



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA
EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA
CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILMER NINA ALCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA
EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA
CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. WILMER NINA ALCA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS

:


Dr. MILTON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1207-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 012100 presentado por el (la) Bachiller: **WILMER NINA ALCA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **WILMER NINA ALCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **WILMER NINA ALCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 10 de octubre del 2024
- * **HORA** : 9:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

 MILTHON QUISPE HUANCA
 DECANO
 CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 "OFICINA DE INVESTIGACIÓN"
 JULIACA - PERÚ
 DIRECTOR

 Dr. Efraín Pajillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
 Archivo
 interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 548-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-07592 por el o (la) Bachiller: **WILMER NINA ALCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 604 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 108-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: **WILMER NINA ALCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 108-2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **WILMER NINA ALCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

.....
Dr. Efraín Carrillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 311-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5396, presentado el o (la) Bachiller WILMER NINA ALCA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 365 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 115 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: WILMER NINA ALCA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 115 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: WILMER NINA ALCA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. MILTHON QUISPE HUANCA.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



[Signature]
DR. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



[Signature]
Dra. Patricia Soria
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Wilmer Nina Alca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46712118
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-0098-7212
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Hernan Pedro Martinez Ramos
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/KdbesqZ8sASNwnr96</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 - Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html#2.01.03</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y CONSTRUCCIÓN

[Firma]

Dr. Efraín Perillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILMER NINA ALCA, identificado con DNI
Nro. 46712118, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN
ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA
EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 28 de octubre del 2024

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, por su apoyo incondicional y su fe en mí. A mis amigos, por acompañarme en este camino con su ánimo y comprensión. Y a todos los que creyeron en mis capacidades, gracias por ser mi inspiración constante.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional, a mis profesores por su guía y conocimiento, y a mis amigos por su constante motivación durante este proceso. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.4.1 Justificación Técnica.....	3
1.4.2 Justificación Social.....	3
1.4.3 Justificación ambiental.....	4
1.5 Hipótesis de la Investigación.....	4
1.5.1 Hipótesis General.....	4
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	4
1.6 Variables e indicadores.....	5
1.6.1 Variable Independiente.....	5
1.6.2 Variable Dependiente.....	5
1.7 Operacionalización de Variables.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	6



2.1.2 Antecedentes Nacionales	11
2.1.3 Antecedentes regionales	19
2.2 Bases teóricas	23
2.2.1 Cantera.....	23
2.2.1.1 Agregados pétreos	24
2.2.1.2 Explotación minera no metálica	25
2.2.1.3 Explotación artesanal.....	26
2.2.2 Impacto ambiental	28
2.2.2.1 Posibles consecuencias ambientales de la minería no metálica	30
2.2.3 Evaluación de impactos ambientales.....	32
2.2.4 Metodologías para la evaluación de impactos ambientales	34
2.2.4.1 Matriz de Leopold	36
2.2.4.2 Método Vicente Conesa.....	38
2.2.5 Plan de manejo ambiental	41
2.2.6 Bases para la medición de una línea base	43
2.2.7 Marco legal.....	45
2.3 Marco Conceptual.....	47
2.3.1 Áridos	47
2.3.2 Cantera.....	47
2.3.3 Efectos medioambientales.....	47
2.3.4 Impactos ambientales.....	48
2.3.5 Plan de manejo ambiental	48

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación	49
3.2 Método de la Investigación.....	49
3.3 Nivel y tipo de la investigación	50
3.3.1 Nivel de la Investigación	50
3.3.2 Tipo de la investigación	50
3.4 Población y Muestra.....	50
3.4.1 Población.....	50
3.4.2 Muestra	51
3.5 Técnicas e instrumentos de investigación.....	51
3.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	51
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos.....	54
3.6 Procedimiento de recopilación de datos.....	57



3.6.1 Desarrollo de plan de investigación	57
3.7 Análisis de datos	66

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados	67
4.1.1 Resultados sobre la identificación de los impactos ambientales.	67
4.1.2 Resultados sobre la evaluación de los impactos ambientales.....	73
4.1.2.1 Índice de calidad de agua	80
4.1.3 Resultados sobre las medidas preventivas para un proceso de extracción artesanal de materiales de la cantera isla.....	81
4.2 Discusión de resultados.	85
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS	91
ANEXOS	95



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operación de variables.....	5
Tabla 2 Reconocimiento de Impactos ambientales.....	61
Tabla 3 Evaluación de impactos ambientales generado por la extracción artesanal de agregados de la cantera ISLA.....	74
Tabla 4 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua	80



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Macro localización.....	57
Figura 2 Decapeo en la cantera ISLA	58
Figura 3 Almacenamiento y transporte de la cantera ISLA.....	60
Figura 4 Diagrama de flujo de la cantera ISLA.....	60
Figura 5 Deterioro del paisaje de la cantera ISLA	72
Figura 6 Migración de fauna en la cantera ISLA.....	72
Figura 7 Impactos en el medio físico.....	77
Figura 8 Impactos en el medio biológico	78
Figura 9 Impactos en el medio socioeconómico.....	79



RESUMEN

La tesis "Evaluación del impacto ambiental producidos por la extracción artesanal de materiales de la cantera isla en la Provincia de San Román", tiene como objetivo analizar los efectos ambientales derivados de la explotación artesanal de agregados en dicha cantera. El estudio se enmarca en un enfoque científico, utilizando un diseño de investigación no experimental y de nivel explicativo. El área de estudio abarca la cantera Isla, donde se aplicaron guías de observación de campo y formatos especializados para la recolección de datos. Se identificó como principal problema la alteración del entorno natural, específicamente en los componentes físicos y biológicos, como resultado de la actividad extractiva. Los impactos más relevantes incluyen: la degradación del suelo durante la construcción de frentes de explotación, la afectación de la calidad del agua por la extracción de agregados, y la disminución de la calidad del aire debido al proceso de zarandeo. Los resultados del análisis revelan que el 75% de los impactos evaluados presentan una relevancia moderada, con efectos adversos sobre el medio ambiente, mientras que el 25% restante se clasifica como de baja relevancia. Sin embargo, la actividad extractiva también genera beneficios económicos importantes, destacando la creación de empleo a lo largo de todas sus fases. Adicionalmente, el índice de calidad del agua en la zona de influencia se calificó como regular. Dada la magnitud de los impactos identificados, se recomienda la implementación de un plan de gestión ambiental que contemple medidas preventivas y correctivas. Estas acciones deben estar orientadas a mitigar los efectos negativos generados durante el proceso de explotación, con el fin de garantizar un desarrollo sostenible de la actividad en la cantera Isla.

Palabras Clave: Impacto ambiental, extracción artesanal, gestión ambiental, cantera isla.



ABSTRACT

The thesis "Evaluation of the environmental impact produced by the artisanal extraction of materials from the Isla quarry in the Province of San Román" aims to analyze the environmental effects derived from the artisanal exploitation of aggregates in said quarry. The study is framed in a scientific approach, using a non-experimental research design and an explanatory level. The study area covers the Isla quarry, where field observation guides and specialized formats for data collection were applied. The main problem identified was the alteration of the natural environment, specifically in the physical and biological components, as a result of the extractive activity. The most relevant impacts include: soil degradation during the construction of exploitation fronts, the affectation of water quality by the extraction of aggregates, and the decrease in air quality due to the screening process. The results of the analysis reveal that 75% of the impacts evaluated present a moderate relevance, with adverse effects on the environment, while the remaining 25% are classified as low relevance. However, extractive activity also generates significant economic benefits, highlighting the creation of employment throughout all its phases. Additionally, the water quality index in the area of influence was rated as regular. Given the magnitude of the impacts identified, the implementation of an environmental management plan that includes preventive and corrective measures is recommended. These actions should be aimed at mitigating the negative effects generated during the exploitation process, in order to guarantee sustainable development of the activity in the Isla quarry.

