

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación de la sensibilidad ambiental física en el área efectiva del
Proyecto de exploración minera Ayawilca para contribuir en el
conocimiento de los componentes ambientales – Yanahuanca – Pasco – 2023**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Maximo Leonardo DIONISIO RICSE

Asesor:

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Determinación de la sensibilidad ambiental física en el área efectiva del
Proyecto de exploración minera Ayawilca para contribuir en el
conocimiento de los componentes ambientales – Yanahuanca – Pasco – 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO

Mg. Lucio ROJAS VITOR
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 318-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Determinación de sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de exploración minera Ayawilca para contribuir en el conocimiento de los componentes ambientales – Yanahuanca – Pasco - 2023

Apellidos y nombres del tesista

Bach. Máximo Leonardo DIONISIO RICSE

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería ambiental

Índice de Similitud

9 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 11 de setiembre del 2025



Firmado digitalmente por PALOMERO
DSDHJ Jhelen Edgar YAU
2015-6025046-001
Nuevo: Soy el autor del documento
Fecha: 11.09.2025 15:08:17 -05:00

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primordialmente a **Dios**, fuente inagotable de sabiduría, cuya guía ha sido mi fortaleza y luz en cada etapa de este camino.

A mis padres, **Maximo y Norma**, por ser el cimiento de mi vida, por su amor incondicional y por haberme legado el valor del esfuerzo como la mayor de las virtudes.

Al **amor de mi vida, Raquel**, por ser mi compañera y mi refugio constante; gracias por tu paciencia infinita, por creer en mis sueños y por caminar a mi lado con amor en cada paso de este desafío.

A **mis hermanos, Laura y Wilson**, cuyo aliento constante transformó los desafíos en oportunidades de crecimiento.

Finalmente, me dedico este logro a **mí mismo**: como testimonio de que la fe, la disciplina y la pasión son capaces de alcanzar cualquier horizonte, por lejano que parezca.

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por ser mi guía espiritual y concederme la salud, la templanza y la sabiduría necesarias para transformar este sueño en una realidad culminada.

A **mis padres, Maximo y Norma**, por su confianza inquebrantable. Este título es tan suyo como mío, pues nace del sacrificio y el apoyo constante que me brindaron en cada momento de duda; gracias por ser mi motor y mi ejemplo de vida.

Al **amor de mi vida, Raquel**, por ser mi equilibrio y mi motivación diaria. Gracias por tu escucha paciente, por celebrar mis aciertos y por impulsarme a levantarme cuando el camino se tornaba difícil. Tu presencia ha sido el regalo más valioso de este proceso.

A **mis hermanos, Laura y Wilson**, por sus palabras de aliento y por creer siempre en mis capacidades, recordándome la importancia de la perseverancia y la unión.

A mi **asesora, Rosario**, por su invaluable orientación académica. Su generosidad al compartir su conocimiento y su rigor profesional fueron fundamentales para el desarrollo y la excelencia de esta investigación.

A todos aquellos que, de manera directa o indirecta, aportaron un grano de arena en la realización de este proyecto.

¡Gracias infinitas a todos!

RESUMEN

La presente investigación desarrolló el estudio de sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, ubicado en la provincia de Daniel Alcides Carrión, región Pasco. El objetivo principal fue determinar la sensibilidad de los componentes ambientales agua (superficial), geomorfología, suelo y aire, en función de las actividades de construcción de accesos, plataformas de perforación y componentes auxiliares.

Para el desarrollo de la investigación, se emplearon los métodos analítico y sintético. Los resultados indican que la sensibilidad del recurso hídrico presenta una valoración **muy alta** ante actividades con interacción directa con fuentes superficiales, tales como la construcción de plataformas de perforación a una distancia menor de 50 m, accesos que intersectan riachuelos o quebradas, y componentes auxiliares situados a menos de 20 metros.

Por otra parte, la sensibilidad geomorfológica oscila entre los niveles **muy alta, alta, media y baja**. Se categorizó como **muy alta** en la construcción de accesos en terrenos con pendientes superiores al 70%, y **alta** en plataformas y accesos en terrenos con pendientes entre el 50% y 70%. En cuanto al recurso suelo, la sensibilidad es **muy alta** en áreas de construcción sobre suelos de perfil desarrollado, y **baja** en suelos rocosos o afloramientos. Finalmente, la sensibilidad del recurso aire se determinó como **baja**, debido a que las actividades del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca no generan una polución significativa.

En conclusión, esta investigación constituye un instrumento para el conocimiento preciso del área de intervención y la aplicación efectiva de los planes de manejo ambiental.

Palabras clave: Sensibilidad ambiental, hidrología, geomorfología, suelo y aire.

ABSTRACT

The This research developed a physical environmental sensitivity study within the effective area of the Ayawilca Mining Exploration Project, located in the province of Daniel Alcides Carrión, Pasco region. The primary objective was to determine the sensitivity of the environmental components: water (surface), geomorphology, soil, and air, in relation to the construction of access roads, drilling platforms, and auxiliary components.

The analytical and synthetic methods were employed for the development of the study. The results indicate that the sensitivity of the water resource presents a very high rating regarding activities with direct interaction with surface sources, such as the construction of drilling platforms at a distance of less than 50 m, access roads that intersect streams or creeks, and auxiliary components located within 20 meters.

On the other hand, geomorphological sensitivity ranges across very high, high, medium, and low levels. It was categorized as very high for the construction of access roads on terrain with slopes exceeding 70%, and high for platforms and access roads on terrain with slopes between 50% and 70%. Regarding soil resources, sensitivity is very high in construction areas over developed profile soils, and low in rocky soils and/or outcrops. Finally, air resource sensitivity was determined to be low, as the activities of the Ayawilca Mining Exploration Project do not generate significant pollution.

In conclusion, this research serves as an instrument for the precise understanding of the intervention area and the effective application of environmental management plans.

Keywords: Environmental sensitivity, hydrology, geomorphology, soil, and air.

INTRODUCCIÓN

Los bienes y servicios ecosistémicos son imprescindibles para la supervivencia de los seres vivos en la tierra, ya que proveen soporte y las condiciones óptimas para el desarrollo, pero que en la actualidad a causa de actividades antropogénicas se ha visto alterada en sus diversas funcionalidades para satisfacer las necesidades cruciales del ser humano y el equilibrio del medio ambiente, siendo las actividades extractivas las que más impactos generan por no contar con instrumentos de gestión ambiental efectivos que responden a la necesidad de cada espacio geográfico en intervención, por ello la presente investigación tuvo por objeto determinar la sensibilidad ambiental física de los componentes ambientales agua (superficial), geomorfológico, suelo y aire en función a las actividades de construcción de plataformas de perforación, construcción de accesos y componentes auxiliares en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

El desarrollo de la investigación demandó trabajos de campo y gabinete, donde para la recolección de información de primera mano (In situ) se realizó en base a levantamiento de información de componentes ambientales georreferenciado; fuentes hídricas superficiales, pendiente del terreno, perfil de suelo y capacidad de uso mayor, asimismo se identificó las actividades del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca que tienen interacción con componentes ambientales como; construcción de plataformas de perforación diamantina, construcción de accesos y componentes ambientales. Por otra parte, en trabajo de gabinete se realizó el análisis de la segunda modificatoria de EIA-sd apartado memoria descriptiva y línea base y procesamiento de información en el software ArcGIS 10.5, donde al término de la investigación es presentado en mapas de sensibilidad valorados en base a la importancia del recurso y susceptibilidad, con el propósito de tener un mejor entendimiento del área en intervención por parte del administrado Tinka

Resources S.A.C (titular del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca) y aplicación correcta de planes de manejo ambiental de acuerdo a la naturaleza y sensibilidad ambiental.

La tesis está organizada en base al reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, la cual se adscribe de la siguiente manera: Capítulo I (identificación y planteamiento de problema), capítulo II (Bases teóricas), capítulo III (Metodología de investigación) y capítulo VI (resultados de la investigación).

El Autor.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y Determinación del Problema	1
1.2.	Delimitación de la Investigación	2
1.3.	Formulación del Problema	4
1.3.1.	Problema General	4
1.3.2.	Problemas Específicos	4
1.4.	Formulación de Objetivos	4
1.4.1.	Objetivo General	4
1.4.2.	Objetivo Específico	4
1.5.	Justificación de la Investigación	5
1.6.	Limitaciones de la Investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de Estudio	7
2.2.	Bases Teóricas Científicas	9

2.2.1.	Sensibilidad Ambiental	9
2.2.2.	Análisis de Sensibilidad Ambiental (ASA).....	9
2.2.3.	Los Objetivos de Análisis de Sensibilidad	10
2.2.4.	Metodología de Análisis de Sensibilidad	10
2.2.5.	Mapeo de Sensibilidad	11
2.2.6.	Sistemas de Información Geográfica.....	11
2.2.7.	Componentes Principales del SIG	11
2.2.8.	Aplicaciones de SIG	12
2.2.9.	Minería	13
2.2.10.	Exploración Minera	14
2.2.11.	Actividades Exploratorias	14
2.3.	Definición de Términos Básicos	15
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	17
2.4.1.	Hipótesis General	17
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	17
2.5.	Identificación de Variables.....	17
2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores	18

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación	19
3.2.	Nivel de Investigación.....	19
3.3.	Método de Investigación	19
3.4.	Diseño de la Investigación.....	23
3.5.	Población y Muestra.	23
3.6.	Técnicas e Instrumentos Recolección de Datos	24

3.7.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	25
3.8.	Tratamiento Estadístico	25
3.9.	Orientación Ética, Filosófica y Epistémica	25

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del Trabajo de Campo	26
4.2.	Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados	27
4.2.1.	Actividades de Exploración Minera Ayawilca.....	27
4.2.2.	Componente Hidrológico	29
4.2.3.	Componente Geomorfológico	42
4.2.4.	Componente Suelo.....	46
4.2.5.	Componente Aire.....	50
4.3.	Prueba de Hipótesis	51
4.3.1.	Prueba de Hipótesis General	51
4.3.2.	Prueba de Hipótesis Específicos.....	53
4.4.	Discusión de Resultados.....	56

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes principales de un SIG.	12
Tabla 2 Operacionalización de variables.	18
Tabla 3 Análisis de sensibilidad ambiental.	21
Tabla 4 Fuentes de agua superficial en el área efectiva.	33
Tabla 5 Resultados de parámetros de campo.	35
Tabla 6 Resultados de aniones.	35
Tabla 7 Resultados de parámetros de calidad de agua orgánicos.	36
Tabla 8 Resultados de metales totales.	36
Tabla 9 Resultados de parámetros microbiológicos.	37
Tabla 10 Importancia y susceptibilidad de la fuente hídrica.	38
Tabla 11 Valoración de sensibilidad ambiental hídrica.	39
Tabla 12 Importancia y susceptibilidad geomorfológica.	44
Tabla 13 Valoración de sensibilidad geomorfológica.	45
Tabla 14 Calidad de suelo.	47
Tabla 15 Importancia y susceptibilidad del componente suelo.	48
Tabla 16 Valoración de sensibilidad de recurso suelo.	49
Tabla 17 Calidad de aire.	51
Tabla 18 Prueba de hipótesis general.	52
Tabla 19 Prueba de hipótesis del recurso natural agua.	53
Tabla 20 Prueba de hipótesis de componente geomorfológico.	54
Tabla 21 Prueba de hipótesis de componente suelo.	55
Tabla 22 Prueba de hipótesis de componente aire.	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Mapa de ubicación del área de estudio.....	3
Gráfico 2 Construcción de componentes auxiliares.	14
Gráfico 3 Proceso de análisis de sensibilidad ambiental.	20
Gráfico 4 Mapa de población de estudio.	23
Gráfico 5 Mapa de muestra de estudio.	24
Gráfico 6 Accesos hacia plataformas de perforación y componentes auxiliares.	28
Gráfico 7 Ubicación de plataformas de perforación diamantina.	29
Gráfico 8 Microcuenca de la quebrada Chicacchaca.....	30
Gráfico 9 Microcuenca de la Quebrada de Ayawilca.....	31
Gráfico 10 Microcuenca de la quebrada de Huarautambo.	31
Gráfico 11 Mapa de microcuencas.	32
Gráfico 12 Ubicación de las fuentes de agua superficiales.	34
Gráfico 13 Riachuelos temporales en el área efectiva.....	34
Gráfico 14 Mapa de sensibilidad hídrica (Calidad).....	40
Gráfico 15 Mapa de sensibilidad hídrica temporal (Quebradas activas y riachuelos). .	41
Gráfico 16 Mapa de sensibilidad hídrica permanente (Manantiales).	42
Gráfico 17 Mapa de sensibilidad geomorfológico.	46
Gráfico 18 Mapa de sensibilidad de recurso natural suelo.	50

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Determinación del Problema

Para el desarrollo efectivo de un país se requiere en la actualidad incorporar los principios de desarrollo sostenible, que esta enmarca a la interacción de la sociedad, economía y medio ambiente, visto que lo mencionado no tiene praxis en diferentes partes del mundo y que ponen en riesgo diferentes componentes ambientales, y así por consecuente afectando el mutualismo de interacción entre los recursos naturales y las actividades económicas dentro de una determinada área geográfica.

En el Perú para la ejecución de un proyecto de inversión se requiere en un primer momento tener viabilidad ambiental la cual se resume en el EIA-sd, que es un instrumento de carácter preventivo, buscando la sostenibilidad de los ecosistemas donde se asentarán los proyectos, pero que realidad los estudios de impacto ambiental no tienen una efectividad a total cabalidad por el hecho de que son realizados a grosos modos, sin evaluar cada componente ambiental a

profundidad o en cada área geográfica en específico, trayendo consigo una ineffectividad in situ a la hora de implementar planes de manejo ambiental.

El Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, ubicado en la provincia Daniel Alcides Carrión distrito de Yanahuanca, región pasco, viene realizando estudios de cuantificación y cualificación de recursos y reservas de minerales, para tal efecto cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental Semi - Detallado (EIA-sd), de acuerdo a ello viene implementando diferentes planes de manejo ambiental, más no obstante, sus diferentes métodos no vienen siendo efectivos por el hecho que cuenta con conflictos sociales de índole ambiental (denuncias por contaminación a componentes ambientales), asimismo considerando que el proyecto en mención se encuentra en cabeceras de tres microcuencas de vital importancia para el desarrollo de las comunidades campesina de San Juan de Yanacocha, Huarautambo y San Pedro de Pillao, por ello la presente investigación tuvo la finalidad de contribuir a un mejor conocimiento ambiental de la zona del proyecto, mediante el análisis de sensibilidad ambiental de componente ambientales físicos (agua, suelo, aire y geomorfología) en el área efectiva del proyecto mediante levantamiento de información in situ y mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (álgebra de mapas), así generando y teniendo un manejo de información cualitativo y cuantitativo para una mejor toma de decisión por parte de los que buscan interactuar con los componentes ambientales asentados en el área geográfica en específico y buscando la sostenibilidad de los componentes ambientales.

1.2. Delimitación de la Investigación

El área de estudio recae en la provincia Daniel Alcides Carrión, distrito de San Pedro de Pillao y Yanahuanca en la región de Pasco, donde se encuentra

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿De qué manera la determinación de sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, contribuirá al conocimiento de los componentes ambientales?

1.3.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuál es la sensibilidad ambiental del recurso natural agua en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca?
2. ¿Cuál es la sensibilidad ambiental de la geomorfológica en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca?
3. ¿Cuál es la sensibilidad ambiental del recurso natural suelo en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca?
4. ¿Cuál es la sensibilidad del recurso natural aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la sensibilidad ambiental física de los componentes ambientales en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

1.4.2. Objetivo Específico

1. Determinar la sensibilidad ambiental del recurso natural agua en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.
2. Determinar la sensibilidad ambiental de la geomorfológica en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.
3. Determinar la sensibilidad ambiental del recurso natural suelo en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

4. Determinar la sensibilidad ambiental del recurso natural aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

1.5. Justificación de la Investigación

- a. **Justificación Ambiental:** Los componentes ambientales son de gran importancia para la existencia de ecosistemas saludables, por ello es importante realizar el análisis de sensibilidad para su sostenibilidad y sustentabilidad, ya que en diversas áreas los componentes ambientales sean vistos en interrelación con diferentes actividades del hombre y no es ajeno a esta realidad el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.
- b. **Justificación Económica:** Realizar el análisis de sensibilidad en el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca fue económicamente rentable, ya que gracias a ello se podrá tomar medidas correctivas y que no generen externalidades a los diferentes componentes productivos en la parte bajo de la cuenca de la quebrada de Ayawilca.
- c. **Justificación Social:** El análisis de sensibilidad de componente ambiental físico, permite a la empresa tinka Resources S.A.C, (titular del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca) a poder demostrar a la población de Yanacocha, Huarautambo y Pillao que se tiene un conocimiento amplio respecto a los planes de manejo ambiental aplicados de forma eficiente y que los componentes ambientales vienen siendo identificados a detalle.

