privado como Asistente de Proyectos de la División Ambiental en Geostudios Ambientales S.A.C., donde desarrolló habilidades de autogestión, y técnicas tales como el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) lo que le permitió elaborar mapas y planos temáticas esenciales para los estudios y permisos ambientales

en el sector minero. Asimismo, en la misma empresa, ascendió al rol de Coordinadora en Proyectos Ambientales y fue responsable de coordinación directa con clientes y entidades evaluadoras para la planificación, elaboración, seguimiento, hasta la obtención de certificaciones ambientales de los IGA.

A partir de enero del 2019 inició sus labores como Asistente de Proyectos del Componente Físico en Cardno S.A.C. (ahora Entrix Perú S.A.C.), aplicó debido a las habilidades desarrolladas en la empresa previa, se hizo responsable de realizar las IGA de manera más autónoma y coordinación directa con el área de ingeniería, y se hizo cargo de realizar análisis de calidad ambiental y evaluación del paisaje, donde abordó el análisis de visibilidad, calidad y fragilidad del paisaje. Adicionalmente, apoyó directamente al equipo social para la ejecución de mecanismos de participación ciudadana, lo cual le permitió tener un mejor panorama para la identificación y evaluación de impactos socio ambientales.

Posteriormente, desde febrero del 2021 hasta octubre del 2021, ingresó como Consultor Ambiental al área del Medio Ambiental de WSP Perú S.A, en esta oportunidad la autora colaboró de forma activa en la coordinación y elaboración de estudios ambientales para los sectores minero, energético y transporte, en colaboración con el área técnica y de gestión ambiental.

1.2. Descripción de la Empresa (donde labora o laboró)

A continuación, se presentan los datos más destacables de las consultoras ambientales peruanas y privadas, durante el tiempo en el que se ejercieron las labores descritas.

Geostudios Ambientales S.A.C. con N.º de Registro: 182-2017-MIN, es una empresa privada especializada en proyectos de gestión ambiental que ofrece servicios de gestión ambiental. Sus soluciones abarcan aspectos técnicos, científicos y estratégicos; además, cuenta con un equipo de profesionales capacitado y de diversos ámbitos para garantizar el eficiente desarrollo de los proyectos. En la Tabla 1, se presenta información adicional de la empresa.

Tabla 1

Información de la empresa Geostudios Ambientales S.A.C.

Misión	Visión	Sectores que abarcan sus servicios
Ejecutar un servicio de calidad con eficiencia y cumplimiento en las normas, asistencia al cliente durante todo el proceso con responsabilidad para el beneficio mutuo.	Ser una empresa internacional, sólida, que contribuye con el desarrollo sostenible, desde el rubro de los estudios medioambientales e ingeniería.	Los sectores que abarcan los servicios de la empresa son: medio ambiente; minería; infraestructura y obras civiles; energía; y recursos hídricos.

Nota. Tomado de la página web de la empresa.

Cardno S.A.C. (ahora Entrix Perú S.A.C.), con N.º Registro: 091-2017-MIN, es una empresa que ofrece servicios sociales, ambientales y de ingeniería para desarrollar infraestructura física y social sostenible. Su compromiso se centra en satisfacer las necesidades de clientes y partes interesadas, proporcionar condiciones laborales seguras y minimizar los impactos ambientales. Cuentan con personal calificado y experiencia para atender diversas comunidades. En la Tabla 2, se presenta información adicional de la empresa.

Tabla 2

Información de la empresa Entrix Perú S.A.C.

Misión	Visión	Sectores que abarcan sus servicios
Proveer servicios sociales, ambientales y de ingeniería para planificar, diseñar, administrar, mejorar y	Ser líderes en la mejora del ambiente físico y social para personas en todo el mundo. Como una	Los sectores que abarcan los servicios de la empresa son: agricultura, pesca y silvicultura; gestión ambiental y manejo de

Misión	Visión	Sectores que abarcan sus servicios
entregar infraestructura física y social sostenible, con el apoyo de nuestra experiencia y recursos humanos calificados, para comunidades locales e internacionales.	organización global de personas talentosas, estamos unidos por nuestro propósito.	recursos naturales; gestión de desastres y riesgos; energía; salud ambiental; infraestructura e ingeniería civil; gestión social y ambiental integrada; y gestión de recursos hídricos.

Nota. Tomado de la página web de la empresa.

WSP Perú S.A., con N.º Registro: 004-2017-MIN, es una empresa global de ingeniería y servicios profesionales, su tarea principal es la de analizar problemas complejos desde diversos ángulos: creativo, integral y permanente; con la finalidad de planificar, diseñar, gestionar e innovar para que las comunidades prosperen, y proveer soluciones innovadoras y sostenibles hacia el futuro. En la Tabla 3, se presenta información adicional de la empresa.

Tabla 3

Información de la empresa WSP Perú S.A.C

Misión	Visión	Sectores que abarcan sus servicios
Realizar esfuerzos extraordinarios para atraer, desarrollar, involucrar y retener a los mejores profesionales en nuestros campos de especialización, porque esto es lo que nos hace grandiosos.	Sabemos que nuestro mundo futuro será muy diferente al de hoy en muchos aspectos. "Future Ready" es nuestro programa para visualizar el futuro con mayor claridad y colaborar con los clientes en el diseño no	Los sectores de especialización más destacados son: minería; transporte e infraestructura; edificaciones e industria; medio ambiente; energía y recursos; y agua.

Misión	Visión	Sectores que abarcan sus servicios
	solo para las necesidades actuales, sino también para este futuro.	

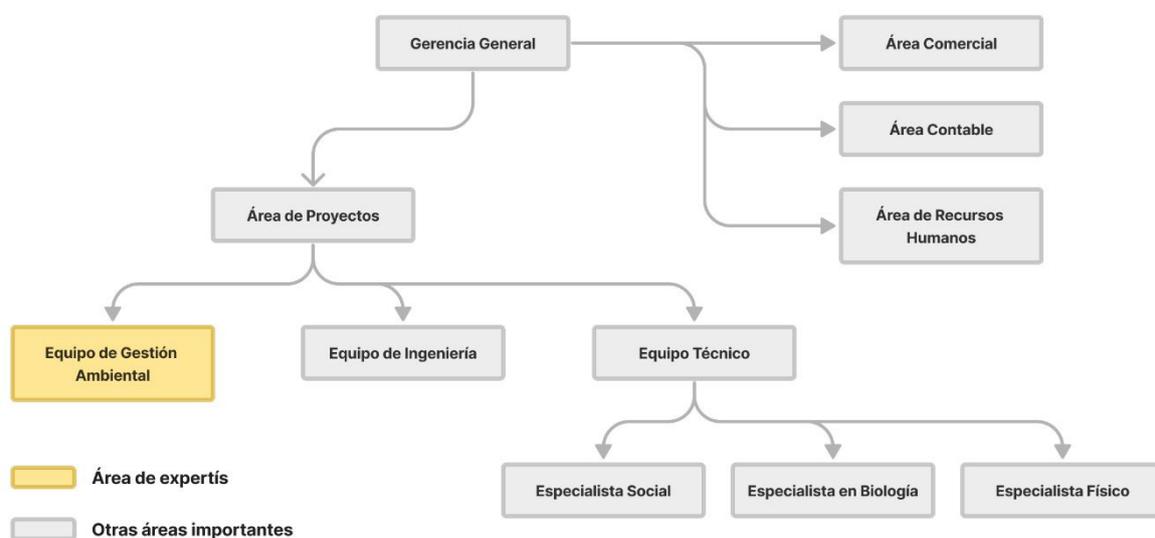
Nota. Tomado de la página web de la empresa.

1.3. Organigrama de la Empresa

En la Figura 1, se presenta el esquema organizativo de las consultoras donde se ejercieron las labores, destacando el Equipo de Gestión Ambiental, el cual corresponde al área donde se desempeñó la autora.

Figura 1

Organigrama de la empresa



Nota. Adaptado y referencial en base a la experiencia de la autora.

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Voluntaria en diversas actividades: durante su etapa académica fue voluntaria en diversos proyectos, entre las cuales destacan: actividades de reforestación y orientación ambiental en la Lomas de Villa María del Triunfo junto a la Organización No Gubernamental

(ONG) Alev en el año 2012; también participó en el programa educativo de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS): “Aprendiendo a usar responsablemente el Agua Potable” en el Colegio Emblemático Melitón Carbajal, Lima, Perú en el año 2015; fue Orientadora Ambiental en la Feria Gastronómica Mistura 2015 junto a Life Out Of Plastic (LOOP); y la ejecución del proyecto social: “Implementación de un Pozo Séptico” en la Institución Educativa N.º 8167 de Santa Rosa de Jicamarca”, el cual fue gestionado por alumnos del curso de Saneamiento Ambiental I de Ingeniería Ambiental en el año 2015.

Colaborador Investigador: fue parte del equipo de investigación en el Instituto Especializado de Investigación de Ecosistemas y Recursos Naturales (INERN) de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal en donde apoyó en el procesamiento de información espacial mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), y colaboró en la investigación de restauración ecológica, ecología del paisaje, métricas del paisaje y servicios ecosistémicos.

Investigadora Independiente: su interés en la investigación en ecosistemas la llevó a postular a una convocatoria para tesis realizada por la Dirección de Información y Gestión del Conocimiento del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) en el 2022, en la que quedó en segundo lugar, obteniendo la calificación de Accesitaria.

Asistente en la División de Proyectos Ambientales: se desempeñó como uno de los principales soportes en elaboración de mapas y planos temáticos en ArcGIS y AutoCAD para la línea base de estudios ambientales para IGA, así como la participación en la descripción de la calidad de componentes ambientales y la línea base física tales como: agua, aire, ruido, suelo, uso de suelo, capacidad de uso mayor, geomorfología e hidrografía de las áreas de estudio.

Asistente de Proyectos del Componente Físico: elaboración de mapas temáticos en ArcGIS, redacción de la línea base y apoyo en la descripción de las condiciones del proyecto

en conjunto con el Área de Ingeniería para la elaboración de diversos IGA siendo los más destacados, las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), Estudios de Impacto Ambiental Semidetallado y Detallado (EIA-sd, EIA-d), Informe Técnico Sustentatorio (ITS) y Ficha Técnica Ambiental (FTA), enfocados en proyectos de exploración y explotación minera. Asimismo, colaboró en la elaboración de planes de manejo ambiental, y fue responsable de realizar la identificación y priorización de servicios ecosistémicos, como la evaluación de calidad y fragilidad del paisaje. Adicionalmente, contribuyó en la recolección de información en campo para la elaboración de mecanismos de participación ciudadana en colaboración con el equipo social. Como parte de sus actividades finales, fue responsable de la elaboración de instrumentos regulatorios para componentes mineros existentes.

Coordinadora de Proyectos: dentro de sus roles principales, consistió en la coordinación y delegación de tareas para la elaboración y seguimiento de los estudios ambientales en los que se vio involucrada, desde la descripción del área de estudio, análisis de calidad ambiental, identificación y evaluación de impactos ambientales y plan de manejo ambiental. Asimismo, fue responsable de las coordinaciones directas con los clientes, y entidades evaluadoras y opinantes tales como Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), Autoridad Nacional del Agua (ANA) y Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE).

Consultor Ambiental: la autora colaboró de forma activa en la coordinación y elaboración de estudios ambientales para los sectores minero, energético y transporte. Fue responsable de llevar a cabo el análisis ambiental y la revisión de los mapas temáticos de referencia, así como la elaboración del plan de gestión ambiental de diversos IGA en colaboración con el equipo técnico ambiental, social y biológico.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

En este capítulo se describe las actividades desarrolladas por la autora que tiene como objetivo la identificación y priorización de servicios ecosistémicos en el área de estudio ambiental que desarrolló como parte de sus labores como consultor ambiental para un proyecto minero en etapa de explotación ubicado en la Región de Cajamarca en el 2019, y corresponde a un Anexo del Capítulo 4 de Línea Base como parte de los factores transversales a analizar de una MEIA-d de una empresa minera que por razones de confidencialidad no será mencionada.

Para su desarrollo, la autora consideró la normativa aplicable dentro del marco del SEIA vigente a la fecha de la elaboración la MEIA-d, considerando la guía publicada por el MINAM (2018). Como resultado se obtuvo un listado de servicios ecosistémicos potenciales y prioritarios para los beneficiarios y según la dependencia del proyecto, información que sirvió de insumo para su caracterización de impactos ambientales en el capítulo de la MEIA-d (confidencial), tema que no es objeto de detalle en el presente informe.

2.1. Antecedentes

Clavijo (2021) investigó los impactos socioambientales y los servicios ecosistémicos, enfocándose en la Evaluación de Impacto (EI) como una herramienta para la toma de decisiones integradora y planificada. Su objetivo fue promover acciones inclusivas, sostenibles y que busquen el bien común, sin comprometer los beneficios para las futuras generaciones, debido a ello propuso un Marco Integrador de Evaluación de Impacto Social (EIS) y el enfoque de Sistemas Socio ecológicos (SSE) para comprender las relaciones humano-naturaleza. El caso de estudio se centró en la minería ilícita del oro en la cuenca media del río Quito en el departamento de Chocó, Colombia. El marco metodológico propuesto utilizó datos de estudios científicos, y técnicas cualitativas para analizar el aspecto social y de percepción. El resultado fue la conexión entre los conocimientos técnicos y tradicionales, lo que le permitió identificar los impactos de la minería ilícita del oro en los componentes ambientales desde una perspectiva

integral. Priorizó la participación de los grupos de interés directamente afectados o potencialmente afectados, proponiendo medidas ajustadas a la situación local, con el objetivo de mejorar la calidad, disponibilidad y preferencia de uso de los servicios ecosistémicos y su impacto en el bienestar humano.

Nedkov et al. (2021) llevó a cabo un estudio en Bulgaria para priorizar servicios ecosistémicos (SE) culturales relacionados con el patrimonio natural. Destacaron la importancia de los activos ambientales como capital natural y beneficios para las personas, y señalaron que los SE son clave para comprender las necesidades humanas y garantizar la conservación. En su búsqueda para mapear y evaluar los SE ajustada a la realidad local, plantea un nuevo marco de trabajo considerando una matriz de priorización de SE (ESPM), el cual consistió en el desarrollo de un algoritmo de cinco pasos: 1) selección de los servicios ecosistémicos, 2) definición del criterio de priorización, 3) desarrollo de la matriz de priorización, 4) evaluación de expertos, y 5) análisis e identificación de los servicios ecosistémicos. Como resultado del estudio se identificaron 48 SE, clasificados en prioridades: alta, media y baja para recreación y turismo. El grupo de alta prioridad incluyeron servicios ecosistémicos obligatorios para todas las actividades de mapeo y evaluación, desde lo nacional hasta lo local; el grupo de prioridad media contuvo servicios ecosistémicos opcionales recomendados para estudios regionales; mientras que los de baja prioridad fueron recomendados para evaluaciones locales con más detalle. El estudio concluye que este marco es útil para evaluar el patrimonio natural y promover el turismo sostenible.

Van Buggenhoudt (2017) se enfocó en identificar y mapear servicios ecosistémicos (SE) en la cuenca de Mashcón, cerca de la mina de oro Yanachocha en Cajamarca, Perú, enfocándose principalmente en el recurso hídrico. Utilizó métodos simplificados basados en fuentes bibliográficas y datos locales disponibles para lograr este objetivo. La autora adaptó el framework de DPSIR (Drivers-Pressures State-Impact-Response) e integró un modelo de

cascada de SE para analizar las interacciones entre los componentes en el contexto del proyecto minero. Los resultados revelaron múltiples servicios ecosistémicos relacionados con SE de aprovisionamiento, la regulación y los aspectos culturales; en la que muchos de éstos habían sido afectados por la actividad mineras. Dentro de las limitaciones que tuvo, fue que existía escasez de data local lo que requirió el uso de datos aproximados, afectando la precisión de los resultados. La autora sugirió que el uso de SE en la evaluación de impactos en proyectos mineros debería ser obligatorio y se necesitan pautas más precisas para respaldar esta práctica. Además, recomendó la participación de grupos de interés para agregar mayor valor y obtener hallazgos que ayuden a comprender la dependencia local de los recursos naturales.

Mandle & Tallis (2016) abordaron la importancia del análisis espacial de los servicios ecosistémicos en la evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Destacaron que, aunque los estudios de impacto se han centrado en cuantificar los efectos en áreas, calidad del hábitat y procesos ecológicos, es necesario vincularlos directamente con el bienestar humano. Resaltaron la creciente demanda de incorporar los servicios ecosistémicos en los procesos de evaluación, respaldados por estándares y directrices internacionales. Presentaron un marco de integración de los impactos del desarrollo en el medio ambiente y las personas, los pasos que abarcan este marco integran consiste en los siguiente: 1) definición del alcance, 2) delimitación del área de influencia de los servicios, 3) evaluación de los impactos en la biodiversidad y los procesos ecológicos, 4) evaluación de los impactos en los servicios ecosistémicos, 5) mitigación de impacto, 6) definición de la extensión espacial del impacto y mitigación; en su investigación ilustraron la aplicabilidad de este marco con estudios de caso en Colombia y Perú, demostrando ser un enfoque flexible y de fácil personalización en función al contexto y necesidades. Subrayaron la capacidad del análisis espacial para proporcionar información detallada y cuantitativa sobre los beneficios de los ecosistemas para las personas y facilitar la distribución equitativa de dichos beneficios. Aunque reconocieron los desafíos en

recursos y modelos, resaltaron que, con los enfoques y herramientas actuales, junto con la disponibilidad de datos abiertos, el análisis espacial de los servicios ecosistémicos se está volviendo cada vez más práctico. Concluyeron que la integración de los servicios ecosistémicos en la evaluación de impacto ambiental contribuye a una toma de decisiones más informada, inclusiva y equitativa, y se recomendó ampliar este enfoque a otros contextos y aspectos del proceso de evaluación de impacto, considerando tanto las funciones como los SE.

2.2. Objetivos

2.2.1. *Objetivos Generales*

Identificar y priorizar los servicios ecosistémicos en el área de estudio de un proyecto minero entre las provincias de Hualgayoc y San Miguel de la Región de Cajamarca en 2019.

2.2.2. *Objetivos Específicos*

- Aplicar una metodología al amparo del marco legal del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Obtener información social *in situ* con relación a su percepción e importancia respecto a los servicios ecosistémicos, a través de entrevistas semiestructuradas.
- Analizar la información obtenida en campo y de fuentes secundarias para la identificación de servicios ecosistémicos.
- Realizar el análisis del estado de los servicios ecosistémicos relevantes o prioritarios identificados en campo considerando la metodología seleccionada.

2.3. Definición de términos

2.3.1. *Área de estudio ambiental*

De acuerdo con la “Guía para la elaboración de la línea base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)” aprobado mediante Resolución Ministerial N.º 455-2018-MINAM, el área de estudio corresponde al espacio en el cual se realizará tareas para caracterizar aspectos ambientales y sociales.

2.3.2. Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son los recursos obtenidos de los ecosistemas y nos proporcionan beneficios económicos, sociales y ambientales para el desarrollo de actividades humanas, son bienes y servicios de la naturaleza adquiridos directa o indirectamente del funcionamiento de los ecosistemas (Costanza et al. 1997).

Sin embargo, el concepto de servicios ecosistémicos también es considerado como un marco de trabajo que tiene el potencial transdisciplinario para poder integrar diversas formas de conocimiento a través de escalas de grupos sociales y organizacionales (Steger, 2018).

Asimismo, es importante que identificar y dar prioridad a los servicios que los ecosistemas brindan, se debe considerar la opinión de los residentes locales y otros grupos interesados que tienen influencia y participación a nivel local (MINAM, 2018).

2.3.3. Categorías de los servicios ecosistémicos

De acuerdo con la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MA, 2003) los servicios ecosistémicos se dividen en cuatro categorías: provisionamiento, regulación, culturales y soporte. A continuación, se describe cada categoría.

- **Servicios de provisionamiento.** Son los bienes o productos obtenidos de los ecosistemas, como la comida, madera, fibra o agua fresca; suelen ser los servicios más tangibles y primeros en identificar debido al beneficio directo que es posible recibir de ellos.
- **Servicios de regulación.** Estos servicios contribuyen a la prosperidad de las personas en el sentido de que poseen la capacidad de controlar los procesos naturales de los ecosistemas, como la regulación del clima, control de enfermedades, prevención de erosión, regulación del flujo hídrico, y protección de peligros naturales, por citar algunos.

- **Servicios culturales.** Son los beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas y que son parte necesaria para el bienestar de la comunidad, entre ellos están la recreación, valores espirituales, y belleza escénica o paisajística.
- **Servicios de soporte.** Suelen ser los procesos claves y naturales que son necesarios para que se puedan dar los servicios descritos inicialmente, tales como ciclo de nutrientes, producción primaria, entre otros.

Landsberg et al. (2013) presenta una lista indicativa de servicios ecosistémicos y brinda una matriz de servicios ecosistémicos según las clases de cobertura de suelo (véase Anexos A y B); sin embargo, es importante precisar que esa información es referencial, por lo que es importante recolectar información primaria y secundaria en el área de estudio a evaluar, ya que no necesariamente pueden ser percibidos en mismo tiempo y espacio; la precisión y utilidad de la información que se pueda recolectar varía considerablemente de la escala y los métodos que son empleados para la identificación de servicios ecosistémicos (Grêt-Regamey et al., 2014). Para el presente informe se está considerando una escala a nivel local, dentro de los límites del área de estudio del proyecto minero, considerando en la MEIA-d (confidencial).

2.3.4. Grupos de interés

El término grupos de interés hace referencia a todas las personas, grupos, organizaciones, empresas y comunidades que tienen algún tipo de involucramiento o interés vinculado a los recursos que se encuentran en el área de estudio (MINAM, 2018). Es considerando como un elemento relevante dentro de los procesos que implican actividades económicas (en este caso un proyecto minero en etapa de explotación), pues son la voz de ese entorno tanto social como ambiental, y experimentan el impacto de las actividades de las empresas, expresando sus expectativas y demandas económicas, así como sociales y ambientales, hacia las mismas (Masip, 2018).

2.4. Justificación

El presente trabajo se desarrolla dentro del marco del SEIA, como parte de la descripción de la línea base para una MEIA-d (cuyo nombre del estudio y del cliente es confidencial), siendo necesario y justificante tener un apartado relacionado a servicios ecosistémicos, en el cual se debe identificar, priorizar y conocer el estado actual y tendencia de los mismos, a fin de poder realizar una evaluación de impacto transversal, ya que es un enfoque que permite identificar beneficios de los ecosistemas que son relevantes para la comunidad local como para el desarrollo del proyecto (Clavijo, 2021; Landsberg et al., 2013). Se debe recalcar que el desarrollo del este informe, específicamente la identificación y priorización de servicios ecosistémicos sigue los lineamientos de la “Guía para la elaboración de Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA)” aprobado mediante Resolución Ministerial N.º 455-2018-MINAM.