Keywords: Environmental impact, artisanal extraction, environmental management, Isla quarry.



INTRODUCCIÓN

La extracción artesanal de materia de construcción, como arena, grava y piedra, es una actividad que, aunque tradicional y de gran relevancia económica para muchas comunidades, puede tener importantes repercusiones ambientales si no se realiza bajo normativas adecuadas. En la provincia de San Román, la cantera Isla ha sido una fuente significativa de estos materiales, abasteciendo tanto a la industria local como a proyectos de infraestructura. Sin embargo, la creciente demanda ha intensificado la explotación de esta cantera, lo que ha generado preocupaciones sobre los impactos ambientales asociados a estas prácticas.

El presente estudio se basa en la evaluación de dichos impactos ambientales, considerando aspectos como la alteración del paisaje, la pérdida de biodiversidad, la contaminación de suelos y cuerpos de agua, así como los efectos sobre la salud de los habitantes cercanos a la cantera. Asimismo, se analiza cómo la falta de regulaciones estrictas y la implementación limitada de prácticas sostenibles en la extracción artesanal contribuyen a exacerbar estos problemas.

Este trabajo busca proporcionar una visión comprensiva de las repercusiones ambientales de la extracción artesanal en la cantera Isla, identificando los principales factores de riesgo y proponiendo medidas de mitigación que puedan ser implementadas para minimizar los efectos negativos. La relevancia de esta investigación radica en la necesidad de encontrar un equilibrio entre el desarrollo económico y la preservación del medio ambiente, garantizando así la sostenibilidad a largo plazo de las comunidades que dependen de esta actividad.

La tesis de investigación consta por cuatro capítulos:



Capítulo I: Este capítulo aborda el planteamiento del problema, describiendo el contexto actual e identificando los objetivos específicos del estudio. Además, se destaca la importancia y justificación de la investigación en función de su contribución al área de estudio.

Capítulo II: Se presenta una revisión de los conceptos fundamentales sobre la teoría de materiales, con el fin de definir términos clave y proporcionar una comprensión integral del marco teórico que sustenta la investigación.

Capítulo III: Aquí se detalla la metodología empleada en el estudio, especificando el entorno y el objeto de análisis, los métodos utilizados para la recolección de datos y el tipo de investigación.

Capítulo IV: En este capítulo se realiza el análisis principal, evaluando los objetivos planteados a través de la aplicación de la metodología descrita previamente.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática.

La extracción artesanal de materiales de construcción en la cantera Isla, ubicada en la provincia de San Román, se ha convertido en una actividad económica esencial para muchas familias locales. Sin embargo, esta actividad, que se realiza con técnicas tradicionales y en muchos casos con una regulación insuficiente, está generando una serie de problemas ambientales significativos.

En primer lugar, la extracción incontrolada está causando la degradación del paisaje y la alteración de los ecosistemas locales, lo que pone en riesgo la biodiversidad de la zona. La remoción de la capa superficial del suelo y la perturbación de la vegetación nativa han llevado a un aumento en la erosión, afectando la estabilidad del terreno y contribuyendo al asentamiento de cuerpos de agua. Además, la actividad extractiva ha provocado la contaminación de suelos y aguas subterráneas, debido al manejo inadecuado de los residuos y la utilización de métodos que no contemplan la protección del medio ambiente. Esta situación se agrava por la falta de programas de rehabilitación de áreas degradadas, lo que perpetúa el deterioro del entorno natural. Otro aspecto problemático es el impacto sobre la salud de los habitantes cercanos, quienes

están expuestos a la contaminación del aire y el agua, además de enfrentar el ruido y el polvo generados por la actividad extractiva. Estos factores han suscitado preocupaciones en la comunidad, ya que se percibe una disminución en la calidad de vida y un aumento en los riesgos para la salud. Finalmente, la escasa implementación de políticas ambientales y la falta de concienciación entre los trabajadores y la comunidad en general, sobre las consecuencias negativas de la extracción artesanal, han contribuido a la perpetuación de prácticas insostenibles.

En este contexto, es necesario realizar una evaluación exhaustiva de los IA asociados a la extracción artesanal en la cantera Isla, para desarrollar estrategias efectivas que minimicen estos efectos y promuevan una explotación más sostenible de los recursos naturales en la región.

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cómo afectan ambientalmente las actividades de extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román?

1.2.2 Problemas Específicos.

1. ¿Qué efectos ambientales tiene la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román?
2. ¿De qué manera impacta la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla en la Provincia de San Román en el medio ambiente?
3. ¿Qué medidas preventivas se pueden implementar para asegurar una extracción sostenible de materiales en la cantera Isla en la Provincia de San Román?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Analizar los efectos ambientales de la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román.



1.3.2 Objetivos Específicos.

1. Determinar los efectos ambientales derivados de la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román.
2. Examinar los impactos ambientales generados por la actividad de extracción artesanal en la cantera Isla en la Provincia de San Román.
3. Proponer estrategias preventivas para promover un proceso de extracción sostenible de materiales en la cantera Isla en la Provincia de San Román.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación Técnica.

La cantera Isla carece de procedimientos estandarizados y tecnologías adecuadas para minimizar los impactos ambientales. La investigación es fundamental para identificar y proponer mejoras técnicas en las prácticas extractivas, como la implementación de técnicas de extracción que reduzcan la erosión, la sedimentación y la contaminación de suelos y aguas. Además, el estudio proporcionará una base científica para desarrollar guías y manuales de buenas prácticas que puedan ser adoptadas por los trabajadores de la cantera, lo que mejorará la eficiencia de la extracción y reducirá los daños ambientales.

1.4.2 Justificación Social.

Socialmente, la extracción artesanal en la cantera Isla es una fuente de sustento para muchas familias. No obstante, la falta de medidas de mitigación de impactos ambientales está afectando la calidad de vida de los residentes locales. Este estudio es vital para justificar la necesidad de intervenir en la mejora de las condiciones laborales y de vida de los habitantes, proponiendo soluciones que no solo protejan el medio ambiente, sino que también ofrezcan alternativas sostenibles para la comunidad. La concienciación sobre los impactos negativos y la promoción de la participación



comunitaria en la gestión ambiental son aspectos clave para asegurar el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

1.4.3 Justificación ambiental.

Desde la perspectiva ambiental, la necesidad de este estudio es urgente debido al creciente deterioro del ecosistema en la zona de la cantera Isla. La extracción incontrolada está provocando la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo, y la contaminación de fuentes de agua, lo que puede tener consecuencias irreversibles si no se toman medidas correctivas. La investigación proporcionará una evaluación detallada de los IA y ayudará a formular recomendaciones para la regenerar ecológica de las sitios forzado. Además, servirá como un precedente para establecer políticas ambientales más estrictas y promover la explotación sostenible de recursos naturales en la región.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La extracción artesanal de materiales de la cantera Isla en la Provincia de San Román produce impactos ambientales significativos.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. Los impactos ambientales derivados de la extracción artesanal de materiales de la cantera Isla, incluyen tanto efectos negativos como positivos.
2. Los efectos ambientales de la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla, será de moderados a altos en términos de gravedad.
3. La implementación de un plan de manejo ambiental será una medida preventiva eficaz para mitigar los impactos de extracción artesanal de materiales en cantera Isla.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable Independiente.