1.6. Limitaciones de la Investigación

Escasa información y trabajos de investigación respecto a estudios de sensibilidad ambiental, una limitante de esta naturaleza es una oportunidad para incentivar a los investigadores a profundizar el tema en cuestión.

La sensibilidad biológica y social no son considerados en la presente investigación, por su finalidad y/o envergadura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudio

Para el desarrollo de la presente investigación se tomó como antecedentes a las siguientes investigaciones que se detallan a continuación:

- a. Antecedentes Internacionales.** Parra (2016) en su investigación Análisis de la sensibilidad ambiental por su importancia de la cuenca alta del arroyo Jotomahana en el municipio de Albania Guajira. Desarrolló en la cuenca del arroyo Jotomahana en el área geográfica entre Venezuela y Colombia, donde se encuentra la problemática ambiental de ganadería y agricultura extensiva que en efecto generan un cambio en la cobertura de la cuenca, asimismo vertimiento de residuos al cuerpo de agua, ante ello su investigación tuvo por finalidad realizar el análisis de la sensibilidad ambiental por su importancia, por medio de sistemas de información geográfica, (álgebra de mapas); llegando a la conclusión que el 12% de la cuenca del arroyo Jotomahana tiene un sensibilidad alta, 49% sensibilidad moderada y 39% sensibilidad media, asimismo pudo corroborar que el análisis de sensibilidad ambiental por

medio de sistema de información geográfica son un medio fácil y eficiente para implementar mecanismos de conservación frente a un área determinado.

Zulaica et al., (2009), índices de sensibilidad ambiental en el espacio periurbano de mar de la plata”, desarrolló en el espacio periurbano de la ciudad de mar de la plata, tuvo por objetivo evaluar la sensibilidad ambiental de unidades de paisaje del periurbano de mar de plata, donde para el cometido las unidades paisaje fueron definidas mediante la compilación de factores del medio natural y socioeconómico, asimismo se ponderaron con un valor de sensibilidad en función de sus actividades, como resultado obtuvieron un índice final para cada uno de las unidades; mayor o igual a cinco bajo, entre seis y nueve moderado, alto entre diez y trece y Muy alto mayor o igual a catorce.

Rebolledo (2009), Modelo de sensibilidad ambiental basado en la valoración de relaciones espaciales, desarrollo en el estado de mirando Venezuela, por par del centro de procesamiento de imágenes satelitales (CPDI) del instituto de ingeniería, donde su objetivo fue desarrollar modelos de sensibilidad ambiental por medio de análisis de relación espacial entre información temática y actividades antrópicas susceptible de generar impactos al ambiente, asimismo aplicarán las técnicas de ponderación geoestadística, análisis espacial, Delphi y juicio de expertos, llegando a construir tres modelos de sensibilidad biológica, física más infraestructura, y Legal.

Silva (2022), Modelo de ordenamiento ambiental del territorio a partir de la sensibilidad ambiental, desarrolló su investigación en Bogotá en el contexto de la subzona hidrográfica del río Bogotá, con la finalidad de conocer el escenario y contexto actual de una determinada área geográfica,

llegando a plantear el ordenamiento territorial como un instrumento de vital importancia para la sostenibilidad de la cuenca en estudio, asimismo planteó en base a las condiciones ecosistémicas, variables biológicas, propiedades físicas, capacidades del suelo y características medioambientales de estudio en cuestión.

- b. Antecedente Nacional: Tras la revisión de bases de datos nacionales como CONCYTEC, Scielo Perú, Renacyt y Alicia, no se encontraron antecedentes directos sobre estudios de sensibilidad ambiental física aplicados a proyectos de exploración minera en el contexto peruano.

2.2. Bases Teóricas Científicas

2.2.1. Sensibilidad Ambiental

Sandia & Henao (2001) manifiestan que la sensibilidad ambiental es potencial afectación (cambio o transformación), que pueden ser afectados a los componentes ambientales, resultado de procesos físicos, socioeconómicos o biológicos, por medio de la intervención de fuente antrópica o desestabilización natural que experimenta el medio ambiente.

Por otra parte, se entiende como el grado de susceptibilidad del medio ambiente ante la interacción o desarrollo de actividades antrópicas que pueden generar impactos negativos y que se puede analizar por medio de susceptibilidad o vulnerabilidad ambiental, son desarrollados con el objetivo de toma de decisiones a favor de los componentes ambientales. (Piratova Silva, 2019).

2.2.2. Análisis de Sensibilidad Ambiental (ASA)

La estimación de la fragilidad o vulnerabilidad se asocia al análisis de sensibilidad ambiental, y por medio de ello nos permite conocer la sensibilidad del medio ambiente ante proyectos de inversión o actividades en curso,

específicamente el ASA nos permite conocer la sensibilidad de los componentes ambientales y/o ecosistemas de una determinada área geográfica.(Gutierrez & Hervé Jegat, 2007).

2.2.3. Los Objetivos de Análisis de Sensibilidad

- Jerarquizar espacios geográficos susceptibles a ser afectados, para definir prioridades de protección.
- Generar y suministrar información de síntesis necesaria para la toma de decisiones.
- Servir de instrumento básico para mitigación y control del impacto ambiental.

2.2.4. Metodología de Análisis de Sensibilidad

Para desarrollar el análisis de sensibilidad ambiental se debe de realizar modelos de sensibilidad ambiental, lo cual cada modelo requiere una estructuración de un conjunto de aspecto que permiten a través de una representación funcional y describir el comportamiento del ambiente ante las acciones perturbadoras, los principales factores a considerar son: acciones perturbadoras, componentes ambientales, susceptibilidad y resiliencia.

Las acciones perturbadoras dependen de la actividad y/o proyecto, que son de naturaleza dinámica de duración e intensidad variable, causados por agentes externo, donde cuya magnitud e intensidad puede alterar el equilibrio del medio ambiente donde ocurren; por otra parte, la susceptibilidad es el nivel de afectación de cada componente ambiental, y la resiliencia es la capacidad del medio afectado para absorber, transformar, asimilar los cambios inducidos.

2.2.5. Mapeo de Sensibilidad

Teniendo la información de cada factor es imprescindible realizar mapas de sensibilidad con sistemas de información geográfica (SIG), lo cual permiten en forma directa tener la representación digitalizada de aspectos ambientales clave. En algunos casos la sensibilidad ambiental se desarrolla por medio de álgebra de mapas o interpolación de espacios geográficos.

2.2.6. Sistemas de Información Geográfica

Según Gutiérrez & Hervé Jegat (2007) manifiestan que los Sistemas de Información Geográfica SIG, es una herramienta indispensable para el manejo de información geográfica, fundamental para trabajar en la actualidad con todo tipo de información georreferenciada. Por otra parte (Tomlin, 1990) define que un SIG es un elemento que permite “analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre”.

Un sistema de información geográfica es un sistema compuesto por cinco componentes principales: datos, tecnología (hardware y software), análisis, procedimientos y personal. Cada una de ellas cumple una función determinada dentro del sistema SIG (Delgado & García, 2017).

2.2.7. Componentes Principales del SIG

Los sistemas de información geográfica son sistemas complejos que integran una serie de distintos elementos interrelacionados que comúnmente se les denomina componentes de SIG, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1 Componentes principales de un SIG.

Componente	Descripción
Personal	Pleno conocimiento en SIG y manejo de los mismos.
Organización	Estructura funcional y organización del personal para la ejecución de actividades.
Información geográfica	Ubicada, actualizada completa y útil para las aplicaciones.
Normas, procedimientos y metodologías	Suficientes detalles y aprobado.
Software	De acuerdo a los tres puntos anteriores.
Hardware	Según el volumen de datos.

Fuente: Adaptado de INEGI.

2.2.8. Aplicaciones de SIG

Los sistemas de información geográfica en la actualidad son una herramienta indispensable que se aplican en diferentes disciplinas y que sirven para inventarios, análisis de cambios, Manejo y distribución de recursos naturales, prevención y manejo de desastres. “todos los tipos de aplicaciones no son elementos aislados, sino que se relacionan entre sí y dependen en muchos casos los unos de los otros para cobrar sentido como herramientas útiles”.(Olaya, 2014).

Planificación hidrológica

Planificación y gestión de los recursos hídricos que disponen de opciones para su análisis y evaluación, mediante creación de modelos de elevación digital (TIN), creación de red hidrográfica, delimitación de cuencas y distribución de espacial de recursos hídricos.

Agricultura y medio ambiente

Bronsveld et al., (1995) manifiesta que permite optimizar componentes ambientales como agua y suelo, así como planificación de producción.

Educación e investigación

Es una herramienta para inducir a estudiantes en el mundo de los SIG. (Nieto Masot, 2010).

Telecomunicaciones

Sosa-Pedroza et al. (2009) asevera que los SIG, permiten diseñar esquemas y flujos de información actualizada de la red.

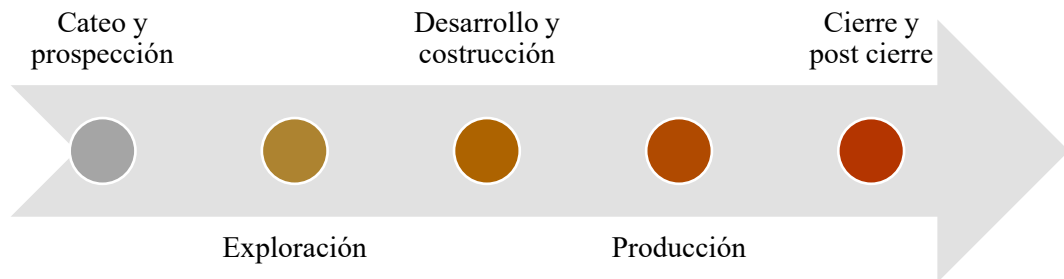
Asimismo, los sistemas de información geográfica tienen aplicación en Geomarketing, salud, administración territorial, planes de emergencia y en estudios sociodemográficos.

2.2.9. Minería

Es una de las actividades que consiste desde estudios preliminares hasta explotación y/o extracción y comercialización de minerales, es considerado como una actividad económica primaria, asimismo (Lira & Aristondo, 2007) manifiesta que la minería es una actividad extractiva cuyo desarrollo constituye soporte para gran parte de la industria manufacturera y joyera del mundo.

En la siguiente investigación se hace énfasis a la exploración, la cual consiste a una de las etapas del proceso minero, que tiene por objeto determinar la magnitud (reserva) y calidad (ley) de minerales que se encuentra en un espacio denominado yacimiento.

Gráfico 2 Construcción de componentes auxiliares.



Fuente: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE, s. f.).

2.2.10. Exploración Minera

Es una de las etapas del proceso minero que consiste en la cualificación y cuantificación de recursos y reservas de minerales, la cual para desarrollar esta actividad se requiere un innumerable de actividades como; permisos ambientales, viabilidades técnicas, legales y económicas.

2.2.11. Actividades Exploratorias

Es una de las actividades que consiste en la construcción de campamento, con la finalidad de brindar condiciones a sus trabajadores y acondicionamiento, consiste en construcción de dormitorios, almacenes, comedores, saneamientos básicos.

Habilitación de accesos

Es la actividad que consiste en la habilitación y/o construcción de trochas carrozable y caminos peatonales hacia las plataformas de perforación, y en algunos casos si ya cuentan con caminos y trochas existentes solo se realiza la

actividad de mantenimiento y/o adecuación. (Melgarejo Reyes, 2009), los mencionados componentes son construidos en base a lo descrito en el EIA-sd.

Construcción de plataformas de perforación

Son construcciones en forma de terraplenes, con materiales afirmados, y las dimensiones son en base a lo descrito en el EIA-sd, son construidos aplicando mano de obra no calificada y semi calificada de personales locales del área de influencia social directa y en lugares abruptos y difícil de acceso con el uso de maquinaria. (Melgarejo Reyes, 2009).

Perforación diamantina

Carvajal et al., (2015) afirma que es una técnica que permite extraer muestras del subsuelo a diferentes profundidades, que dependen en gran parte de la capacidad del equipo de perforación, los equipos de perforación diamantina operan principalmente con una unidad de potencia (motor de combustión o motor eléctrico), que impulsa un conjunto de bombas hidráulicas. La potencia hidráulica es utilizada para accionar el desplazamiento cuando: posee orugas o sistemas de auto - arrastre, elevación de la torre de perforación, rotación y avance del sistema de perforación, accionamiento de los malacates para el trabajo de sostenimiento de la tubería y recuperación del núcleo. (p. 45).

2.3. Definición de Términos Básicos

- a. Análisis de Sensibilidad Ambiental:** Es la evaluación de susceptibilidad del ambiente a ser afectado en su funcionamiento y/o condiciones propias por la localización y desarrollo de cualquier proyecto y sus áreas de influencia.
- b. Medio Ambiente:** Elemento en que vive o se mueve una persona, animal o cosa, asimismo se denomina a un conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas y sociales.(Conesa Fernández-Vitoria, 2009).

- c. **Componente Ambiental:** Para Conesa (2009) los componente ambiental vienen hacer el aire, agua, suelo, hombre, flora, paisaje, los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.
- d. **Uso Sustentable:** Según (DE SAN JOSÉ, 2009) es la utilización de un organismo, ecosistema o recurso renovable a un ritmo acorde con su capacidad de renovación, de modo tal que no constituya una amenaza para su conservación.
- e. **Fragilidad Ambiental:** Es el grado de debilidad intrínseca que hace que un ambiente pueda deteriorarse con facilidad, por otra parte, la fragilidad ambiental parcial se puede interpretar como el grado de debilidad intrínseca con respecto a una variable ambiental. (Gutiérrez, s. f.).
- f. **Área Efectiva:** Es la zona donde se realizan las actividades (explorativas o de extracción) que están asociadas directamente a las labores mineros.
- g. **Diagnóstico de Línea Base:** Es un estudio integral previo al desarrollo de una actividad o proyecto del ámbito de influencia directa e indirecta, su objetivo es evaluar de manera integral la calidad del ambiente con todos sus componentes y establece el punto de partida. (Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental, 2012).
- h. **Daño Ambiental:** Se entiende a todo deterioro material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes como agua, aire, suelo. Biodiversidad etc., que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales. (Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental, 2012).
- i. **Área de Uso Minero:** Es el área ocupada por los componentes mineros como: accesos peatonales, trochas carrozables, campamentos, almacenes

entre otros componentes de soporte a la actividad. (De La Vega & Daninn, 2023).

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La determinación de la sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca contribuye positivamente en el conocimiento de los componentes ambientales.

2.4.2. Hipótesis Específicos

1. La sensibilidad ambiental del recurso natural agua en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es muy alta y alta.
2. La sensibilidad ambiental geomorfológico en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es muy alta, alta y media.
3. La sensibilidad ambiental del recurso natural suelo en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es muy alta, alta y baja.
4. La sensibilidad ambiental del recurso natural aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es baja.

2.5. Identificación de Variables

- a. **Variable Independiente (VI):** Determinación de la sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. Constituye el análisis de la vulnerabilidad física de la zona de intervención según la magnitud de las actividades operativas ejecutadas. Se mide mediante la frecuencia de impactos en niveles que oscilan de muy alto a bajo, clasificados según dimensiones como construcción de accesos, plataformas, componentes auxiliares y perforación.

b. Variable Dependiente (VD): Contribución al conocimiento de los componentes ambientales – Yanahuanca – Pasco – 2023. Representa la generación de información científica sobre el estado y respuesta de los sistemas naturales (agua, suelo, aire y geomorfología) ante el desarrollo del proyecto. Se cuantifica a través del registro estadístico de la incidencia y severidad de los cambios detectados en cada componente ambiental durante el periodo de estudio.

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

Tabla 2 Operacionalización de variables.

Variables	Dimensión	Indicadores	Unidad
Independiente: Determinación de la sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca	Componentes en área de actividad minera	Plataformas de perforación.	m ²
		Carreteras y accesos peatonales.	m ²
		Componentes instalados (Poza de lodos, represa de agua,	m ²
	Componentes auxiliares	Construcción de comedores, almacenes y dormitorios)	m ²
Dependiente: Contribución al conocimiento de los componentes ambientales – Yanahuanca – Pasco – 2023.	Hidrología	Proximidad a flujos de agua	m ² y mg/L
	Geomorfología	Formas de terreno y pendiente	m ² y %
	Suelo	Tipo de suelo y capacidad de uso mayor	m ²
	Aire	calidad	mg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo mixta según lo detalla (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2020) en su libro Metodología de la investigación, porque busca generar información de carácter cualitativo y cuantitativo.

3.2. Nivel de Investigación

La presente investigación es de nivel descriptivo, ya que describe la sensibilidad de los componentes físicos, hidrológico, geomorfológico, suelo y aire, asimismo describe las actividades del proyecto de exploración minera que se desarrollan en el área efectiva, para posteriormente ser presentado en mapas de sensibilidad ambiental cada componente ambiental.