2.5. Importancia

Los servicios ecosistémicos comprenden funciones de los ecosistemas que son beneficiosos para el desarrollo humano, muchos de ellos necesarios para la supervivencia como la regulación del clima, purificación del aire y polinización de cultivos, mientras que otros mejoran nuestra calidad de vida y bienestar humano como la estética (Kremen, 2005).

Si bien existen estudios en los que se infieren servicios ecosistémicos solo a partir de características geográficas y biológicas, es importante considerar la perspectiva social, ya que los grupos de interés mantienen una relación estrecha con los ecosistemas, las experiencias individuales, oportunidades e intereses particulares, traen consigo aspectos únicos de la interacción del sistema socio-ecológica, particularmente para comunidades locales (Tauro et al., 2018). Además, en la metodología para la priorización de servicios ecosistémicos que se considera en el presente informe, no solo toma en cuenta a los beneficiarios o grupos de interés

en las localidades aledañas al proyecto minero, también analiza los servicios ecosistémicos, los cuales depende del proyecto para su continuidad (Landsberg et al., 2013).

Dicho esto, el estudio de servicios ecosistémicos es importante porque nos permite entender mejor la relación sociedad-naturaleza, brindando información valiosa a considerar dentro del análisis de impactos ambientales en los instrumentos de gestión ambiental.

2.6. Limitaciones

Una de las principales limitaciones para el desarrollo del estudio relacionado a servicios ecosistémicos, fue que no se contaba con referencias nacionales de la aplicación de la metodología recomendada en la guía¹ para la línea base del MINAM (2018), donde se recomiendan lineamientos para la identificación participativa de servicios ecosistémicos en los IGA; es por ello que se procedió con la búsqueda y revisión de Estudios de Impacto Ambiental llevados a cabo en el exterior del país, en las que se pudo verificar que una de las metodologías aplicadas y sugeridas era la metodología propuesta por Landsberg et al. (2013) en colaboración con el World Resources Institute² (WRI), cabe resaltar que dicha metodología también es sugerida dentro de la guía mencionada inicialmente.

Por otro lado, como parte del desarrollo del presente informe de suficiencia profesional, no se hará referencia al nombre de la minera a la que se realizó el estudio a describir, esto por razones de confidencialidad, ello implica que tampoco se mencionará el nombre del instrumento de gestión ambiental del cual es parte la identificación y priorización de servicios ecosistémicos, ni serán revelados las coordenadas de las áreas evaluadas, ni datos personales de los actores o beneficiarios entrevistados, pues también se quiere salvaguardar la privacidad

¹ “Guía para la elaboración de Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA)” aprobado mediante Resolución Ministerial N.º 455-2018-MINAM.

² World Resources Institute, o Instituto de Recursos Mundiales, es una organización sin fines de lucro internacional, que se dedica a la investigación para crear condiciones que favorezcan a la equidad y bienestar de la sociedad y el ambiente mediante la gestión sostenibles de los recursos naturales.

de las personas involucradas. Cabe señalar que lo precisado no representa una limitante para garantizar la descripción de la actividad realizada por la autora del presente informe.

2.7. Recursos

2.7.1. *Materiales y equipos*

Los materiales empleados fueron los siguientes:

- Mapa temático de cobertura de uso de suelo para la identificación de ecosistemas potenciales en el área de estudio.
- Ráster de cobertura de suelo del año 2019 y del año 2024.
- Imagen satelital del área de estudio obtenido de Google Earth para la delimitación de zonas a evaluar y de apoyo visual durante las entrevistas realizadas.
- Formato de entrevista semiestructurada para la recolección de la percepción e importancia sobre los servicios ecosistémicos desde el punto de vista de los grupos de interés.

Los equipos empleados fueron los siguientes:

- Laptop para la planificación de tareas a realizar, el análisis de información y redacción del informe.
- Impresora para la impresión de planos y las entrevistas semiestructuradas.
- Cámara fotográfica para la recolección de vestigios de la ejecución del trabajo visual, que a su vez sirvió de soporte para el análisis de las zonas evaluadas.
- GPS para la obtención de coordenadas de los lugares visitados en campo.

2.7.2. *Personal*

Para el desarrollo de este estudio, fue necesario contar con equipo interdisciplinario el cual consistió en el siguiente grupo de especialistas:

- Especialista ambiental (rol que cumplió la autora del presente informe), responsable de la planificación con los lineamientos considerados en el marco del SEIA,

ejecución y análisis de la identificación y priorización de los servicios ecosistémicos.

- Especialista biológico, responsable de cubrir aspectos del medio biológico como la identificación de ecosistemas y cobertura de suelo, así como la ejecución y análisis de la información obtenida en campo de las zonas evaluadas.
- Especialista social, responsable de facilitar y abrir puertas con la población para la recolección de información social para la priorización de servicios ecosistémicos.
- Técnico en sistemas de información geográfica, responsable de proporcionar datos georreferenciados y facilitar la elaboración y creación mapas temáticos de utilidad para el estudio.

2.8. Metodología

2.8.1. Ubicación y delimitación temporal

El área de estudio ambiental del proyecto minero en etapa de explotación se ubica entre las Provincias de Hualgayoc y San Miguel de la Región de Cajamarca en él se definieron siete zonas de análisis (ver Tabla 5 y Figura 6), las cuales se describen en el ítem 2.9.3 con información más detallada obtenida en campo.

Esta actividad se llevó a cabo durante los meses de junio hasta diciembre del 2019, realizando una visita a campo fines de julio de 2019 con el propósito de recopilar información visual y realizar entrevistas a los residentes locales con el fin de comprender su percepción acerca de los servicios ecosistémicos que identifican en su entorno (MINAM, 2018).

2.8.2. Marco metodológico

Para el desarrollo adecuado del proyecto, se tomó en consideración la “Guía para la elaboración de Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA)” aprobado mediante Resolución Ministerial N.º 455-2018-MINAM, en el cual se detallan los lineamientos a seguir para el desarrollo del apartado de Servicios

Ecosistémicos, dentro de los Instrumentos de Gestión Ambiental según amerite. En la Figura 2, se presentan los pasos según lo descrito en dicho documento, el cual consta de tres pasos: 1) Identificación de servicios ecosistémicos, b) Priorización de servicios ecosistémicos y c) Determinación del estado actual y tendencia de los servicios ecosistémicos.

Figura 2

Pasos para la elaboración de línea base de servicios ecosistémicos.



Nota. MINAM, 2018

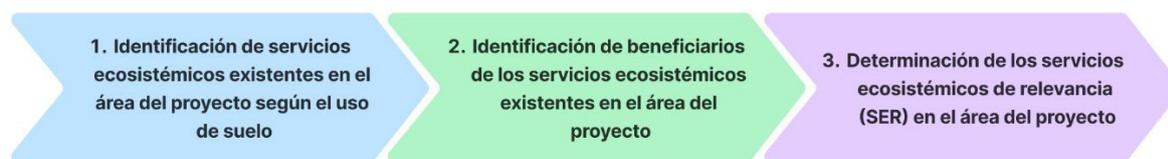
Sin embargo, es importante mencionar que en la misma guía se sugiere revisar a una serie de autores internacionales que tienen bibliografía relevante, ya que los lineamientos establecidos en dicho documento son recomendaciones generales y no limitan el uso de métodos y procesos actuales (MINAM, 2018).

La metodología propuesta por Landsberg et al. (2013) que es presentado en el informe que lleva por título Weaving Ecosystem Services into Impact Assessment (Relacionado los Servicios Ecosistémicos dentro de la Evaluación de Impacto, en español) de la WRI, se brinda información detallada, estructurada y secuencial para la identificación de servicios ecosistémicos y priorización de estos.

Se debe precisar que en dicho informe la autora se refiere a los servicios prioritarios como servicios ecosistémicos relevantes (SER). En la Figura 3, se presenta el detalle de los puntos a tratar en la metodología, los cuales son: 1) Identificación de servicios ecosistémicos existentes en el área del proyecto según el uso de suelo, 2) Identificación de beneficiarios de los servicios ecosistémicos existentes en el área del proyecto, y 3) Determinación de los SER en el área del proyecto.

Figura 3

Pasos para la identificación de servicios ecosistémicos de relevancia



Nota. Landsberg et al., 2013

Se debe resaltar que para la priorización de servicios ecosistémicos es necesario contar con la participación de la población local ya que son ellos quienes hacen uso directo de los recursos proporcionados por la naturaleza o generados a través del uso de los recursos naturales; por lo tanto, la percepción que tienen los principales beneficiarios o grupos de interés es un punto clave en el éxito de una correcta identificación y toma de decisiones (Landsberg et al., 2013; MINAM, 2018).

2.8.3. Identificación de servicios ecosistémicos

Para la identificación de servicios ecosistémicos, fue necesario contar con mayor cantidad de mapas preliminares de la cobertura vegetal o uso de suelo (MINAM, 2018), la cual fue obtenida del desarrollo de la línea base física y biológica de la MEIA-d, se debe precisar que en el ecosistema el suelo cumple un rol relevante ya que sirve de soporte para sostener la vida natural, y actividades socioeconómicas de las personas (Burbano-Orjuela, 2016); es por ello que tener de base un mapa de cobertura de suelo resulta útil; además, Landsberg et al.(2013) en su informe presentó un resumen de la relación entre la cobertura de suelo y su relación con los servicios ecosistémicos (véase Anexo B).

2.8.4. Identificación de grupos de interés

Una vez identificados los servicios ecosistémicos potenciales, se procede con la priorización de éstos, pero para ello es importante contar con la información social levantada en campo que recopile la percepción, conocimientos o información en materia de servicios

ecosistémicos de los grupos de interés o beneficiarios (MINAM, 2018), y así poder identificar primero a los servicios ecosistémicos reales (verificados en campo) y luego la identificación de servicios ecosistémicos prioritarios.

Dentro de los lineamientos mencionados en el apartado anterior, los beneficiarios pueden englobar a individuos, comunidades, instituciones, y compañías que pueden verse afectadas tanto positiva como negativamente como resultado del impacto generado por el proyecto en evaluación sobre los servicios ecosistémicos (Landsberg et al., 2013). Sin embargo, según la guía del MINAM (2018) es pertinente considerar criterios al momento de identificar a los actores relevantes, como, por ejemplo: económico-productivo, cultural, representatividad en función a la edad, sexo, ocupación, conocimientos locales, entre otros.

Entre los métodos para la recolección de información, la guía del MINAM deja al criterio del responsable del estudio para su definición, ya que es un tema que sigue en desarrollo y en evolución, por lo que no hay un proceso absoluto que pueda alinearse a las diferentes realidades de las localidades.

En el caso del presente proyecto se consideraron entrevistas semiestructuradas para poder conocer sus percepciones respecto a los servicios ecosistémicos en temas de ubicación, distribución y diferenciación entre los mismos; cabe señalar que durante la visita en campo se consideró un mapa temático del área de estudio como soporte para la identificación de servicios ecosistémicos en conjunto con las personas entrevistadas.

2.8.5. Priorización de los servicios ecosistémicos

La priorización de servicios ecosistémicos implica la selección y clasificación de servicios en función de su importancia, utilizando una serie de criterios que equilibran las necesidades de conservación y las necesidades específicas, con el objetivo de tomar decisiones integrales y sostenibles (Nedkov et al., 2021). De acuerdo con lo señalado en el informe de Landsberg et al. (2013), para la priorización de los servicios ecosistémicos relevantes (SER) se

debe realizar considerando dos perspectivas, una que hace referencia desde el punto de vista de los beneficiarios, y otro desde el punto de vista del proyecto, que en este caso es del proyecto de explotación minera.

- **Perspectiva 1:** Basado en los impactos potenciales sobre los beneficiarios de dichos servicios.
- **Perspectiva 2:** Basado en la dependencia del proyecto sobre los servicios identificados.

Hay que resaltar que la importancia de los servicios ecosistémicos es relativa, y depende de los beneficios que la población beneficiaria obtenido, es decir, su relevancia está sujeta a la percepción sociocultural de cada persona según la capacidad del servicio para satisfacer sus necesidades (Capdevielle, 2020).

Cada perspectiva sigue un flujo de decisiones para la determinación de los SER, tomando en cuenta los impactos potenciales del proyecto sobre estos servicios y su afectación hacia las personas que se benefician de estos. Para el caso de los beneficiarios o grupos de interés, un servicio ecosistémico es relevante o prioritario cuando se cumplen los siguientes criterios (Landsberg et al., 2013).

- **Criterio 1:** El proyecto podría afectar la disponibilidad de beneficio del servicio ecosistémicos.
- **Criterio 2:** El servicio ecosistémico afectado es importante para la prosperidad en relación con la subsistencia, salud, seguridad o cultural de los beneficiarios.
- **Criterio 3:** Los beneficiarios no disponen de servicios alternativos o sustitutos viables para dicho servicio.

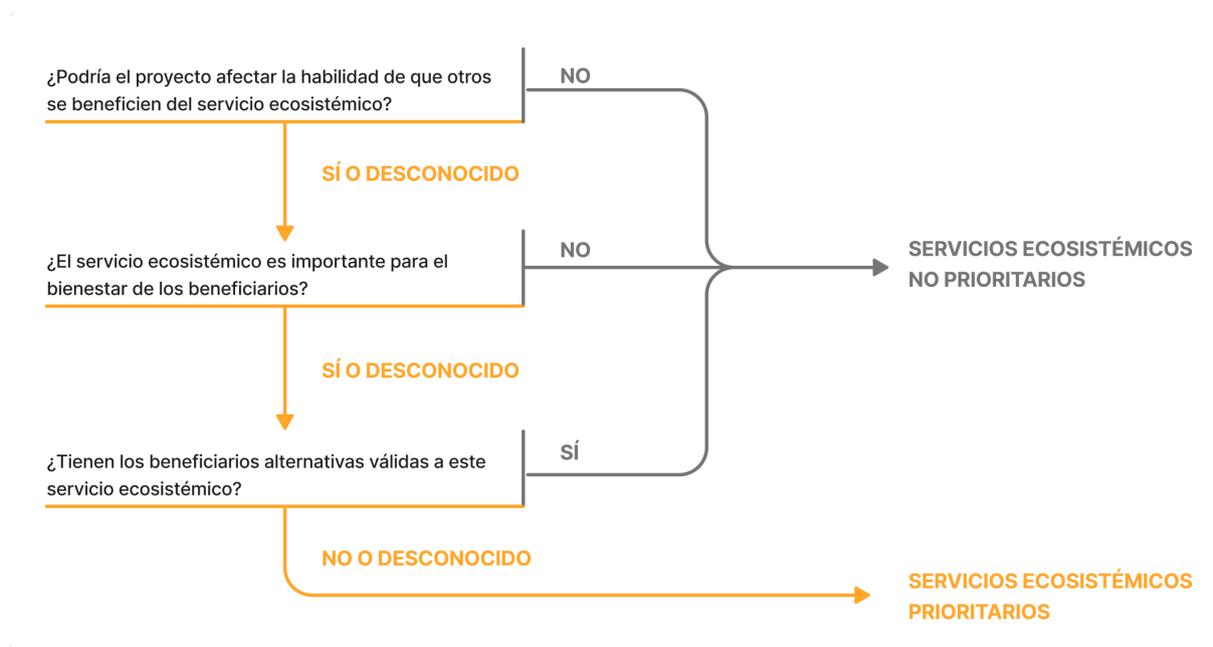
En la

Figura 4, se presenta el flujo de decisión en base a los criterios citados líneas arriba, son presentados a modo de pregunta para comenzar los flujos, aquellos servicios ecosistémicos que

no son considerados prioritarios, no deben ser evaluados dentro de la caracterización de impacto ambiental. Por el contrario, de identificarse servicios prioritarios, es importante considerar un análisis exhaustivo desde el punto de vista ambiental.

Figura 4

Árbol de decisión para la priorización de SER según el impacto potencial a los beneficiarios.



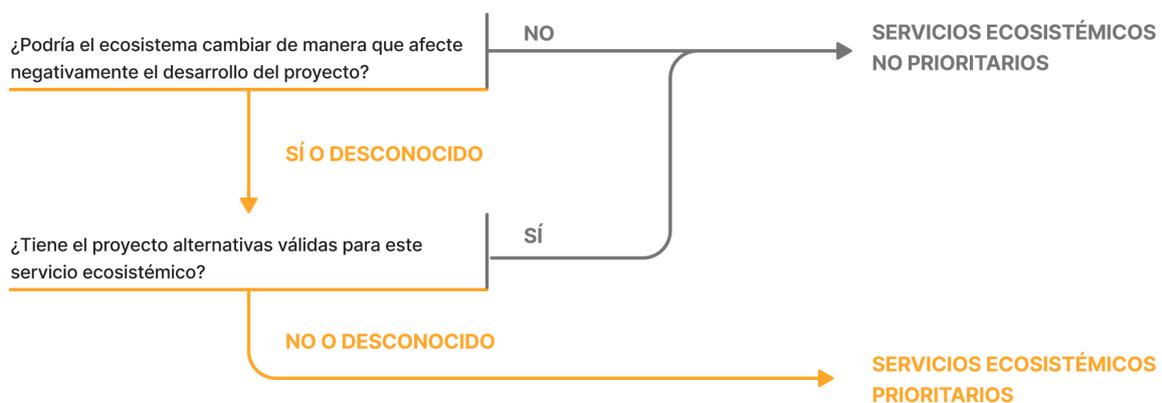
Nota. Traducido al español del informe Weaving Ecosystem Services into Impact Assessment, WRI (2013).

Por otro lado, para el caso de los SER basados en la dependencia del proyecto hacia dichos servicios, considerando la posibilidad de que exista el riesgo operacional para el desempeño del proyecto, se debe tomar en cuenta los siguientes criterios (Landsberg et al., 2013). En la Figura 5, se presenta el flujo de decisión para la determinación de los SER o servicios ecosistémicos prioritarios según la dependencia del proyecto; de la misma forma que para el caso de beneficiarios, aquellos servicios no prioritarios no serán parte de la caracterización de impacto ambiental dentro del IGA del cual es parte (confidencial).

- **Criterio 1:** Pueden producirse cambios en la cantidad, calidad, tiempo o ubicación del servicio ecosistémico del cual el proyecto es dependiente a lo largo de su vida útil.
- **Criterio 2:** El proyecto no dispone de alternativas o sustitos válidos para el servicio ecosistémicos impactado.

Figura 5

Árbol de decisión para la priorización de SER según la dependencia del proyecto.



Nota. Traducido al español del informe Weaving Ecosystem Services into Impact Assessment, WRI (2013).

Se debe precisar que, para la determinación de ecosistemas relevantes de cara a los beneficiarios y dependencia del proyecto minero, fue necesario hacer uso de una matriz que fue proporcionada en informe de la WRI (véase Anexos E y F).

2.9. Resultados

2.9.1. Identificación de servicios ecosistémicos potenciales

Se realizó la identificación de los servicios ecosistémicos potenciales en función al mapa de cobertura de suelo del área de estudio ambiental, tal y como se mencionó en la sección de metodología detallada en el ítem 2.8.3. Se contó con un mapa temático de cobertura de suelo para el presente estudio (véase Anexo C); asimismo, las unidades de suelo identificadas en el área de estudio fueron los siguientes: jalca, pastos, humedal altoandino, matorral arbustivo,

pajonal andino, plantaciones forestales, áreas altoandinas con escasa y sin vegetación, centro minero, y cursos y cuerpos de agua.

Basándonos en la información presentada en el informe de Landsberg et al. (2013), presentado en los Anexos A y B, se procedió a identificar los servicios ecosistémicos potenciales, los cuales resultaron ser un total de 17. En la Tabla 4, se presenta el listado de los servicios ecosistémicos, su descripción y ecosistemas relacionados; cabe precisar que la descripción se realizó en función a la información provista en la línea base de la MEIA-d y fuentes secundarias para su categorización.