- Extracción artesanal de materiales

1.6.2 Variable Dependiente

- Impacto Ambiental

1.7 Operacionalización de Variables.

Se muestra:

Tabla 1

Operación de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIALES.	La extracción artesanal de materiales es la obtención manual o con técnicas tradicionales de recursos naturales, como arena o piedra, a diferencia de métodos industriales.	Actividades del proceso de extracción de materiales	Procesos de explotación	Observación, Ficha de datos
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
IMPACTOS AMBIENTALES	El impacto ambiental es el cambio en el medio ambiente causado por actividades humanas o naturales en un área específica.	Medio Físico Biológico, y Socioeconómico	El impacto describe el tipo, intensidad, duración, área afectada y posibilidad de recuperación de un efecto. También considera cómo se combina, acumula y se repite en el tiempo.	Matriz de ID IA. CONESA



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

(Bravo Madera & Contreras Cruz, 2017) su estudio "Diseño de Estrategias para la Disminución o Reducción del Impacto Ambiental Generado por la Extracción de Materiales Agregados para la Construcción en el Municipio de Tolviejo – Sucre". La presente investigación se enfoca en la estimación de la huella de carbono generada por las actividades de la empresa AGREGADOS DE SUCRE S.A.S, conocida como "AGRESUCRE", una organización dedicada a la producción de materiales para la construcción, destacando su papel en la extracción y procesamiento de piedra caliza. Para realizar este análisis, se aplicó la metodología PAS 2050, un estándar internacional ampliamente utilizado en la medición de la huella de carbono de productos y servicios. Este método permite estimar con precisión la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos durante el ciclo de vida de los productos, facilitando así una comprensión integral del impacto ambiental asociado a cada etapa del proceso productivo de AGRESUCRE. A lo largo del estudio, se analizaron en detalle cada una de las fases del proceso productivo, que incluye desde la extracción de la piedra caliza hasta su



procesamiento y distribución. Se identificaron los insumos y subprocesos involucrados, como el uso de maquinaria pesada y el consumo de energía en las instalaciones de la empresa. Este enfoque detallado permitió una cuantificación precisa de las emisiones de GEI expresadas en kilogramos de CO₂ equivalente (Kg CO₂ Eq) por metro cúbico de producto, obteniendo así un perfil completo de las emisiones de cada material producido. El análisis de emisiones de gases de efecto invernadero reveló que la producción de materiales agregados, en particular la gravilla, es una de las principales fuentes de emisiones dentro de las operaciones de AGRESUCRE. Con una huella de 9,6850 Kg CO₂ Eq/m³, la gravilla se destacó como el producto con mayor impacto en términos de emisiones de GEI, lo cual subraya la necesidad de evaluar críticamente los métodos de producción utilizados y explorar alternativas de mejora en su eficiencia energética y ambiental. Este hallazgo es de gran relevancia para la empresa, ya que le permite identificar las etapas del proceso productivo con mayor incidencia en su huella de carbono y, por ende, dirigir esfuerzos para minimizar su impacto ambiental en esos puntos críticos. Con base en los resultados obtenidos, se diseñaron e implementaron una serie de recomendaciones para reducir o mitigar las emisiones de carbono de AGRESUCRE. Estas recomendaciones incluyeron estrategias como la optimización de los tiempos de operación de la maquinaria, la transición a fuentes de energía renovables, la implementación de tecnologías de captura de carbono y la mejora en la gestión de los residuos generados durante el proceso de producción. Además, se sugirieron medidas orientadas a la eficiencia en el consumo de combustibles y a la reducción de emisiones indirectas a través de la capacitación de los empleados sobre prácticas sostenibles. Estas estrategias proporcionan una guía fundamental para que AGRESUCRE pueda tomar decisiones informadas respecto a cómo mejorar sus procesos productivos, reducir su huella de carbono y alinearse con los objetivos globales de sostenibilidad. En resumen, esta investigación no solo ofrece una evaluación detallada de la huella de carbono de AGRESUCRE, sino que también proporciona un marco práctico y adaptable para implementar medidas de reducción de GEI. Con ello, la empresa puede avanzar



hacia una gestión ambiental más responsable, contribuyendo activamente a la mitigación del cambio climático y a la mejora de la sostenibilidad en la industria de materiales de construcción.

(Ortega Daza, 2017) en su estudio "Impactos Ambientales Ocasionados por la Extracción Artesanal de Materiales de Construcción: El Caso del Transecto del Río Cesar, en San Juan del Cesar, La Guajira". La creciente demanda de materiales de arrastre ha experimentado un notable incremento en los últimos años, impulsada principalmente por el auge del sector de la construcción y la expansión de infraestructura en la región. Este fenómeno ha generado una presión considerable sobre uno de los recursos hídricos más importantes del sur del Departamento de la Guajira: el Río Cesar. La extracción descontrolada de materiales de arrastre, tales como arena y gravilla, ha sido llevada a cabo sin ninguna planificación técnica o ambiental adecuada, lo cual ha derivado en afectaciones profundas tanto en los regímenes hídricos como en los procesos sedimentológicos del río. Esta extracción intensiva y sin control adecuado altera el flujo natural y la distribución de sedimentos, provocando desequilibrios en el ecosistema fluvial que impactan negativamente en la biodiversidad local, las dinámicas del suelo y las comunidades aledañas. Estas actividades de extracción de materiales, además de modificar el equilibrio natural del ecosistema del Río Cesar, generan una serie de impactos ambientales significativos que requieren una atención y evaluación exhaustiva. En esta investigación, para evaluar de manera rigurosa los impactos ambientales (IA) causados por estas prácticas, consideradas ilegales por las autoridades ambientales competentes, se seleccionaron dos sitios clave caracterizados por una alta frecuencia y volumen en la extracción de material de arrastre. Estos sitios, identificados como los más afectados, presentan evidencias de degradación tanto en términos ecológicos como en el ámbito socioeconómico local. Los daños observados abarcan desde la alteración de la estructura y composición del suelo hasta la pérdida de calidad y cantidad de agua disponible, lo que repercute en las especies acuáticas y terrestres que



dependen de este hábitat. La metodología empleada para analizar los impactos ambientales se basó en la aplicación de la Matriz de Conesa modificada, una herramienta ampliamente reconocida en estudios de impacto ambiental, que permite evaluar de manera detallada la magnitud e importancia de los impactos generados. En este caso, la matriz de impactos fue complementada con un panel de expertos en hidrología, ecología y gestión ambiental, quienes aportaron su conocimiento para clasificar y cuantificar los daños en función de su severidad y permanencia. Entre los impactos más destacados se identificaron la disminución de la calidad y cantidad de agua, la degradación acelerada del suelo, la afectación a la flora y fauna local, así como alteraciones en el entorno socioeconómico que incluyen la pérdida de recursos pesqueros y la reducción en la disponibilidad de agua para uso doméstico y agrícola. A pesar de que la extracción de materiales de arrastre en estos sitios se realiza de manera artesanal, la falta de regulación y control ha permitido que esta actividad tenga un impacto acumulativo significativo. Este tipo de extracción no regulada agrava la vulnerabilidad del ecosistema del Río Cesar, comprometiendo no solo la salud ambiental de la cuenca, sino también la sostenibilidad a largo plazo de las comunidades que dependen de este recurso hídrico para su subsistencia. Además, el deterioro ambiental generado afecta indirectamente al desarrollo económico de la región, limitando las posibilidades de aprovechamiento sostenible del río y sus recursos. En conclusión, esta investigación pone de relieve la necesidad urgente de implementar políticas de control y planificación sostenible para la extracción de materiales de arrastre en el Departamento de la Guajira. Es esencial que las autoridades locales y regionales establezcan un marco regulador sólido que contemple tanto la mitigación de los impactos negativos ya generados como la prevención de un mayor deterioro del ecosistema del Río Cesar. Asimismo, es crucial que estas políticas se desarrollen de manera participativa, integrando a las comunidades locales y promoviendo alternativas de extracción sostenible y recuperación ambiental. Solo mediante un enfoque de gestión ambiental



integral será posible reducir el impacto de estas actividades, protegiendo este valioso recurso hídrico y asegurando su disponibilidad para las generaciones futuras.