3.3. Método de Investigación

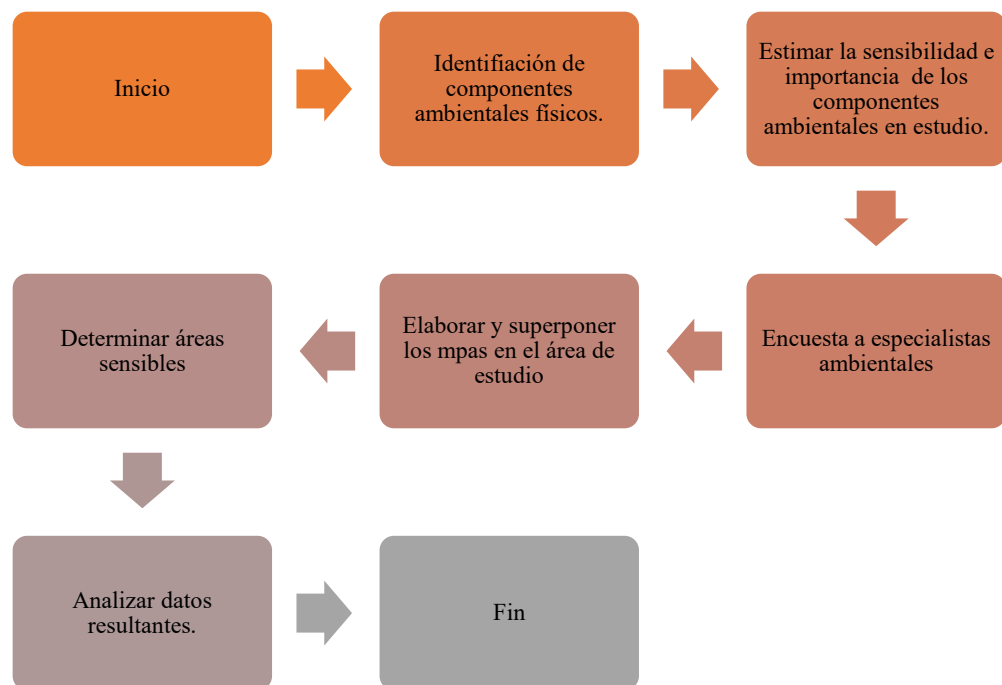
La presente investigación emplea un enfoque analítico-sintético

- a. Lugar de Investigación:** El contexto geográfico donde se desarrolló la investigación se encuentra en las coordenadas UTM 334019.00 E-8839865.00 S zona 18 L a unos 3800 msnm en el paraje de Ayawilca,

Proyecto de Exploración Minera Ayawilca en el distrito de San Pedro de Yanahuanca y Pillao, en la provincia Daniel Alcides Carrión, Pasco. Titular del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es la empresa canadiense Tinka Resources S.A.C, empresa dedicada a la exploración y explotación de recursos minerales en el Perú.

- b. Metodología de la Investigación:** El estudio se divide en cuatro Fases, los cuales buscan alcanzar los objetivos propuestos:

Gráfico 3 Proceso de análisis de sensibilidad ambiental.



Fuente: Elaboración propia.

- 1. Preliminar:** Consistió en gestionar y solicitar permisos de áreas a intervenir siendo a la comunidad campesina **San Juan de Yanacocha** (Propietario del predio) y a la empresa Tinka Resources S.A.C (Usufructuario y concesionario del predio), asimismo solicitar el inventario de restos naturales y línea base del EIA_{sd}, del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

2. **Primera fase:** Se elaboró la planificación de trabajos in situ y ex situ la cual se siguió de acuerdo al siguiente detalle.

Identificación de componentes y variables ambientales físicos:

Consistió en realizar trabajo de inspección ocular y medición de los mismos (descripción de componentes ambientales en el área de estudio), así también revisar el Segundo EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, acápite línea base física.

Calificar la sensibilidad e importancia: De acuerdo a la identificación de componentes y variables ambientales físicos realizados en esta etapa se realizará la valoración de sensibilidad por importancia, muy alta, alta, media, moderada, baja, y muy baja.

Tabla 3 Análisis de sensibilidad ambiental.

Importancia	Sensibilidad	Tipo de áreas	Valoración
Muy alta	Muy Alta	Áreas de muy alta sensibilidad	Muy alta
Alta	Muy Alta	Áreas de muy alta sensibilidad	Muy alta
Media	Muy Alta	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Baja	Muy Alta	Áreas de media sensibilidad	Media
Muy alta	Alta	Áreas de muy alta sensibilidad	Muy alta
Alta	Alta	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Media	Alta	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Baja	Alta	Áreas de media sensibilidad	Media
Muy alta	Media	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Alta	Media	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Media	Media	Áreas de media sensibilidad	Media
Baja	Media	Áreas de media sensibilidad	Baja
Muy alta	Baja	Áreas de media sensibilidad	Media
Alta	Baja	Áreas de media sensibilidad	Media

Media	Baja	Áreas de baja sensibilidad	Baja
Baja	Baja	Áreas de baja sensibilidad	Baja

Fuente: Adaptado de Escobar (2016).

Muy alta sensibilidad e importancia ambiental: Corresponde a zonas con baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención, asimismo presenta una alta importancia para la obtención de bienes y servicios ambientales, requiriendo un manejo a largo plazo.

Alta sensibilidad e importancia ambiental: es viable para la ejecución de un proyecto, pero es necesario implementar sistemas, procedimientos y obras de control ambiental, asimismo programa de monitoreo.

Media sensibilidad e importancia ambiental: son áreas que por su características naturales y sociales tienen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención.

Baja sensibilidad e importancia ambiental: Se les asigna a aquellas áreas que por sus características naturales y sociales son muy susceptibles al cambio.

3. **Segunda Fase:** realización de superposición de información en softwares ArcGIS 10.5, mediante algebra de mapas, asimismo visualización de sensibilidad **ambiental** en Global mapper y Google Earth y su análisis espacial de cada componente ambiental físico.
4. **Tercera Fase:** Elaboración de mapas temáticos en base a la información sensibilidad **ambiental**, asimismo, elaboración de informe final sobre mapas de sensibilidad ambiental física en toda el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

3.4. Diseño de la Investigación

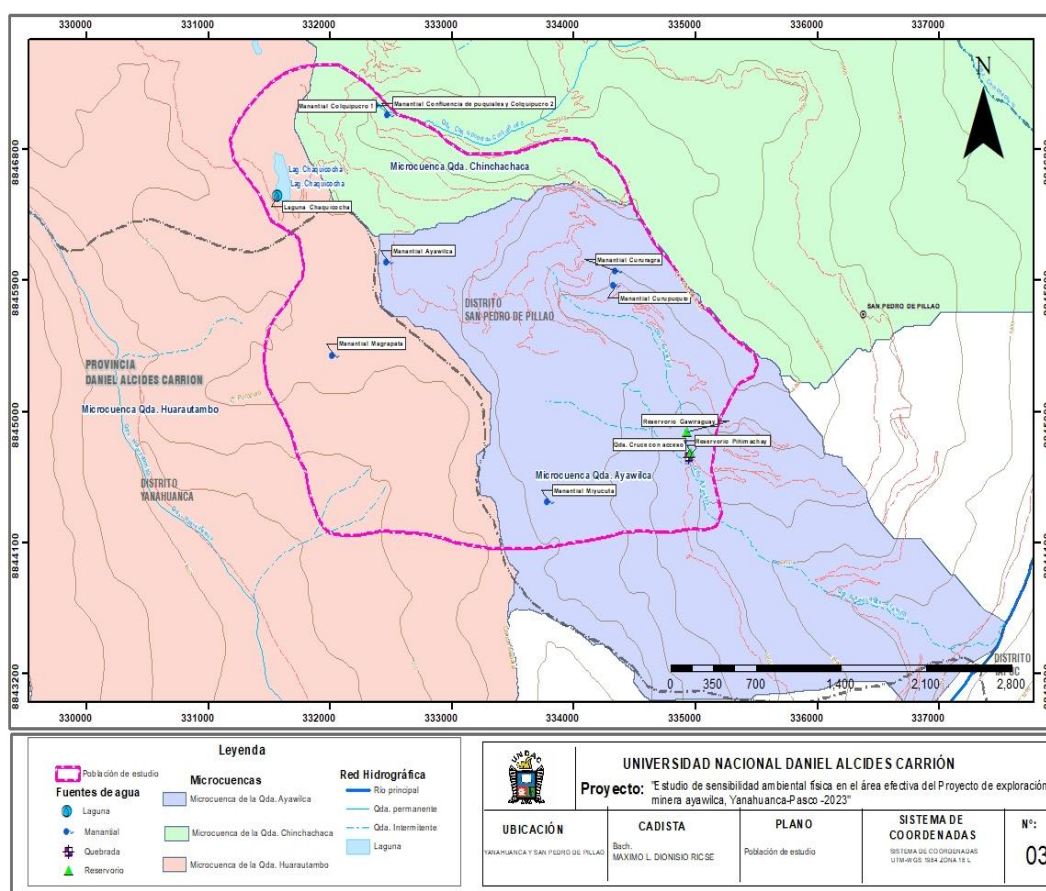
La presente investigación emplea un enfoque descriptivo y analítico.

- Descriptivo:** Describe a las variables de estudio en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca,
- Analítico:** Se analiza la valorización de sensibilidad ambiental de las variables de estudio, mediante sistemas de información geográfica SIG.

3.5. Población y Muestra.

- Población:** Para el estudio de sensibilidad ambiental se tomó como población al área de influencia ambiental del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

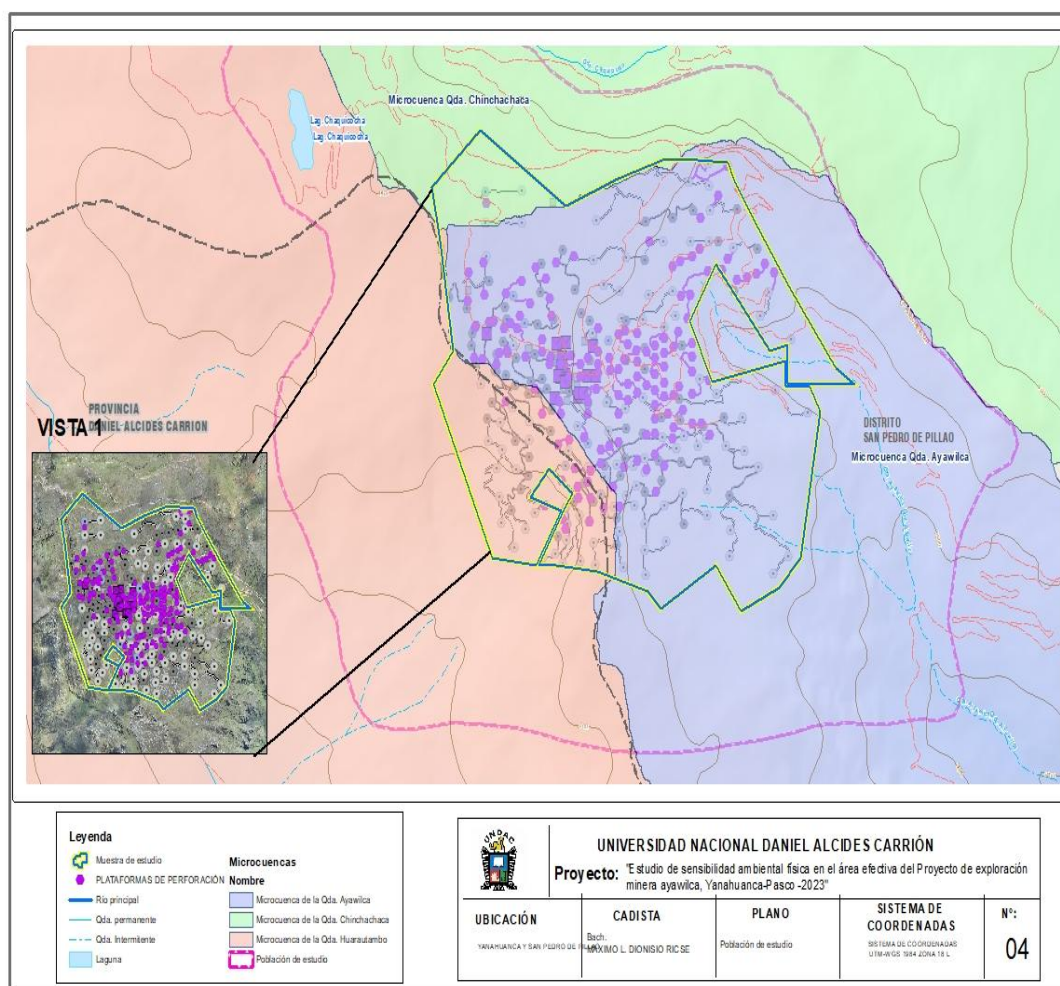
Gráfico 4 Mapa de población de estudio.



Fuente: Elaborado en base a la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca en base a data de INGEMMET.

- b. Muestra:** La muestra para la presente investigación está constituida por el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

Gráfico 5 Mapa de muestra de estudio.



Fuente: Elaborado en base a la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca y en base a data de INGEMMET.

3.6. Técnicas e Instrumentos Recolección de Datos

En la presente investigación se aplicó las siguientes técnicas: Entrevista a los especialistas en medio ambiente del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, y a especialistas de fuentes externos, asimismo para la recolección de

información in situ se realizó mediante inspección ocular e instrumentos (Formatos).

Para realizar la valoración de impactos se aplicó el método Delphi con el objetivo de obtener información de naturaleza cualitativa. Por otro lado, también se realizó el análisis del segundo EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para la etapa de planificación y procesamiento de información en la presente investigación se empleó los siguientes softwares:

- a. Microsoft Excel 2019:** Procesamiento de información y almacenamiento.
- b. ArcGIS 10.5:** Para georreferenciación de componente ambiental físico y para procesamiento de álgebra de mapas, y elaboración de mapas temáticos.
- c. Sasplanet:** Para descarga de imágenes satelitales y visualización de componentes ambientales.
- d. Google Earth:** Para visualización de componentes ambiental y para realizar superposición de mapas.

3.8. Tratamiento Estadístico

Para el tratamiento estadístico se utilizó el software SPSS y Excel 2019, las cuales aportaron en contrastar la hipótesis planteada.

3.9. Orientación Ética, Filosófica y Epistémica

En la presente investigación el manejo de datos personales de involucrados tuvo plena aprobación de consentimiento asimismo fué gestionado mediante lo refrendado en la ley N° 29733 (Ley de protección de datos personales), asimismo, los resultados expuestos en la investigación son de carácter objetivo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del Trabajo de Campo

El análisis de sensibilidad ambiental física se desarrolló en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. En dicha zona, se contemplan actividades de construcción de accesos, plataformas de perforación y componentes auxiliares, los cuales interactúan directamente con los componentes ambientales de agua, aire, geomorfología y suelo.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se ejecutaron fases de campo que incluyeron inspecciones técnicas y la georreferenciación de cada actividad del proyecto y su interacción individual con el entorno. Complementariamente, el trabajo de gabinete consistió en el análisis de la línea base del EIA-sd y la elaboración de cartografía temática mediante ArcGIS 10.5. A través de este sistema de información geográfica (SIG), se realizó la superposición de capas y el modelamiento geoespacial para categorizar la sensibilidad en niveles (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo), identificando áreas donde la actividad minera exige una aplicación rigurosa de planes de manejo para mitigar impactos potenciales.

4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados

En la presente investigación se desarrolló el análisis de sensibilidad de los componentes ambientales; agua superficial, geomorfológica, suelo y aire frente a las actividades del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. La investigación se desarrolló en el área efectiva del proyecto, las cuales a continuación se detallan los resultados de forma independiente.

4.2.1. Actividades de Exploración Minera Ayawilca

Las actividades que desarrolla el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca con fines de definir la mineralización en la zona son; construcción de accesos, trochas carrozables, plataformas de perforación, represa de agua y campamento.

Construcción y habilitación de accesos

Una de las actividades que más se desarrolla en el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es la construcción de trochas carrozables o habilitación de accesos existentes, con la finalidad de trasladar e ingresar la máquina de perforación diamantina a lugares donde se desarrollarán perforaciones, asimismo es de vital importancia ya que gracias a ello se puede trasladar toda la logística y las muestras extraídas. En el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca se han construido 9.6 Km de accesos y se tiene 10.4 Km pendientes a construirse.