Tabla 4

Servicios ecosistémicos potenciales en el área de estudio del proyecto

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
Aprovisionamiento			
1	Medicina natural	De acuerdo con la línea base, en el ecosistema de área con escasa y sin vegetación y pajonal, se registró la presencia de especies como <i>Achyrocline alata</i> (marcela), <i>Perezia punges</i> y <i>Chaptalia cordata</i> , las cuales son plantas medicinales aprovechada por la población.	<ul style="list-style-type: none"> • Área con escasa y sin vegetación. • Pajonal andino • Matorral arbustivo
2	Agricultura para autoconsumo y pastoreo	La población se beneficia de estos ecosistemas gracias a la siembra y cosecha de vegetales para autoconsumo y pastoreo como la papa, oca, olluco y pastos. Cabe señalar que, en muchos casos, la población opta por hacer sus	<ul style="list-style-type: none"> • Pastos

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
		compras para la casa en los mercados más cercanos.	
3	Crianza de animales para fines domésticos o comerciales de consumo o uso	Gracias a la actividad ganadera que se desarrolla en este tipo de ecosistemas, los pobladores pueden obtener leche, el cual es una de las principales fuentes de ingreso para la población.	<ul style="list-style-type: none"> • Pajonal andino
4	Biomasa para combustible	La obtención de leña como fuente de energía para la población para la cocción de alimentos, entre otros se obtiene de ecosistemas como plantaciones forestales y matorral andino.	<ul style="list-style-type: none"> • Plantaciones forestales • Matorral arbustivo
5	Materia prima: minerales	Área de extracción de polimetálicos, este servicio se da en gran parte de la región de Cajamarca.	<ul style="list-style-type: none"> • Centro minero
6	Agua fresca	Las principales fuentes de agua para la población provienen de manantiales, algunas lagunas y quebradas. La población entuba el agua fresca que obtiene de los manantiales u ojos de agua naturales más cercanos a sus viviendas y la utilizan para el consumo doméstico. Las aguas quebradas y lagunas se emplean en algunos para riego de vegetales y bebedero de animales. Es importante indicar que, debido al	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de agua

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
		<p>sustrato rocoso, las aguas adquirieron un comportamiento ácido.</p>	
Regulación			
7	Regulación local del clima	<p>De acuerdo con la literatura revisada, se sabe de la capacidad de la vegetación de convertir el CO₂ en O₂ haciendo que estos ecosistemas vegetales otorguen el beneficio de reducir los gases de efecto invernadero (GEI). En el caso de los ecosistemas acuáticos tienen la capacidad de termo-regular el clima, debido al alto calor específico de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los ecosistemas a excepción de las áreas de actividad minera.
8	Regulación de la calidad del aire	<p>Las plantaciones forestales cumplen una función de barrera natural. Además, muchas de ellas se emplean como cerca natural para dividir las praderas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plantaciones forestales
9	Regulación de tiempos y flujos del agua	<p>La presencia de vegetación modera la filtración, recorrido del agua recarga de los manantiales y mediante los cauces naturales controla el flujo de agua en las quebradas existentes en la zona. Además de lo mencionado debido a procesos geodinámicos se han</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pastos • Matorral arbustivo • Pajonal andino • Plantaciones forestales

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
		formado zonas ideales para el almacenamiento de agua (lagunas).	
10	Control de erosión de laderas	La masa boscosa, por su tamaño y característica cumplen una función de protección de las laderas frente a los procesos de erosión causados por el agua. Sin embargo, se debe resaltar que no existe una intensa actividad geodinámica externa.	<ul style="list-style-type: none"> • Plantaciones forestales
Culturales			
11	Valores educativos	El conocimiento sobre las plantas medicinales ha ido de generación en generación. La información que tienen sobre sus beneficios lo mantienen en reserva para allegados y familiares.	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
12	Belleza escénica del paisaje	El paisaje de montañas brinda a la población cierto atractivo y tranquilidad en su modo de vida habitual, el cual ha venido disminuyendo por el desarrollo de actividades mineras en los alrededores.	<ul style="list-style-type: none"> • Plantaciones forestales • Pastos • Pajonal andino • Humedal altoandino
13	Recreación	La población aprovecha los espacios de baja pendiente para actividades de esparcimiento y recreación. Sin embargo, las festividades otras	<ul style="list-style-type: none"> • Pastos • Pajonal andino

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
		actividades se realizan en el centro de la ciudad y no cerca del proyecto.	
SopORTE			
14	Disponibilidad de hábitat	Cada ecosistema tiene la capacidad de generar espacios ideales para albergar especies, cuya diversidad y abundancia varía según el ecosistema evaluado.	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los ecosistemas a excepción de las áreas de actividad minera.
15	Ciclo de nutrientes	La capacidad del suelo para retener los nutrientes y sedimentos depende mucho de la humedad del suelo, ya que esta función puede perderse en temporada seca, pues pierden la conexión entre partículas minerales y orgánicas, he ahí la importancia de la presencia de una capa de plantas para que constantemente pueda mantener una buena retención de agua durante las épocas de estiaje. Debido a esta capacidad, los humedales altoandinos son considerados como ecosistemas importantes.	
16	Secuestro de carbono	Las formaciones vegetales tienen la capacidad de generar la producción primaria de biomasa de material biológico a través fotosíntesis y asimilación de	

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
17	Ciclo del agua	<p data-bbox="568 286 1034 539">nutrientes. La capacidad de la vegetación de convertir el CO₂ en O₂ hacen que los ecosistemas vegetales otorguen el beneficio de reducir los gases de efecto invernadero (GEI).</p> <p data-bbox="568 591 1034 958">El ciclo del agua permite el flujo continuo de este sobre y bajo la superficie terrestre. Existe un intercambio de energía, lo cual está relacionado con el clima. Asimismo, influye en la hidrología del proyecto.</p>	

Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d (confidencial).

Se identificaron 17 servicios ecosistémicos potenciales; sin embargo, lo obtenido se debe contrastar con información recolectada en campo y proporcionada por los grupos de interés o beneficiarios, punto que se describe a detalle en los siguientes apartados.

2.9.2. Identificación de grupos de interés en el área de estudio

La identificación de grupos de interés o beneficiarios en el área de estudio es importante, porque para la priorización de servicios ecosistémicos es necesario conocer la percepción de los beneficiarios en relación con los servicios ecosistémicos que satisfacen sus necesidades y que son conscientes de su existencia y que por lo mismo les es relevante (MINAM, 2018). La recolección de su información se hará a través de entrevistas semiestructuradas (véase el formato en el Anexo D).

En el marco del presente estudio, el grupo de interés corresponde a la población que se ubicada alrededor del proyecto minero y que corresponde al área de influencia social directa del mismo. Para poder identificar los servicios ecosistémicos prioritarios fue necesario

identificar a los actores principales. Se ha considerado la opinión de los principales actores consultados, incluyendo empresarios, población colindante, autoridades y exautoridades. Los criterios considerados para garantizar la representatividad de los informantes son los siguientes:

- **Económico y productivo**, la ganadería y la venta de productos derivados del ganado vacuno, como la leche y el queso, son las actividades principales en el ámbito social del proyecto. El uso de la tierra está relacionado con el pastoreo, la siembra de pastos y, en menor medida, la siembra de productos para consumo familiar, como la papa, el olluco y la oca (principalmente para autoconsumo).
- **Identidad y cultura**, se ha consultado a todos los grupos culturales del área de influencia social, y se ha identificado la presencia de una comunidad campesina que se mantendrá en confidencialidad.
- **Proximidad**, la cercanía de viviendas al proyecto en todo su perímetro también es relevante en términos de colindancia, en este caso la distancia considerada es de 1,5 Km de las viviendas al componente del proyecto minero más cercano.
- **Edad**, los informantes consultados son mayores de 18 años y jefes de familia, asegurando así una muestra adecuada en cuanto a edad.
- **Sexo**, se ha consultado tanto a hombres como a mujeres para tener en cuenta la perspectiva de género.
- **Actividades económicas**, los grupos de interés mantienen actividades económicas en la zona, siendo la ganadería la ocupación principal.

Considerando dichos criterios, se llegaron a identificar 10 actores principales de interés antes de salir a campo; sin embargo, durante la visita en campo realizada a fines de julio 2019, además de entrevistas a las personas identificadas inicialmente, también se entrevistaron a 12 locales más, llegando a realizar un total de 22 entrevistas a actores clave por su cercanía y

representatividad para el proyecto, los datos de las 22 personas entrevistadas no serán revelados por razones de confidencialidad.

Estos beneficiarios se encontraron distribuidos a lo largo del área de estudios, el cual por fines prácticos fue dividido en zonas de evaluación considerando los límites de las microcuencas identificadas en el Estudio Hidrográfico e Hidrológico en 2015 de la MEIA-d (confidencial), en el siguiente apartado se presenta en el ítem siguiente.

2.9.3. Descripción de las zonas de evaluación

Previo a la priorización de servicios ecosistémicos, fue necesario realizar una visita campo para poder hacer una descripción de las zonas evaluadas (ver Tabla 5) las cuales fueron delimitadas considerando los límites de las microcuencas identificadas en el Estudio Hidrográfico e Hidrológico en 2015 de la MEIA-d. Luego de la visita en campo, se procedió con el procesamiento y análisis de información recopilada en campo a través de las entrevistas semiestructuradas para proceder con la priorización correspondiente.

En los párrafos siguientes se procede a brindar detalle de las zonas visitadas junto con el equipo profesional, se debe mencionar que durante la visita y recorrido de las zonas se hizo un registro de coordenadas de los puntos intervenidos; sin embargo, por fines de confidencialidad y con la intención de salvaguardar la privacidad de las personas involucradas, no serán mostrados. En la Tabla 5, se presenta el listado de zonas evaluadas y su distribución en el área de estudio puede visualizarse en la Figura 6.

Tabla 5

Relación entre zona y microcuenca en el área de estudio del proyecto

Zona	Microcuenca
Zona A	Microcuenca de la Quebrada Tres Amigos
Zona B	Microcuenca de la Quebrada Puente de la Hierba
Zona C	Microcuenca de la Quebrada el Tuyo

Zona	Microcuenca
Zona D	Microcuenca de la Quebrada Azufre
Zona E	Microcuenca de la Quebrada Tacamache
Zona F	Microcuenca de la Quebrada Tantahuatay
Zona G	Microcuenca de la Quebrada Río Colorado

Nota. Línea base de la MEIA-d del proyecto minero (confidencial).

Figura 6

Zonas distribuidas a lo largo del área de estudio del proyecto minero



Nota. Línea base de la MEIA-d (confidencial).

2.9.3.1. Zonas A y B. Estas zonas corresponden a las microcuencas Tres Amigos y La Hierba, respectivamente; se pudo verificar que muchas viviendas cercanas se encontraban desocupadas o en proceso de construcción, tal como se puede apreciar en Figura 7. Estas propiedades han sido adquiridas por la mina con el fin de utilizar los terrenos para el desarrollo del proyecto. En su mayoría, los antiguos propietarios ahora residen en la ciudad de Cajamarca.

Se realizaron un total de 12 entrevistas en la Zona A y cuatro en la Zona B. Es importante destacar que la participación en las entrevistas fue voluntaria y se respetó la decisión de aquellos que optaron por no proporcionar información. La diferencia en la cantidad de entrevistas entre ambas zonas se debe al mayor dinamismo económico en la Zona A, relacionado con la actividad comunitaria campesina, donde muchos habitantes tienen negocios o forman parte de los contratistas de la minera.

Figura 7

Viviendas inhabitadas en la Zona B dentro de la unidad minera del proyecto



Nota. Foto tomada en campo como parte de línea base de la MEIA-d (confidencial).

La información recopilada en el campo permitió obtener una comprensión más clara de la percepción que tienen los habitantes sobre los recursos naturales que les brinda su entorno. En cuanto a los servicios ecosistémicos tangibles, se enfatizó la importancia del uso de plantas medicinales como un recurso fundamental para tratar enfermedades, especialmente los problemas respiratorios y dolores óseos, ya que los centros de salud se encuentran distantes.

Asimismo, se subrayó la relevancia de los pastizales como fuente de alimento para el ganado, que constituye una de las principales fuentes de ingresos en estas áreas. En relación

con los servicios ecosistémicos intangibles, los residentes mayores mencionaron la importancia del paisaje montañoso y los valles como espacios para el esparcimiento y recreación. También se mencionó la obtención de leña como recurso energético a través de árboles y arbustos. Durante la visita, se constató que algunos habitantes no se encontraban en sus viviendas, por lo que se realizó un segundo intento para llevar a cabo la entrevista. En la Figura 8, se puede ver una fotografía tomada durante la entrevista que realicé a una mujer de la Zona A.

Figura 8

Mujer local entrevistada en la Zona A



Nota. Foto tomada en campo como parte de línea base de la MEIA-d (confidencial).

2.9.3.2. Zonas C y D. Las zonas C y D se refieren a las microcuencas El Tuyo y Azufre, respectivamente. Hay una marcada disparidad en comparación con las zonas A y B que se analizaron previamente. Estas áreas tienen una población escasa, un paisaje con predominancia de afloramiento rocoso y un relieve menos abrupto. Sin embargo, se pueden observar plantaciones forestales dispersas sin un patrón claro.

En la siguiente Figura 9, se puede observar una mayor presencia de pajonal andino en el terreno, con vientos más intensos, esto puede deberse a la falta de barreras naturales de viento, como las plantaciones forestales, lo que genera un ambiente muy frío y explica la baja diversidad de especies en la zona; en la misma figura, a lo lejos es posible observar algunos componentes mineros del proyecto cuyo nombre, así como el de la MEIA-d, es confidencial.

Figura 9

Vista del proyecto minero desde un punto de referencia



Nota. Foto tomada en campo como parte de línea base de la MEIA-d (confidencial).

Durante las entrevistas, se logró identificar viviendas que se encontraba inhabitadas como se puede observar en la Figura 10. Por otro lado, según la información proporcionada por las personas locales a través de las entrevistas (véase en la Figura 11), se pudo evidenciar que lograron identificar servicios ecosistémicos proporcionados por el ecosistema de pajonal andino, los cuales tenían una relación directa con los servicios de aprovisionamiento, ya que este brinda las condiciones adecuadas para la ganadería, una actividad muy común en la zona. Además, permite el crecimiento de algunas plantas medicinales como la cola de caballo, vira vira y manzanilla, entre otras. En la misma categoría de servicios, precisaron que las

plantaciones forestales proporcionan leña la cual es utilizada como fuente de energía combustible para las actividades domésticas.

Figura 10

Vivienda a medio construir e inhabitada en la Zona C



Nota. Foto tomada en campo como parte de línea base de la MEIA-d (confidencial).

Figura 11

Mujer local entrevistada en un punto de referencia entre la Zona C y D



Nota. Foto tomada en campo como parte de línea base de la MEIA-d (confidencial).

2.9.3.3.Zonas E, F y G. Estas zonas están compuestas por las microcuencas Tacamache, Tantahuatay y Río Colorado, respectivamente. Al igual que en las zonas previamente estudiadas, es común encontrar viviendas abandonadas (véase en la Figura 12), como se puede apreciar en las fotografías adjuntas que muestran algunas de las casas deshabitadas registradas y las entrevistas realizadas durante la visita al terreno.

Figura 12

Vivienda a medio construir e inhabitada en la Zona G.



Nota. Foto tomada en campo como parte de línea base de la MEIA-d (confidencial).

Al igual que en las zonas previamente descritas, en este sector también se encuentran los servicios ecosistémicos proporcionados por los ecosistemas de pajonal andino y plantaciones forestales. No existen muchos locales que residan en las extensiones de esta zona, respecto a la evaluadas previamente, probablemente por la ausencia de grandes extensiones agrícolas como en las zonas A y B. Sin embargo, se han identificado cultivos dispersos que son destinados para el autoconsumo, tales como papa, oca y olluco, sin propósitos comerciales.

De acuerdo con la información recopilada durante la visita, los pobladores consideran que los manantiales y los pastizales son los recursos más importantes. Los manantiales o fuentes de agua les proporcionan agua fresca, mientras que los pastizales son utilizados para

alimentar al ganado. Sin embargo, es relevante mencionar que la actividad ganadera no se lleva a cabo en toda la extensión del pajonal, sino más bien fuera del área evaluada en la mayoría de los casos. En la Figura 13 se puede observar una fotografía tomada en campo durante la ejecución de una entrevista a un hombre local, por parte de uno de los integrantes del equipo.

Figura 13

Hombre local entrevistado en la Zona G



Nota. Foto tomada en campo como parte de línea base de la MEIA-d (confidencial).

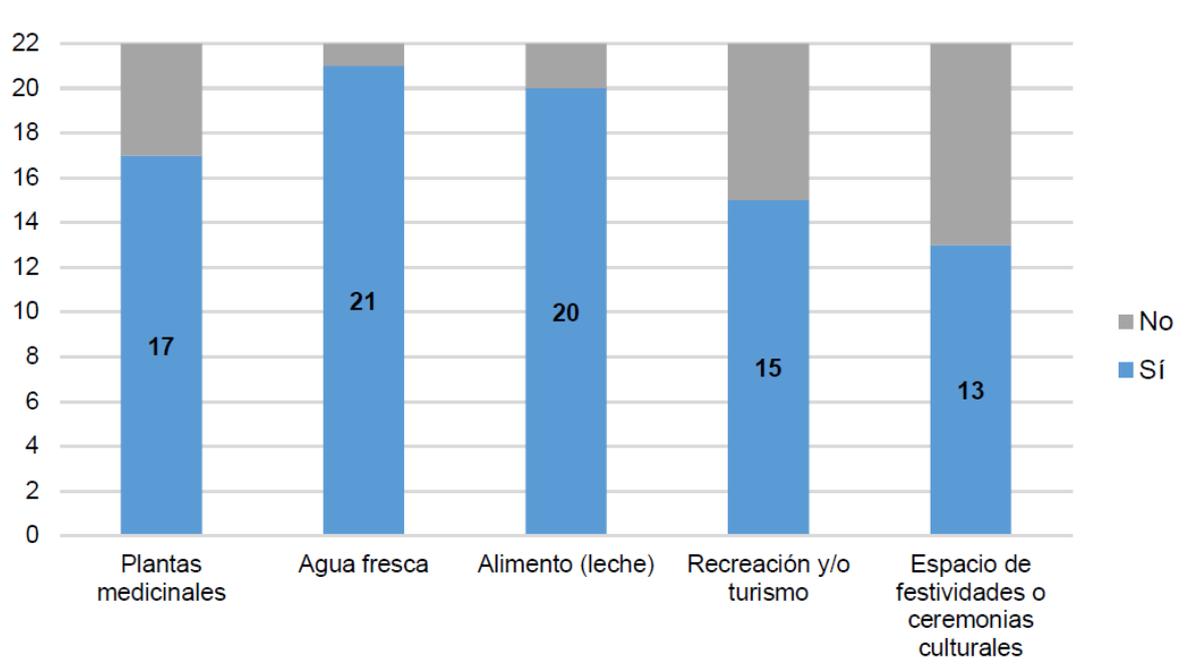
2.9.4. Análisis de entrevistas

Luego de la visita a campo se procedió a hacer un análisis de la información obtenida a partir de las entrevistas. Dentro los servicios ecosistémicos que la población identificó en el área de estudio, está relacionados con el agua y la leche. Para ellos, estos recursos son fundamentales en su día a día. En la Figura 14, se evidencia que, en cuanto al agua, el 95% de los beneficiarios consideraron que es su principal recurso para subsistir; los habitantes obtienen su suministro de los manantiales cercanos a sus viviendas, que se distribuye a través de sistemas de tuberías. Además, las lagunas y las quebradas desempeñan un papel crucial al proporcionar agua para el riego de los cultivos y como fuente de bebida para los animales. Por otro lado, el

91% de los grupos de interés coincidieron que la leche es un producto esencial derivado de la actividad ganadera, y que representa una de las principales fuentes de ingresos para la población.

Figura 14

Servicios ecosistémicos que los beneficiarios locales lograron reconocer

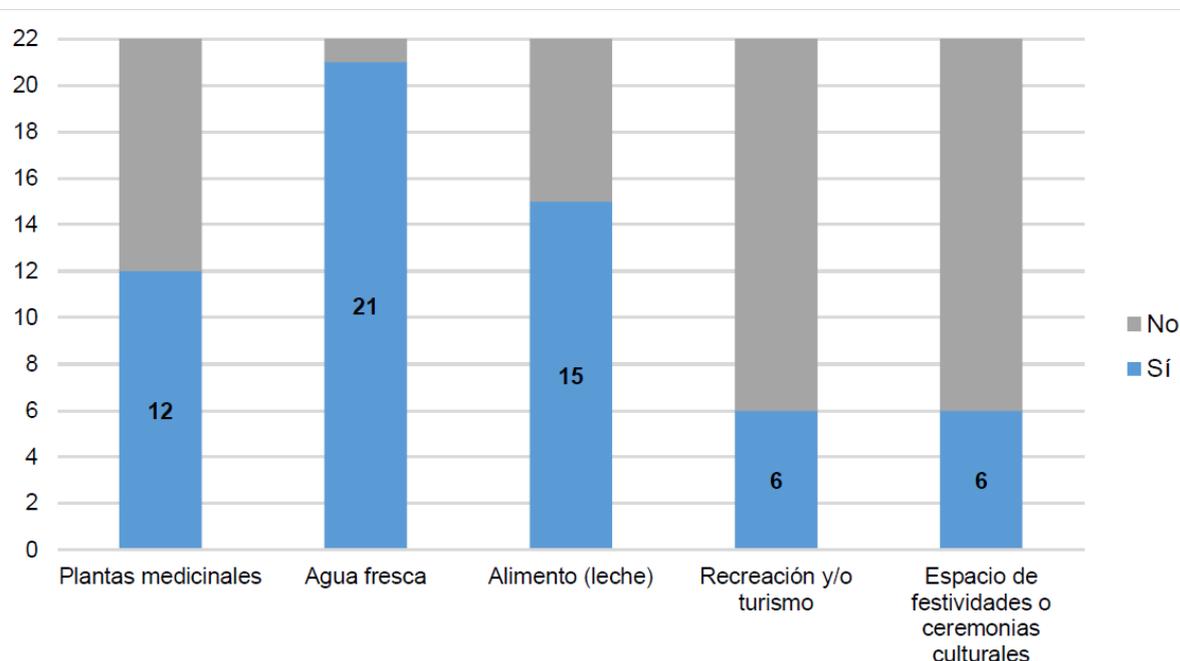


Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d del proyecto (confidencial).

En la Figura 15, se observan los servicios ecosistémicos relacionados a la importancia que la población les asigna, y se determinó que el 95% de los entrevistados considera relevante el beneficio proporcionado por cuerpos y cursos de agua y el 68% considera importante la leche proveniente del ganado vacuno, lo cual se explica por las razones explicadas en el primer párrafo de este ítem. Por otro lado, se reveló que el 55% de los actores valora la presencia de plantas medicinales en los ecosistemas de la zona, ya que muchos de los habitantes se enfrentan a enfermedades respiratorias y dolores óseos, especialmente los adultos. Para tratar estas dolencias, recurren a las plantas medicinales que se encuentran en su entorno natural. Estas plantas proporcionan un recurso valioso y accesible para el cuidado de la salud de la comunidad.

Figura 15

Servicios ecosistémicos que los beneficiarios locales consideraron importantes



Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d del proyecto (confidencial).

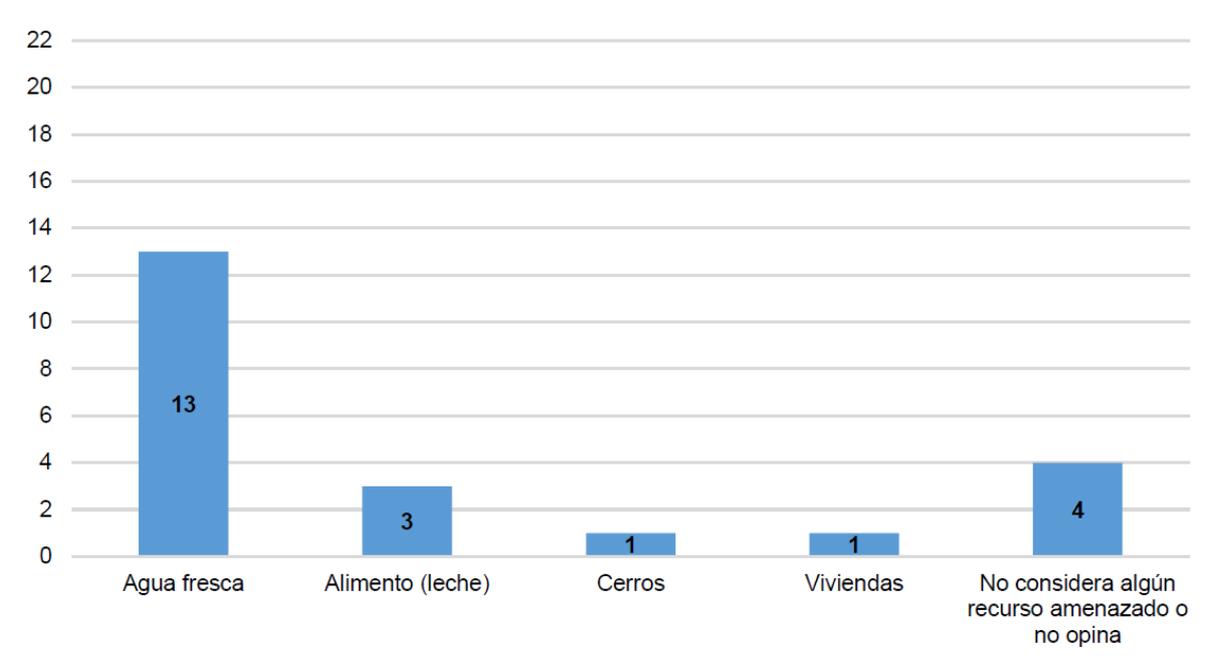
Junto con los servicios tangibles, la población también aprecia los servicios ecosistémicos intangibles relacionados con la cultura (27%) y el paisaje (27%). La recreación, el turismo y los espacios destinados a festividades y ceremonias culturales son considerados importantes por los pobladores. Aunque estos servicios intangibles no tienen una utilidad directa en términos de subsistencia, contribuyen a la calidad de vida y al bienestar emocional de la comunidad.