(Juvinao & Morrón, 2017) en su estudio "Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, Santa Cruz en el municipio de Manaure, la Guajira". El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la evaluación detallada de los impactos generados por la extracción de arcilla en la mina Santa Cruz, ubicada en Manaure, La Guajira. Este estudio lleva enfoque integral que abarca no solo los efectos ambientales, sino también los impactos socioculturales y económicos derivados de la actividad minera en esta región. La investigación se fundamenta en un proceso riguroso de recolección de datos, el cual incluyó visitas técnicas al sitio, entrevistas con actores clave, encuestas a las comunidades locales afectadas y observaciones directas sobre el terreno. Cada una de estas herramientas permitió capturar una visión clara y precisa de los efectos de la minería en la zona. El análisis de los impactos identificados se realizó a través de una combinación de métodos cuantitativos ampliamente reconocidos en la EIA. Entre estos métodos se destacan la lista de chequeo, que permitió identificar de manera sistemática los posibles impactos en cada fase del proyecto; el diagrama de redes, utilizado para visualizar las interacciones y conexiones entre los diferentes elementos afectados; la matriz de Leopold, que facilitó la evaluación detallada de las interacciones entre las actividades mineras y los componentes del medio ambiente; y la matriz de valoración, que ayudó a cuantificar la magnitud y la IIA observados. Estos métodos se aplicaron considerando cada una de las etapas del proyecto minero, desde la extracción hasta el procesamiento y transporte de la arcilla. El resultado de este análisis no solo proporcionó una visión completa de los efectos negativos y positivos de la minería de arcilla en la mina Santa Cruz, sino que también permitió la identificación de las actividades más críticas en términos de afectación a los recursos naturales, el bienestar de las comunidades locales y la economía regional. Entre los principales impactos ambientales se destacan la alteración del suelo, la contaminación de fuentes de agua



cercanas y la pérdida de biodiversidad. En el ámbito sociocultural, se observaron cambios en los modos de vida de las comunidades, así como la aparición de conflictos sociales vinculados a la explotación de recursos. En términos económicos, si bien la minería genera empleo y oportunidades, también ha provocado la desestabilización de sectores económicos tradicionales como la agricultura. Con base en los resultados obtenidos, se desarrolló un PMA enfocado en la sostenibilidad de las actividades mineras y la protección de los recursos naturales. Este plan propone una serie de medidas específicas destinadas a prevenir, mitigar, corregir y, en su caso, compensar las afectaciones causadas por la minería. Las medidas incluyen la restauración de áreas degradadas, la gestión adecuada de los residuos, la implementación de tecnologías más limpias en el proceso de extracción, y la promoción de prácticas sostenibles que permitan una convivencia armónica entre la minería y el entorno natural. Asimismo, se subraya la necesidad de fortalecer la participación comunitaria en la toma de decisiones y de generar políticas públicas que equilibren los beneficios económicos de la minería con la protección del medio ambiente y el bienestar social. En conclusión, este trabajo no solo presenta un diagnóstico detallado de los impactos de la minería de arcilla en Manaure, sino que también ofrece un conjunto de soluciones prácticas y viables para gestionar de manera responsable los recursos naturales de la región. La implementación efectiva de estas estrategias puede contribuir a minimizar los efectos adversos de la minería y promover un desarrollo más equilibrado y sostenible para las comunidades locales.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

(Bocanegra, 2006) en su revista "Estudio del impacto ambiental de la extracción aurífera artesanal dentro de la jurisdicción política del distrito de Santa Rosa de Quives, año 2006". Este informe presenta los resultados del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), realizado como parte del compromiso de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) en brindar apoyo a la comunidad. La UNMSM, en su calidad de institución autorizada para llevar a cabo estudios de impacto ambiental, ha involucrado a sus



docentes y expertos en medio ambiente para realizar un análisis exhaustivo de los efectos de la minería informal y artesanal en la región. Este estudio se concentra en el área de explotación de oro nativo y oro asociado a sulfuros, que abarca un vasto territorio de 320,000 hectáreas, distribuidas en las cuencas hidrográficas de los ríos Chillón y Seco. Las actividades mineras se llevan a cabo en zonas específicas como los cerros Batán, Huaycoloro, Loma Grande, Marota, Pan de Azúcar, Reloj y río Pampa, ubicaciones de gran importancia ambiental y económica para la región. El estudio se enfoca tanto en los impactos negativos como en los positivos derivados de la minería artesanal. Estos mineros, muchos de ellos parte de las comunidades locales, han estado explotando recursos auríferos en condiciones difíciles, sin la implementación adecuada de medidas ambientales y de seguridad laboral. La actividad minera, aunque ha traído beneficios económicos para algunos, ha generado serias preocupaciones en cuanto a la degradación ambiental y la salud pública. El presente trabajo busca analizar y mitigar dichos impactos mediante la implementación de estrategias sostenibles que permitan proteger el medio ambiente y mejorar las condiciones de vida de los pobladores. Uno de los principales objetivos del EIA es evaluar de manera integral los efectos de la minería informal sobre el entorno físico, lo cual incluye la alteración de los ecosistemas locales, la contaminación de los cuerpos de agua y la erosión del suelo. Estos problemas se agravan debido a la localización de las actividades mineras en áreas sensibles dentro de las cuencas hidrográficas mencionadas, lo que afecta no solo a la biodiversidad, sino también a los recursos hídricos que abastecen a las poblaciones de la región. Además, el informe presta especial atención a los riesgos para la salud de los mineros artesanales, quienes muchas veces trabajan sin los equipos de protección necesarios, y de los habitantes de las zonas cercanas, que pueden verse expuestos a contaminantes como el mercurio y otros productos químicos utilizados en la extracción de oro. El informe también reconoce la importancia de los impactos sociales y económicos de la minería en el distrito de Santa Rosa de Quives y en la comunidad de Jiquicamarca. La minería, a pesar de sus efectos nocivos, ha proporcionado una fuente de ingresos para muchas



familias que dependen de esta actividad para su subsistencia. Sin embargo, esto ha generado tensiones entre los diferentes grupos de la comunidad, como los mineros, ganaderos y agricultores, que compiten por el uso de los recursos naturales, especialmente el agua y el suelo. Por ello, uno de los pilares del EIA es promover una convivencia armoniosa entre estos grupos a través de la implementación de medidas que favorezcan el desarrollo sostenible y la equidad en el acceso a los recursos. El informe propone una serie de medidas correctivas y preventivas que tienen como finalidad mitigar los impactos ambientales negativos y promover prácticas más responsables dentro del sector minero artesanal. Estas medidas incluyen la rehabilitación de áreas degradadas, la creación de programas de capacitación para los mineros en técnicas de extracción menos contaminantes y el monitoreo constante de la calidad del agua y del aire en las zonas afectadas. Asimismo, se que fomenten la formalización de los mineros artesanales, lo cual permitiría regular su actividad y asegurar que se adhieran a normativas ambientales más estrictas. En conclusión, este Estudio de Impacto Ambiental no solo ofrece una evaluación profunda de los efectos de la minería informal en la región, sino que también busca generar un equilibrio entre la explotación de los recursos minerales y la protección del medio ambiente. El objetivo final es alcanzar un desarrollo sostenible que permita a los mineros, pobladores, ganaderos y agricultores convivir de manera armoniosa, garantizando al mismo tiempo la salud y el bienestar de las comunidades locales.