Construcción de plataformas de perforación

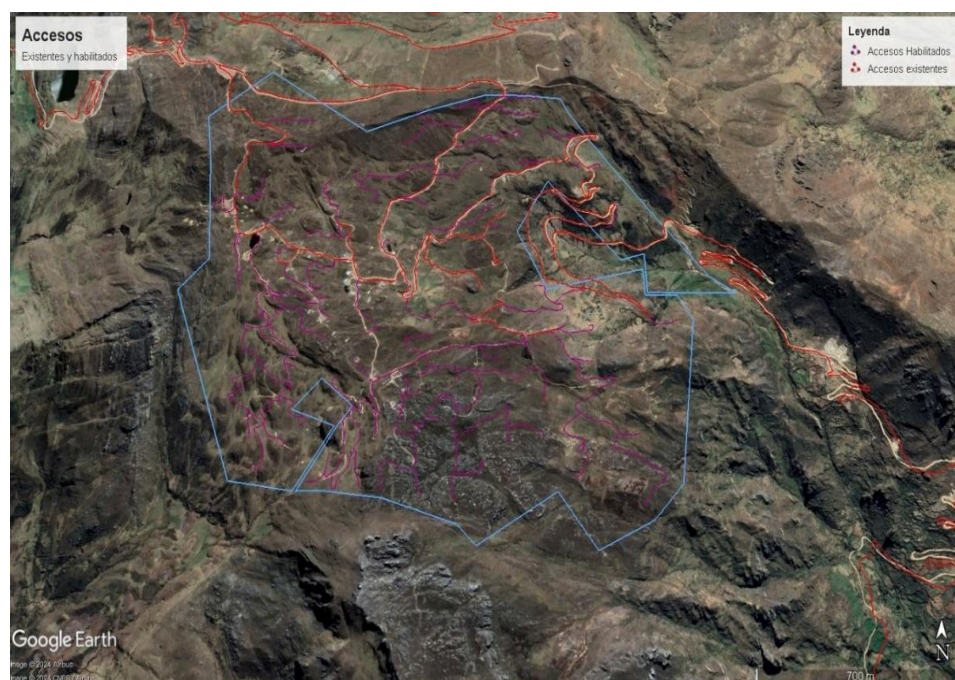
Consiste en movimiento de tierra y nivelar el terreno en forma de terraplén de 10 m por 10 m para que la máquina de perforación diamantina pueda asentarse y perforar el subsuelo con la finalidad de extraer muestras (testigo) a diversas profundidades, asimismo se construye adyacentes a las plataformas de

perforación pozas de lodos de dimensiones de 4 m de ancho por 4 metros de largo y 1 m de profundidad. En el proyecto de Exploración Minera Ayawilca se tiene 80 plataformas construidas, 10 plataformas parcialmente construidas y 90 plataformas pendientes de ejecución.

Componentes auxiliares

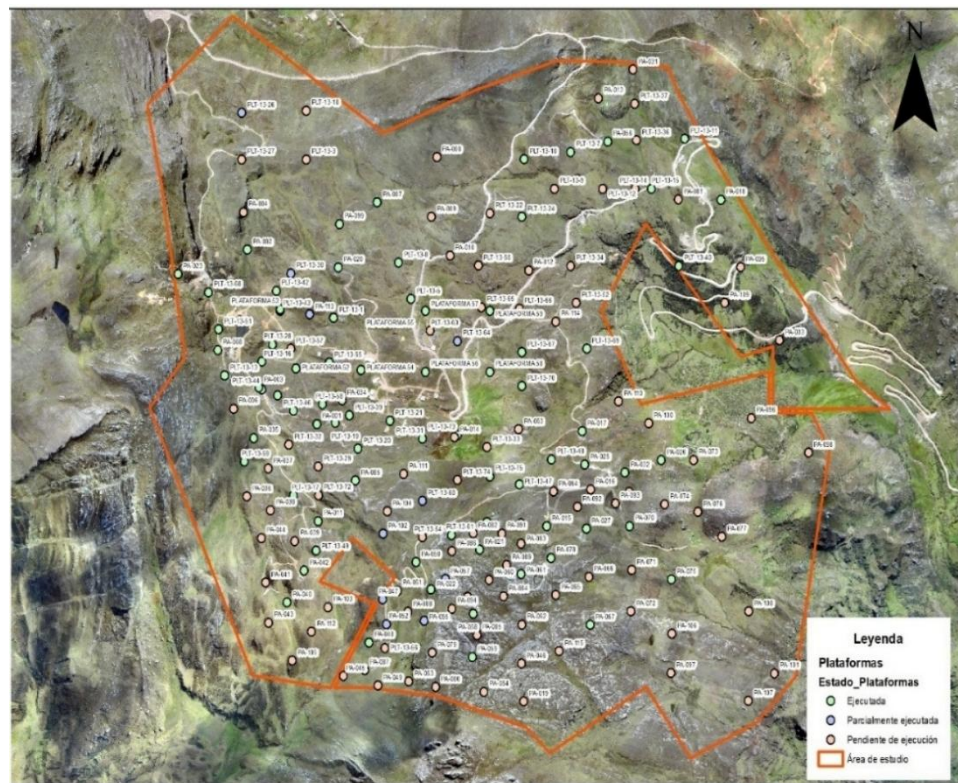
Los componentes auxiliares son actividades o construcciones que dan soporte para la ejecución de perforación diamantina, podemos encontrar en el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca a los siguientes componentes auxiliares: Campamentos (habitaciones, comedor, oficinas, captación de agua y almacenamiento y saneamiento ambiental), almacenes (herramientas, combustible, productos químicos y residuos sólidos).

Gráfico 6 Accesos hacia plataformas de perforación y componentes auxiliares.



Fuente: Elaborado en base a la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

Gráfico 7 Ubicación de plataformas de perforación diamantina.



Fuente: Elaborado en base a la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

4.2.2. Componente Hidrológico

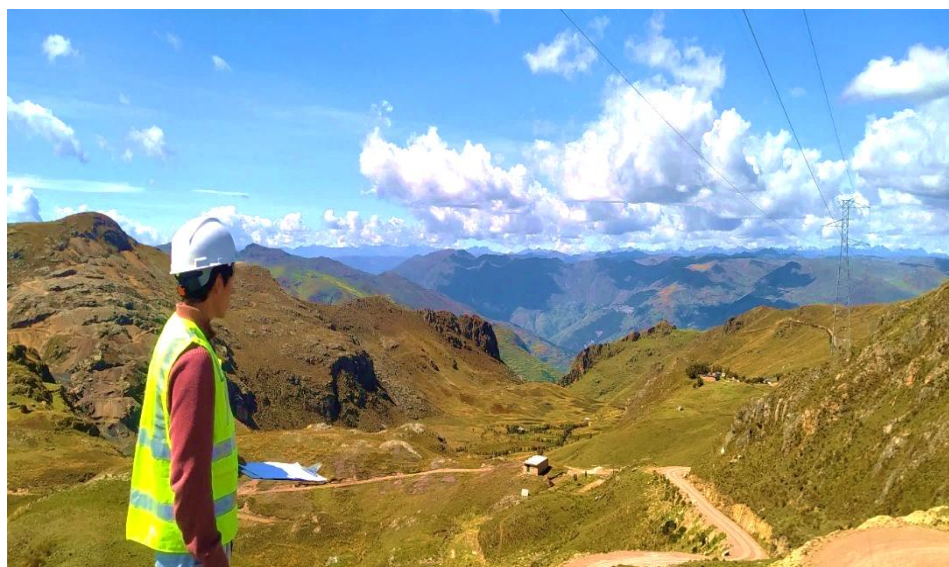
Descripción Hidrológico

El área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca se encuentra en la unidad hidrográfica del alto Huallaga, en delimitación específica en las microcuencas de Quebrada de Chicachaca, Huarautambo y Ayawilca.

Microcuenca Chicachaca: Se encuentra hacia la zona norte del centroide del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, donde sus aguas inician su recorrido del paraje del anexo de Colquipucro donde en los años 1950 fue una importante unidad minera de carbón, seguidamente los cursos de agua llegan a la parte media donde se encuentra la captación de agua potable y riego del distrito de San Pedro de Pillao, y para finalmente llegar al centro poblado de Michivilca

y su intersección y desembocadura al río Chaupihuaranga. En la microcuenca de Chicachaca se identificaron actividades económicas predominante a la agrícola, ganadera y minera.

Gráfico 8 Microcuenca de la quebrada Chicacchaca.



Fuente: Propia.

Microcuenca Huarautambo: Se encuentra hacia la zona sur del centroide del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, donde el escurrimiento hidrológico inicia en los terrenos del centro poblado de Huarautambo perteneciente al distrito de Yanahuanca, cuyas aguas de la microcuenca vienen desde la divisoria del límite provincial de Lauricocha. Las actividades predominantes en la microcuenca de Huarautambo son: en la parte alta se tiene una extensa actividad ganadera y una mínima parte de actividad agrícola, en la parte media de la microcuenca se observa una gran parte de actividades ganadera como la producción de pastos forrajes y alfalfa, la desembocadura se da en la corriente principal del río chaupihuaranga a unos 2 Km del distrito de Yanahuanca hacia la zona sur.

Gráfico 9 Microcuenca de la Quebrada de Ayawilca.



Fuente: Propia.

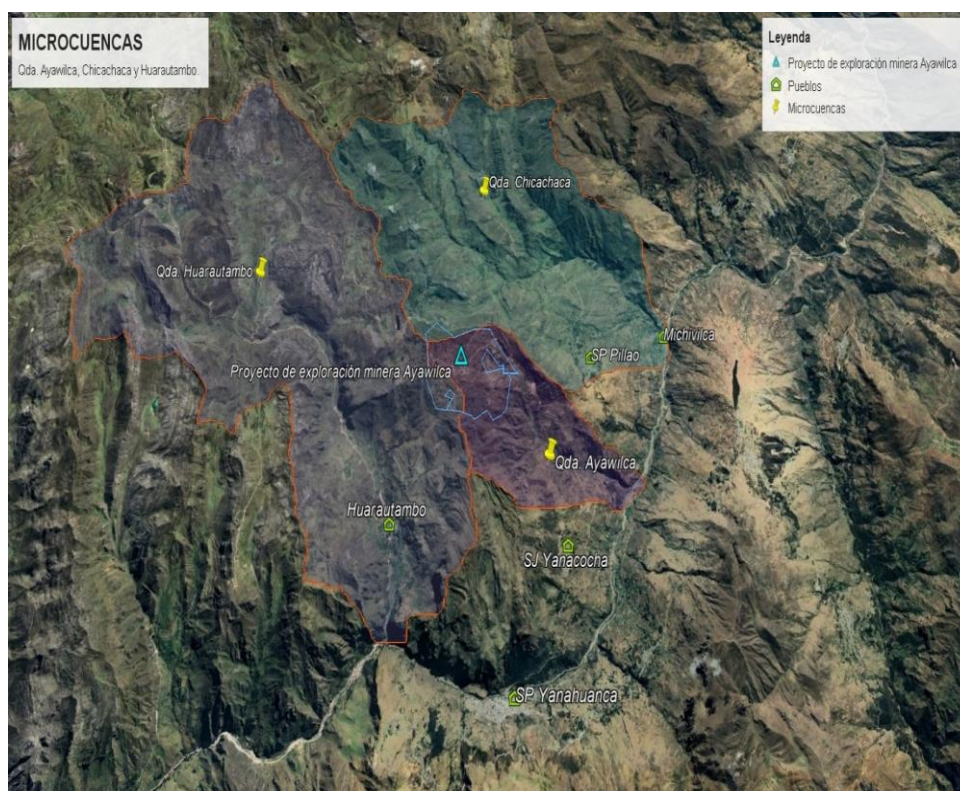
Microcuenca de Ayawilca: Se encuentra al centro de las microcuencas de la quebrada de Chicachaca y Huarautambo, inicia su escurrimiento en el área efectiva del proyecto de Exploración Minera Ayawilca en la comunidad campesina de San Juan de Yanacocha, para posteriormente llegar a la parte media donde se encuentra la captación de agua potable de la población de San Juan de Yanacocha. Finalmente, la esorrentía de la microcuenca de Ayawilca llega a desembocar al curso principal del río Chaupihuaranga.

Gráfico 10 Microcuenca de la quebrada de Huarautambo.



Fuente: Propia.

Gráfico 11 Mapa de microcuencas.



Fuente: Elaborado en base a la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca en base a data de INGEMMET.

Inventario Hidrológico

En el área de estudio, según la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca y la inspección ocular, se identificaron 15 fuentes de agua clasificadas como manantiales, riachuelos y lagunas, las cuales se encuentran en el área de influencia directa. Asimismo, no todos estos cuerpos de agua presentan un flujo constante o permanente a lo largo del año, ya que algunos de ellos, en temporada de estiaje, pierden totalmente su caudal.

En la siguiente tabla se puede apreciar el inventario hidrológico en el área efectiva del proyecto de exploración minera.

Tabla 4 Fuentes de agua superficial en el área efectiva.

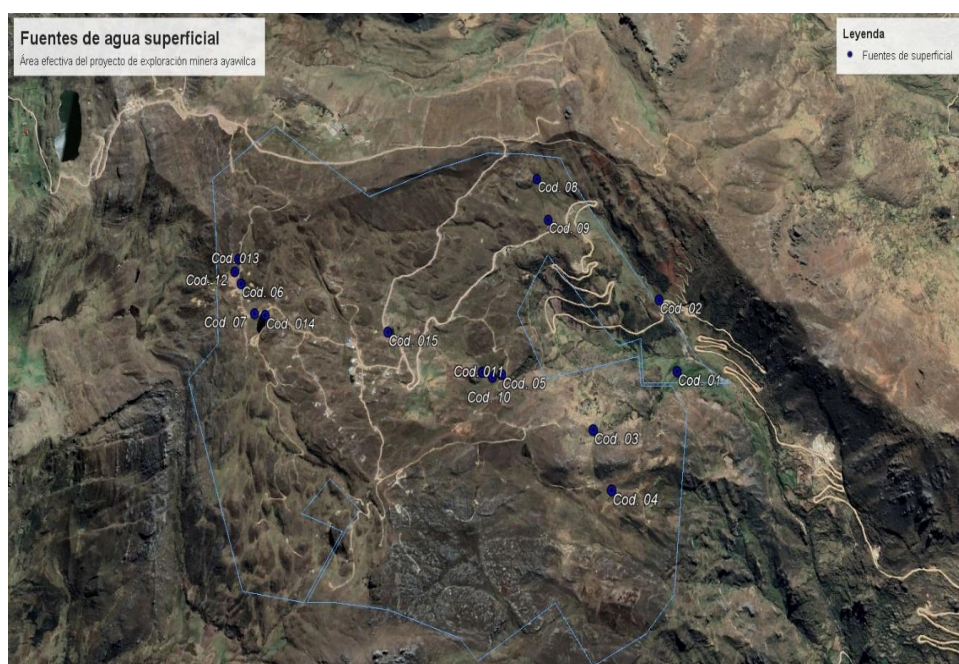
Cod.	Coordenadas		Altitud	Nombre
	Este	Norte	m.s.n.m.	
Cod. 01	334403	8845597	3843	Manantial Cururagra
Cod. 02	334347	8845869	3906	Manantial Curupuquio
Cod. 03	334037	8845385	4121	Manantial Magrapata
Cod. 04	334102	8845178	4124	Manantial Tragonpuquio
Cod. 05	333657	8845582	4129	Qda. Yanapaccha
Cod. 06	332507	8845924	4297	Bofedal: Laguna de colores
Cod. 07	332581	8845807	4281	Laguna artificial
Cod. 08	333821	8846366	4168	Pto. de Monitoreo
Cod. 09	333869	8846191	4138	Ojo de agua
Cod. 010	333618	8845573	4129	Ojo de agua
Cod. 011	333575	8845590	4131	Pto. de Monitoreo
Cod. 012	332474	8845972	4304	Pto. de agua
Cod. 013	332484	8846023	4310	Manantial Ayawilca
Cod. 014	332628	8845801	4282	Quebrada S/N
Cod. 015	333165	8845739	4207	Canal de coronación

Fuente. Información generada en trabajo de campo en base a la segunda modificatoria del EIA-sd.

En el gráfico 12 se aprecia la distribución de las 15 fuentes de agua identificadas en el área efectiva del Proyecto Ayawilca.