Durante las entrevistas realizadas, se consultó a los pobladores sobre los bienes y servicios que consideraban más amenazados en la zona (véase Figura 16). Entre las respuestas, se destacó la preocupación por el suministro de agua y las condiciones de vida asociadas a este recurso vital, tal y como se visualiza en la Figura 16. Un grupo de trece personas (equivalente al 59%) señaló que el agua disponible estaba contaminada y que no tenían acceso directo a ella. En su lugar, dependían de terceros o de los manantiales más cercanos a sus viviendas. Esta

situación generaba incertidumbre y dificultades en el abastecimiento, impactando negativamente en la calidad de vida de la comunidad.

Figura 16

Bienes y servicios que los beneficiarios locales consideraron amenazados



Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d del proyecto (confidencial).

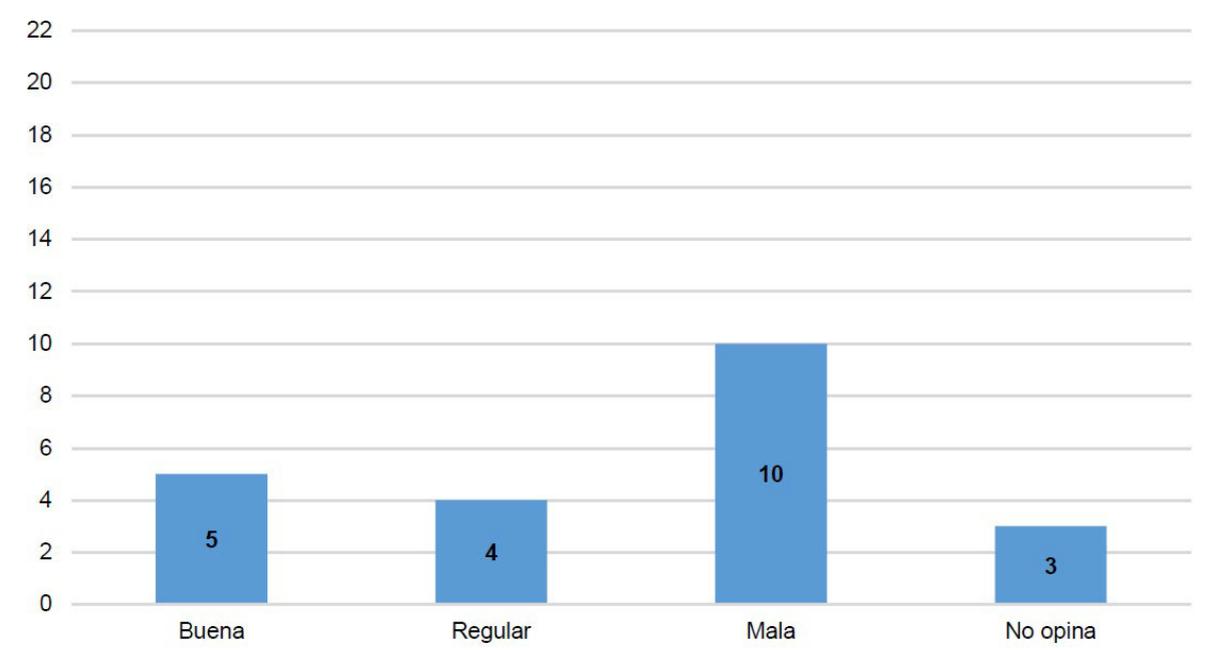
En la zona, se identificaron amenazas al servicio de agua, incluyendo la contaminación y la falta de acceso directo. El agua de las quebradas y lagunas presenta un pH ácido debido a la geología del lugar, lo que la hace no apta para el consumo humano. Los pobladores dependen de manantiales cercanos para obtener agua de mejor calidad. Además, se observa un impacto negativo en los pastos debido al polvo levantado por el tránsito vehicular y las actividades de extracción de mineral, afectando la actividad ganadera y la producción de leche. Algunos pobladores consideran que las condiciones de vida son malas debido a la mala calidad del agua y la falta de oportunidades de desarrollo, mientras que otros perciben una buena calidad de vida gracias a los servicios proporcionados por la naturaleza.

Como parte de las entrevistas, también se consultó sobre la condición de vida percibida. De las 22 personas entrevistadas 10 (equivalente al 45%) indicaron que consideraban que las

condiciones de vida eran malas (véase en la Figura 17), esto se debía principalmente a la mala calidad del agua y a la falta de oportunidades de desarrollo en la zona. Como resultado, muchos jóvenes optaban por migrar hacia otras ciudades en busca de mejores opciones de estudio y empleo. Por otro lado, 23% de los entrevistados mencionaron que percibían una buena calidad de vida, ya que los servicios proporcionados por la naturaleza satisfacían sus necesidades básicas. Cuatro personas consideraron que las condiciones de vida eran regulares, mientras que tres personas entrevistadas prefirieron no opinar al respecto.

Figura 17

Condiciones de vida según los beneficiarios locales



Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d del proyecto (confidencial).

Según las entrevistas efectuadas, se puede evidenciar que la mayoría de los pobladores reconocieron a los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento como los más importantes, tales como el agua fresca (entubada) proveniente de las aguas subterráneas o manantiales más cercanos a sus hogares, la leche proveniente de la actividad ganadera, y las plantas medicinales en un tercer lugar.

Un aspecto interesante para comentar es que los actores locales cuidaban mucho sus palabras al hablar de los beneficios obtenidos de las plantas medicinales, ya que albergan conocimientos ancestrales y locales que tienen un valor en sus comunidades, y que no están dispuestos a compartir a cualquier visitante. Por último, los servicios intangibles como los de recreación y culturales no fueron de relevancia para los pobladores, y esto puede deberse a que el área de estudio corresponde a un espacio ya alterado por la actividad minera, así como por las actividades de agricultura y ganadería de la población local.

En resumen, los servicios ecosistémicos que tienen más consideración y relevancia por parte de la población del área de estudio son el agua y la leche obtenida de la actividad ganadera, seguidos de cerca por las plantas medicinales. Estos recursos son esenciales para la supervivencia y el sustento de la comunidad. Además, se reconoce la importancia de los servicios intangibles relacionados con la cultura y el paisaje, que contribuyen al bienestar general de los habitantes, pero no es relevante desde la perspectiva local.

2.9.5. Priorización de servicios ecosistémicos relevantes (SER)

Posterior al análisis de la información obtenida en campo, fue necesario ajustar los servicios ecosistémicos potenciales, ya que fue un listado preliminar basado en fuentes secundarias, esto con la finalidad de determinar a los servicios ecosistémicos reales para su posterior priorización.

En la Tabla 6, se presentan los 13 servicios ecosistémicos reales identificados en base a los resultados del análisis de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los beneficiarios o actores principales establecidos en las zonas de evaluación descritas y ubicados en puntos aledaños en todos los frentes del proyecto minero.

Tabla 6

Servicios ecosistémicos reales identificados en el área de estudio del proyecto

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
Aprovisionamiento			
1	Medicina natural	De acuerdo con la línea base, en el ecosistema de área con escasa y sin vegetación y pajonal, se registró la presencia de especies como <i>Achyrocline alata</i> (marcela), <i>Perezia punges</i> y <i>Chaptalia cordata</i> , las cuales son plantas medicinales aprovechada por la población.	<ul style="list-style-type: none"> • Área con escasa y sin vegetación. • Pajonal andino • Matorral arbustivo
2	Agricultura para autoconsumo y pastoreo	La población se beneficia de estos ecosistemas gracias a la siembra y cosecha de vegetales para autoconsumo y pastoreo como la papa, oca, olluco y pastos. Cabe señalar que, en muchos casos, la población opta por hacer sus compras para la casa en los mercados más cercanos.	<ul style="list-style-type: none"> • Pastos
3	Crianza de animales para fines domésticos o comerciales de consumo o uso	Gracias a la actividad ganadera que se desarrolla en este tipo de ecosistemas, los pobladores pueden obtener leche, el cual es una de las principales fuentes de ingreso para la población.	<ul style="list-style-type: none"> • Pajonal andino
4	Biomasa para combustible	La obtención de leña como fuente de energía para la población para la cocción de alimentos, entre otros se obtiene de ecosistemas como	<ul style="list-style-type: none"> • Plantaciones forestales

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
		plantaciones forestales y matorral andino.	• Matorral arbustivo
5	Materia prima: minerales	Área de extracción de polimetálicos, este servicio se da en gran parte de la región de Cajamarca.	• Centro minero
6	Agua fresca	Las principales fuentes de agua para la población provienen de manantiales, algunas lagunas y quebradas. La población entuba el agua fresca que obtiene de los manantiales u ojos de agua naturales más cercanos a sus viviendas y la utilizan para el consumo doméstico. Las aguas quebradas y lagunas se emplean en algunos para riego de vegetales y bebedero de animales. Es importante indicar que, debido al sustrato rocoso, las aguas adquirieron un comportamiento ácido.	• Cuerpo de agua

Regulación

7	Regulación de la calidad del aire	Las plantaciones forestales cumplen una función de barrera natural. Además, muchas de ellas se emplean como cerca natural para dividir las praderas.	• Plantaciones forestales
8	Regulación de tiempos y flujos del agua	La presencia de vegetación modera la filtración, recorrido del agua recarga de los manantiales y mediante los	• Pastos • Matorral arbustivo

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
		cauces naturales controla el flujo de agua en las quebradas existentes en la zona. Además de lo mencionado debido a procesos geodinámicos se han formado zonas ideales para el almacenamiento de agua (lagunas).	<ul style="list-style-type: none"> • Pajonal andino • Plantaciones forestales
Culturales			
9	Belleza escénica del paisaje	El paisaje de montañas brinda a la población cierto atractivo y tranquilidad en su modo de vida habitual, el cual ha venido disminuyendo por el desarrollo de actividades mineras en los alrededores.	<ul style="list-style-type: none"> • Plantaciones forestales • Pastos • Pajonal andino • Humedal altoandino
SopORTE			
10	Disponibilidad de hábitat	Cada ecosistema tiene la capacidad de generar espacios ideales para albergar especies, cuya diversidad y abundancia varía según el ecosistema evaluado.	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los ecosistemas a excepción de las áreas de actividad minera.
11	Ciclo de nutrientes	La capacidad del suelo para retener los nutrientes y sedimentos depende mucho de la humedad del suelo, ya que esta función puede perderse en temporada seca, pues pierden la conexión entre partículas minerales y orgánicas, he ahí la importancia de la presencia de una capa de plantas para	

N.º	Servicio	Descripción del uso del servicio	Ecosistema relacionado
		que constantemente pueda mantener una buena retención de agua durante las épocas de estiaje. Debido a esta capacidad, los humedales altoandinos son considerados como ecosistemas importantes.	
12	Secuestro de carbono	Las formaciones vegetales tienen la capacidad de generar la producción primaria de biomasa de material biológico a través fotosíntesis y asimilación de nutrientes. La capacidad de la vegetación de convertir el CO ₂ en O ₂ hacen que los ecosistemas vegetales otorguen el beneficio de reducir los gases de efecto invernadero (GEI).	
13	Ciclo del agua	El ciclo del agua permite el flujo continuo de este sobre y bajo la superficie terrestre. Existe un intercambio de energía, lo cual está relacionado con el clima. Asimismo, influye en la hidrología del proyecto.	

Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d (confidencial).

Una vez identificados los servicios ecosistémicos reales, se procedió a realizar la priorización de servicios ecosistémicos tanto en términos de posibles impactos en los beneficiarios como de riesgos operativos en la ejecución del proyecto, utilizando una herramienta de evaluación llamada Dependence and Impact Assessment Tool (Herramienta de

Evaluación de Impacto y Dependencia de Servicios Ecosistémicos) presentada como apéndice en informe de la WRI. Como resultado de este proceso, se obtuvo una lista consolidada de los servicios ecosistémicos prioritarios en el área de estudio. En el Anexo G, se presenta más información sobre el análisis de la determinación de servicios ecosistémicos prioritarios, así como la estrategia de manejo a considerar para mitigar el impacto generado por el proyecto minero de la MEIA-d.

2.9.5.1.SER según los impactos potenciales percibidos por los beneficiarios. La determinación de los SER se hizo con la ayuda de la Impact Assessment Tool (desarrollado en el Anexo E), donde se puede observar que dos servicios ecosistémicos han sido determinados como relevantes, como son la agricultura y el agua fresca; un servicio de regulación que corresponde a la regulación de tiempos y flujos del agua; y finalmente dos de soporte que agrupa el servicio ecosistémico relacionado a la disponibilidad de hábitat, y otro al secuestro de carbono. En la Tabla 8, se brinda mayor detalle de los beneficiarios potenciales afectados y los motivos por los que han sido considerados relevantes en el presente estudio; haciendo una suma total de cinco servicios ecosistémicos importantes.

Tabla 7

Listado de SER basados en los potenciales impactos sobre los beneficiarios de los servicios

N.º	Servicio	Beneficiarios afectados potencialmente	Motivos
Aprovisionamiento			
1	Agricultura para autoconsumo y pastoreo	para Población de los alrededores del área de estudio del proyecto.	La minera es propietaria de casi la totalidad del terreno superficial. Los pobladores cosechan y siembran alimentos y pastos para autoconsumo y se encuentran cercanos al

N.º	Servicio	Beneficiarios afectados potencialmente	Motivos
			proyecto. Se requiere de una evaluación más detallada.
2	Agua fresca	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto.	El movimiento de suelos, generación de efluentes del proyecto podrían modificar los patrones hídricos y la calidad de agua. Se requiere de una evaluación más detallada.
Regulación			
3	Regulación de tiempos y flujos del agua	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto.	La población se ubica en las microcuencas en donde se ubica el proyecto. Se requiere de una evaluación más detallada.
SopORTE			
4	Disponibilidad de hábitat	Toda el área de estudio del proyecto, a excepción de las áreas de actividad minera.	El proyecto podría generar cambios en la composición de los hábitats. Se requiere de una evaluación más detallada.
5	Secuestro de carbono	Toda el área de estudio del proyecto, a excepción de las áreas de actividad minera.	Existen componentes mineros que abarcarán superficies considerables en el área de estudio que tienen la capacidad de capturar carbono. Se requiere de una evaluación más detallada.

Nota. Línea base de la Modificatoria de Estudio de Impacto Ambiental del proyecto minero.

Los servicios ecosistémicos relevantes que han sido identificados en este análisis requieren de un análisis más profundo para determinar si efectivamente van a ser impactados para así proponer alternativas para su compensación (Landsberg et al., 2013). Cabe señalar que el área de estudio corresponde a una zona alterada por actividades realizadas por el hombre, por lo que se hace necesario entender de mejor manera la dinámica de los SER con las personas locales, y como el beneficio obtenido de éstos se ve afectado por la presencia y ejecución del proyecto.

2.9.5.2.SER según la dependencia del proyecto. Similar al ítem anterior, para la identificación de servicios ecosistémicos relevantes se hizo uso del Dependence Assessment Tool (desarrollado en el Anexo F), donde se puede observar que el único servicio ecosistémico relevante corresponde a los minerales como materia prima, por ser parte indispensable para la continuidad del proyecto, en la Tabla 9, se presenta el detalle de los beneficios para el proyecto y los motivos para ser considerado un servicio ecosistémico prioritario.

Tabla 8

Listado de SER basados en la dependencia del proyecto hacia los servicios ecosistémicos

N.º	Servicio	Beneficiarios afectados potencialmente	Motivos
Aprovisionamiento			
1	Materia prima: minerales	La actividad de la compañía minera se centra en la extracción y comercialización de los recursos minerales.	Para la minera es indispensable la obtención de minerales, para que de esa forma el proyecto tenga continuidad.

Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d del proyecto (confidencial).

2.9.6. Estado actual y tendencias de los servicios ecosistémicos prioritarios o relevantes

En el marco del instrumento de gestión ambiental del cual es parte el desarrollo del detalle de servicios ecosistémicos y según los lineamientos de la guía de línea base del MINAM

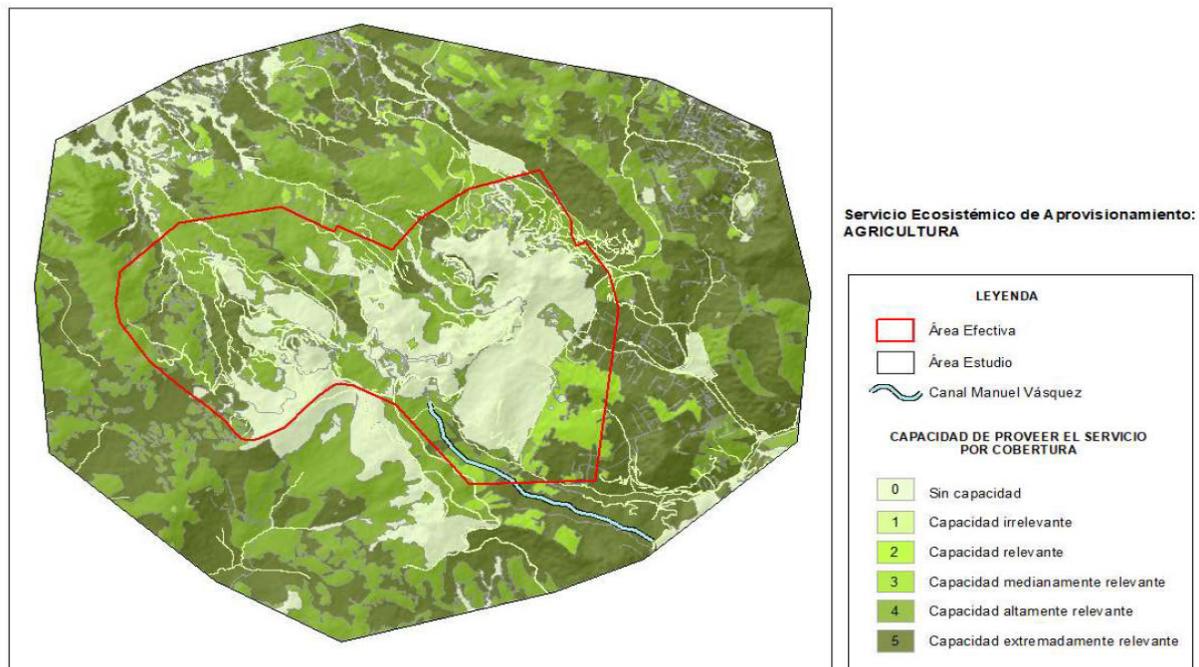
(2018). Una vez identificados los servicios ecosistémicos prioritarios se procede a describir el estado actual y tendencia de los servicios ecosistémicos, para ello se ha considerado la información recopilada en campo y lo descrito en la línea base de la MEIA-d del proyecto minero, cuyo nombre es confidencial.

2.9.6.1. Servicios de aprovisionamiento. Agrupan los servicios de agricultura para autoconsumo, y agua fresca. La comunidad se beneficia de los recursos agrícolas de la región andina a través de la siembra y recolección de vegetales para consumo propio y alimentación del ganado, como la papa, oca, olluco y pastos. La cobertura vegetal con potencial para brindar este servicio son los “pastos”, dicha cobertura representa el 40.59% de toda el área de estudio, ocupando un total de 3407.29 ha., lo que podría afectar a una pequeña parte de la población local que se beneficia de este servicio. En el Anexo G, se presenta más información sobre el análisis de la determinación de servicios ecosistémicos prioritarios, así como la estrategia de manejo a considerar para mitigar el impacto generado por el proyecto minero de la MEIA-d.

En la Figura 18, se observa mapa elaborado por la autora considerando la clase de cobertura de suelo y su capacidad de brindar el servicio ecosistémico de agricultura tomando en cuenta lo definido por Landsberg et al., (véase Anexo B), obteniendo como resultado una visualización espacial de las potenciales coberturas con mayor capacidad de brindar este servicio, siendo las de sin capacidad (valor = 0) coberturas como afloramientos rocosos, cursos y cuerpo de agua, y afloramientos rocosos.

Figura 18

Mapa de capacidad de provisionamiento de agricultura por cobertura de suelo



Nota. Elaborado por la autora para la línea base de la MEIA-d del proyecto (confidencial).

Se debe señalar que en durante la visita en campo, muchos afirmaron hacer sus compras para la casa en los mercados ubicados en Cajamarca, Bambamarca y Chota; por lo que existen formas para suplir esa necesidad no basado en el ecosistema (Landsberg et al., 2013), entonces, dado que el proyecto requiere de la ocupación del terreno superficial que no es de su propiedad, el pago por el mismo a los dueños que a su vez son parte del grupo de interés, puede ser una forma viable para disponer de un intercambio económico favorable para la satisfacción de sus necesidades.

Por otro lado, a la información descrita en la línea base de la MEIA-d (confidencial), lo cual fue corroborado durante la visita en campo, la migración ha tenido un impacto negativo en la agricultura. Muchos jóvenes que han adquirido conocimientos sobre el cultivo y siembra de tierras durante su educación escolar tienden a emigrar hacia áreas más urbanizadas en busca de mejores oportunidades educativas, laborales y de vivienda. Esto ha resultado en la pérdida gradual de conocimientos en el manejo de tierras y dificulta su continuidad.