(Ramirez Salas, 2017) en su tesis "Impacto ambiental de la pequeña minería y minería artesanal en la sub cuenca del río Inambari Madre de Dios". La subcuenca del río Inambari, ubicada en la región de Madre de Dios, constituye una de las reservas naturales más importantes del Perú, conocida por su rica biodiversidad. Sin embargo, esta zona es también altamente vulnerable debido a la expansión de la minería aurífera, con el objetivo de comprender cómo estas actividades extractivas han afectado el ecosistema a lo largo de las últimas décadas. Desde la década de 1980, la extracción de



oro en esta área ha ido en aumento, expandiéndose a lo largo de las vertientes del río Inambari. El Estado peruano ha catalogado esta región como un corredor minero, ya que aproximadamente el 70% del oro extraído mediante minería artesanal en el Perú proviene de esta zona. Esta situación ha contribuido a la degradación de extensas áreas naturales, con consecuencias directas sobre los medios físicos, biológicos y socioeconómicos. El principal objetivo de este estudio es evaluar los impactos ambientales ocasionados por la minería en la subcuenca del río Inambari. Para ello, se realizó una descripción exhaustiva de los medios afectados, tales como el suelo, el agua y la flora y fauna locales. Además, se analizaron los métodos de extracción aurífera empleados por los mineros artesanales, los cuales han sido responsables de la alteración significativa del paisaje y de la pérdida de biodiversidad en la región. El estudio se desarrolló bajo un enfoque de investigación aplicada, ya que busca generar conocimiento de utilidad práctica para la gestión de los recursos naturales y la toma de decisiones en cuanto a la regulación de la minería artesanal. El diseño metodológico fue de tipo descriptivo y de corte transversal, permitiendo recopilar y medir de forma independiente las distintas variables involucradas. Se emplearon diversas técnicas para la recolección de datos, tales como encuestas a los mineros y pobladores locales, el análisis de imágenes satelitales para monitorear la extensión de las áreas afectadas, y la revisión de expedientes relacionados con instrumentos de gestión ambiental. Uno de los hallazgos clave del estudio fue la identificación de los métodos de extracción aurífera que generan mayor impacto ambiental. Entre estos destacan la "traca", la "draga" y el "shute", técnicas que son utilizadas ampliamente por los mineros artesanales en la zona. Estas prácticas generan diversos tipos de impactos, como la remoción masiva del suelo, la contaminación de cuerpos de agua y la destrucción de hábitats naturales. El rendimiento promedio de oro extraído mediante estos métodos es de aproximadamente 1 gramo de oro por cada 1,40 m³ de suelo removido, lo que evidencia un uso ineficiente de los recursos y una alta tasa de degradación ambiental. Como resultado de estas prácticas, se estimó que la superficie afectada en la subcuenca del río Inambari para el periodo de



estudio abarca un total de 25,007.86 hectáreas. Esta cifra es alarmante, ya que refleja la magnitud de la deforestación y el deterioro ecológico en una región que debería ser priorizada para la conservación debido a su importancia biológica. En términos socioeconómicos, la minería artesanal ha generado ingresos para un sector de la población local, pero también ha provocado conflictos por el uso de los recursos naturales y problemas de salud asociados a la exposición de sustancias tóxicas, como el mercurio, que se utiliza en el proceso de amalgamación del oro. Además, la falta de regulación efectiva ha exacerbado la informalidad en el sector, dificultando el control de las actividades mineras y la implementación de medidas de mitigación ambiental. En conclusión, este estudio ofrece una visión integral sobre los impactos ambientales y socioeconómicos de la pequeña minería y minería artesanal en la subcuenca del río Inambari. Los resultados ponen de manifiesto la necesidad urgente de implementar estrategias de gestión sostenible que permitan mitigar los efectos negativos de estas actividades. Se recomienda que las autoridades y las organizaciones locales fortalezcan los mecanismos de control y regulación, al mismo tiempo que se promueva la formalización de los mineros artesanales, con el fin de proteger el medio ambiente y asegurar un uso responsable de los recursos naturales en la región.

(Muñoz Sanchez & Vilchez Calla, 2022) su trabajo IMPACTO SOCIO AMBIENTAL DE EXTRACCIÓN DE AGREGADOS DE CANTERA EL GAVILÁN, PARA MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO: CONCHAN – CAJAMARCA. (KM 43+000 – KM 56+900), 2021, El objetivo principal de este estudio es analizar y proponer controles eficaces para mitigar los impactos asociados a las actividades de extracción de agregados, con especial énfasis en la contaminación tanto del medio físico como del medio sociocultural. Estas actividades se enmarcan dentro del contexto del mantenimiento periódico de una carretera departamental, por lo que el manejo ambiental sostenible es una prioridad. La estrategia se basa en la prevención de daños ambientales y sociales, de manera que se puedan identificar, evaluar y controlar los impactos que



puedan generarse durante y después de la extracción de agregados. Este enfoque preventivo no solo permitirá conocer de manera detallada los posibles impactos ambientales derivados de la extracción, sino que también facilitará la implementación de medidas que minimicen o mitiguen dichos efectos. Se busca un equilibrio entre la ejecución de las actividades extractivas y la conservación de los recursos naturales y culturales, asegurando que los impactos sean controlados de manera eficiente y se generen las mínimas perturbaciones posibles tanto al medio ambiente como a las comunidades locales. El propósito del mantenimiento periódico de la carretera departamental es corregir los defectos puntuales que se presenten en la vía, evitando así su deterioro progresivo y preservando tanto sus características superficiales como su integridad estructural. Esto resulta fundamental para asegurar el tránsito permanente, fluido y seguro a lo largo de la carretera. En este contexto, la extracción de agregados desempeña un papel crucial, ya que los materiales obtenidos se utilizan para el mejoramiento de la infraestructura vial, pero es indispensable que su extracción se realice de manera responsable, minimizando los impactos negativos sobre el entorno. Una parte fundamental de este estudio es la identificación y compensación de los impactos negativos asociados a la extracción de agregados, mediante la implementación de medidas que fortalezcan los beneficios a largo plazo. Se busca que el mantenimiento periódico de la carretera no solo mejore las condiciones de la vía, sino que también genere un impacto positivo en las comunidades locales al mejorar la accesibilidad, la seguridad y las oportunidades económicas asociadas a una infraestructura vial en buen estado. Para llevar a cabo este análisis, se utilizó una metodología basada en cuestionarios, los cuales fueron diseñados para obtener información detallada sobre los impactos tanto sociales como ambientales de la actividad de extracción de agregados. Estos cuestionarios se aplicaron a diferentes actores involucrados, incluyendo trabajadores, comunidades locales y expertos en medio ambiente, con el fin de capturar una visión integral de los efectos generados por la actividad. Los resultados obtenidos indican que, en general, la extracción de agregados tiene un impacto social positivo, ya



que genera empleo y mejora la infraestructura local, contribuyendo al desarrollo económico de las comunidades cercanas. Por otro lado, los impactos ambientales asociados a esta actividad fueron clasificados como negativos, aunque de un nivel bajo. Esto significa que, si bien la extracción de agregados puede causar alteraciones en el medio ambiente, como la modificación del paisaje y la posible contaminación del agua o el suelo, estos impactos pueden ser controlados y mitigados mediante la implementación de buenas prácticas ambientales y la adopción de tecnologías sostenibles. Entre las medidas propuestas para minimizar los impactos negativos se incluyen la rehabilitación de áreas degradadas, la gestión adecuada de los residuos generados durante la extracción, y el monitoreo constante de los recursos naturales afectados. En conclusión, este estudio propone un enfoque integral para la gestión de los impactos asociados a la extracción de agregados, con el fin de asegurar un manejo ambiental sostenible y garantizar que los beneficios del mantenimiento periódico de la carretera superen los posibles efectos negativos. La implementación de controles y medidas preventivas permitirá reducir al mínimo los daños ambientales y, al mismo tiempo, potenciar los impactos sociales positivos, contribuyendo así a un desarrollo más equilibrado y sostenible de la infraestructura vial en la región.