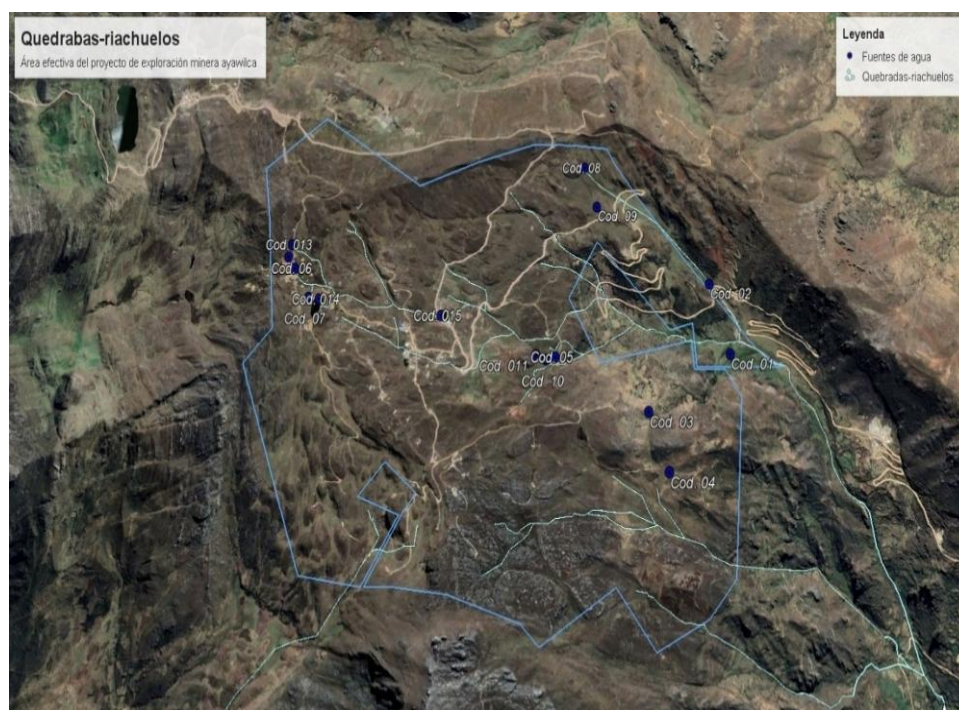
En la temporada de invierno se aprecia el área geográfica la activación de las quebradas con flujos de agua que resultan de la acción de la lluvia y activación de ojos de agua temporales. El tiempo de activación según la segunda modificatoria del EIA-sd del proyecto es de 0.52 h para la quebrada de Ayawilca, 0.96 h para la quebrada Chicachaca y para la quebrada de Huarautambo 1.42 h.

Gráfico 12 Ubicación de las fuentes de agua superficiales.



Fuente: Elaborado en base a la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

Gráfico 13 Riachuelos temporales en el área efectiva.



Fuente: Elaborado en base a la segunda modificatoria del EIA-sd del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

Calidad del Agua

La calidad del agua en el área de estudio se evaluó bajo los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Los parámetros base se detallan en el primer EIA-sd del proyecto, correspondiente a los periodos 2013 y 2017.

Tabla 5 Resultados de parámetros de campo.

Línea base					
Parámetros	Unidad	Puntos de monitoreo			
		W-	W-	W-	W-
		AYW-01	AYW-02	AYW-03	AYW-04
pH	Unidades pH	7.4	6.9	7.6	6.1
Cond. eléctrica	µS/cm	78	24	328	92
Oxígeno disuelto	mg/L	7	6	6.9	6
Temperatura	°C	13	12	12	14.5
Caudal	L/s	-	432	6	0.5

Nota: Dato extraído de la segunda modificatoria del EIA-sd. ***Fuente:*** SNC-LAVALIN.

Tabla 6 Resultados de aniones.

Línea base					
Parámetros	Unidas	Puntos de monitoreo			
		W-	W-	W-	W-
		AYW-01	AYW-02	AYW-03	AYW-04
Nitratos. NO3-	mg NO3-/L	<0.031	<0.031	2.74	0.24
Nitritos. NO2-	mg NO2-/L	<0.003	<0.003	0.039	0.016
Sulfatos. SO4-2	mg/L	-	-	271.9	36.3
Sulfuros	mg/L	-	-	-	-

Nota: Dato extraído de la segunda modificatoria del EIA-sd. ***Fuente:*** SNC-LAVALIN.

Tabla 7 Resultados de parámetros de calidad de agua orgánicos.

Línea base					
Parámetros	Unidad	Puntos de monitoreo			
		W-	W-	W-	W-
		AYW-01	AYW-02	AYW-03	AYW-04
Aceites y grasas	mg/L	<0.5	<0.5	<1.0	<1.0
DBO ₅	mg/L	S/N	S/N	<2.0	<2.0

Nota: Dato extraído de la segunda modificatoria del EIA-sd. **Fuente:** SNC-LAVALIN.

Tabla 8 Resultados de metales totales.

Línea base					
Parámetros	Unidad	Puntos de monitoreo			
		W-	W-	W-	W-
		AYW-01	AYW-02	AYW-03	AYW-04
Aluminio (Al)	mg/L	0.040	0.030	0.0072	0.0129
Arsénico (As)	mg/L	0.002	0.002	0.0011	<0.0004
Boro (B)	mg/L	<0.01	<0.01	*	*
Bario (Ba)	mg/L	0.009	0.003	0.0465	0.2437
Berilio (Be)	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0006	<0.0006
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.0002	<0.0002	*	*
Cobalto (Co)	mg/L	<0.00007	<0.00007	<0.0002	0.0014
Cromo (Cr)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.0005	<0.0005
Cobre (Cu)	mg/L	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.138	0.019	0.007	2.1524
Mercurio (Hg)	mg/L	<0.00003	<0.00003	<0.0001	<0.0001
Litio (Li)	mg/L	<0.0009	<0.0009	0.0019	<0.0012
Magnesio (Mg)	mg/L	2.547	0.484	19.4128	3.3853
Manganeso (Mn)	mg/L	0.051	0.006	0.0023	0.2819
Niquel (Ni)	mg/L	0.001	0.001	<0.0004	0.0023

Plomo (Pb)	mg/L	0.002	0.001	<0.0002	0.0014
Selenio (Se)	mg/L	<0.002	<0.002	<0.0002	<0.0002
Zinc (Zn)	mg/L	0.323	0.008	0.0293	0.034

Nota: Dato extraído de la segunda modificatoria del EIA-sd. **Fuente:** SNC-LAVALIN.

Tabla 9 Resultados de parámetros microbiológicos.

Línea base					
Parámetros	Unidad	Puntos de monitoreo			
		W-	W-	W-	W-
		AYW-01	AYW-02	AYW-03	AYW-04
Coliformes termo tolerantes	NMP/100 mL	-	-	-	-
Coliformes totales	NMP/100 mL	<1.8	2	<1.8	2
Escherichia coli	NMP/100 mL	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Huevos helmintos	Huevo/litro	0	0	0	0

Nota: Dato extraído de la segunda modificatoria del EIA-sd. **Fuente:** SNC-LAVALIN.

Análisis de Sensibilidad del Recurso Hídrico

La calidad del agua en el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca presenta una sensibilidad ambiental negativa debido a la interacción directa con la construcción de plataformas, accesos y componentes auxiliares. Esta valoración se basa en la importancia ambiental del recurso y su grado de fragilidad y vulnerabilidad ante dichas actividades.

Importancia y Susceptibilidad del Recurso Hídrico: En el siguiente cuadro se aprecia la importancia del recurso hídrico y su susceptibilidad al deterioro.

Tabla 10 Importancia y susceptibilidad de la fuente hídrica.

Componente	Importancia		Susceptibilidad
	Servicios ecosistémicos	Variables	
Agua superficial	1. Suministro: Provisión de recurso hídrico para consumo humano, riego e industrial.	1. Disponibilidad hídrica.	Susceptibilidad a la contaminación y perturbación por construcción de accesos, plataformas de perforación y componentes auxiliares del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.
	2. Regulación y/o base: Depuración de contaminantes, retención de avenidas y drenaje natural.	2. calidad física, química y microbiológica. 3. Red de drenaje natural. 4. Cuerpos y cursos de agua.	

Nota: Esta tabla destaca la importancia hídrica del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca por sus servicios de suministro y regulación, evaluados según disponibilidad, drenaje y calidad. El recurso presenta una susceptibilidad directa a la contaminación por la construcción de accesos, plataformas y componentes auxiliares del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Valoración de la sensibilidad ambiental hídrica: La siguiente tabla detalla los niveles de vulnerabilidad del recurso hídrico en el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, determinados por la proximidad de las actividades operativas a las fuentes de agua.

Tabla 11 Valoración de sensibilidad ambiental hídrica.

Actividades	Justificación	Importancia	Sensibilidad	Valoración
Accesos	Zonas de sensibilidad muy alta debida intersección directa de actividades a una distancia menor a 10 m con cuerpos de agua permanentes y temporales, y construcción de plataformas a distancias menores de 50 m a manantiales.	Muy alta	Muy Alta	Muy alta
Accesos Componente Auxiliar	Zonas de sensibilidad muy alta por su cercanía de actividades a una distancia de 20 m con cuerpos de agua.	Muy Alta	Alta	Muy Alta
Plataformas Accesos Auxiliar	Zonas de sensibilidad alta por la ubicación de actividades a una distancia de 30 m.	Muy Alta	Media	Alta
Plataformas Accesos	Zona de sensibilidad media por su ubicación de actividades a una distancia de 50 m.	Muy alta	Baja	Media
No susceptible a AEM	Zonas sin susceptibilidad a actividades a una distancia mayor a 100 m procesos de perturbación hídrica.	Baja	Baja	Baja

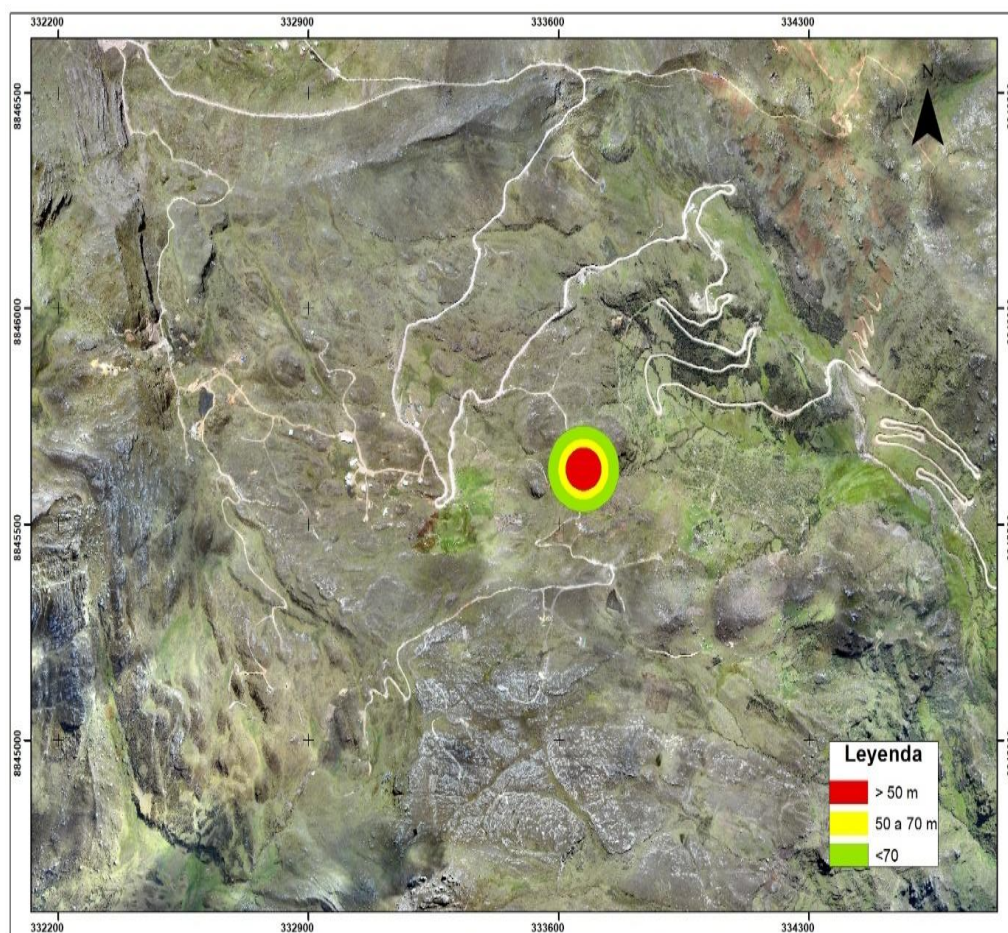
Nota: La valoración de la sensibilidad hídrica es crítica (Muy Alta) cuando los accesos se ubican a menos de 10 m de cuerpos de agua o 50 m de manantiales. El riesgo disminuye progresivamente según la distancia (Alta a 30 m y Media a 50 m), alcanzando un nivel Bajo de susceptibilidad recién a partir de los 100 m, donde se anula la perturbación hídrica.

Fuente: Elaboración propia.

Sensibilidad en base a vulnerabilidad: La siguiente gráfica representa la sensibilidad en base a vulnerabilidad del cuerpo de agua superficial código 05,

la cual se categoriza como muy alta debido a que excede los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para manganeso (Mn) en la Categoría 3 (riego y bebida de animales).

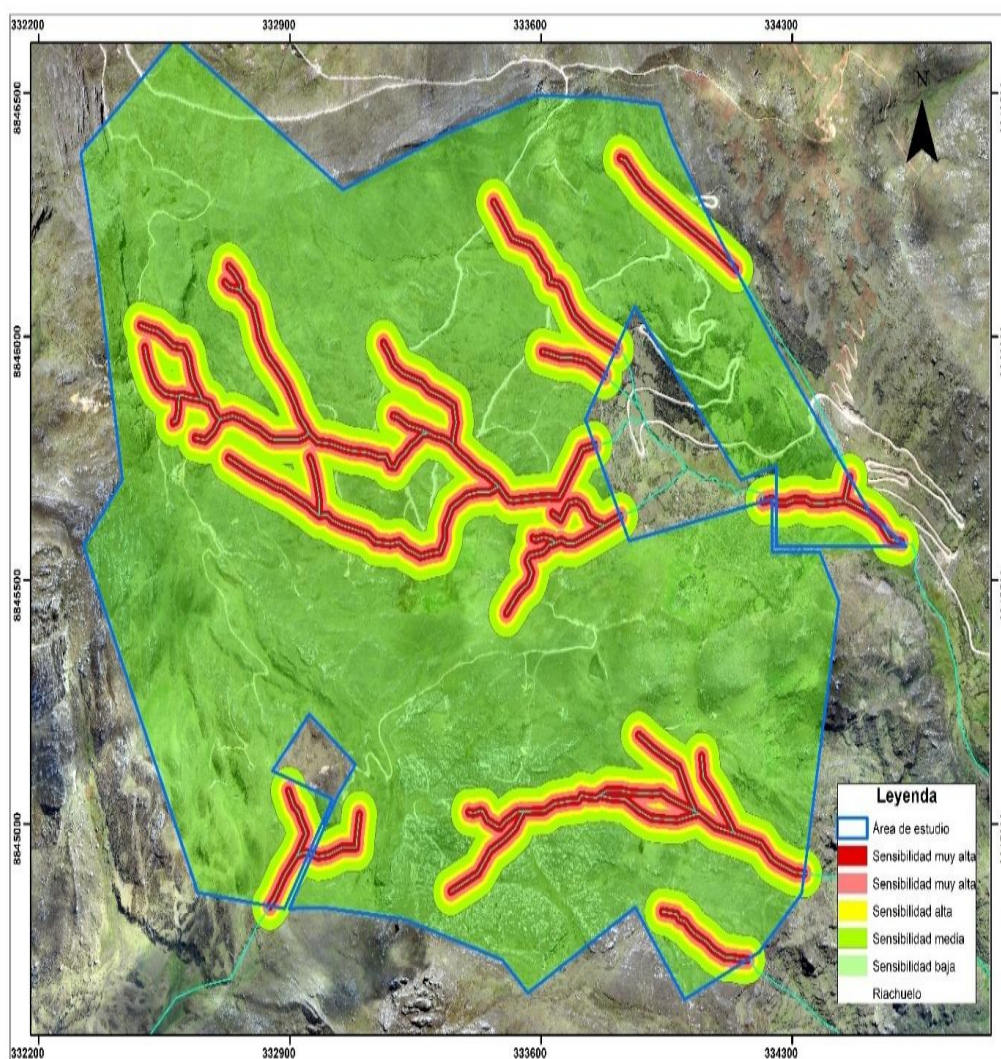
Gráfico 14 Mapa de sensibilidad hídrica (Calidad).



Nota: El mapa delimita áreas de riesgo mediante radios de influencia, señalando una zona crítica de peligro en rojo para actividades desarrolladas a menos de 50 metros del punto, una zona de transición en amarillo entre los 50 y 70 metros, y una zona de menor impacto en verde para distancias mayores a 70 metros. Esta zonificación advierte que cualquier intervención operativa cercana a esta fuente hídrica agravaría su actual estado de degradación química, comprometiendo su uso para actividades agropecuarias. **Fuente:** Elaboración propia.

Sensibilidad temporal en base a distancia: La siguiente gráfica espacializa la sensibilidad de quebradas y riachuelos, donde las áreas en rojo indican vulnerabilidad muy alta por proximidad extrema.

Gráfico 15 Mapa de sensibilidad hídrica temporal (Quebradas activas y riachuelos).