Los resultados de las encuestas realizadas a muestras representativas en nuestra área de influencia respaldan esta afirmación, ya que la mayoría de las comunidades perciben que la población está disminuyendo, lo cual se puede verificar en línea base social de la MEIA-d (confidencial) del proyecto minero donde alrededor del 90% de personas encuestadas en los centros poblados del considerados afirma que hay una migración elevada, particularmente de jóvenes. Además, se observa un manejo inadecuado del suelo debido a la falta de tecnología y acceso a recursos hídricos. En el área de estudio, se ha constatado que las aguas de las quebradas presentan condiciones de acidez desde hace años, lo que dificulta su utilización en la agricultura.

La disponibilidad de agua fresca para la población local se da gracias a la recarga de manantiales, la cual es captada por medio de una red de tuberías. El impacto potencial identificado se dará probablemente por la implementación de componentes mineros, se alterarán áreas de aporte y se dé la generación de efluentes; sin embargo, de acuerdo con la línea base de la MEIA-d (confidencial) las cursos y cuerpos de agua presentan características ácidas, esto debido principalmente a las formaciones geológicas existentes en el área.

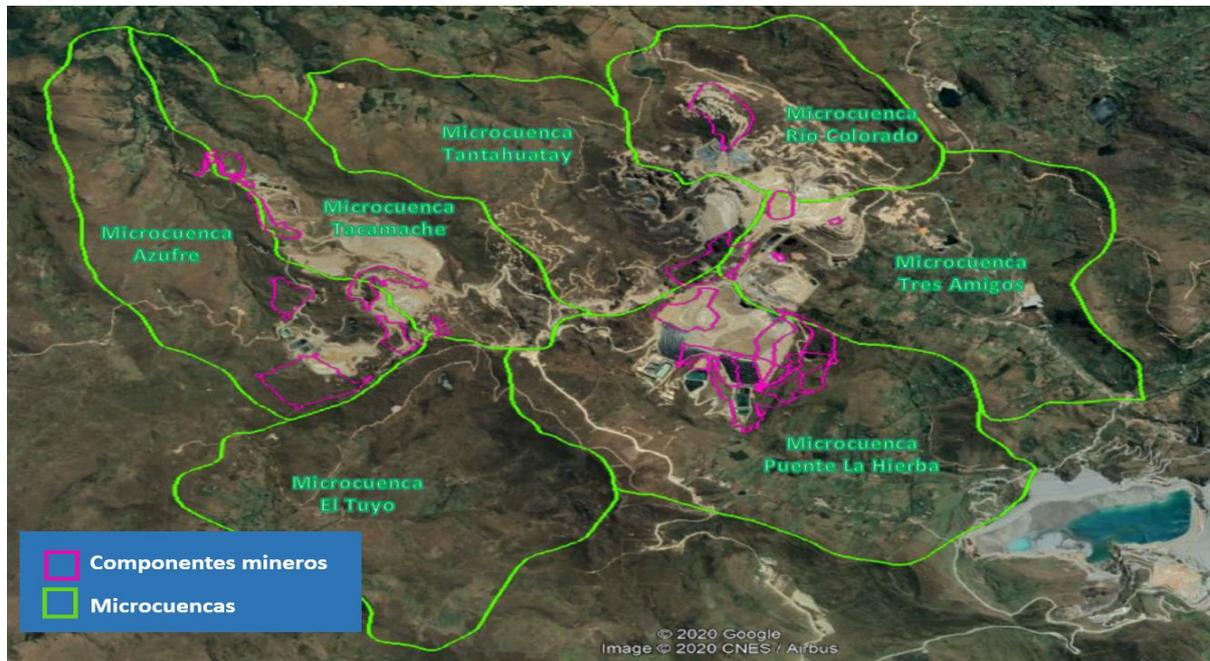
Por último, como parte de la construcción de los componentes mineros, la mina no está considerando la determinación de nuevos puntos para la captación de agua, ni de descarga de efluentes que puedan alterar la disponibilidad y calidad hídrica del recurso. Sin embargo, lo presentado en esta sección sirve de indicio para que se realice una evaluación más profunda y detallada que ya no corresponde a los lineamientos de la metodología considerada para servicios ecosistémicos (Landsberg et al., 2013; MINAM, 2018).

2.9.6.2. Servicios de regulación. Como se mencionó en el ítem sobre zonas a evaluar, el área de estudio abarca siete microcuencas, dos de las cuales están en la Vertiente del Atlántico (Microcuenca Puente de la Hierba y Tres Amigos), mientras que las otras cinco pertenecen a la Vertiente del Pacífico (Microcuenca de Río Colorado, Tantahuatay,

Tacamache, Azufre y El Tuyo). Los componentes propuestos por la minera se implementarán en seis de estas microcuencas, como se muestra en la Figura 19.

Figura 19

Componentes mineros propuestos en la MEIA-d sobre las microcuencas



Nota. Demarcación elaborada por la autora para la MEIA-d (confidencial).

El impacto generado en las coberturas que no corresponden al centro minero probablemente disminuya las áreas de aporte al flujo hídrico en el área, a excepción de la Microcuenca El Tuyo, donde no se prevé la ejecución de actividad alguna por parte de la minera. Por lo que amerita realizar una evaluación más precisa para determinar la significancia del impacto sobre dicho servicio.

En el Anexo G, se presenta más información sobre el análisis de la determinación de servicios ecosistémicos prioritarios, así como la estrategia de manejo a considerar para mitigar el impacto generado por el proyecto minero de la MEIA-d.

2.9.6.3. Servicios de apoyo. Los servicios de apoyo identificados como relevantes corresponden a la disponibilidad de hábitat y secuestro de carbono. En el área de estudio, se observa una influencia antropogénica debido a la presencia de actividades relacionadas con la

minería, como la apertura de caminos y el uso de maquinaria pesada, que resultan en la remoción y pérdida de vegetación. Además, se lleva a cabo la quema frecuente de pastizales por parte de los comuneros, lo cual puede afectar el desarrollo de la fauna, alterando las rutas migratorias, las áreas de alimentación y los refugios. La quema destruye el hábitat de alimentación y reduce la disponibilidad de alimentos para las aves y otros animales.

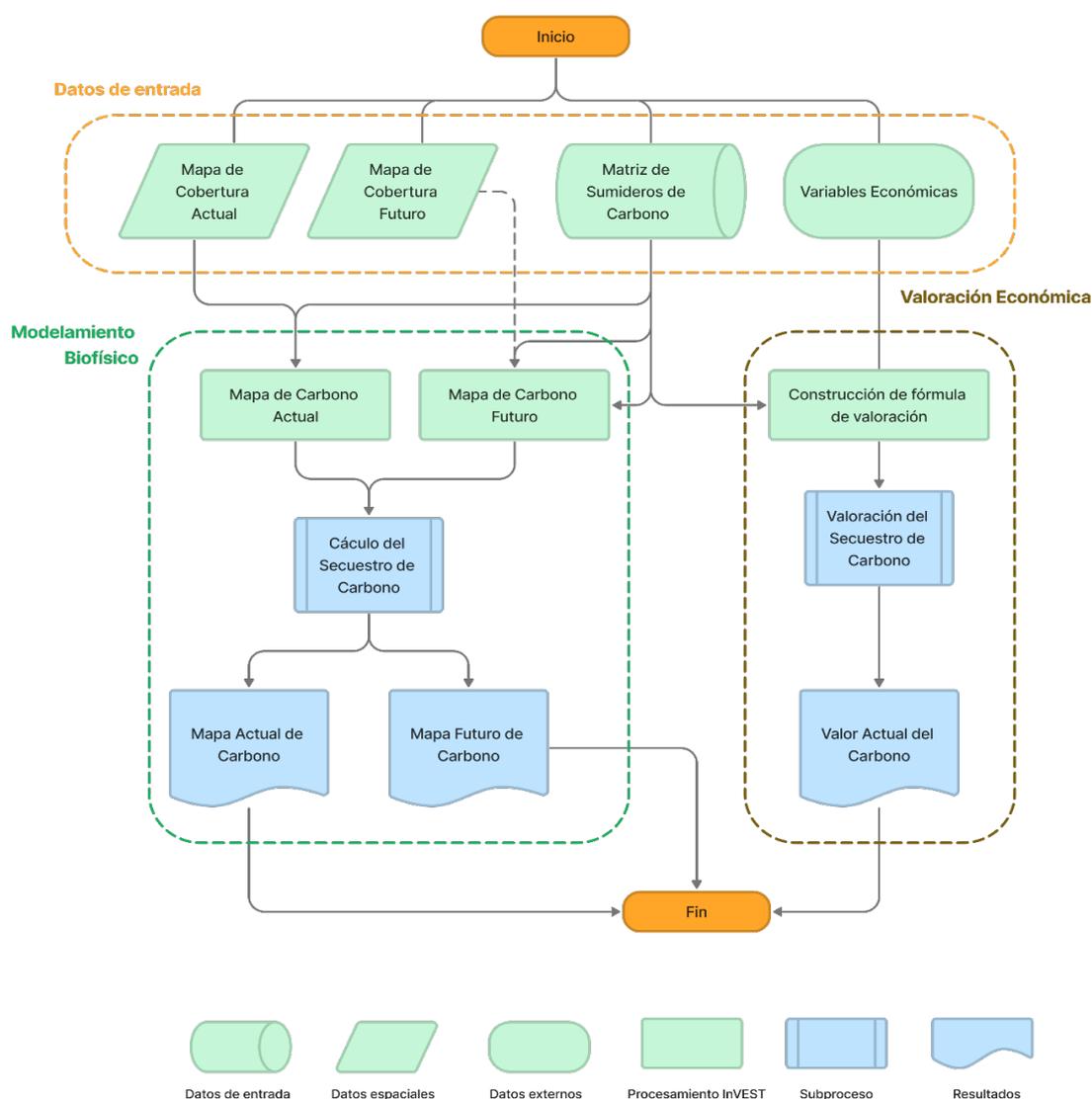
Las evaluaciones en campo revelan un largo proceso de ocupación humana, donde se ha eliminado la vegetación natural en algunas áreas para la agricultura, y la selección de pastoreo del ganado ha provocado cambios en la composición de la vegetación en otras zonas. Por otro lado, otro servicio de soporte identificado fue el secuestro de carbono, aunque algunos autores lo reconocen como servicio de regulación por tener una incidencia directa en la regulación del clima (Espinel, 2017); es un proceso a través del cual se da la remoción de gases de efecto invernadero, particularmente el dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera, dicho proceso se da gracias a reacción química conocida como fotosíntesis en la cobertura vegetal (Espinel, 2017); sin embargo, la fotosíntesis no es un aspecto que se detalla en el presente estudio.

La visualización espacial del secuestro de carbono se hizo con la ayuda del software llamado InVEST, el cual resulta ser una herramienta útil y sencilla de utilizar para el secuestro y almacenamiento de carbono (SAC). Dentro de la data requerida para su modelado, fue necesario revisar fuentes secundarias para conocer el almacenamiento de carbono potencial en la según el tipo de cobertura de suelo, ya que el cambio de cobertura puede afectar la distribución espacial de la vegetación, y por ende el almacenamiento de carbono (Zhang, 2017). Además de la cobertura de suelo, también fue necesario considerar cuatro (4) reservas de carbono: biomasa subterránea representado por el sistema de raíces de la vegetación viva; biomasa aérea que abarca la vegetación viva por encima del suelo; suelo, el cual constituye la fracción orgánica del mismo y es considerada como la principal reserva de carbono en los

ecosistemas terrestres; y materia orgánica muerta como hojarasca o vegetación muerta (Natural Capital Project, 2022). En la Figura 20, se presenta el procesamiento realizado por InVEST para el modelo SAC. Sin embargo, se debe mencionar que, para fines del presente informe, sólo se ha considerado el modelamiento biofísico.

Figura 20

Proceso de simulación del modelo SAC de InVEST



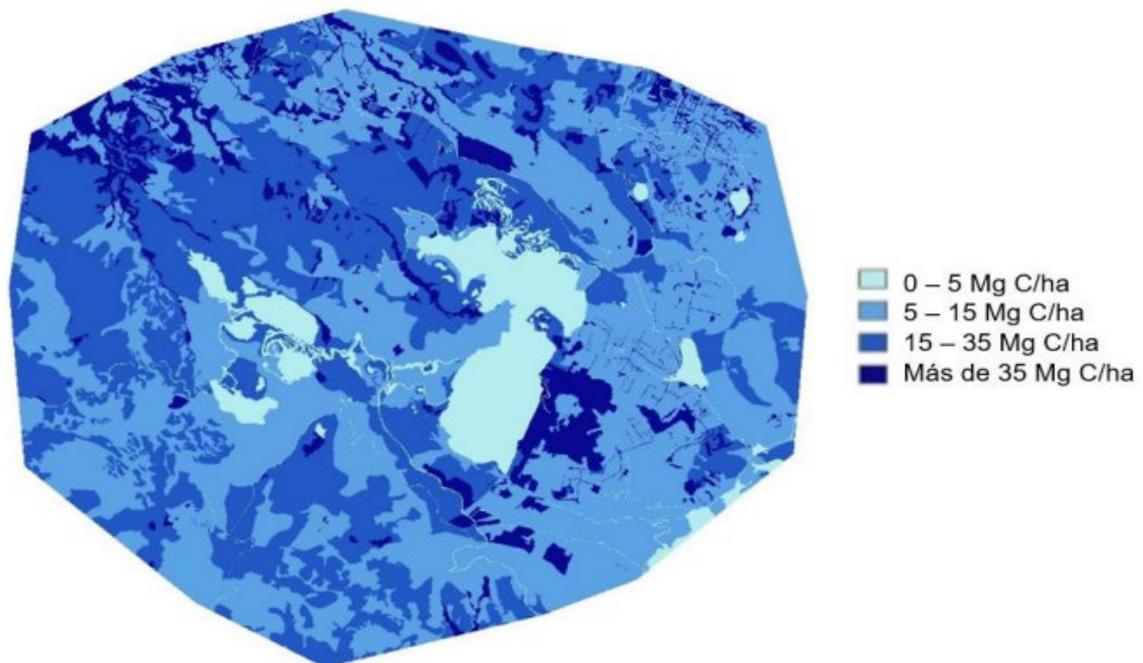
Nota. Tomado de la Tesis de Pregrado de Espinel (2017).

Sin embargo, según lo indicado por Natural Capital Project (NCP, 2022) InVEST tiene limitaciones que deben mencionarse, dentro de sus restricciones es que, el modelo contempla una representación excesivamente simplificada del ciclo del carbono, la suposición de un

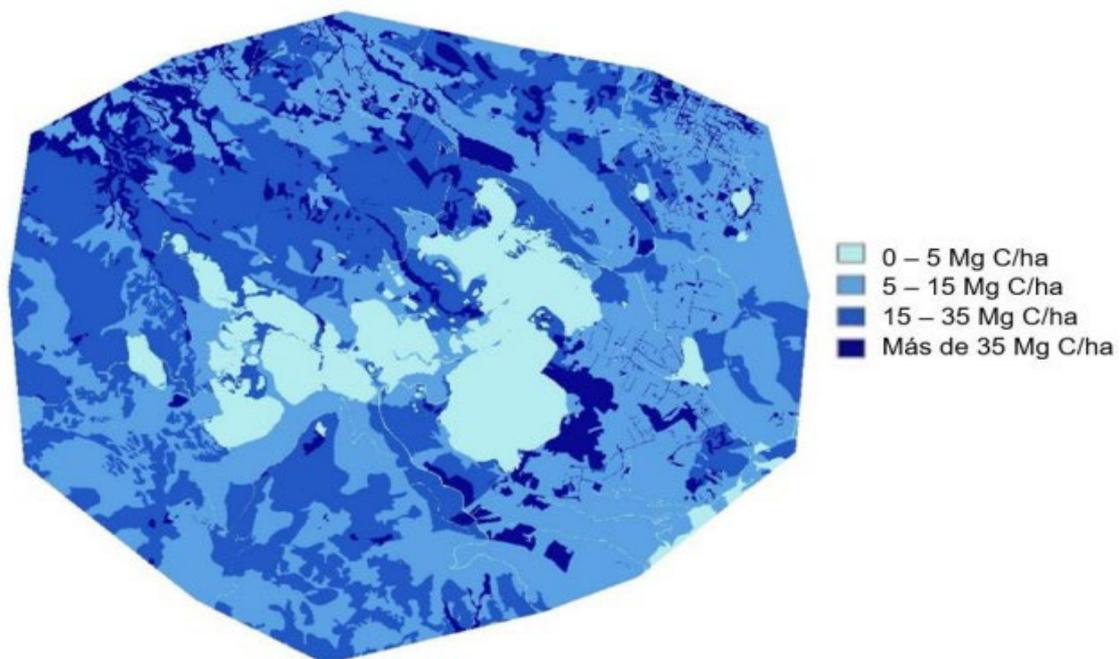
cambio lineal en la captura de carbono a lo largo del tiempo y la posibilidad de tasas de descuento imprecisas. Además, el modelo no considera elementos biofísicos fundamentales para la retención de carbono, como los índices de fotosíntesis y la actividad de organismos presentes en el suelo (NCP, 2022). Por último, como en todo modelo el resultado dependerá de la calidad de data ingresada para el procesamiento de información y la obtención de datos y representación espacial (Espinel 2017).

La data de las reservas de carbono empleadas para el estudio, fueron tomadas considerando el informe presentado por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). Esta información se ingresó como parte de los datos de dos archivos ráster distintos: uno contenía información sobre la cobertura actual del suelo (registrada en el año 2019) y el otro presentaba información sobre el uso proyectado del suelo (considerando el año 2024).

De acuerdo con los datos ingresados, los resultados obtenidos revelaron que la cantidad total de carbono en el área de investigación es de 235,935.48 Mg de C, mientras que la cantidad de carbono proyectada para el futuro sería de 224,676.09 Mg de C. Esto indica que el cambio en el uso del suelo ha resultado en una variación de -11,259.45 Mg de C. A continuación, se presentan gráficos que muestran la distribución del carbono almacenado en los años 2019 y 2024, así como el carbono secuestrado (diferencia entre el carbono almacenado en ambos años). Estas figuras ilustran una relación directa entre la cobertura del suelo y la cantidad de carbono almacenado. En las áreas correspondientes a centros mineros, el almacenamiento de carbono es nulo o mínimo, oscilando entre 0 y 5 Mg C/ha. Por otro lado, las plantaciones forestales y los bofedales presentan un mayor nivel de almacenamiento de carbono, pudiendo retener más de 35 Mg C/ha.

Figura 21*Carbono almacenado en 2019*

Nota. Elaborado por la autora para la MEIA-d (confidencial).

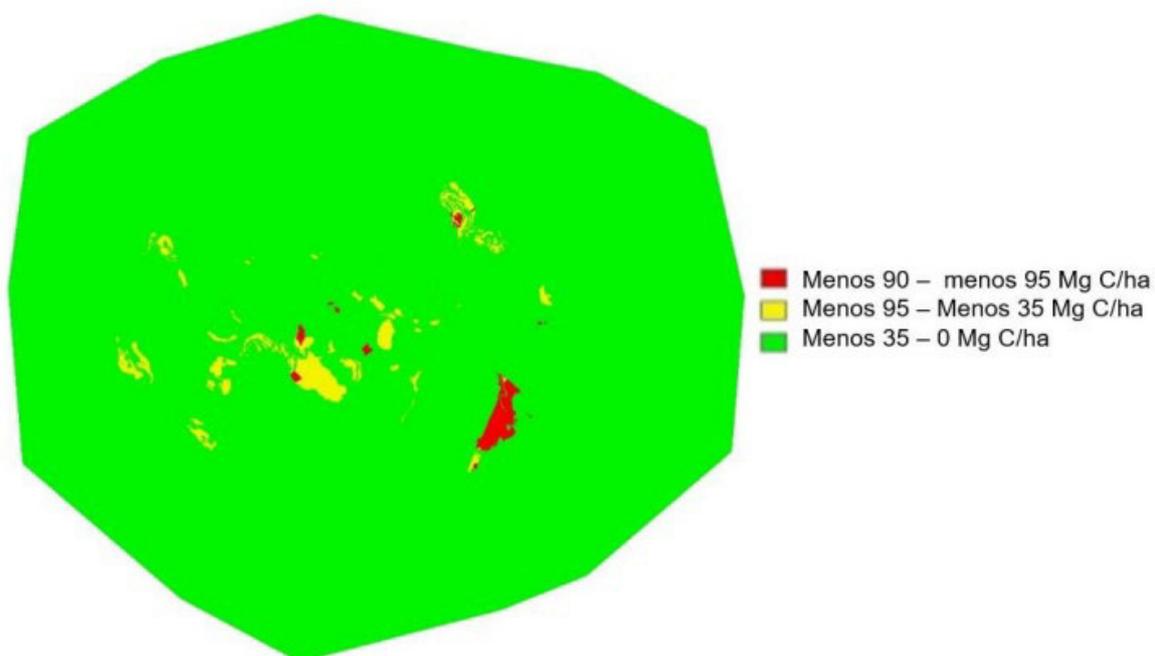
Figura 22*Carbono almacenado en 2024*

Nota. Elaborado por la autora para la MEIA-d (confidencial).

Además, se puede observar en la Figura 6 que, en el año 2024 (en relación con el avance del proyecto), se prevé una mayor cantidad de áreas donde no se retendrá carbono o esta retención será mínima. Este cambio es especialmente notable en aquellas zonas que originalmente tenían un alto potencial para retener carbono, como las plantaciones forestales o los humedales.

Figura 23

Carbono almacenado en el periodo 2019 - 2024



Nota. Elaborado por la autora para la MEIA-d (confidencial).

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Los aportes más destacables a las empresas en las que la autora se desempeñó como profesional en consultoría ambiental para el proceso de planificación y elaboración de IGA en proyectos de minería, son los siguientes:

- Obtención de certificaciones ambientales gracias a la coordinación y colaboración activa de manera conjunta con un equipo interdisciplinario durante la planificación y elaboración de los IGA.
- Eficacia en el diseño de mapas temáticos y la obtención y tratamiento de datos geoespaciales, fundamental para los estudios ambientales y mejoramiento los flujos de trabajo a fin de hacer más efectivo y eficiente las actividades relacionadas, debido a la destreza en el uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS).
- Colaboración efectiva junto a un equipo multidisciplinario de profesionales para la ejecución de la caracterización de impactos ambientales en los IGA, considerando argumentos científicos, legales, y técnicos; para proponer medidas de manejo que garanticen el desarrollo sostenible de los proyectos mineros.
- Apoyo constante en la aplicación de mecanismos de participación ciudadana, desde su planificación, recolección de datos in situ y análisis de información, lo que le permitió tener un contexto más tangible de las realidades locales y aledañas a los proyectos mineros.
- Iniciativa en la propuesta del uso de metodologías nacionales e internacionales dentro del marco del SEIA para la evaluación de la calidad y fragilidad del paisaje, y de los servicios ecosistémicos, como herramientas integrales para entender el relacionamiento entre el hombre y la naturaleza.