(Blanco Benavente & Paricahua Sinca, 2020) en su tesis "Identificación y valoración de impactos ambientales generados por las actividades de la minería informal, en el Cerro Luicho del Distrito de Colta, Provincia de Paucar del Sara Sara, Ayacucho". El trabajo de investigación se realizó en el departamento de Ayacucho, en la provincia de Paucar de Sara Sara, específicamente en el distrito de Colta, en el Cerro Luicho, entre abril de 2018 y diciembre de 2019. El estudio se enfocó en analizar los impactos ambientales ocasionados por las actividades mineras en la zona, abarcando las fases de obras provisionales, perforación, voladura, extracción, transporte y pallaqueo. Estas actividades son comunes en la minería artesanal de la región y han tenido efectos significativos sobre el medio ambiente y las comunidades locales. Durante el análisis, se



identificaron un total de 42 impactos ambientales, de los cuales 10 fueron clasificados como significativos. Entre estos impactos destacan la modificación de la calidad del suelo debido a la disposición incorrecta de residuos sólidos, la alteración del suelo por la disposición inadecuada de restos fecales y vertimientos de efluentes domésticos, así como la contaminación del suelo por vertimientos de aceites y grasas utilizados en la maquinaria minera. Además, la pérdida de cobertura vegetal por el desbroce y el ahuyentamiento de fauna silvestre debido a los ruidos generados por las explosiones y el uso de maquinaria son efectos relevantes en el entorno. El estudio también mostró que la calidad del aire se ha visto afectada por la propagación de material particulado generado durante las actividades de extracción y transporte, lo que tiene implicaciones para la salud de los habitantes y para los ecosistemas cercanos. Asimismo, la disposición de desmontes ha alterado el paisaje natural, afectando el atractivo visual de la región. Finalmente, la pérdida de la geomorfología y la alteración de la estructura del suelo fueron impactos importantes, afectando la estabilidad y fertilidad del terreno, lo que incrementa el riesgo de erosión y disminuye la capacidad agrícola. Como respuesta a estos problemas, se han propuesto diversos programas de mitigación que buscan reducir los IA generados por la minería. Estas medidas incluyen un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, la restauración de áreas degradadas mediante reforestación, la implementación de tecnologías más limpias para reducir la contaminación del aire, y la construcción de barreras acústicas para mitigar el impacto del ruido. Estas estrategias están orientadas a minimizar el daño ambiental y a promover una minería más sostenible. Además, un componente esencial de las propuestas de mitigación es la educación ambiental dirigida tanto a los mineros como a las comunidades locales. La educación se considera un elemento crucial para concienciar sobre la importancia de proteger el entorno natural y fomentar prácticas sostenibles. Este enfoque no solo busca reducir los impactos inmediatos, sino también crear una cultura de respeto y conservación ambiental que perdure en el tiempo. La implementación de estas medidas, junto con programas de educación ambiental, será clave para asegurar un manejo

sostenible de los recursos naturales en la región, mejorando la calidad de vida de las comunidades locales y preservando el medio ambiente para las generaciones futuras.

2.1.3 Antecedentes regionales.

(Machaca Fernandez, 2021) su estudio "Análisis de los impactos ambientales generado por la explotación artesanal de materiales de la cantera Cutimbo – Puno". La preocupación fundamental de esta investigación es la degradación ambiental que ha ocurrido como consecuencia de la extracción artesanal de agregados en el vecindario de la cantera de Cutimbo. Esta acción tiene una serie de impactos negativos en muchos componentes del ecosistema, tanto en sus elementos físicos como biológicos. Tanto la tierra como el agua han sido influenciadas por las actividades extractivas que se han llevado a cabo en esta región, las cuales también han provocado cambios en la fauna local. Estas operaciones se han realizado sin el suficiente control ambiental. El propósito de esta investigación fue realizar una evaluación exhaustiva de las repercusiones ambientales resultantes de la extracción artesanal de minerales en la cantera. El principal objetivo del estudio fue identificar y evaluar los efectos negativos que el proceso de explotación tuvo sobre el medio ambiente. Se utilizó una técnica de explicación para comprender las causas fundamentales que fueron responsables de los fenómenos físicos y ocurrencias observados en la zona de influencia de la cantera. El propósito del estudio no solo fue describir los resultados, sino también establecer una correlación entre esos efectos y las actividades específicas de extracción y procesamiento de agregados. Dentro del alcance de esta investigación, se utilizaron dos instrumentos metodológicos clave: la Leopold y la matriz simplificada de Conesa. Ambas matrices facilitan la investigación y cuantificación de los efectos ambientales provocados por diferentes niveles de explotación artesanal. La matriz de Leopold se aplicó para identificar las actividades que tienen lugar dentro del proceso extractivo y que tienen el mayor impacto en las condiciones ambientales. La extracción de agregados, el desarrollo del frente de explotación y la clasificación son las operaciones que tienen el mayor impacto en la



región. Todas estas operaciones tienen un impacto directo sobre el suelo y la estructura geológica del área. Estas actividades no solo afectan al medio ambiente, sino que también contribuyen a la degradación del suelo y la alteración de los ecosistemas locales, lo que tiene repercusiones tanto para la flora como para la fauna. Por otro lado, la matriz simplificada de Conesa facilitó la evaluación de la magnitud e importancia de los impactos encontrados. El treinta por ciento restante de los trece impactos ambientales evaluados también fueron desfavorables, pero se consideraron de poca preocupación. El setenta por ciento de las consecuencias ambientales resultaron ser negativas y de gran impacto. Estos hallazgos sugieren que, a pesar de que todas las consecuencias son adversas, la mayoría tienen un impacto moderado a corto y mediano plazo; sin embargo, si no se controlan eficazmente, podrían volverse más severas con el tiempo. Los principales impactos negativos son la contaminación del agua, la degradación de tierras agrícolas, la disminución de la calidad del aire como resultado de las emisiones de polvo durante la clasificación y la alteración de los hábitats, lo que es perjudicial para la biodiversidad. Además, para mejorar el análisis ambiental, se llevó a cabo un estudio del índice de calidad del agua en dos puntos de muestreo cercanos a la cantera. El propósito de este estudio fue evaluar el estado de los recursos hídricos que se encuentran dentro de la zona de influencia generada por la mina. Según los hallazgos de esta investigación, la calidad del agua ha empeorado debido a la descarga de sedimentos y escombros de las operaciones mineras. Esto ha tenido un impacto negativo no solo en el ecosistema acuático, sino también en las personas que dependen de estos recursos hídricos para sus actividades diarias. Los resultados de la investigación muestran que los impactos de la minería artesanal en la cantera de Cutimbo son en su mayoría perjudiciales, poniendo en peligro la integridad del entorno local y el bienestar de las personas que residen junto a la cantera. La degradación del suelo, la contaminación del agua y el deterioro de la calidad del aire son problemas que, a pesar de tener un impacto relativamente pequeño, requieren una acción urgente para evitar un mayor deterioro. En este contexto, es de suma importancia diseñar un plan de gestión ambiental integral que incorpore tanto



medidas preventivas como correctivas para mitigar los efectos adversos provocados por las operaciones extractivas. La estrategia de gestión ambiental debe incluir estrategias para revegetar áreas degradadas, gestionar eficazmente los desechos sólidos y líquidos, y establecer barreras físicas para reducir la cantidad de polvo que se transmite a lo largo del ecosistema. De igual manera, se recomienda implementar educación ambiental para los mineros y la población local con el fin de fomentar el desarrollo de métodos de extracción más responsables y sostenibles. Un enfoque integral que incorpore medidas tecnológicas, educación y concienciación es necesario para aliviar las repercusiones ambientales de la minería artesanal y ofrecer una explotación más sostenible de los recursos naturales en la cantera de Cutimbo. Esta estrategia debería implementarse con el objetivo de proporcionar mayor sostenibilidad.