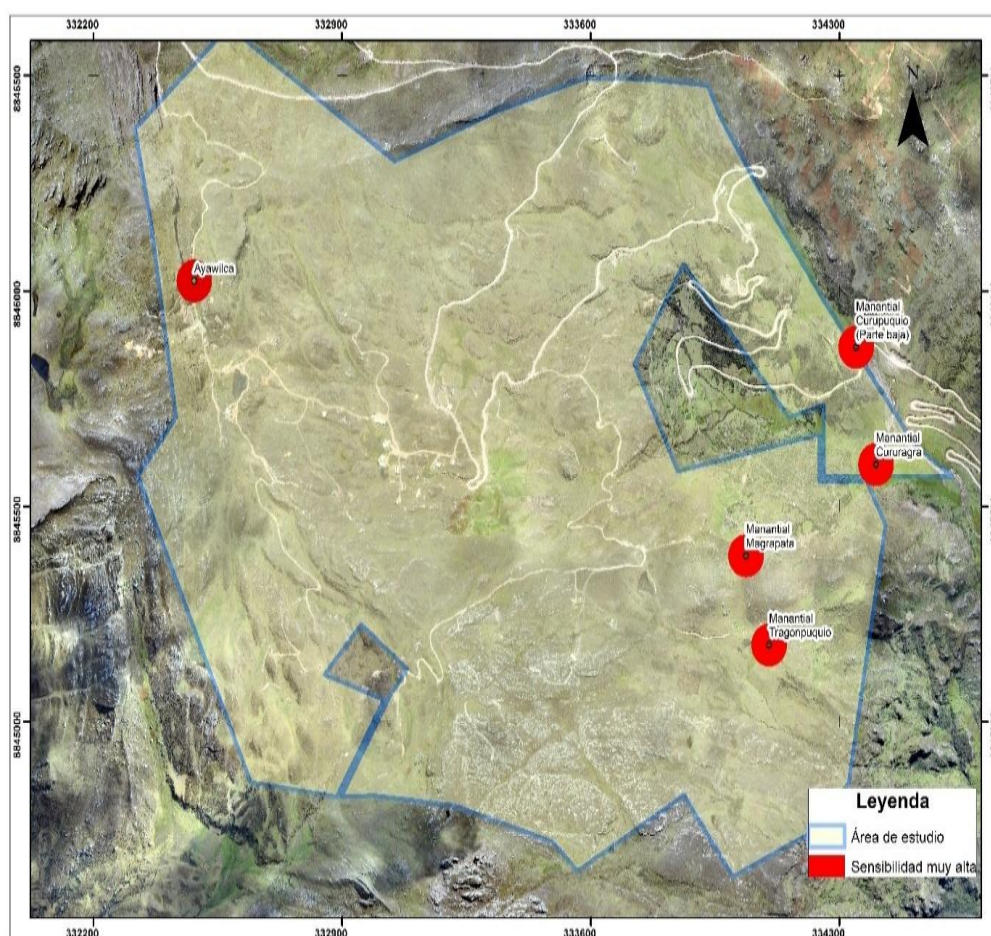


Nota: El mapa confirma que gran parte del sistema hídrico temporal está en riesgo directo por su cercanía a las zonas de construcción del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Sensibilidad permanente en base a distancia: La siguiente gráfica espacializa los puntos de sensibilidad muy alta (en rojo) correspondientes a manantiales.

Gráfico 16 Mapa de sensibilidad hídrica permanente (Manantiales).



Nota: El mapa confirma la vulnerabilidad máxima de estas fuentes hídricas permanentes por su cercanía crítica a las áreas de intervención del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

4.2.3. Componente Geomorfológico

En el área geográfica del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca (área efectiva) se aprecia diversas formas de terreno como laderas escarpadas, laderas empinadas, laderas inclinadas y en una ínfima parte valles.

Descripción Geomorfológica

Laderas Escarpadas: Se aprecia como una franja hacia el lado este del centroide del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca y hacia el lado sur oeste, las cuales pose características de espacios muy empinadas de terreno con un alto

grado de pendiente y con una estructura rocosa firme, cubierta con vegetación de pajonal en la parte alta y matorral en la parte baja.

Laderas Moderadamente Empinadas: Este tipo de terreno se aprecia en la zona centro del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca que abarca una mayor extensión de la zona de estudio. En este tipo de espacios se encuentra algunos estancamientos de agua natural (lagunas y pozos) y represa de agua (dique) del proyecto, una parte de esta área está formado por roca maciza expuesta y terrenos fértil de producción ganadera y agrícola.

Laderas Inclınadas: Se aprecia al lado sur este del centro del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, está formado por laderas con una inclinación que va hacia el lado de la comunidad campesina de Huarautambo, posee características de zona fértil de producción agrícola y una mínima parte de rocas cubierta con pajonal.

Valles Colgados: Se encuentra en una mínima parte hacia el lado noreste del centro del proyecto Ayawilca, en esta parte se encuentra una zona de humedad y colector de agua que escurre hacia el río chaupihuranga.

Análisis de Sensibilidad Geomorfológica

Determinar la zona de sensibilidad en base a la geomorfología del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es de vital importancia, ya que algunas formas de terreno con actividades de acción humana tienden a no volver a su estado natural y poniendo en riesgo de deslizamiento, por el grado de pendiente y estructura que poseen.

Importancia y Susceptibilidad Geomorfológica: En la siguiente tabla se evalúa el componente geomorfológico del área del proyecto, destacando su importancia en la provisión de servicios de suministro (estabilidad y formas de

relieve) y estabilidad estructural, orientados a garantizar zonas seguras contra deslizamientos y el mantenimiento de la belleza escénica.

Tabla 12 Importancia y susceptibilidad geomorfológica.

Componente	Importancia		Susceptibilidad
	Servicios ecosistémicos	Variables	
Geomorfológico	1. Suministro: Estabilidad y sostenimiento, y formas de relieve.	1. Sostenimiento de terreno. 2. Control de erosión. 3. Estabilidad ecosistémica.	Susceptibilidad a la modificación de formas de terreno por construcción de accesos y plataformas de perforación.
	2. Estabilidad estructural: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zonas seguras y estabilidad de laderas. ▪ Belleza escénica y valor paisajístico. 		

Nota: El componente geomorfológico presenta susceptibilidad a la modificación del relieve debido a la construcción de accesos y plataformas de perforación del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Valoración de sensibilidad geomorfológica: La siguiente tabla presenta la valoración de la sensibilidad ambiental del componente geomorfológico en función de las actividades operativas y la inclinación del terreno.

Tabla 13 Valoración de sensibilidad geomorfológico.

Actividad	Justificación	Importancia	Sensibilidad	Valoración
Accesos	Zonas de sensibilidad muy alta debida a pendientes mayor al 70%.	Baja	Muy Alta	Muy alta
Plataformas Accesos	Zonas de sensibilidad alta por áreas con pendientes de 50 a 70 %.	Alta	Alta	Alta
Plataformas Accesos Componente Auxiliar	Zonas de sensibilidad media por bajo pendiente.	Alta	Baja	Media
No susceptible a AEM	Zonas sin susceptibilidad geomorfológica.	Media	Baja	Baja

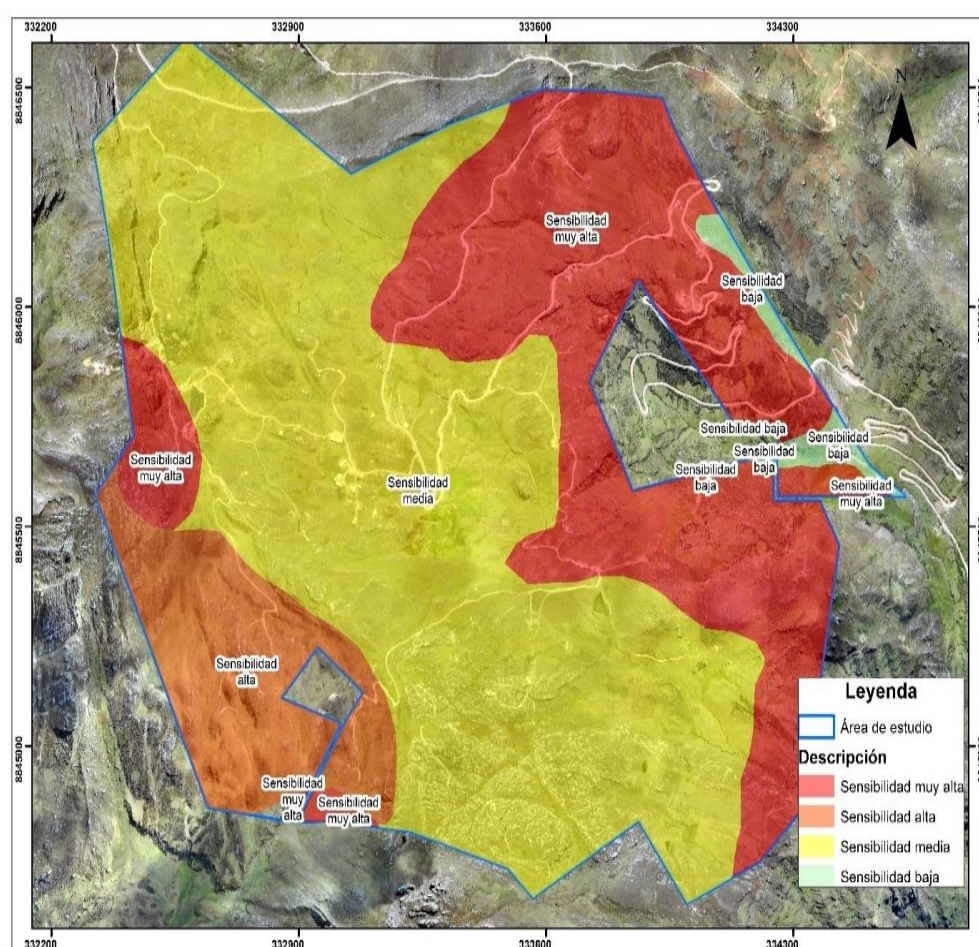
Nota: La valoración de la sensibilidad geomorfológica está condicionada directamente por la inclinación del relieve, clasificando como zonas de sensibilidad muy alta a aquellas con pendientes superiores al 70% donde se proyectan accesos. Esta criticidad desciende a un nivel Alto en terrenos con pendientes entre 50% y 70% destinados a plataformas y accesos, mientras que las áreas de pendiente baja presentan una sensibilidad Media.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente gráfica espacializa la sensibilidad del relieve en el área del proyecto, categorizando grandes extensiones de terreno con un nivel de sensibilidad muy alta (áreas en rojo) y alta (áreas en naranja), principalmente en los flancos este y suroeste. Esta distribución cartográfica refleja los criterios de la

Tabla 13, donde la fragilidad del terreno aumenta drásticamente en zonas con pendientes superiores al 50 %, las cuales son altamente susceptibles a la inestabilidad física y la erosión ante la construcción de plataformas y accesos. En contraste, las zonas de sensibilidad media (amarillo) y baja (verde) se ubican en terrenos con pendientes menores, representando las áreas de menor riesgo para la modificación de las formas naturales del relieve.

Gráfico 17 Mapa de sensibilidad geomorfológico.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Componente Suelo

Uno de los componentes ambientales afectados en la etapa de exploración minera es el suelo, debido a la remoción de sus horizontes. Esta alteración ocurre

durante la ejecución de accesos, trochas carrozables, construcción de plataformas y pozas de sedimentación, debido a la extracción de material.

Tipos de Suelo

Lagunillas - Ayawilca: Presenta una secuencia de horizontes A-Bw-Bc - C, el suelo presenta un perfil moderadamente profundo y una superficie pedregosa.

Misceláneo Lítico: Constituido por materiales escarpes, rocosos y afloramientos líticos, cuyas áreas presentan abundante pedregosidad superficial, y no poseen ninguna aptitud de uso para fines agrícolas o forestales sino están relegadas para otros usos, como áreas protección de hábitat de fauna silvestre.

Calidad de Suelo

La calidad de suelo en el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca fue evaluada bajo los estándares del D.S. 011-2017-MINAM, considerando el uso de suelo de Categoría Agrícola.

Tabla 14 Calidad de suelo.

Parámetros	Unidad de medida	Estación de muestreo	
		EMS-06	EMS-007
Parámetros orgánicos			
PCB	mg/kg	<0.08	<0.08
Benceno	mg/kg	<0.02	<0.02
Tolueno	mg/kg	<0.08	<0.08
Etilbenceno	mg/kg	<0.06	<0.06
Xilenos	mg/kg	<0.04	<0.04
Naftaleno	mg/kg	<0.05	<0.05
F1 (C5-C10)	mg/kg	<6.00	<6.00
F2 (C10-C28)	mg/kg	<6.00	<6.00
F3 (C28-C40)	mg/kg	<6.00	<6.00

Benzo (a) pireno	mg/kg	<0.05	<0.05
Parámetros inorgánicos			
Arsénico (As)	mg/kg	9.26	5.06
Bario total (Ba)	mg/kg	112.67	21.67
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.11	<0.05
Cromo total (Cr)	mg/kg	7.21	4.77
Cromo VI	mg/kg	<0.20	<0.20
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.43	0.11
Plomo (Pb)	mg/kg	16.56	7.48
Cianuro Libre	mg/kg	<0.08	<0.08

Nota: Dato extraído de segunda modificatoria del EIA-sd. **Fuente:** SNC-LAVALIN.

Análisis de Sensibilidad del Recurso Suelo

Importancia y Susceptibilidad del Recurso Suelo: La siguiente tabla destaca la importancia del suelo por sus servicios de provisión, soporte y regulación, fundamentales para la estabilidad ecosistémica y la recarga hídrica.

Tabla 15 Importancia y susceptibilidad del componente suelo.

Componente	Importancia		Susceptibilidad
	Servicios ecosistémicos	Variables	
Suelo	Provisión:	▪ Horizontes del suelo.	Susceptibilidad a la remoción de perfil de suelo.
	▪ Soporte	▪ Cultivos y alimentos.	
	▪ Regulación	▪ Retención de agua.	
		▪ Recarga de acuíferos.	
		▪ Secuestro de carbono	
		▪ Estabilidad ecosistémica	

Nota: El recurso suelo es vulnerable a la remoción de su perfil debido a las actividades del proyecto. **Fuente:** Elaboración propia.

Valoración de Sensibilidad de Recurso Suelo: La siguiente tabla establece los niveles de sensibilidad del recurso suelo en el área del proyecto basándose en el grado de desarrollo de sus horizontes y su capacidad de uso mayor.

Tabla 16 Valoración de sensibilidad de recurso suelo.

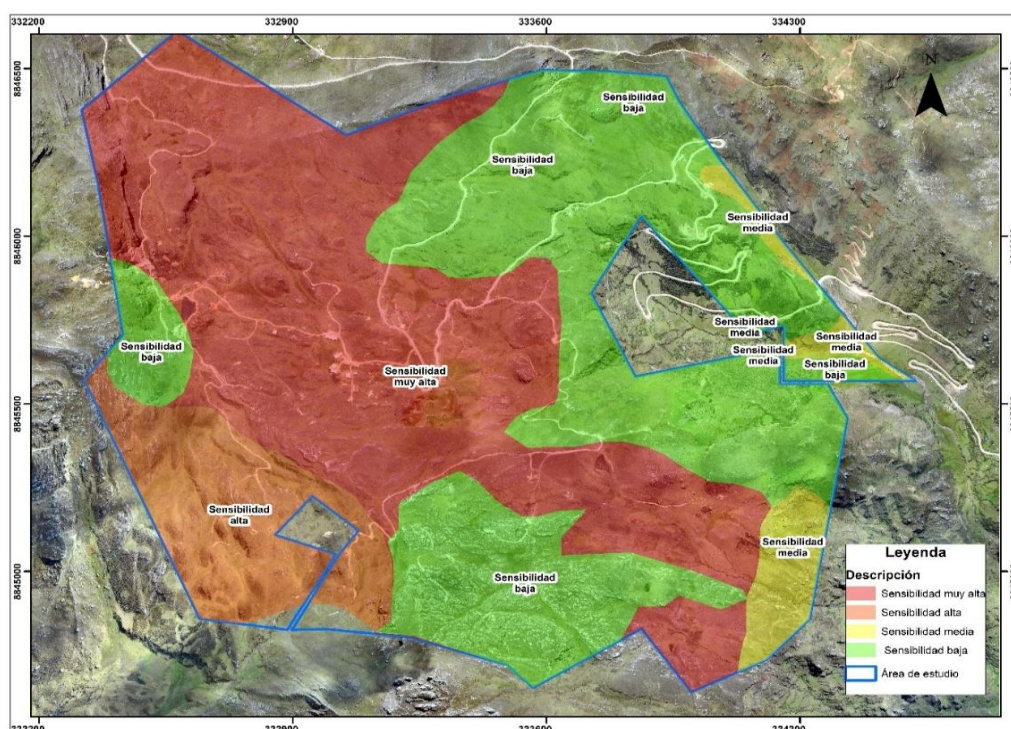
Zona	Justificación	Importancia	Sensibilidad	Valoración
Plataformas	Zonas de sensibilidad muy alta debido a perfil del suelo desarrollado y capacidad de uso mayor.	Muy alta	Muy Alta	Muy alta
Accesos Plataformas	Zonas de sensibilidad alta por algunos horizontes desarrollados y capacidad de uso mayor	Alta	Alta	Alta
Componente Auxiliar Accesos	Zonas de sensibilidad baja por un solo horizonte desarrollado y capacidad de uso mayor.	Media	Baja	Media
Componente Auxiliar	Zonas sin susceptibilidad de perturbación por ser zonas de rocas macizas.	Baja	Baja	Baja

Nota: La valoración de sensibilidad del recurso es muy alta en las zonas de plataformas donde el perfil del suelo está plenamente desarrollado, mientras que la sensibilidad disminuye a niveles medios y bajos en áreas destinadas a componentes auxiliares o caracterizadas por la presencia de rocas macizas sin susceptibilidad de perturbación. **Fuente:** Elaboración propia.