IV. CONCLUSIONES

Se concluye que en el área de estudio considerada se ha identificado un total de 17 servicios ecosistémicos potenciales; sin embargo, luego del análisis de la información obtenida en campo, se realizó un ajuste de la lista preliminar llegando a un total de 13 servicios ecosistémicos reales, los cuales luego de realizárseles una evaluación con la herramienta proporcionada en el informe de la WRI, dieron como resultado un listado de servicios ecosistémicos relevantes en el área de estudio.

Luego de aplicar los lineamientos presentados en el aparatado donde se describe la metodología (MINAM, 2018; Landsberg et al, 2013), se determinó que en el área de estudio existe un total de cinco servicios ecosistémicos relevantes o prioritarios de cada para los beneficiarios; y un servicio de aprovisionamiento basado en la dependencia del proyecto que consiste en la obtención de materia prima: mineral. Para el caso de los beneficiarios, dos de los cinco servicios ecosistémicos son de provisionamiento como: agricultura para autoconsumo y agua fresca; uno corresponde al servicio de regulación de tiempos y flujos de agua; y dos de soporte que comprenden la disponibilidad del hábitat y el secuestro de carbono.

Para obtener información sobre los usos y beneficios de los ecosistemas, se llevaron a cabo entrevistas con la población local. Se realizaron un total de 22 entrevistas. Al analizar la información recopilada, se observó que la mayoría de los pobladores reconocieron los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento como los más importantes. Estos servicios incluyen el acceso al agua fresca proveniente de los manantiales cercanos a sus viviendas, así como el uso de lagunas y quebradas para abastecer a los animales y regar las plantas. Otro servicio destacado fue la obtención de leche a través de la actividad ganadera, que constituye una fuente importante de alimentos e ingresos para los habitantes. Además, se mencionó repetidamente la importancia de las plantas medicinales y los beneficios que brindan, aunque algunos entrevistados mostraron cierta reserva y cuidado al hablar sobre este tema. Por otro lado,

muchos pobladores no identificaron los servicios de recreación y espacios para festividades, ya que la actividad minera predominante en la zona lleva a que las celebraciones se realicen.

Se debe precisar que, de acuerdo con la información procesada, tanto de la línea base de la MEIA-d, como la obtenida en campo, la intervención humana es visible debido a la actividad minera, agrícola-ganadera y forestación, limitando el beneficio obtenido a los servicios de aprovisionamiento; sin embargo, eso no minimiza la importancia o el valor que los grupos de interés asignan a estos servicios y que por ende han sido considerados como relevantes o prioritarios, y por lo tanto ameritan un análisis más exhaustivo y fundamentado para determinar su impacto inminente o no (Landsberg et al., 2013). La intención es obtener el insumo necesario para realizar la evaluación y caracterización de impactos ambientales (MINAM, 2018) del cual es parte el estudio descrito en el presente informe.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda que, para futuros proyectos, se determine la heterogeneidad existente en los grupos de interés, ello a fin de poder obtener una representatividad cercana a la realidad percibida respecto a la importancia que realmente tienen los servicios ecosistémicos en el entorno ambiental, social y económico; ya que esta heterogeneidad es particularmente relevante, pues al ser actores claves para la gestión de los ecosistemas, tienen mayor vulnerabilidad frente a las decisiones globales que pueden ser tomadas sin considerar su realidad o contexto (Tauro et al., 2018). Además, eso proporcionará información para poder entender las reales necesidades de la población y encontrar puntos en común para un desarrollo más sostenibles.

Evaluar la viabilidad de realizar un mapeo participativo de los servicios ecosistémicos con los actores locales; esto con la finalidad de poder obtener datos espaciales sobre la ubicación de los ecosistemas donde perciben uno u otros servicios; ya los grupos de interés son los se encuentran directamente involucrados y residen en el área geográfica, experimentando tanto los efectos positivos como negativos, que en algunos casos no son tomados en cuenta dentro de procesos de gestión ambiental (Codato, 2015).

Para futuros estudios similares se recomienda realizar modelamientos de los servicios ecosistémicos priorizados considerando data recolectada en campo y de fuentes secundarias (MINAM, 2018), aunque para el presente estudio se ha considerado el modelamiento del secuestro de carbono empleando el software InVEST , la desventaja ha sido que se ha empleado data secundaria inferidas de ecosistemas y coberturas de suelo similares a las identificadas en campo, pudiendo existir un margen de error que puede ser significativo; por lo que lo presentando tiene un fin referencial. SOLVES es otra herramienta sugerida para el mapeo de ecosistemas permitiendo obtener estadísticas que pueden ayudar a tomar decisiones.

VI. REFERENCIAS

- Bui, D. H., & Mucsi, L. (2021). From land cover map to land use map: A combined pixel-based and object-based approach using multi-temporal landsat data, a random forest classifier, and decision rules. *Remote Sensing*, 13(9), 1700.
<https://doi.org/10.3390/rs13091700>
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias agrícolas*, 33(2), 117-124.
<https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Capdevielle, A. C. B., Isasa, I. D., & Iribarne, P. (2020). Mapeo de servicios ecosistémicos para la planificación del territorio: una experiencia con abordaje participativo. *Tekoporá. Revista Latinoamericana de Humanidades Ambientales y Estudios Territoriales*. ISSN 2697-2719, 2(1), 33-57.
<https://doi.org/10.36225/tekopora.v2i1.29>
- Clavijo Rojas, D. I. (2021). *Evaluación de Impactos Socioambientales en pequeñas comunidades bajo el enfoque de los Sistemas Socioecológicos: el caso de la minería ilícita del oro en el departamento del Chocó-Colombia* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-12082021-211944/publico/TesisRojasDianaIsabelCCorregida.pdf>
- Codato, D. (2015). Estudio de la percepción social del territorio y de los servicios ecosistémicos en Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Espacio y Desarrollo*, (27), 1.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5339424>
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387 (6630); pp. 253–260. <https://www.nature.com/articles/387253a0>

- Espinel Ponce, D. I. (2017). *Valoración Económica del Secuestro y Almacenamiento de Carbono en la Cuenca del Río Coca Mediante el Uso del Software InVEST para los Escenarios Propuestos por el Proyecto TEEB-Ecuador* (Tesis de Bachiller, Quito, 2017.). <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17588>
- Kandziora, M., Burkhard, B., & Müller, F. (2013). Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators – A theoretical matrix exercise. *Ecological indicators*, 28, 54-78. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.09.006>
- Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology?. *Ecology letters*, 8(5), 468-479. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00751.x>
- Grêt-Regamey, A., Weibel, B., Bagstad, K. J., Ferrari, M., Geneletti, D., Klug, H., ... & Tappeiner, U. (2014). On the effects of scale for ecosystem services mapping. *PloS one*, 9(12), e112601. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112601>
- Landsberg, F., Stickler, M., Henninger, N., & Treweek, J. (2013). Weaving Ecosystem Services into Impact Assessment, WRI: World Resources Institute. United States of America. <https://www.wri.org/research/weaving-ecosystem-services-impact-assessment>
- Mandle, L., & Tallis, H. (2016). Spatial ecosystem service analysis for Environmental Impact Assessment of projects. *Handbook on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment*, 15-40. <https://doi.org/10.4337/9781783478996.00007>
- Masip, J. G. (2018). Los grupos de interés y su importancia en la propuesta de valor de las empresas. *Boletín Económico de ice*, (3096). <https://doi.org/10.32796/bice.2018.3096.5693>

Millennium Ecosystem Assessment (2003). *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment*, *Island Press*, Washington, DC.

<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.765.aspx.pdf>

Ministerio del Ambiente (2018). Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Lima, Perú. [Guía]. Anexo 4, pp 1-4. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/per183059anx1.pdf>

Natural Capital Project (2022). InVEST 3.14.0 User's Guide. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, and Stockholm Resilience Centre.

<https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/es/index.html>

Nedkov, S., Mitova, R., Nikolova, M., Borisova, B., Hristova, D., Semerdzhieva, L., ... & Prodanova, H. (2021). Prioritization of ecosystem services related to the natural heritage of Bulgaria. *Journal of the Bulgarian Geographical Society*, 45, 19-30.

<https://doi.org/10.3897/jbgs.e73687>

Steger, C., Hirsch, S., Evers, C., Branoff, B., Petrova, M., Nielsen-Pincus, M., ... & Van Riper, C. J. (2018). Ecosystem services as boundary objects for transdisciplinary collaboration. *Ecological economics*, 143, 153-160.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.016>

Tauro, A., Gómez-Baggethun, E., García-Frapolli, E., Chavero, E. L., & Balvanera, P. (2018). Unraveling heterogeneity in the importance of ecosystem services. *Ecology and Society*, 23(4). <https://www.jstor.org/stable/26796858>

Van Buggenhoudt, C. (2017). *Assessment of Ecosystem Services in Mining Regions: A Case Study in Cajamarca, Peru* (Tesis doctoral, Ghent University).

<https://lib.ugent.be/catalog/rug01:002377128>

Zhang, F., Zhan, J., Zhang, Q., Yao, L., & Liu, W. (2017). Impacts of land use/cover change on terrestrial carbon stocks in Uganda. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 101, 195-203. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2017.03.005>

VII. ANEXOS

ANEXO A: Lista indicativa de servicios ecosistémicos con definiciones y ejemplos

Servicio	Subcategoría	Definición
Servicios de aprovisionamiento		
Comida	Agricultura	Cultivación de plantas o productos agrícolas sembrados por personas para consumo humano o animal. Ejemplo: granos, vegetales y frutas.
	Ganadería	Animales criados para consumo o uso doméstico o comercial. Ejemplo: gallinas, cerdos y ganado.
	Pesca	Peces silvestres capturados a través de trampas, redes u otros tipos de capturas. Ejemplo: bacalao, cangrejos y atún.
	Acuicultura	Peces, mariscos y/o plantas que son criados y cultivados en estanques, recintos y otras formas de confinamiento de agua dulce o salada con el propósito de cosecha. Ejemplo: camarón, ostras y salmón.
	Alimentos silvestres	Especies de plantas y animales comestibles recolectadas o capturadas en la naturaleza. Ejemplo: frutas y semillas, hongos y carne de caza.
Materias primas biológicas	Madera y otros productos madereros	Productos hechos de árboles cosechados de los ecosistemas de bosques naturales, plantaciones o terrenos no forestados. Ejemplo: madera en rollo industrial, pulpa de madera y papel.
	Fibras y resinas	Fibras u resinas no maderables y no utilizadas como combustible. Ejemplo: algodón, seda, cuerda y caucho natural.

Servicio	Subcategoría	Definición
	Piel de animal	Pieles procesadas de ganado, ciervos, cerdos, serpientes, mantarrayas u otros animales. Ejemplo: cuero, cuero crudo y pana.
	Arena	Arena formada a partir de coral y conchas. Ejemplo: arena blanca y arena de coral.
	Recursos ornamentales	Productos derivados de ecosistemas que tienen propósitos estéticos. Ejemplo: flores silvestres y joyas de coral.
Combustible de biomasa		Material biológico derivado de organismos vivos o recientemente vivos (de plantas o animales), que sirven como fuente de energía. Ejemplo: Leña carbón y estiércol.
Agua fresca		Cuerpos de agua interiores, aguas subterráneas, agua de lluvia y aguas superficiales para uso doméstico, industrial y agrícola. Ejemplo: Agua dulce para bebida y electricidad.
Recursos genéticos		Genes e información genética utilizados para criar animales, mejorar plantas y biotecnología. Ejemplo: genes usados para incrementar la resistencia en cultivos a pestes.
Bioquímicos, medicinas naturales y productos farmacéuticos.		Medicamentos, biocidas, aditivos alimentarios y otros materiales biológicos derivados de ecosistemas para uso comercial o doméstico. Ejemplo: Ginseng, componentes base para los medicamentos contra el cáncer y extractos de árboles para el control de plagas.
Servicios de regulación		
Regulación de la calidad de aire		Influencia que tienen los ecosistémicos en la calidad del aire al emitir sustancias químicas a la atmósfera

Servicio	Subcategoría	Definición
		(fuente) o absorbiendo sustancias químicas de la atmósfera (sumidero). Ejemplos: las lagunas, árboles y arbustos.
Regulación del clima	Global	Influencia de los ecosistemas en el clima global emitiendo o absorbiendo gases de efectos invernadero o aerosoles a la atmósfera. Ejemplo: bosques que sirve de captura y almacenamiento de carbono, y el ganado o arrozales que emiten metano.
	Regional o local	Influencia que tienen los ecosistemas en la temperatura local o regional, precipitación y otros factores climáticos. Ejemplo: los bosques pueden impactar en los niveles de lluvia.
Regulación de los tiempos y flujos de agua		Influencia de los ecosistemas en el momento y la magnitud del escurrimiento del agua, las inundaciones y la recarga de acuíferos, especialmente en términos del potencial de almacenamiento de agua del ecosistema o paisaje. Ejemplo: la permeabilidad de los suelos que permite el almacenamiento de agua en acuíferos, o los humedales que pueden disminuir el flujo del agua, reduciendo la necesidad de realizar trabajos de ingeniería para controlarlo.

Servicios de regulación

Control de erosión	Rol de los ecosistemas en la retención y reposición de depósitos de suelo y arena. Ejemplo: vegetaciones como el gras o árboles ya que previenen la sedimentación de vías fluviales; o los corales en el mar que reducen la pérdida de suelo y playas debido a las olas o tormentas.
Depuración de agua y tratamiento de residuos.	El papel que desempeñan los ecosistemas en la filtración y descomposición de desechos orgánicos y contaminantes en el agua; la asimilación y

Servicio	Subcategoría	Definición
		desintoxicación de compuestos a través de procesos del suelo y subsuelo. Ejemplo: los humedales que remueven contaminantes peligrosos del agua, atrapando metales y material orgánico; o el suelo que degrada residuos orgánicos volviéndolos menos dañinos.
Regulación de enfermedades		Influencia que tienen los ecosistemas para la incidencia y abundancia de patógenos humanos. Algunos bosques intactos reducen la ocurrencia de agua estancada, donde suelen estar los mosquitos, lo que disminuye la prevalencia de malaria.
Regulación de la calidad de suelo		Rol que tienen los ecosistemas para sostener la actividad biológica, diversidad y productividad en los suelos; regulando y distribuyendo el flujo de agua y solutos; almacenando y reciclando nutrientes y gases; entre otras funciones. Ejemplo: algunos organismos contribuyen a la mejora de nutrientes en el suelo, aireación el suelo, y aumentan la retención de la humedad.
Regulación de pesticidas		Influencia que tienen los ecosistemas para el control de plagas y enfermedades en cultivos y ganadería. Ejemplo: depredadores que se encuentran cerca de los bosques, sapos. tales como murciélagos, serpientes, consumen plantas de cultivos.
Polinización		Rol de los ecosistemas para la transferencia de polen desde las partes masculinas a las femeninas de una planta. Ejemplo: abejas cerca de los bosques que polinizan los cultivos.
Regulación de peligros naturales		Capacidad de los ecosistemas para reducir el daño causado por los desastres naturales. Ejemplo: bosques de manglares y arrecifes de coral que protegen las

Servicio	Subcategoría	Definición
		costas de tormentas; o los procesos biológicos de descomposición que reducen la presencia de material combustible que puede contribuir a incendios forestales.
Servicios ecosistémicos culturales		
Recreación y ecoturismo		Se refiere al placer recreativo que las personas obtienen de los ecosistemas naturales o cultivados. Ejemplo: senderismo, campamentos, avistamiento de aves, vistas a zonas de protección o silvestres, o submarinismo.
Valores éticos y espirituales		Son los valores espirituales, religiosos, estéticos, intrínsecos, de "existencia" u otros similares que las personas atribuyen a los ecosistemas, paisajes o especies. Ejemplo: Realización espiritual derivada de espacios naturales sagrados; la protección de hábitat raros o de animales en peligro de extinción.
Valores educaciones e inspiracionales		Es la información obtenida de los ecosistemas utilizada para el desarrollo intelectual, la cultura, el arte, el diseño y la innovación. Ejemplo: estructura de las hojas de los árboles, mejoras tecnológicas inspiradas en la tecnología; excursiones a reservas naturales para fines educativos o científicos.
Servicios ecosistémicos de soporte		
Hábitat		Espacios naturales o seminaturales que mantienen poblaciones de especies y protegen la capacidad de las comunidades ecológicas para recuperarse de perturbaciones. Ejemplo: comunidades de plantas nativas que ofrecen a los polinizadores alimento y estructuras para su reproducción; ríos o estuarios que proveen de viveros para peces en etapa de reproducción o el crecimiento; y áreas naturales extensas que sirven como corredores biológicos y que permiten la

Servicio	Subcategoría	Definición
		supervivencia de especies por incendios forestales u otras alteraciones.
Ciclo de nutrientes		Flujo de nutrientes como el nitrógeno, azufre, fósforo, carbono, a través de los ecosistemas. Ejemplo: la transferencia de nitrógeno desde las plantas al suelo, desde el suelo a los océanos, desde los océanos a la atmósfera y desde la atmósfera a las plantas.
Producción primaria		Proceso mediante el cual las plantas generan material biológico a través de la fotosíntesis y la asimilación de nutrientes. Ejemplo: las algas que transforman la luz solar y los nutrientes en biomasa, constituyendo así la base de la cadena alimentaria en los ecosistemas acuáticos.
Ciclo del agua		Flujo de agua a través de los ecosistemas en las formas sólidas, líquidas o gaseosas. Ejemplo: transferencia del agua desde el suelo a las plantas, de las plantas al aire, y del aire a la lluvia.

Nota. Traducido al español del informe de la WRI, 2013 (Anexo 2, Tabla A-1)

ANEXO B: Servicios ecosistémicos según las clases de cobertura de suelo

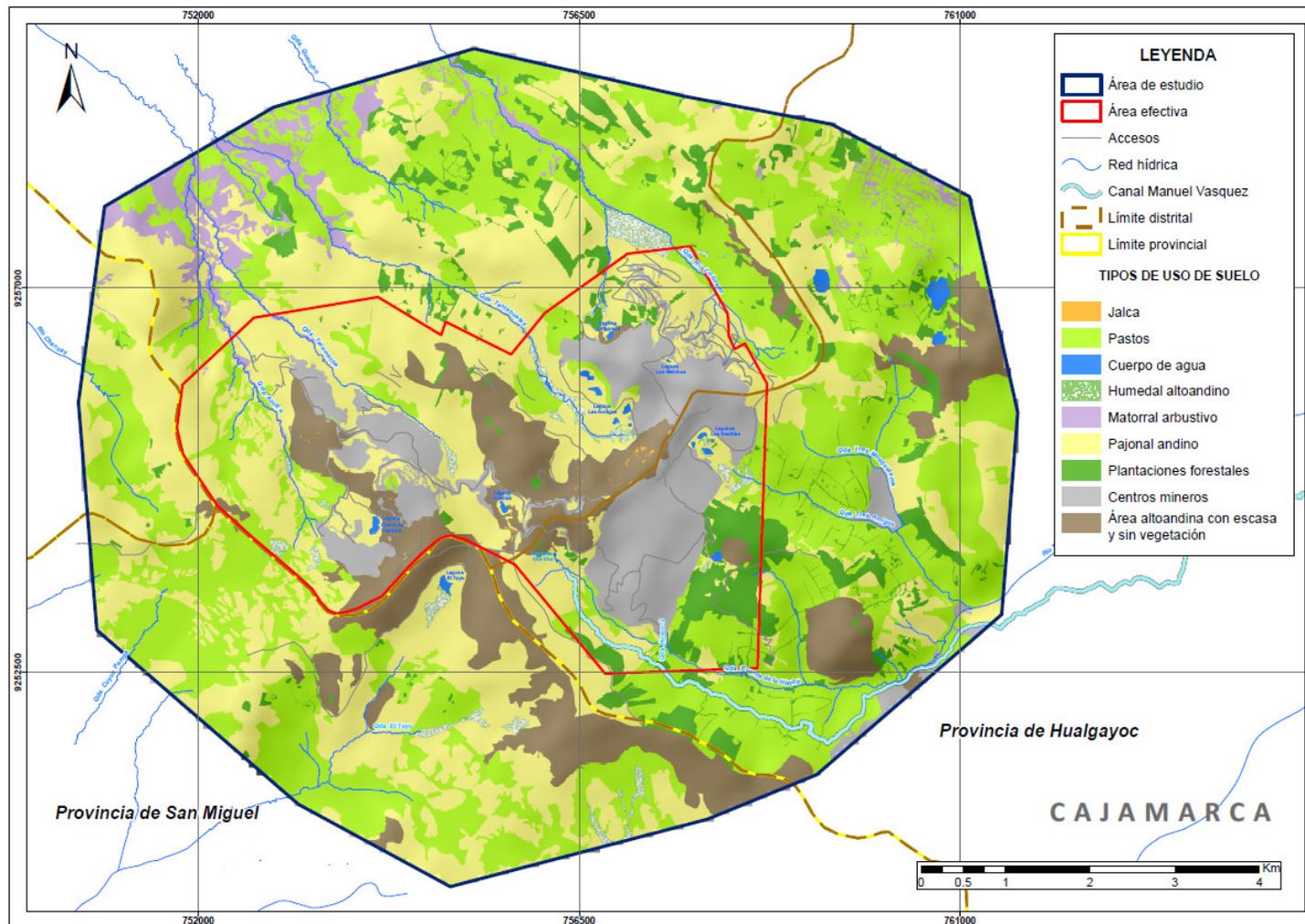
KEY: 0 = no relevant capacity of the land cover type to provide this particular ecosystem service 1 = low relevant capacity 2 = relevant capacity 3 = medium relevant capacity 4 = high relevant capacity 5 = very high relevant capacity

	Crops	Livestock	Fodder	Capture fisheries	Aquaculture	Wild foods	Timber	Wood fuel	Energy (biomass)	Biochemicals/medicine	Freshwater	Local climate regulation	Global climate regulation	Flood protection	Groundwater recharge	Air quality regulation	Erosion regulation	Nutrient regulation	Water purification	Pollination	Recreation and aesthetic values	Intrinsic value of biodiversity
Continuous urban fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discontinuous urban fabric	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial or commercial units	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Road and rail networks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Port areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0
Airports	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mineral extraction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dump sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construction sites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Green urban areas	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	2	1	2	1	1	1	3	0
Sport and leisure facilities	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	5	0
Non-irrigated arable land	5	5	5	0	0	0	0	0	5	1	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Permanently irrigated land	5	5	2	0	0	0	0	0	5	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Ricefields	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
Vineyards	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0
Fruit trees and berries	5	0	0	0	0	0	4	4	0	0	2	2	2	2	2	2	2	1	1	5	5	0
Olive groves	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	5	0
Pastures	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	4	0	0	0	3	0
Annual and permanent crops	5	5	5	0	0	0	0	0	5	1	0	2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
Complex cultivation patterns	4	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0
Agriculture and natural vegetation	3	3	2	0	0	3	3	3	3	1	0	3	2	1	2	1	3	0	1	0	2	3
Agro-forestry areas	3	3	2	0	0	0	3	3	0	0	0	2	1	1	1	1	2	1	1	3	3	0
Broad-leaved forest	0	0	1	0	0	5	5	5	0	5	0	5	4	3	2	5	5	5	5	5	5	5
Coniferous forest	0	0	1	0	0	5	5	5	0	5	0	5	4	3	2	5	5	5	5	5	5	5
Mixed forest	0	0	1	0	0	5	5	5	0	5	0	5	4	3	2	5	5	5	5	5	5	5
Natural grassland	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	2	3	1	1	0	5	5	5	0	3	3	3
Moors and heathland	0	2	0	0	0	1	0	2	5	0	0	4	3	2	2	0	0	3	4	2	5	5
Sclerophyllous vegetation	0	2	0	0	0	1	0	2	0	3	0	2	1	1	1	0	0	0	0	2	2	4
Transitional woodland shrub	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Beaches, dunes, and sand plains	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	5	2
Bare rock	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4	0
Sparsely vegetated areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Burnt areas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glaciers and perpetual snow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	3	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0
Inland marshes	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	2	0	0	4	0	0	0	0
Peatbogs	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4	5	3	3	0	0	3	4	2	4	4
Salt marshes	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	2	0	0	3	0
Salines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Intertidal flats	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	1	0	0	4	0
Water courses	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	1	0	2	1	0	0	3	3	0	5	5	5
Water bodies	0	0	0	3	0	4	0	0	0	5	2	1	1	2	0	0	1	0	0	5	4	4
Coastal lagoons	0	0	0	4	5	4	0	0	3	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	5	4	4
Estuaries	0	0	0	5	5	4	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	0	4	3
Sea and ocean	0	0	1	5	5	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	5	0	0	4	2

Source: Adapted from Burkhard et al. 2009.