(Turpo Sucari, 2015) en su tesis "Protección ambiental y social para la explotación sostenible y producción de Concretos de Calidad en el Río Cutimbo Puno ". En el Perú, y en particular en la ciudad de Puno, se han producido importantes avances tecnológicos y se han desarrollado técnicas y materiales de construcción en los últimos años. Si bien se han producido avances significativos, existe una preocupante tendencia a descuidar el manejo racional de los recursos naturales que se explotan en el proceso de construcción. Este fenómeno es más notorio en la ciudad de Puno, que se caracteriza por un alto nivel de actividad constructora que hace uso en gran medida del hormigón, que está constituido principalmente por partículas finas y gruesas. El cauce del río Cutimbo, que se encuentra en el kilómetro 23+000 de la carretera asfaltada que une Puno con Laraqueri y Moquegua, es la fuente de los materiales que se utilizan. El río Cutimbo se utiliza para la extracción de áridos, que se realiza a lo largo de aproximadamente 3,5 kilómetros del cauce del río y tiene un ancho promedio de 150 metros en cada orilla. Estos áridos, tanto finos como gruesos, tienen características de calidad que los hacen apropiados para su uso como componentes de alta calidad en la construcción de hormigón. Estas características incluyen sus características físicas y de durabilidad. El



pH insuficiente, el aumento de la salinidad, los cloruros y los sulfatos son algunos de los contaminantes naturales que se han detectado en los áridos y que pueden afectar a la resistencia a la compresión del hormigón elaborado con estos materiales. Según los resultados de esta investigación, los áridos procedentes del río Cutimbo son de buena calidad, pero la contaminación natural que contienen puede reducir su rendimiento si no se desarrollan y aplican los procesos adecuados. Se ha demostrado que el lavado de los áridos es una forma eficaz de eliminar estos contaminantes en función de las condiciones, lo que en última instancia se traduce en una mejora de la calidad del hormigón. Según los resultados de la prueba de abrasión de "Los Ángeles", se ha demostrado que los áridos poseen propiedades resistentes, demostrándose una pérdida de material inferior al treinta por ciento, un valor que se considera aceptable, con lo que se garantiza que los áridos tienen la resistencia suficiente y son aptos para la producción de hormigón de muy alta calidad. A pesar de que los agregados poseen una serie de cualidades favorables, la preocupación fundamental es el daño ambiental significativo que se produce por la extracción de estos materiales. El área de impacto de la cantera ha sido sometida a importantes implicaciones ambientales y sociales como consecuencia de la excavación no autorizada de agregados del río Cutimbo. La erosión de las riberas, la alteración del lecho del río, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del agua son los problemas ambientales más importantes que deben abordarse. Las comunidades locales se ven afectadas negativamente como resultado de estas consecuencias porque restringen su acceso a los suministros de agua y alteran los ecosistemas que les proporcionan los recursos necesarios para apoyar sus actividades económicas tradicionales, como la agricultura y la pesca. Se ha determinado que es necesario un Plan de Protección Ambiental y Social para mitigar estas consecuencias y garantizar que la extracción de agregados se pueda realizar de manera sostenible. Para garantizar que las operaciones de extracción en el río Cutimbo se realicen de manera responsable y sostenible, este plan pretende controlar todas esas operaciones. Las medidas que se han recomendado incluyen el uso de métodos de extracción controlada, la rehabilitación de



áreas que han sido dañadas y la protección de los recursos hídricos. En consecuencia, la política es mantener un equilibrio entre la producción de hormigón de alta calidad y la preservación del medio ambiente, fomentando una actividad comercialmente viable que, además de ser beneficiosa para el medio ambiente, también beneficie a los propietarios de las canteras y a las poblaciones locales. Según los hallazgos de este estudio, los agregados del río Cutimbo han sido correctamente evaluados en términos de sus cualidades físicas y resistivas, y también se han identificado los contaminantes naturales que están incluidos en ellos. Además, para garantizar que la extracción de agregados se lleve a cabo de una manera ambiental y socialmente responsable, se ha preparado un Plan de Protección Ambiental y Social pertinente para el lugar de extracción y el área circundante. El objetivo de este plan es preservar el medio ambiente natural y, al mismo tiempo, promover efectos sociales positivos y estimular el crecimiento económico en la región. Esto se logrará sin poner en peligro los recursos naturales a largo plazo.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Cantera

Una cantera es una explotación minera superficial de donde se extraen rocas, minerales, áridos y otros materiales de construcción. Estas operaciones suelen realizarse en canteras a cielo abierto, donde se accede a los depósitos de materiales mediante la extracción de capas de tierra y roca que los recubren.

Las canteras son importantes para la industria de la construcción, ya que proporcionan materiales como piedra caliza, granito, mármol, arcilla, arena, grava, entre otros, que se utilizan en la fabricación de hormigón, asfalto, mortero, adoquines, entre otros productos de construcción.

Las operaciones en una cantera pueden variar en escala, desde pequeñas canteras locales que abastecen a comunidades cercanas, hasta grandes operaciones a

gran escala que suministran materiales para proyectos de infraestructura a nivel nacional o incluso internacional.

Es importante gestionar adecuadamente las actividades en una cantera para minimizar su impacto ambiental y social, cumpliendo con regulaciones y normativas relacionadas con la minería y el medio ambiente.

Las canteras son sitios donde se lleva a cabo la extracción de agregados destinados a la construcción de infraestructuras. Es esencial que estos lugares cuenten con depósitos extensos, uniformes y significativos para ser económicamente viables, y las actividades de extracción suelen llevarse a cabo de forma manual o con poco uso de maquinaria. (Herrera & Ortiz, 2016).

2.2.1.1 Agregados pétreos

Además, se pueden extraer de yacimientos específicos que contienen rocas ígneas o metamórficas, las cuales, bajo condiciones geológicas particulares, ofrecen una calidad superior que es altamente valorada en diversas aplicaciones de ingeniería civil (Ferreira & Torres, 2014).

La clasificación de los agregados pétreos abarca cuatro grupos principales: los depósitos aluviales, que se forman a partir de sedimentos acumulados en ríos y arroyos; los materiales de arrastre, que incluyen elementos transportados por el agua desde diferentes orígenes; las calizas, formadas a partir de la acumulación de restos orgánicos y carbonato de calcio; y las rocas ígneas y metamórficas, que resultan de procesos geológicos de enfriamiento y transformación de materiales fundidos en las profundidades de la Tierra. Cada uno de estos tipos de agregados posee características específicas que los hacen idóneos para aplicaciones particulares en la construcción (Ordoñez & Villanueva, 2012).

En la industria de la construcción, los agregados pétreos se utilizan predominantemente en la elaboración de mezclas de concreto, que es el material de construcción más utilizado a nivel global, debido a su versatilidad y resistencia. Además, estos agregados son componentes esenciales en la producción de asfalto, empleado en

la pavimentación de carreteras, y de mortero, utilizado en la construcción de muros y otras estructuras. También son vitales para la conformación de bases y sub-bases, elementos estructurales que soportan el peso de las carreteras y vías férreas, proporcionando estabilidad y durabilidad a estas infraestructuras.

La importancia de los agregados pétreos no se limita a su función técnica en la construcción, sino que también radica en su disponibilidad y bajo costo, lo que los convierte en recursos estratégicos para el desarrollo de infraestructura. Sin embargo, debido a su alta densidad y peso, los costos de transporte pueden ser un factor determinante en su precio final, lo que subraya la importancia de que las fuentes de agregados se encuentren cercanas a los centros de consumo. Esta proximidad no solo reduce los costos asociados al transporte, sino que también contribuye a la sostenibilidad del suministro de estos materiales en el largo plazo (Asogravas, 2020).

2.2.1.2 Explotación minera no metálica

Estos recursos minerales no metálicos pueden incluir:

- ❖ Agregados pétreos: Como arena, grava y piedra triturada, que se utilizan en la construcción de carreteras, edificios y otras estructuras.
- ❖ Minerales industriales: Como la arcilla, la arena sílice, el yeso, la sal, entre otros, que se utilizan en la fabricación de productos como cerámica, vidrio, cemento, fertilizantes, productos químicos, entre otros.
- ❖ Materiales de construcción: Como la caliza, el mármol, el granito, que se utilizan en la construcción de edificios, monumentos, encimeras de cocina, entre otros.