La siguiente gráfica espacializa la sensibilidad del recurso suelo en el área del proyecto, evidenciando una predominancia de sensibilidad muy alta (color rojo) en los sectores norte y central. Esta categorización responde a la presencia de perfiles de suelo plenamente desarrollados con capacidad de uso mayor, los

cuales coinciden con zonas de pendientes pronunciadas superiores al 70 % que elevan el riesgo de erosión y fragilidad física ante la instalación de plataformas. Las áreas de sensibilidad alta (naranja) y media (amarillo) se distribuyen en terrenos con pendientes moderadas, mientras que los sectores de sensibilidad baja (verde) se asocian a zonas de rocas macizas o componentes auxiliares con menor susceptibilidad.

Gráfico 18 Mapa de sensibilidad de recurso natural suelo.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Componente Aire

Calidad del Aire

La calidad del aire en el área de estudio se evaluó bajo los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el D.S. 003-2017-MINAM. Según los registros obtenidos en los puntos de monitoreo A-AYW01 y A-AYW02 durante los periodos 2014 y 2021 (Tabla 17), las concentraciones de los parámetros analizados se mantienen por debajo de los límites permisibles.

Tabla 17 Calidad de aire.

Parámetro	Unidad	Puntos de muestreo			
		A-AYW01	A-AYW02	A-AYW01	A-AYW02
		Año 2014		Año 2021	
PM ₁₀	ug/m ³	13.60	8.20	7,01	13,52
PM _{2.5}	ug/m ³	3.90	2.40	2,88	8,28
Plomo	ug/m ³	NM	NM	NM	NM
CO	mg/m ³	<335	<335	629,00	520,71
NO ₂	ug/m ³	61.0	32.0	3,78	3,60
SO ₂	ug/m ³	<13.0	<13.0	12,73	11,30
H ₂ S	ug/m ³	(-)	(-)	NM	NM

Nota: Dato extraído de la segunda modificatoria del EIA-sd. **Fuente:** SNC-LAVALIN.

Análisis de Sensibilidad del Recurso Aire

Los resultados obtenidos de la tabla 17 demuestran una estabilidad en la calidad atmosférica que sustenta la baja sensibilidad ambiental del componente aire frente a las actividades de exploración minera, confirmando que el proyecto no representa una fuente de polución significativa en la zona de intervención.

4.3. Prueba de Hipótesis

Para aceptar o descartar la hipótesis planteada se aplicó la prueba de Spearman, la cual es utilizado para medidas no paramétricas.

4.3.1. Prueba de Hipótesis General

El estudio de sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca permitió dar a conocer la sensibilidad del área geográfica en base a la interacción de cada actividad o componentes del proyecto teniendo como resultado, que la actividad de construcción de accesos muestra una

mayor significancia en la sensibilidad ambiental, seguido de construcción de plataformas y componente auxiliar.

Tabla 18 Prueba de hipótesis general.

Tabla cruzada VI*VD							
		VD				Total	
		Muy alta	Alta	Medio	Baja		
VI	Plataformas	Recuento	1	3	2	0	6
		% del total	4,3%	13,0%	8,7%	0,0%	26,1%
	Accesos	Recuento	3	3	3	1	10
		% del total	13,0%	13,0%	13,0%	4,3%	43,5%
	Auxiliar	Recuento	1	1	2	2	6
		% del total	4,3%	4,3%	8,7%	8,7%	26,1%
	Perforación	Recuento	0	0	0	1	1
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	4,3%	4,3%
	Total	Recuento	5	7	7	4	23
		% del total	21,7%	30,4%	30,4%	17,4%	100,0%

Nota. La tabla muestra que la construcción de accesos es la actividad de mayor sensibilidad ambiental, concentrando el 43,5% de los casos y presencia en todos los niveles. Le siguen en relevancia las plataformas y componentes auxiliares, con un peso del 26,1% cada uno, donde las plataformas mantienen una tendencia hacia niveles altos y los auxiliares muestran una mayor dispersión. Finalmente, la perforación presenta una incidencia marginal del 4,3%, asociada únicamente a una sensibilidad baja, dentro de un contexto general donde los niveles Alta y Medio predominan con un 60,8% del total de la muestra.

4.3.2. Prueba de Hipótesis Específicos

Recurso Natural Agua

Mediante el análisis de sensibilidad ambiental, el recurso natural agua tiene una sensibilidad de muy alta, alta y media en el área efectiva del proyecto.

Tabla 19 Prueba de hipótesis del recurso natural agua.

Tabla cruzada VI*VD						
		VD			Total	
		Muy alta	Alta	Medio		
VI	Plataformas	Recuento	0	1	1	2
		% del total	0,0%	12,5%	12,5%	25,0%
	Accesos	Recuento	2	1	1	4
		% del total	25,0%	12,5%	12,5%	50,0%
	Auxiliar	Recuento	1	1	0	2
		% del total	12,5%	12,5%	0,0%	25,0%
	Total	Recuento	3	3	2	8
		% del total	37,5%	37,5%	25,0%	100,0%

Nota: La tabla muestra que la construcción de accesos es la actividad más crítica para el recurso natural agua con el 50,0% de los casos y con Muy alta sensibilidad (25,0%). La construcción de plataformas y componentes auxiliares aportan un 25,0% cada uno, aunque los componentes auxiliares presentan mayor severidad ambiental. En conjunto, el recurso natural agua muestra una vulnerabilidad crítica, pues el 75,0% de los hallazgos se ubican en niveles Muy alto y Alto.

Geomorfología

Mediante el análisis de sensibilidad ambiental, la geomorfológico tiene una sensibilidad de muy alta, alta media y baja en el área efectiva del Proyecto de

Exploración Minera Ayawilca, debido al cambio de la topografía del terreno en accesos y plataformas de perforación diamantina.

Tabla 20 Prueba de hipótesis de componente geomorfológico.

Tabla cruzada VI*VD							
		VD				Total	
		Muy alta	Alta	Medio	Baja		
VI	Plataformas	Recuento	0	1	1	0	2
		% del total	0,0%	14,3%	14,3%	0,0%	28,6%
	Accesos	Recuento	1	1	1	1	4
		% del total	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	57,1%
	Auxiliar	Recuento	0	0	1	0	1
		% del total	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	14,3%
Total		Recuento	1	2	3	1	7
		% del total	14,3%	28,6%	42,9%	14,3%	100,0%

Nota: La tabla muestra que la construcción de accesos lidera el impacto geomorfológico con el 57,1% de los casos y presencia en todos los niveles de sensibilidad. La construcción de plataformas (28,6%) y componentes auxiliares (14,3%) presentan menor incidencia, concentrada en rangos medios y altos. En conjunto, el componente geomorfológico muestra una vulnerabilidad moderada-alta, con un 42,9% de sensibilidad Media y un 42,9% acumulado en los niveles Muy alto y Alto.

Recurso Natural Suelo

Mediante el análisis de sensibilidad el recurso natural suelo tiene sensibilidad muy alta, alta, medio y baja, siendo muy alta la construcción de accesos, alta construcción de plataformas y accesos.

Tabla 21 Prueba de hipótesis de componente suelo.

Tabla cruzada VI*VD							
		VD				Total	
		Muy alta	Alta	Medio	Baja		
VI	Plataformas	Recuento	1	1	0	0	2
		% del total	16,7%	16,7%	0,0%	0,0%	33,3%
	Accesos	Recuento	0	1	1	0	2
		% del total	0,0%	16,7%	16,7%	0,0%	33,3%
	Auxiliar	Recuento	0	0	1	1	2
		% del total	0,0%	0,0%	16,7%	16,7%	33,3%
	Total	Recuento	1	2	2	1	6
		% del total	16,7%	33,3%	33,3%	16,7%	100,0%

Nota: La tabla muestra que en el componente suelo, la construcción de plataformas, accesos y componentes auxiliares presentan una participación equitativa del 33,3% cada uno. La construcción de plataformas destaca por su mayor severidad al concentrar niveles Muy alto (16,7%) y Alto (16,7%), mientras que los componentes auxiliares se asocian a las sensibilidades más bajas. En conjunto, el recurso natural suelo muestra una vulnerabilidad moderada-alta con un 66,6% de los registros en niveles Alto y Medio.

Recurso Natural Aire

Mediante el análisis de sensibilidad ambiental, el componente aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca presenta una sensibilidad baja, debido a que los niveles registrados no exceden los estándares de calidad vigentes.

Tabla 22 Prueba de hipótesis de componente aire.

Tabla cruzada VI*VD				
			VD	Total
			Baja	
VI	Auxiliar	Recuento	1	1
		% del total	50,0%	50,0%
	Perforación	Recuento	1	1
		% del total	50,0%	50,0%
Total		Recuento	2	2
		% del total	100,0%	100,0%

Nota: La tabla muestra que el componente aire presenta un impacto mínimo, con el 100,0% de los casos situados en nivel de sensibilidad baja. Esta incidencia se reparte equitativamente (50,0% cada una) entre las actividades de construcción de componentes auxiliares y actividades de perforación con máquina diamantina, reflejando una vulnerabilidad nula en los rangos de mayor severidad.

4.4. Discusión de Resultados

La sensibilidad de los componentes ambientales físicos (Hidrológico, geomorfológico, suelo y aire), en función de las actividades del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca (Construcción de accesos, plataformas de perforación diamantina, y componentes auxiliares), muestra sensibilidad del rango muy alto a bajo. Siendo el recurso agua que muestra sensibilidad muy alta a actividades que tienen intersección directa (menor a un radio de 50 m) con el agua. Geomorfológico muestra sensibilidad muy alta a actividades de construcción de accesos y plataformas de perforación en pendiente de terreno mayor a 70%. El recurso natural suelo muestra una sensibilidad muy alta a actividades de construcción de plataformas de perforación que se ejecutan en

suelos con perfiles desarrollados y el recurso natural aire muestra sensibilidad bajo debido a que las actividades que se desarrollan no muestran polución significativa.

En su investigación Parra (2016), desarrolló el estudio de sensibilidad ambiental en base a la problemática ambiental de ganadería y agricultura extensiva que en efecto generan un cambio en la cobertura de la cuenca, asimismo vertimiento de residuos al cuerpo de agua, desarrolló por medio de sistemas de información geográfica (álgebra de mapas); llegando a la conclusión que el 12% de la cuenca del arroyo Jotomahana tiene un sensibilidad alta, 49% sensibilidad moderada y 39% sensibilidad media, asimismo pudo corroborar que el análisis de sensibilidad ambiental por medio de sistema de información geográfica son un medio fácil y eficiente para implementar mecanismos de conservación frente a un área determinado.

El estudio de sensibilidad ambiental física desarrollado en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca se presenta como un instrumento preventivo que puede ser aplicado en cualquier actividad, con el objetivo de conocer espacialmente la sensibilidad de los componentes ambientales y en base a ello aplicar planes de actuación de manejo ambiental y mitigación.

CONCLUSIONES

De los objetivos planteados en la presente investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

1. El estudio de la sensibilidad ambiental física de los componentes ambientales agua, geomorfología, suelo y aire a causa de las actividades del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, aporta brindando un conocimiento espacial detallado del área en intervención en base a mapas temáticos de sensibilidad elaborados de cada componente ambiental con criterios de evaluación de importancia del recurso y susceptibilidad.
2. La sensibilidad del recurso natural hídrico en el proyecto de exploración minera se encuentra en valoración de muy alta a actividades que tienen interacción directa como construcción de plataformas a una longitud menor de 50 m sobre una fuente hídrica, construcción de accesos que interceptan a riachuelos y quebradas, componentes auxiliares que se encuentran a una distancia de 20 metros a fuentes de agua superficial, por otra parte se tiene valoración alta a actividades que no interceptan con cuerpos de agua pero que tiene proximidad, y valoración de baja a actividades que no muestran perturbación hídrica.
3. La sensibilidad ambiental geomorfológica en el área efectiva del proyecto de exploración minera a causa de las actividades de exploración minera se encuentra de muy alta, alta, media y baja. Siendo alta a construcciones de accesos en un terreno con pendiente mayor a 70%, sensibilidad alta a construcciones de plataformas y accesos en terrenos con pendientes de 50% a 70% y sensibilidad media y baja a actividades que se desarrollan en pendientes menores a 50%.
4. La sensibilidad ambiental del recurso natural suelo en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca se encuentra en muy alta donde se desarrolla

actividades de construcción de plataformas en suelos de perfil desarrollado y en base al análisis de capacidad de uso mayor, sensibilidad alta a suelos que tiene algunos perfiles desarrollados y en base a capacidad de uso mayor, sensibilidad baja a actividades que se desarrollan en suelos rocosos y/o en afloramiento rocoso.

5. La sensibilidad del recurso natural aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca se encuentra en bajo, porque las actividades del proyecto no muestran polución significativa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al titular del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, gestionar adecuadamente el medio ambiente en su área efectiva con la finalidad de mermar impactos negativos hacia los componentes ambientales, asimismo se sugiere que el área encargada de la gestión del medio ambiente del proyecto en mención, pueda utilizar los mapas de sensibilidad ambiental como un instrumento preventivo, ya que se representa en un análisis espacial.

Según el análisis de sensibilidad se recomienda que la construcción de plataformas se debe de realizar a una distancia de 50 m de una fuente de agua permanente o temporal, asimismo en base al análisis de sensibilidad geomorfológico la construcción de plataformas no se debe de realizar en una pendiente mayor al 70%, por otra parte, en cuanto a la sensibilidad ambiental del suelo se recomienda en suelos de alto desarrollo no mezclar de un horizonte con otro.

En cuanto a la construcción de accesos se recomienda cuando hay intersecciones con riachuelos o fuentes de agua no desviar la dirección del flujo, y en el aspecto de sensibilidad geomorfológico no construir accesos en lugares de alto pendiente, porque será complicado volver a su estado natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bronsveld, K., Huizing, H., & Omakupt, M. (1995). *Improving land evaluation and land use planning*. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19951908769>
- Carvajal, J., Rodríguez, C., Patiño, C., & Guevara, F. (2015). Desarrollo e implementación de un nuevo plan de mantenimiento para equipos de perforación diamantina. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 11, 44-54.
- Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=guia+metodologica+para+evaluaci%C3%B3n+de+impacto+ambiental+conesa&ots=r0-deMoe5m&sig=GcKb5gaQLTt5AaHiyD7JedIS8os>
- De La Vega, A., & Daninn, R. (2023). *Evaluación Ex Post de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las fuentes de agua; Puquial Ayawilca, Puquial PQ1 y riachuelo de la quebrada de Ayawilca, para determinar su calidad después de las actividades del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, distrito de Yanahuanca-Pasco-2022*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3393>
- DE SAN JOSÉ, M. (2009). *GLOSARIO DE TERMINOS AMBIENTALES*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64098603/Glosario-Ambiental-Costa-Rica-2010-libre.pdf?1596588932=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGLOSARIO_DE_TERMINOS_AMBIENTALES.pdf&Expires=1646441468&Signature=ftsbB3CiiraQwkIrZlvC4x77DZTwn-SmrWjhziJCGP6-2y6yxRFqVykC~2jo54swG5IyoziKDaWoMTuLHF~t0aYO95oTh3oNH-CdVxllg94SG5wykFzLZJGyZGTX2wTaveuspVDUCxTFyInAdEqUb5H4S~X3Jrr6fzVG~E6vvzZWmf-dYZnHLs9PrbPDhN1vcv8ciN-

RscwdmwhhEZ7vQAlNXdtp00Zcj8OqvePP-
nwWIWm8VMMKcJtkgK2LNxWizUBD7tcAbsInKOLPBCLveGArUFQ5jbm
lzQIQ5bgDtHjGAortJMcp1PoV~jrRtwCOi4gPyZtd-LbSCEoi1OgQ__&Key-
Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Delgado, D. F. F., & García, D. K. F. (2017). LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. UNA REVISIÓN. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 9(1), Article 1.

Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental. (2012). *Glosario de Términos para la gestión ambiental peruana*. Lima, Perú: VGA.

Escobar Parra, M. E. (2016). *Analisis de la sensibilidad ambiental por su importancia de las cuencas del municipio de Albania Guajira*.
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15636>

Gutiérrez, H. D. (s. f.). *El método Dávila & Mc Donald (I) para la estimación de la fragilidad ambiental del territorio, el caso de la cuenca del río Toro, Costa Rica*.

Gutierrez, J., & Hervé Jegat. (2007). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA* [PhD Thesis, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES].
http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/postgrado/tde_arquivos/19/TDE-2011-03-21T01:55:11Z-767/Publico/gutierrezjulian_parte1.pdf

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mcgraw-hill.
<https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>

- Lira, A. D., & Aristondo, F. M. (2007). *Panorama de la Minería en el Perú*. Osinergmin.
https://www.academia.edu/download/61106998/Osinergmin_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru20191102-46327-kz5lkf.pdf
- Melgarejo Reyes, J. M. (2009). *Evaluación ambiental del proyecto de exploración minera*
 Islay.https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_b1147016cff168b5cc45bdda3e92a920
- Nieto Masot, A. (2010). *El uso didáctico de los sistemas de información geográfica en el Espacio Europeo de Educación Superior*.
<https://dehesa.unex.es/handle/10662/4559>
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de información geográfica*.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25452>
- Piratova Silva, M. R. (2019). *Propuesta metodológica de ordenamiento ambiental del territorio a partir de la sensibilidad ambiental*.
<https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/6589>
- Piratova Silva, M. R. (2022). *Modelo de ordenamiento ambiental del territorio a partir de la sensibilidad ambiental*.
<https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/6379>
- Rebolledo, R. (2009). Modelo de sensibilidad ambiental basado en la valoración de relaciones espaciales. *Teledetección: Agua y desarrollo sostenible. iii Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Calatayud, España. Recuperado de*
<http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal58.pdf>.
- Sandia, L., & Henao, A. (2001). Sensibilidad ambiental y sistemas de información geográfica. *Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial. Mérida, Venezuela*.

- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía—SNMPE*. (s. f.). Recuperado 23 de febrero de 2022, de <https://www.snmpe.org.pe/>
- Sosa-Pedroza, J., & Martínez-Zúñiga, F. (2009). Los sistemas de información geográfica y su aplicación en enlaces de comunicaciones. *Científica*, 13(1), 27-34.
- Tomlin, C. D. (1990). *Geographic information systems and cartographic modeling* (Vol. 249). Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ.
<https://library.wur.nl/WebQuery/titel/564493>
- Zulaica, L., Ferraro, R., & Fabiani, L. (2009). Índices de sensibilidad ambiental en el espacio periurbano de Mar del Plata. *Geograficando*, 5(5).
<http://www.geograficando.fahce.unlp.edu.ar/article/view/GEOv05n05a09>
- Carvajal, M., Ramírez, A., & Hernández, P. (2015). *Técnicas de perforación y extracción de muestras geológicas*. Editorial Minera.
- Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa.
- De San José, F. (2009). *Manual de gestión ambiental y uso sustentable de recursos*. Editorial Ambiental.
- Delgado, L., & García, S. (2017). *Sistemas de información geográfica: Principios y aplicaciones*. Editorial Trillas.
- Escobar, J. (2016). *Análisis de sensibilidad ambiental y su aplicación en proyectos extractivos*. Editorial Universitaria.
- Gutiérrez, F., & Hervé Jegat, J. (2007). *Metodologías para la valoración de sensibilidad ambiental*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación* (7ª ed.). McGraw-Hill Education.

- Lira, R., & Aristondo, F. (2007). *Introducción a la minería y su impacto socioambiental*. Editorial Minera.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de información geográfica: Análisis espacial y modelado*. Lulu.com.
- Parra, J. (2016). *Análisis de la sensibilidad ambiental en la cuenca alta del arroyo Jotomahana*. Universidad de la Guajira.
- Piratova Silva, R. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad ambiental ante actividades antrópicas*. Editorial EcoAmbiental.
- Rebolledo, J. (2009). *Modelos espaciales de sensibilidad ambiental*. Instituto de Ingeniería, Venezuela.
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE). (s.f.). *Manual de buenas prácticas en exploración minera*. SNMPE.
- Silva, L. (2022). *Ordenamiento ambiental del territorio basado en sensibilidad ecológica*. Universidad Nacional de Colombia.
- Tomlin, C. D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Prentice Hall.
- Zulaica, L., Faggi, A., & Gutiérrez, G. (2009). *Índices de sensibilidad ambiental en espacios periurbanos: Mar del Plata*. Revista de Geografía y Ordenamiento Territorial.

ANEXOS

Instrumento de recolección de datos.

Responsable de visita de campo:										Investigación	
Fecha y hora:											
COD	ÁREA IAD & AE	Coordenadas UTM		PARÁMETROS A ANALIZAR					Valoración de sensibilidad	Observaciones	Imagen
		UTM 18I		Hidrología	Geomorfología	und. Paisajística	Hidrografía	Actividad-implantada			
		NORTE	ESTE								
CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES											
Muy leve				1	VALOR DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL				COMPONENTES DE PROYECTO		
Leve				2							
Mediano				3	Entre 0% y 30%				Sensibilidad ambiental baja		Componente auxiliar
Alto				4	Entre 31% y 61				Sensibilidad ambiental media		Plataformas y accesos
Muy alto				5	Entre 62% y el 100%				Sensibilidad ambiental alta		Infraestructura
Intangible				10							

Fuente: Adaptado de Terramoena (2013)-Gestión ambiental integrada.

Instrumento de valorización de sensibilidad ambiental.

Responsable:			Cod.:
Componente evaluado:			UTM:
VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL			
Importancia	Sensibilidad	Tipo de áreas	Valoración
Muy alta	Muy Alta	Áreas de muy alta sencsibilidad	Muy alta
Alta	Muy Alta	Áreas de muy alta sencsibilidad	Muy alta
Media	Muy Alta	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Baja	Muy Alta	Áreas de media sensibilidad	Media
Muy alta	Alta	Áreas de muy alta sensibilidad	Muy alta
Alta	Alta	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Media	Alta	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Baja	Alta	Áreas de media sensibilidad	Media
Muy alta	Media	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Alta	Media	Áreas de alta sensibilidad	Alta
Media	Media	Áreas de media sensibilidad	Media
Baja	Media	Áreas de media sensibilidad	Baja
Muy alta	Baja	Áreas de media sensibilidad	Media
Alta	Baja	Áreas de media sensibilidad	Media
Media	Baja	Áreas de baja sensibilidad	Baja
Baja	Baja	Áreas de baja sensibilidad	Baja

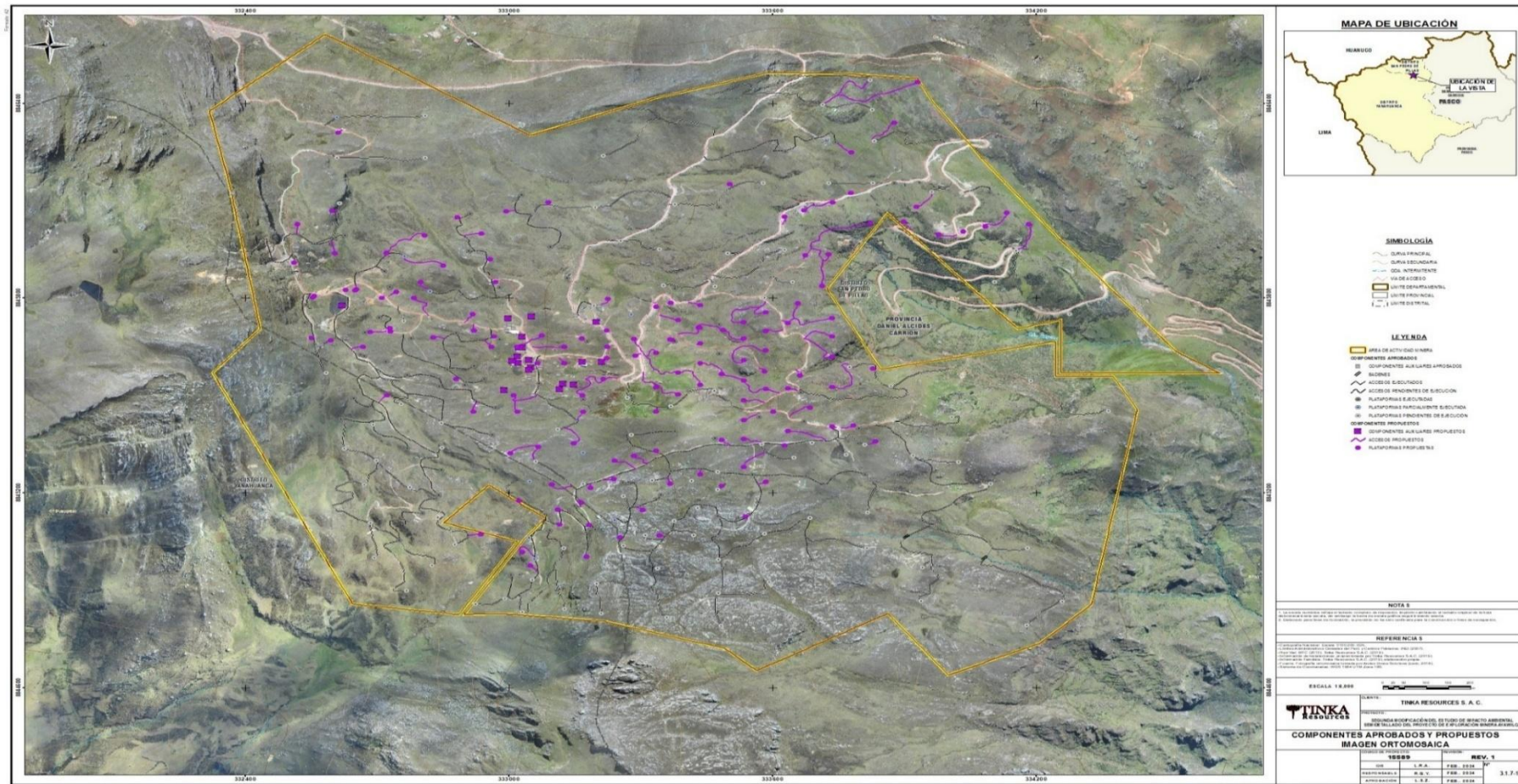
Fuente: Adaptado de Escobar (2016).

Matriz de consistencia.

Proyecto	Determinación de la sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, para contribuir al conocimiento de los componentes ambientales – Yanahuanca – Pasco – 2023.			
Problema general ¿De qué manera la determinación de sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, contribuirá al conocimiento de los componentes ambientales? Problema Específicos <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la sensibilidad ambiental del recurso natural agua en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca? ¿Cuál es la sensibilidad ambiental de la geomorfológica en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca? ¿Cuál es la sensibilidad ambiental del recurso natural suelo en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca? ¿Cuál es la sensibilidad del recurso natural aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca? 	Objetivo general Determinar la sensibilidad ambiental física de los componentes ambientales en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. Objetivos Específicos <ol style="list-style-type: none"> Determinar la sensibilidad ambiental del recurso natural agua en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. Determinar la sensibilidad ambiental de la geomorfológica en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. Determinar la sensibilidad ambiental del recurso natural suelo en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. Determinar la sensibilidad ambiental del recurso natural aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. 	Hipótesis General La determinación de la sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca contribuye positivamente al conocimiento de los componentes ambientales. Hipótesis Específicos <ol style="list-style-type: none"> La sensibilidad ambiental del recurso natural agua en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es muy alta y alta. La sensibilidad ambiental geomorfológico en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es muy alta, alta y media. La sensibilidad ambiental del recurso natural suelo en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es muy alta, alta y baja. La sensibilidad ambiental del recurso natural aire en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca es baja. 	Variables e indicadores Para corroborar la anterior hipótesis formulado determinamos las variables e indicadores: <ol style="list-style-type: none"> Variable x = variable independiente: Determinación de sensibilidad ambiental física en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca. Variable y = variable dependiente: Contribución al conocimiento de los componentes ambientales. 	Metodología Tipo de investigación: La presente investigación es de tipo mixta según lo detalla (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2020) en su libro Metodología de la investigación, porque busca generar información de carácter cualitativo y cuantitativo. Nivel de investigación Descriptivo: Describe a las variables de estudio en el área efectiva del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, (Hidrografía, geomorfología, suelo y aire). Diseño de investigación: La investigación es de diseño no experimental u observacional.

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa de componentes del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.



Fuente: Mapa de componentes del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca, obtenido de la Segunda Modificatoria del EIA-sd.

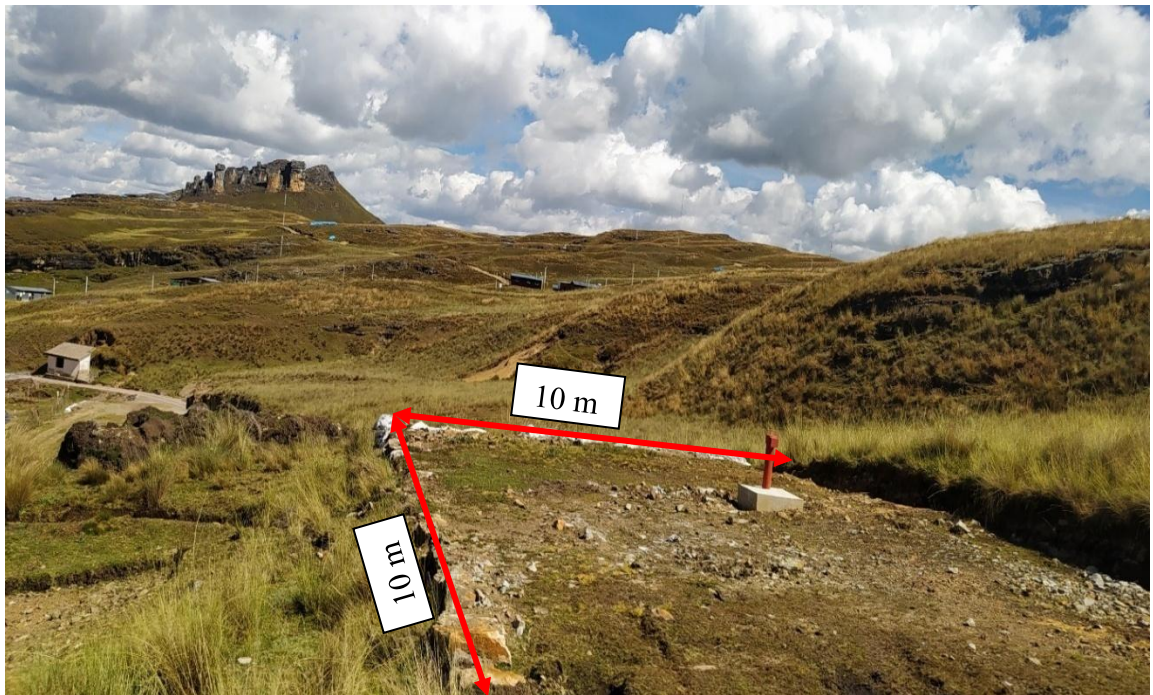
Identificación de accesos en el área efectiva.



Nota: Accesos proyectados con interacción directa sobre cuerpos de agua superficial.

Fuente: Propia.

Identificación de plataformas de perforación diamantina en el área efectiva.



Nota: Identificación de plataformas de perforación diamantina construidos en el área afectiva. **Fuente:** Propia.

Identificación de componentes auxiliares en área efectiva.



Nota: Evaluación de componentes auxiliares que muestran interacción con fuentes de agua superficial. **Fuente:** Propia.

Identificación de cuerpos de agua superficial en el área efectiva.



Nota: Identificación y georreferenciación de fuentes de agua superficial en el área efectiva. **Fuente:** Propia.

Identificación de espacios sensibles.



Nota: Identificación de fuentes de agua que muestran sensibilidad frente a las actividades de construcción y habilitación de accesos. **Fuente:** Propia.

Evaluación de sensibilidad geomorfológico.



Nota: Evaluación de sensibilidad geomorfológica por construcción de plataformas de perforación. **Fuente:** Propia.

Identificación de sensibilidad de recurso natural suelo.



Nota: Evaluación de sensibilidad se suelo por mezcla de horizontes en suelos desarrollados. **Fuente:** Propia.

Identificación de sensibilidad con lugareños.



Nota: Recopilación de información de manifestaciones de personas asentados en el área efectiva. **Fuente:** Propia.

Actividades del Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.



Nota: Construcción de poza de agua en el Proyecto de Exploración Minera Ayawilca.

Fuente: Propia.

Desviación de corriente de agua.



Nota: Actividades de captación de agua en la quebrada de Ayawilca. **Fuente:** Propia.