Nota. Tomado del informe de la WRI, 2013 (Anexo 3, Tabla A-3)

ANEXO C: Mapa temático de cobertura de suelo



Nota. Elaborado por la autora para fines de la MEIA-d (confidencial).

ANEXO D: Formato de entrevista semiestructurada

ENTREVISTA SERVICIOS ECOSISTÉMICOS



Fecha: _____ Entrevista N°: _____

I. INTRODUCCIÓN

El ecosistema, es el lugar donde interactúan los seres vivos (personas, vacas, perros, mariposas, insectos, etc.) con el entorno y proporciona beneficios (insumos o materiales) para poder vivir. Por ejemplo, agua, pastos, vegetales (cultivos), plantas medicinales, entre otras. Este conjunto de beneficios que brindan los ecosistemas son conocidos como servicios ecosistémicos.

II. DATOS SOCIALES

Nombre completo										
N° DNI		Relación con el jefe de familia								
Edad		N° de miembros de su hogar								
Nivel de instrucción		Tiempo que vive en su vivienda		Residencia permanente	Sí	No				
Ocupación		Condición de Empleo	Desempleado () Empleado () Independiente () Pensionado () Subsidiado ()							
Sexo		Lugar de Nacimiento				Religión				
Centro poblado		Zona	A	B	C	D	E	F	G	

III. CONTEXTO DE LA ZONA

1. En función a lo explicado (introducción). ¿Usted puede identificar los ecosistemas que lo rodean? SI () NO () *(en caso negativo continúe en 3)*

2. ¿Qué ecosistemas logra identificar? Ayudarse del plano de ecosistemas.

-
-
-
-
-

3. ¿Qué recursos naturales identifica?

-
-
-
-
-

4. ¿Cómo se beneficia de estos recursos? Agua para riego de cultivos (), Agua para riego de pinos (), Alimentación del hogar (), Alimentación de los animales (), Festividades o ceremonias culturales () Plantas medicinales (), Vivienda (), Recreación (), No los utiliza ()

5. ¿De dónde proviene el agua que emplea para su hogar, y para el riego tanto de vegetales y pinos?

Lagunas (), Quebradas (), especificar: _____

Otros: _____

6. ¿Cree usted que estos recursos han cambiado o se mantienen igual? ¿Por qué?

7. ¿Cuál de los recursos que ha identificado considera usted que se encuentran amenazados? ¿Por qué?

8. Considera usted que las condiciones de vida en la zona son: Buenas () Regulares () Malas () ¿Por qué? _____

IV. COMPONENTE AMBIENTAL Y CULTURAL

9. ¿Considera que los recursos identificados son de gran importancia ambiental y social? SI () NO () No Sabe (). ¿Por qué? _____

10. De los siguientes servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas de la localidad por favor indique cuales usted conoce o ha sabido de ellos y que importancia tienen para usted siendo 1 el de menor importancia y 5 el de mayor importancia.

Servicio ecosistémicos (S.E.)	Reconoce el S.E.	Nivel de importancia				
		1	2	3	4	5
a) Disponibilidad de especies plantas medicinales		1	2	3	4	5
b) Disponibilidad de agua		1	2	3	4	5
c) Disponibilidad de alimento (frutos, vegetales etc)		1	2	3	4	5
c) Disponibilidad de alimento (leche, carne, pescado, etc)		1	2	3	4	5
e) Recreación y/o turismo		1	2	3	4	5
f) Espacio de festividades o ceremonias culturales		1	2	3	4	5
Otros que identifique		1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5

11. ¿Por qué razón es importante para usted estos servicios ambientales que proporcionan estos ecosistemas?

a. Por su paisaje. _____

b. Son necesarios para vivir. _____

c. Mejoran calidad de vida. _____

d. Es la herencia de nuestros ancestros e identidad cultural. _____

e. Es el futuro para nuestros hijos. _____

f. Otro motivo _____

12. ¿Usted se considera miembro de alguna etnia indígena? SI () NO () No Sabe (). ¿Cuál?

13. ¿Qué idiomas o dialectos habla usted?

14. Realiza alguna actividad tradicional, que implique el uso de estos recursos

Actividad tradicional	Recurso 1	Recurso 2	Recurso 3
Elementos religiosos de mi comunidad			
Prácticas culturales			
Fortalece la identidad cultural de mi comunidad			
Protege el conocimiento ancestral (tradicional)			

Explicación del sentido o práctica cultural:

V. COMPONENTE ECONÓMICO

15. ¿En qué actividad económica trabaja para obtener su sustento? Agricultura () Ganadería () Pesca () Producción forestal () Minería () Otra, cual: _____
16. ¿Hace cuánto tiempo se dedica a esta actividad? _____ meses/años.
17. ¿Cuántos ingresos recibe al mes por esta actividad? S/. _____ mes.
18. En promedio, ¿Cuántos son los gastos de usted al mes? S/. _____ mes
19. ¿Realiza otras actividades ocasionales de las cuales recibe ingresos? SI () NO () Cuál _____ (en caso negativo continúe en 21)
20. ¿Cuánto recibe de ingresos al mes por estas actividades ocasionales?
S/. _____
21. ¿Cuántos miembros de su familia trabajan o perciben ingresos? 1 () 2 () 3 () 4 o más ()

VI. ESTUDIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

22. ¿Cuánto es la producción obtenida de su trabajo en los pastizales de la Comunidad Campesina?
23. ¿Cuánto ha mejorado la producción ganadera en el tiempo?
24. ¿A qué cree que se debe ese cambio?
a) Sobrepastoreo b) Cambio Climático c) Otros
25. ¿Cuánto es el ingreso generado de su producción ganadera?
26. ¿Cuánto de su ingreso regresa como contribución a la CC.?
27. Si por alguna de las causas nombradas en las opciones de la pregunta 24, la degradación de los pastizales sería irreversible y sería una reducción permanente de su productividad, sin posibilidad de alcanzar los niveles de hace 10 años, ¿Con qué otra actividad podría sustituir esa fuente de ingreso?

Suponga que existe un programa de manejo de pastizales sostenibles, que permitiría capacitar a los productores en manejo de la microcuena, gestión de los recursos, uso sostenible de la producción ganadera introducida y promoción de crianza de camélidos sudamericanos. Ello permitiría prepararse para los impactos negativos del cambio climático, mejorar el hábitat de flora y fauna existente e incrementar la productividad de la ganadería.

28. ¿Estaría interesado en mejorar el sistema de manejo de las praderas para que sea sostenible e incremente su productividad en al menos 20%? a) Si, b) No, c) No sabe/no opina
29. ¿Suponga que el programa para esa mejora tiene un costo anual por familia? ¿Estaría dispuesto a realizar cual contribución? a) S/0, b) S/25, c) S/50, d) S/100, e) Otro: _____
30. ¿Si no es posible dar dinero, estaría disponible a realizar contribución en especie, con trabajos de faena comunal durante un año del programa de mejorar? Si su respuesta es Sí, ¿Cuánto? a) 1 día al mes, b) 2 días al mes, c) 3 o 4 días al mes.
31. Si el incremento en la productividad de los pastizales para la producción ganadera sería por un mínimo de 50%. ¿Cuánto estaría dispuesto a contribuir por familia? a) S/0, b) S/100, c) S/200, d) S/300, e) _____
32. ¿Si no puede contribuir en dinero, podría contribuir con horas de trabajo comunitario o tiempo para asistir para capacitaciones? A) 0 días, b) 3 días por mes, c) 5 días por mes, d) 7 días por mes
33. ¿Cuál sería el motivo por el cual no estaría dispuesto a realizar ese aporte voluntario de dinero anual para conservación de los ecosistemas? (Puede escoger más de una opción)
 - a) No tiene recursos económicos suficientes para colaborar
 - b) No confía en el buen uso de sus aportes
 - c) No le interesa
 - d) El pago lo debería asumir el Estado
 - e) Otro, _____

ANEXO E: Matriz de Priorización de servicios ecosistémicos relevantes en base a potenciales impactos sobre los beneficiarios

Resultante del paso 1				Sub-actividad 2.1: Podría el proyecto afectar la habilidad de que otros se beneficien de este servicio ecosistémico?		Sub-actividad 2.2: El servicio ecosistémico es importante para el bienestar de los beneficiarios?		Sub-actividad 2.3: Tienes los beneficiarios una alternativa válida a ese servicio ecosistémico?		Servicios ecosistémicos prioritarios
Tipo de Servicios Ecosistémicos Relevantes	Servicios Ecosistémicos Relevantes	Beneficiarios potencialmente afectados	Beneficios potencialmente afectados	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	1 Servicios ecosistémicos prioritarios 0 Servicios ecosistémicos No-prioritarios
Aprovisionamiento	Medicina natural	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Especies como: <i>Achyrocline alata</i> (marcela), <i>Perezia punges</i> y <i>Chaptalia cordata</i> , así como especies de nombres común: Vira vira, Cola de caballo, entre otros.	N	La compañía es propietaria de casi la totalidad del terreno superficial. Las comunidades recolectan plantas medicinales en sus fincas o cerca de ellas, y lejos del área del proyecto.					0
	Agricultura para autoconsumo	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Los productos más comunes son: Papa, Oca, Olluco.	Y	El proyecto cambiará el uso de suelo	Y	La compañía es propietaria de casi la totalidad del terreno superficial. Los pobladores cosechan y siembran alimentos para autoconsumo y se encuentran cercanos al proyecto, a pesar de que la mayoría realiza sus compras en los mercados más cercanos.	?	Se requiere de una evaluación más detallada de este servicio ecosistémico área que la retribución para obtener el permiso de uso de terreno superficial sea viable y factible.	1
	Crianza de animales para fines domésticos o comerciales de consumo o uso.	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Aves de Corral, Vacuno, Porcino, Ovino, Leche	Y	La construcción de componentes mineros afectará el cambio de uso de suelo, particularmente para el ganado vacuno.	Y	El ganado es una de las partes fundamentales del desarrollo económico de las comunidades locales.	Y	Existen ecosistemas más aptos donde se puede realizar este tipo de actividad, y se ha identificado que gran parte del ganado se ubica fuera del área del proyecto; asimismo, el pago del terreno superficial puede ser viable y factible.	0
	Biomasa para combustible	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Madera, Leña	N	La compañía es propietaria de casi la totalidad del área de influencia indirecta. Las comunidades que recolectan madera y leña están alejadas del proyecto.					0
	Agua fresca	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Variación del volumen de flujo subterráneo.	Y	De acuerdo al estudio hidrogeológico, habrá una variación en el nivel de piezómetros.	Y	Es importante para su uso de actividades diarias de la población.	?	Se requiere de una evaluación más detallada de este servicio ecosistémico.	1

Resultante del paso 1				Sub-actividad 2.1: Podría el proyecto afectar la habilidad de que otros se beneficien de este servicio ecosistémico?		Sub-actividad 2.2: El servicio ecosistémico es importante para el bienestar de los beneficiarios?		Sub-actividad 2.3: Tienes los beneficiarios una alternativa válida a ese servicio ecosistémico?		Servicios ecosistémicos prioritarios
Tipo de Servicios Ecosistémicos Relevantes	Servicios Ecosistémicos Relevantes	Beneficiarios potencialmente afectados	Beneficios potencialmente afectados	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	1 Servicios ecosistémicos prioritarios 0 Servicios ecosistémicos No-prioritarios
Regulación	Regulación del aire	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Calidad de aire	N	Los resultados de calidad de aire no superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire					0
	Regulación de tiempos y flujos del agua	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Transporte del agua hacia las quebradas.	Y	La construcción de componentes podría afectar la irrigación de los suelos que alimentan las quebradas.	Y	La población se ubica en las microcuencas en donde se ubica el proyecto.	?	Se requiere de una evaluación más detallada de este servicio ecosistémico.	1
Culturales	Belleza escénica del paisaje	Población de los alrededores del área de estudio del proyecto	Deterioro de la calidad del paisaje	Y	El proyecto podría generar cambios en el paisaje que podrían afectar su calidad	N	El paisaje es muy característico en la zona de estudio y ha venido variando con el paso del tiempo.			0
Apoyo	Disponibilidad de hábitat	Toda el área de estudio del proyecto, a excepción de las áreas de actividad minera	Disminución de la disponibilidad de hábitat	Y	El proyecto podría generar cambios en la composición de los hábitats	Y	Que existan espacios que permitan el crecimiento de especies silvestres e introducidas de relevancia población resulta importante para el bienestar de los beneficiarios	?	Se requiere de una evaluación más detallada	1
	Ciclo de nutrientes	Toda el área de estudio del proyecto, a excepción de las áreas de actividad minera	Deterioro del suelo y cambio de flujo de nutrientes	N	El proyecto podría generar cambio en el flujo de nutrientes; sin embargo, este sería puntual.					0
	Secuestro de carbono	Toda el área de estudio del proyecto, a excepción de las áreas de actividad minera	Secuestro de carbono lo que permite la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI).	Y	El proyecto desbrozará áreas que disminuirán la producción de biomasa pudiendo afectar la cantidad de carbono almacenado en el área de estudio.	Y	Sí, ya que es una funcionalidad elemental del desarrollo de ecosistemas.	?	Se requiere un análisis más exhaustivo.	1
	Ciclo del agua	Toda el área de estudio del proyecto, a excepción de las áreas de actividad minera	Calidad del agua	N	El movimiento de suelos, generación de efluentes del proyecto podrían modificar los patrones hídricos. Sin embargo, debido a su extensión no tendrá una influencia relevante en el ciclo del agua.					0

Nota. Elaborado por la autora para fines de la MEIA-d (confidencial).

ANEXO F: Matriz de Priorización de servicios ecosistémicos relevantes en base la dependencia del proyecto sobre los servicios ecosistémicos

Resultante del paso 1			Sub-actividad 2.1: Podría este servicio ecosistémico cambiar de manera que podría afectar negativamente el desarrollo del proyecto?		Sub-actividad 2.2: Posee el proyecto alternativas viables a este servicio ecosistémico?		Servicios ecosistémicos prioritarios
Tipo de Servicios Ecosistémicos Relevantes	Servicios Ecosistémicos Relevantes	Beneficios hacia el proyecto	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	Y Si N No ? Se desconoce	Comentarios o información de sustento	1 Servicios ecosistémicos prioritarios 0 Servicios ecosistémicos No-prioritarios
Aprovisionamiento	Medicina natural	No aplica (N/A)					0
	Agricultura para autoconsumo	N/A					0
	Crianza de animales para fines domésticos o comerciales de consumo o uso	N/A					0
	Biomasa para combustible	N/A					0
	Materia prima minerales	Actividad comercial	Y	Sin este recurso el proyecto no tendría razón de ser	N	Sin este recurso el proyecto no tendría razón de ser	1
	Agua fresca	Requerimiento campamento, procesamiento de mineral	Y	Es indispensable para garantizar la salud de los trabajadores y del proyecto	Y	La compañía cuenta con puntos de captación aprobados, no requiere el permiso de uso de otras fuentes	0
Regulación	Regulación de la calidad del aire	Salud de los trabajadores	N	La magnitud de los potenciales cambios en el servicio ecosistémico no es suficiente para ocasionar un cambio significativo en la salud de los trabajadores.			0
	Regulación de tiempos y flujos del agua	Minimizar riesgo de inundaciones	Y	Un cambio en los patrones hidrológicos podría aumentar el riesgo hacia el proyecto	Y	La aplicación de medidas de mitigación reduciría la magnitud del impacto.	0
Culturales	Belleza escénica del paisaje	N/A					0
Apoyo	Disponibilidad de hábitat	Favorecer procesos de revegetación y restauración de hábitats	N	La magnitud de los potenciales cambios en el servicio ecosistémico no es suficiente para ocasionar un cambio significativo en el desarrollo del proyecto.			0
	Ciclo de nutrientes	Favorecer procesos de revegetación y restauración de hábitats	N	La magnitud de los potenciales cambios en el servicio ecosistémico no es suficiente para ocasionar un cambio significativo en el desarrollo del proyecto.			0
	Ciclo del agua	Agua fresca para el proyecto	Y	Es indispensable para garantizar la salud de los trabajadores del proyecto.	Y	Es factible obtener el recurso de otras cuencas hidrográficas del sector	0

Nota. Elaborado por la autora para fines de la MEIA-d (confidencial).

ANEXO G: Análisis de la priorización de servicios ecosistémicos y estrategia de manejo

Es importante mencionar que en el área de estudio existe una fuerte influencia antrópica, originado por actividades como la explotación de minerales, apertura de caminos, construcción de infraestructuras de depósito de desmonte, entre otros, originando remoción y pérdida de cobertura vegetal; así también se ha evidenciado quema de pastos, como actividad común realizada por los locales de la zona. La evaluación en campo evidencia un largo proceso de ocupación humana, donde la vegetación natural es escasa, dando lugar áreas de cultivo y otras zonas de uso.

Asimismo, existen actividades potencialmente impactantes del proyecto minero a desarrollar, siendo las ampliaciones de los tajos mineros, del PAD de lixiviación y planta de tratamiento de agua ácidas; adición de canteras, depósito de desmontes, pozas de lodos y taller de mantenimiento; como las principales actividades a generar impacto en la cobertura vegetal. En la siguiente tabla se presentan las áreas de cobertura vegetal y otras coberturas impactadas por los componentes del proyecto.

Tabla 1. Áreas de cobertura vegetal impactadas

UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL	SUPERFICIE TOTAL		COMPONENTES APROBADOS		COMPONENTES PROPUESTOS	
	ha	%	ha	%	ha	%
Jalca	2.620	0.043	0.268	10.214	1.296	49.493
Pajonal andino	2261.895	37.356	84.307	3.727	44.115	1.950
Áreas altoandinas con escasa y sin vegetación	801.381	13.235	125.961	15.718	47.630	5.944
Plantaciones forestales	382.980	6.325	2.666	0.696	30.281	7.907
Pastos mejorados	1720.575	28.416	12.036	0.700	15.021	0.873
Matorral arbustivo	131.146	2.166	0.000	0.000	0.003	0.002
Humedal altoandino	83.043	1.371	2.597	3.128	1.692	2.037
Humedal artificial	2.209	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000
Centro minero Coimolache	594.486	9.818	468.199	78.757	30.860	5.191
Centro minero por terceros	21.166	0.350	0.000	0.000	0.000	0.000
Áreas desnudas (zonas degradadas)	37.373	0.617	0.000	0.000	0.000	0.000
Lagunas permanentes	9.012	0.025	0.006	0.363	0.000	0.000
Lagunas estacionarias	1.519	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
Embalse	5.561	0.092	0.000	0.000	1.197	21.522
Total	6054.965	100.00	696.038	11.495	172.095	2.842

Fuente: Línea base MEIA-d (confidencial).

A continuación se presenta el análisis de los servicios ecosistémicos considerados, y se propone medidas de manejo para aquellos que resultan ser prioritarios.

1. Servicios de aprovisionamiento

a. Medicina natural

Las actividades que se desarrollarán para la implementación de componentes propuestos en la MEIA-d, no afectará la capacidad de que la población local se beneficie de este SE, ya que estas actividades se desarrollarán cerca de zonas disturbadas o ya influenciadas por la actividad minera. Cabe señalar que la actividad minera, en esta zona, viene dándose desde años atrás y la población local ha seguido beneficiándose de este servicio en zonas relativamente alejadas del área del proyecto. Es por ello por lo que, este **SE no es prioritario**.

b. Agricultura para autoconsumo y pastoreo

La ejecución de las actividades implementación de los componentes propuestos en la MEIA-d afectará el área de cultivo para pastoreo, al ser la principal fuente de alimentación para el ganado del cual obtiene la leche para fines comerciales; en cuanto a la agricultura para autoconsumo, esta se verificó que se da en zonas lejanas al proyecto, ya que los suelos no tienen capacidad suficiente como para proveer a la población local, por lo que en muchos casos se ven motivados a comprar productos en los mercados más cercanos como Cajamarca, Bambamarca y Chota. Sin embargo, existen alternativas viables que pueden otorgar el mismo beneficio no basado en el ecosistema, por lo que el pago del terreno superficial es una opción viable para que los pobladores empleen lo ganado de la venta para los fines que ellos consideren necesarios para la satisfacción de sus necesidades.

El tipo de cobertura que tiene el potencial de brindar el servicio ecosistémico de pastoreo de ganado son los “pastos”, dicha cobertura representa el 40.59% de toda el área de estudio, ocupando un total de 3407.29 ha. Con la ejecución del proyecto presentado en la MEIA-d, se

prevé que exista una disminución del 0.03% de la cobertura pastos. Según lo mencionado, este **SE es prioritario**.

Medidas de manejo a considerar

Dentro de las medidas de manejo ya aprobadas están las siguientes.

Construcción:

- Evitar el desbroce de áreas innecesarias y limitarse a las áreas contempladas en el diseño de componentes del proyecto, por lo cual se delimitará el área de trabajo para no modificar innecesariamente la vegetación. Se controlará durante la etapa de construcción no se afecte a la vegetación silvestre.
- Reconocimiento de la vegetación del proyecto previamente a la etapa de construcción. De encontrarse especies protegidas de flora según el D. S. N° 043-2006-AG, CITES, IUCN y endémicas, en el área del proyecto, estas serán trasladadas a zonas similares y/o al vivero.
- El suelo orgánico no será mezclado con ningún otro tipo de material o estéril durante los trabajos de movimiento de tierras, en caso suceda una mezcla se deberá de comunicar al supervisor de medio ambiente de la mina para definir el grado de mezcla y determinar un manejo posterior adecuado.
- El suelo orgánico deberá ser transportado al depósito de Material Orgánico (DMO) oportunamente, para evitar la sobreacumulación en las áreas de trabajo, previniendo así la erosión, arrastre y pérdida del Top Soil.
- El suelo orgánico será regado en época de estiaje, a través de un camión cisterna, con el fin de evitar la erosión eólica.
- Parte de la vegetación extraída se colocará en las pilas de suelo orgánico y en los DMO, con el fin de evitar la erosión eólica.
- No se aplicará ningún tipo de pesticida.

- Medidas comprendidas en la limpieza frente a posibles derrames, así también, este plan contempla las medidas a tomar en caso ocurra el posible derrame de cianuro de sodio en el transporte, almacenamiento y uso de esta sustancia química.
- Restauración de las áreas impactadas, por medio de la revegetación.
- Evitar que el personal de la compañía extraiga plantas para comercializarlas como plantas ornamentales o curativas, y evitar la introducción de cualquier especie de flora exótica y sus derivados (flores, hojas, frutos, etc.) en el área de influencia del proyecto, mediante charlas de sensibilización referidas a la conservación y responsabilidad del cuidado del ambiente.
- Los vehículos tendrán que circular en las vías de acceso respetando las velocidades límites de acuerdo con el Reglamento Interno de Transito (RIT) de la compañía minera.
- Riego de vía para controlar el polvo.
- Monitoreo semestral de la flora, presente en la zona del proyecto.

Operación:

- Evitar el desbroce de áreas innecesarias y limitarse a las áreas contempladas en el diseño de componentes del proyecto, por lo cual se delimitará el área de trabajo para no modificar innecesariamente la vegetación.
- Parte de la vegetación extraída se colocará en las pilas de suelo orgánico y en los DMO, con el fin de evitar la erosión eólica.
- No se aplicará ningún tipo de pesticida.
- Evitar que el personal de la compañía extraiga plantas para comercializarlas como plantas ornamentales o curativas, y evitar la introducción de cualquier especie de flora exótica y sus derivados (flores, hojas, frutos, etc.) en el área de influencia del proyecto,

mediante charlas de sensibilización referidas a la conservación y responsabilidad del cuidado del ambiente.

- Los vehículos tendrán que circular en las vías de acceso respetando las velocidades límites de acuerdo con el Reglamento Interno de Transito (RIT) de la compañía minera.
- Medidas comprendidas en la limpieza frente a posibles derrames, así también, este plan contempla las medidas a tomar en caso ocurra el posible derrame de cianuro de sodio en el transporte, almacenamiento y uso de esta sustancia química.
- Riego de vía para controlar el polvo.
- Monitoreo semestral de la flora, presente en la zona del proyecto.

Ahora como parte de las medidas de manejo a proponer se tiene lo siguiente:

Operación:

- Se propone dar continuidad al regado de vías; asimismo, se precisa que los hauld road y la vía de acceso PTAA - DME CN serán regados con una frecuencia de cuatro (04) veces al día mediante un camión cisterna de 5000 galones de capacidad, de esta manera se pretende minimizar la generación de polvo en época de estiaje. En cuanto a la fuente de obtención del agua, esta se dará de las pozas de tratamiento, siendo la captación del agua a través de garzas o succión con bomba de cisterna.
- Para evitar la alteración del humedal adyacente a la ampliación PAD CN por las actividades de construcción, se realizará el cercado del humedal, se señalizará con la prohibición de ingreso a la zona y se establecerá la faja marginal con la finalidad de proteger el humedal.
- Cuando se requiera el traslado de flora, se verificará antes de la construcción de los nuevos componentes, la presencia de especies de flora protegida y endémica, las cuales serán trasladadas al vivero, donde se mantendrán y replicarán.

Cierre:

- Los caminos y vías de acceso usados durante esta etapa serán regados mediante un camión cisterna en temporada de estiaje, minimizando de esta manera la generación de polvo. Se propone dar continuidad con esta medida de manejo. Por lo tanto, los haul road y la vía de acceso PTAA - DME CN serán regados con una frecuencia de cuatro (04) veces al día mediante un camión cisterna de 5000 galones de capacidad, de esta manera se pretende minimizar la generación de polvo en temporada seca. Asimismo, se indica que la fuente de obtención del agua será por medio de puntos de captación a través de garzas o succión con bomba de cisterna.

c. Crianza de animales para fines domésticos o comerciales de consumo o uso

La construcción de componentes mineros afectará el cambio de uso de suelo, particularmente para el ganado vacuno, ya que es un servicio ecosistémico fundamental de desarrollo económico de las comunidades locales. Existen ecosistemas más aptos donde se puede realizar este tipo de actividad, y se ha identificado que gran parte del ganado se ubica fuera del área del proyecto; asimismo, el pago del terreno superficial puede ser viable y factible. Según lo mencionado, este **SE no es prioritario**.

d. Biomasa para combustible

El proyecto afectará un 18% de las hectáreas de plantaciones forestales; algunas zonas donde se encuentran este tipo de cobertura es usada para combustible el cual emplean para la cocción de sus alimentos, pero también hay pobladores que usan gas en menor cantidad, es por ello que se ha considerado un grado de importancia alto para este SE. Sin embargo, de acuerdo con la visita realizada en campo, se ha podido verificar que la mayoría de los pobladores no obtienen este beneficio de las zonas que serán impactadas. Por lo que tiene un nivel de reemplazo alto. Según lo mencionado, este **SE no es prioritario**.

e. Agua fresca

Según el registro histórico de niveles de agua del subsuelo, se verifica que presentan variaciones en los volúmenes de agua relacionado directamente con la estacionalidad, las fluctuaciones comprenden los 5 a 12 metros, estableciéndose como valor mínimo de afectación los 5 metros.

Para la etapa de operación del proyecto, se prevé una variación de los niveles, ya que de acuerdo con el modelo hidrogeológico se indica que los tajos interceptarán el nivel freático al primer año de operación, lo que implicará la necesidad del manejo de agua mediante drenajes, y en consecuencia afectar a la piezometría respecto al estado actual. En la siguiente tabla se presenta el drenaje de los tajos como flujo promedio anual. Es por ello que este **SE es prioritario**.

Tabla 2. Caudales de tajos como flujo promedio anual

Tiempo (año)	Caudales de Extracción Tajos (l/s)		
	T CN	T Mirador	T THY
1	1.0	3.4	2.2
2	1.0	6.0	2.1
3	4.0	8.4	16.3
4	3.2	6.7	15.1
5	3.2	6.5	15.3
6	3.1	6.2	14.7

Fuente: Línea base MEIA-d (confidencial).

Medidas de manejo aprobadas:

Como parte de las medidas ya aprobadas está lo siguiente:

- Implementar un sistema de colección de filtraciones en los componentes principales.
Con el objetivo de procurar su captación y posterior tratamiento.
- Monitoreo periódico de calidad de agua y nivel freático que permitirá tener un control y seguimiento del buen funcionamiento de las infraestructuras.
- Las aguas de contacto provenientes del Tajo se derivarán hacia pozas de almacenamiento para luego pasar a las Plantas de tratamiento de aguas ácidas.

- En la etapa de Operación, se realizará el monitoreo de calidad y caudal; y se establecerá una zona de amortiguamiento, en la zona de amortiguamiento mencionada no se realizará ninguna actividad.

Medidas de manejo a considerar:

Como medida de manejo propuesta se tiene lo siguiente:

- Se propone especificar el ancho de las zonas de amortiguamiento de los manantiales, siendo estos 15 metros a la redonda, en la zona de amortiguamiento mencionada no se realizará ninguna actividad.

2. Servicios de regulación

a. Calidad del aire

El área de estudio cuenta con 18 estaciones de muestreo de calidad de aire, tanto para época seca y húmeda. En la siguiente tabla se presenta el resultado de los muestreos realizados para ambas temporadas.

Tabla 3. Resultados de calidad de aire de las estaciones, parte 1

Estaciones de Muestreo	Fecha	Temp.	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Pb (µg/m ³)	As (µg/m ³)	H ₂ S (µg/m ³)	Benceno (µg/m ³)
CA-1	05/08/2018	S	19	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	21/01/2019	H	3.5	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-2A	12/08/2018	S	33	10.1	<13	<0.0020	0.004	<6.1	<1.7
	23/01/2019	H	3	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-4A	11/08/2018	S	20.8	7.1	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	29/01/2019	H	4.6	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-5A	10/08/2018	S	23.4	8.7	<13	<0.0020	0.0016	<6.1	<1.7
	28/01/2019	H	7.5	<6.0	<13	<0.0020	0.0008	<6.1	<1.7
CA-6A	14/08/2018	S	48.9	9.4	<13	<0.0020	0.0032	<6.1	<1.7
	30/01/2019	H	4	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-7A	18/08/2018	S	24.4	<6.0	<13	<0.0020	0.0026	<6.1	<1.7
	24/01/2019	H	4.3	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
ECA (D.S. 003-2008-MINAM)			-	25	20	-	-	150	2
ECA Aire (D.S. 074-2001-PCM)			150	-	80	1.5	-	-	-
ECA Aire (D.S. 003-2017-MINAM)			100	50	250	1.5	6 ⁽¹⁾	150	2

*S: Temporada Seca (agosto 2018)

*H: Temporada Húmeda (enero-febrero 2019)

Fuente: Línea base MEIA-d (confidencial).

Tabla 4. Resultados de calidad de aire de las estaciones, parte 2

Estaciones de Muestreo	Fecha	Temp.	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Pb (µg/m ³)	As (µg/m ³)	H ₂ S (µg/m ³)	Benceno (µg/m ³)
CA-8	13/08/2018	S	23.6	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	27/01/2019	H	4.9	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-9	07/08/2018	S	29.9	6.8	<13	<0.0020	0.0018	<6.1	<1.7
	02/02/2019	H	3.1	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-10	06/08/2018	S	55.4	<6.0	<13	<0.0020	0.0054	<6.1	<1.7
	01/02/2019	H	5.4	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-12	09/08/2018	S	38.8	14.8	<13	<0.0020	-	<6.1	<1.7
	26/01/2019	H	2.6	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-13	15/08/2018	S	14.9	10.1	<13	<0.0020	-	<6.1	<1.7
	25/01/2019	H	4.7	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-14	08/08/2018	S	36.6	<6.0	<13	<0.0020	-	<6.1	<1.7
	22/01/2019	H	3.8	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-4B	14/02/2019	H	4.5	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	10/08/2022	S	3.3	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-15	16/08/2018	S	9.0	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	12/02/2019	H	3.3	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-15A	13/02/2019	H	5.6	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	15/08/2022	S	2.0	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-16A	11/02/2019	H	5.7	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	12/09/2020	S	39.7	13.9	<13	<0.0020	0.0017	<6.1	<1.7
CA-6B	31/01/2019	H	4	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
	14/08/2022	S	<1.9	<6.0	<13	<0.0020	<0.0008	<6.1	<1.7
CA-6C	Estación aprobada en el Séptimo ITS - 2021								
ECA (D.S. 003-2008-MINAM)			-	25	20	-	-	150	2
ECA Aire (D.S. 074-2001-PCM)			150	-	80	1.5	-	-	-
ECA Aire (D.S. 003-2017-MINAM)			100	50	250	1.5	6 ⁽¹⁾	150	2

*S: Temporada Seca (agosto 2018)

*H: Temporada Húmeda (enero-febrero 2019)

Fuente: Línea base MEIA-d (confidencial).

Es posible notar en las tablas anteriores que los valores de los parámetros evaluados no exceden los estándares de calidad de aire, por lo que se puede observar que la calidad de aire no se vería afectada; sin embargo, en el Anexo H se van a considerar medidas de manejo para evitar la contaminación de este. Dicho esto, este **SE no es prioritario**.

b. Regulación de tiempos y flujos de agua

Debido a la remoción de cobertura vegetal que generará la pérdida de áreas de aporte para la recarga superficial de cuerpos y cursos de agua, probablemente afecten el flujo regular de agua superficial. Es importante mencionar que no se prevé nuevos puntos de captación de agua adicionales. Debido a que existe probabilidad de afectar el volumen de los cuerpos de agua, este **SE es prioritario**.

A continuación, se listan las medidas de manejo de aguas superficiales, tanto aprobadas como propuestas.

Medidas de manejo aprobadas

Como parte de las medidas ya aprobadas está lo siguiente:

Construcción:

- Se contarán necesariamente con las hojas de seguridad de todas las sustancias empleadas en el proyecto, las mismas que deberán ser materia de difusión y capacitación a los trabajadores.
- Durante la etapa de construcción de los componentes que se ubiquen cerca de un cuerpo de agua, se realizarán los movimientos de tierra en los meses de estiaje cuando el volumen de agua disminuya.
- Los restos de los materiales de construcción como residuos metálicos serán almacenados en el almacén temporal de residuos sólidos temporalmente para luego ser comercializados por intermedio de una empresa comercializadora de residuos sólidos. Los restos de residuos orgánicos, como las maderas, contaminadas con hidrocarburos serán transferidos a una empresa operadora de residuos sólidos.
- Donde sea necesaria la ejecución de movimiento de tierras, se habilitarán cunetas o canales de coronación y pozas de ser necesario, previo al inicio de actividades, a fin de

evitar la dispersión del suelo y que los sedimentos puedan llegar a los cursos de agua y drenajes.

- Durante esta etapa para asegurar la calidad de los cuerpos de agua se realizará el monitoreo de agua superficial, monitoreo de efluentes y monitoreo de sedimentos; los parámetros se compararán con las normas vigentes respectivas para cada uno.
- Se respetará una distancia mínima de los componentes a ser construidos de manera próxima a la laguna, tomando en cuenta las distancias a los ecosistemas frágiles.

Operación:

- Se utilizará en su mayoría agua tratada para las actividades de riego y perforaciones.
- Para el caso de aguas provenientes de los componentes del proyecto, se disponen de canales de colección, pozas de almacenamiento y sistema de tratamiento de aguas ácidas.
- Verificar la operatividad de las estructuras de manejo de aguas y dar mantenimiento periódico.
- Se realizarán actividades de mantenimiento (limpieza y reparación de los canales y estructuras conexas) donde se evidencien problemas de erosión a fin de restituirlos conforme a las condiciones de diseño.
- No se realizarán mantenimiento fuera de los talleres para evitar derrames de hidrocarburos que impacten las aguas superficiales, el mantenimiento y/o lavado de los camiones y equipos se hará en los talleres de mantenimiento de la unidad.
- Se prohibirá el lavado o mantenimiento de maquinarias y vehículos en los cauces de los ríos y zonas cercanas a fuentes de agua.
- Así también, se realizará el monitoreo respectivo de la calidad de sedimentos en los cuerpos de agua.

- Se realizará el riego de vías de acceso y control de la velocidad de vehículos, para así mitigar la generación de polvo que puede sedimentar en los cuerpos de agua.

Medidas de manejo a considerar

Operación:

- Se hará uso de Cobertura “Raincoat” para evitar el contacto del flujo generado por la precipitación sobre los componentes. El flujo de lluvia producido sobre la cobertura Raincoat se conduce mediante un sistema de drenaje superficial como agua limpia.
- Se delimitará las fajas marginales en la Laguna Los Gentiles 2 y el Humedal H-18; ello con la finalidad de darle protección al recurso hídrico. Dentro de esta área delimitada estará prohibida las actividades, agrícolas, industriales y/o de urbanización.
- Se realizará el mantenimiento y limpieza de los buzones con una frecuencia de carácter semestral; ello con la finalidad de cumplir con los LMP.
- A fin de disminuir la afectación a la disponibilidad hídrica por los componentes propuestos en la quebrada Colorado, se propone como medida de mitigación la implementación de un reservorio de 40,000 m³ en la microcuenca mencionada. El reservorio es una estructura hidráulica, que permitirá la cosecha de agua de lluvia, con el fin de mitigar los impactos relacionados a la disponibilidad hídrica. Es preciso mencionar que la construcción de este reservorio se realizará antes del inicio de la operación del tajo THY EXT Norte, dado que es el componente que afecta la quebrada Colorado.

3. Servicios culturales

a. Belleza escénica del paisaje

Se debe considerar que el área de evaluación corresponde a una zona que ya ha venido siendo alterada por las actividades mineras que se han venido desarrollando por la acción humana como la actividad minera y la agricultura misma. Además, de acuerdo con la información

obtenida en campo, este SE es menos importante respecto a los servicios de aprovisionamiento identificados por la población. Sin embargo, es probable que la ampliación y/o construcción de componentes de gran extensión impacte en la visibilidad de éste. El paisaje que se observa en el área de estudio es muy característico en los lugares altoandinos, asimismo, muchos de los pobladores prefieren u optan vivir en zonas más céntricas o urbanísticas debido a que consideran que hay mayores oportunidades de trabajo y oportunidades de progreso. Por ello, se ha considerado este como **SE no prioritario**.

4. Servicios de soporte

a. Disponibilidad de hábitat

A continuación, se presentará medidas de manejo propuestas para ecosistemas no frágiles y para el control de pérdida de hábitat para la fauna.

Ecosistemas no frágiles

Construcción:

- Se planificará y controlará la construcción de caminos para el tráfico de camiones, maquinaria pesada y vehículos en general, previniendo alteraciones innecesarias de los terrenos.
- Se limitará el uso de áreas adicionales y el movimiento de tierras, realizándose de acuerdo con el diseño establecido de los componentes a fin de minimizar las áreas a intervenir.
- No se aplicará ningún tipo de pesticida, que pueda afectar a flora y fauna tanto terrestre como acuática.
- Las capas de suelo orgánico (considerado como Top Soil) que será removido por la construcción de los componentes mineros-metalúrgicos, infraestructuras e instalaciones auxiliares, será separado del material inadecuado y será trasladado a los DMO.

- Se minimizará la extensión de las áreas disturbadas y el tiempo de exposición, implementando una estrategia de construcción por etapas, manteniendo en medida de lo posible la vegetación existente, protegiendo así las áreas disturbadas circundantes.

Operación:

- Restauración de las áreas impactadas, por medio de la revegetación como parte del cierre progresivo.
- Medidas comprendidas en la limpieza frente a posibles derrames, así también, este plan contempla las medidas a tomar en caso ocurra el posible derrame de cianuro de sodio en el transporte, almacenamiento y uso de esta sustancia química.
- No se aplicará ningún tipo de pesticida, que pueda afectar a flora y fauna tanto terrestre como acuática.

Cierre:

- Revegetación de las áreas desbrozadas en la etapa de cierre, dependiendo del componente y teniendo en cuenta las características de la zona, posterior a la culminación de las actividades de construcción y operación.
- Como parte del restablecimiento del terreno (en la etapa de cierre) se considerará adicionar una capa de suelo orgánico (de ser el caso) para el desarrollo de las especies sembradas, además de capas de material granular que permitirán que el agua no sature el material de suelo orgánico, para una adecuada revegetación. La capa de suelo orgánico deberá estar en función al Plan de Cierre aprobado.

Pérdida de hábitat para la fauna

Construcción:

- Las obras por realizar serán planificadas y coordinadas con el personal de campo, a fin de minimizar las áreas a intervenir. Se limitarán a intervenir las áreas estrictamente necesarias en los diseños de los componentes a desplazar.

- Antes de ejecutar los trabajos de construcción, se debe retirar el suelo superficial (capas de suelo orgánico) de las áreas que serán perturbadas.
- Las capas de suelo orgánico (considerado como Top Soil) que será removido por la construcción de los componentes mineros-metalúrgicos, infraestructuras e instalaciones auxiliares, será separado del material inadecuado y será trasladado a los DMO.
- Se minimizará la extensión de las áreas disturbadas y el tiempo de exposición, implementando una estrategia de construcción por etapas, manteniendo en medida de lo posible la vegetación existente, protegiendo así las áreas disturbadas circundantes.
- Implementación y/o mantenimiento de sistemas hidráulicos (canales, cunetas y pozas) que encaucen la escorrentía, en el caso de las aguas de contacto hacia las plantas de tratamiento, y en el caso de las aguas de no contacto hacia las pozas de sedimentación para su posterior descarga en el medio, a fin de evitar la erosión de zonas no impactadas.
- Para evitar la erosión eólica e hídrica, las pilas del suelo orgánico serán retiradas de las áreas donde se ampliará las instalaciones del proyecto y serán revegetadas.
- Antes de iniciar la ampliación y/o construcción de los nuevos componentes principales en el área del proyecto, se planificarán los mismos y se implementarán obras de estabilización específicas para cada tipo de erosión. Para llegar a esta meta se tendrá en cuenta la programación secuencial de los trabajos de construcción y el manejo de las aguas superficiales.
- Restauración de las áreas impactadas, por medio de la revegetación.

Operación:

- Las obras por realizar serán planificadas y coordinadas con el personal de campo, a fin de minimizar las áreas a intervenir. Se limitarán a intervenir las áreas estrictamente necesarias en los diseños de los componentes a desplazar.

- Implementación y/o mantenimiento de sistemas hidráulicos (canales, cunetas y pozas) que encaucen la escorrentía, en el caso de las aguas de contacto hacia las plantas de tratamiento, y en el caso de las aguas de no contacto hacia las pozas de sedimentación para su posterior descarga en el medio, a fin de evitar la erosión de zonas no impactadas.

b. Ciclo de nutrientes

Este SE está relacionado con los servicios que regulación de calidad de suelo y la regulación climática local que a su vez se influyen en los servicios de aprovisionamiento. Sin embargo, para la población tiene una importancia baja, además el nivel de reemplazo moderado ya que la población muchas veces opta por comprar sus productos en los mercados más cercanos.

Por ello, este **SE no es prioritario**.