La explotación minera no metálica puede llevarse a cabo a cielo abierto o en minas subterráneas, dependiendo del tipo de mineral y las condiciones geológicas. Es importante gestionar adecuadamente estas operaciones para minimizar su impacto ambiental y social, cumpliendo con las regulaciones y normativas pertinentes. (Herrera & Ortiz, 2016).

Es relevante notar que este método puede causar modificaciones en el paisaje, como la erosión y la alteración del entorno. Al concluir la extracción, la superficie resulta



desprovista de vegetación y estéril, por lo que es imprescindible emprender medidas de recuperación y restauración para devolverle su funcionalidad y biodiversidad. (UICN, 2009).

2.2.1.3 Explotación artesanal

La explotación artesanal se refiere a la extracción de recursos minerales utilizando métodos tradicionales y herramientas manuales, en contraposición a la minería a gran escala con maquinaria pesada. Este tipo de explotación suele ser practicado por pequeños grupos o individuos en áreas donde la actividad minera es permitida y accesible.

Los mineros artesanales utilizan técnicas rudimentarias como la extracción manual, el uso de palas, picos, martillos y cinceles para extraer los minerales de forma manual. Estas operaciones suelen llevarse a cabo en pequeñas canteras o depósitos superficiales y generalmente tienen un impacto ambiental y social menor en comparación con la minería a gran escala. (Armstrong & Menon, 2011).

Sin embargo, la explotación artesanal también puede presentar desafíos, como la falta de regulación, seguridad y prácticas ambientales adecuadas. Es importante proporcionar apoyo y capacitación a los mineros artesanales para promover prácticas seguras y sostenibles, así como para garantizar que sus actividades contribuyan al desarrollo local de manera responsable y respetuosa con el medio ambiente.

A. Proceso en la Etapa Inicial

La fase inicial de un proyecto de explotación de cantera es fundamental para establecer una base sólida que garantice una operación segura y eficiente a largo plazo. Una planificación detallada en esta etapa es clave para mitigar riesgos y optimizar la eficiencia operativa (UICN, 2009).

- **Limpieza y remoción de vegetación:** El primer paso es la eliminación de vegetación en las áreas destinadas a la construcción de infraestructuras esenciales como plataformas, escombreras, campamentos y fosas sépticas. Este proceso es

indispensable para acondicionar el terreno y prevenir interferencias que puedan afectar las actividades del proyecto (UICN, 2009).

- **Apertura de vías de acceso:** Posteriormente, se procede a la creación de vías de acceso que conecten los frentes de trabajo con los sitios de almacenamiento de material. Este paso es crítico para garantizar que la maquinaria se desplace de manera eficiente, contribuyendo a una operación continua y sin interrupciones (UICN, 2009).
- **Rehabilitación y mejoramiento de caminos:** Es necesario rehabilitar y mejorar los caminos de acceso existentes hacia los frentes de explotación para soportar el tráfico constante de maquinaria pesada. Esta actividad puede generar importantes impactos ambientales, ya que implica la alteración del terreno y potencialmente afecta los ecosistemas cercanos. Por ello, es fundamental implementar medidas de mitigación adecuadas para reducir los efectos negativos (UICN, 2009).

B. Proceso Explotación de la Cantera

La fase de explotación es el núcleo del proyecto, ya que en ella se ejecutan las actividades con mayor potencial de impacto ambiental. Según la *Guía de Gestión Ambiental para Minería No Metálica* (2009), en esta etapa se llevan a cabo las siguientes operaciones clave:

- **Corte, carga y transporte de material:** Estas actividades son fundamentales para la extracción eficiente del material de la cantera. El material extraído es transportado a las áreas de almacenamiento, donde se somete a procesos de clasificación y preparación para su uso final.
- **Acumulación y selección de material de arrastre:** El material de arrastre, producto de la extracción, se deposita en áreas designadas. Posteriormente, se selecciona en función de sus atributos físicas y calidad, asegurando que solo el material idóneo sea procesado en las fases siguientes.
- **Manejo de escombros:** Los escombros generados durante la explotación deben ser gestionados adecuadamente, trasladándose a botaderos previamente aprobados.

Una gestión adecuada de estos residuos es esencial para minimizar los impactos ambientales y mantener la operatividad y limpieza en el sitio de trabajo.

- **Mantenimiento de caminos e instalaciones:** Este mantenimiento incluye la reparación de caminos deteriorados, el cuidado y mantenimiento de la maquinaria, así como la actualización de la infraestructura para garantizar la seguridad y eficiencia operativa.

Este proceso requiere diversas infraestructuras y equipos especializados, como plantas trituradoras, zarandas, patios de almacenamiento, talleres, oficinas y básculas. La maquinaria empleada, que incluye excavadoras, cargadores, zarandas y volquetes, desempeña un papel vital en la eficiencia de la operación diaria y en la optimización del proceso extractivo.

2.2.2 Impacto ambiental

Se refiere a la alteración, ya sea positiva o negativa, que ocurre en el medio ambiente como resultado directo o indirecto de un proyecto o actividad en una región específica. Este concepto implica que cualquier intervención en el entorno puede modificar los componentes naturales, afectando la calidad de vida y la estabilidad de los ecosistemas involucrados (Vásquez, 2018).

De acuerdo con SENACE (2014), resalta la gravedad de la introducción de contaminantes en el entorno, subrayando la importancia de prevenir y mitigar sus impactos para proteger tanto la salud humana como la integridad de los ecosistemas.

Por otro lado, los factores ambientales abarcan los diversos atributos del medio ambiente, aire, H₂O, el suelo y ecosistema, que pueden verse afectados por actividades humanas, entre ellas la explotación artesanal de canteras. Estos factores son esenciales para mantener el equilibrio ecológico y el bienestar humano, y cualquier alteración significativa en ellos puede tener consecuencias graves y duraderas (Walsh, 2005). La protección de estos componentes es crucial para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales y la calidad de vida de las comunidades cercanas.

Walsh (2005) identifica varios factores ambientales clave y los aspectos ambientales asociados que pueden influir en estos factores durante la explotación artesanal de canteras:

Aire:

- Presencia de polvo contaminante
- Niveles de ruido

Suelo:

- Pérdida de suelo por erosión
- Acumulación de residuos sólidos

Agua

- C. de cuerpos de agua superficiales
- C. de acuíferos subterráneos

Flora / fauna:

- Disminución del hábitat natural
- Cambios en el paisaje

Faja marginal

La "faja marginal" se refiere a la franja de tierra adyacente a una vía fluvial, como un río o un arroyo. Esta zona es susceptible a inundaciones periódicas debido a su proximidad al agua y suele estar sujeta a regulaciones especiales para protegerla de actividades que puedan causar daños ambientales o aumentar el riesgo de inundaciones (ANA, 2010).

Cauce o Álveo:

El "cauce" o "álveo" se refiere al lecho de un río, arroyo o cualquier otra corriente de agua donde fluye el agua de forma natural. Es el canal por el que fluyen las aguas superficiales y se define por los bordes que delimitan su recorrido. El cauce puede variar en anchura y profundidad dependiendo de factores como el caudal de agua, la topografía y la vegetación circundante (ANA, 2010).

Riberas:



Las "riberas" se refieren a las áreas de tierra que bordean los cuerpos de agua, como ríos, arroyos, lagos o estuarios. Estas zonas suelen estar cubiertas de vegetación y son importantes para mantener la salud del ecosistema acuático. Las riberas actúan como hábitats para diversas especies de plantas y animales, ayudan a controlar la erosión del suelo y filtran los contaminantes antes de que lleguen al agua. Además, las riberas también pueden ser utilizadas para actividades recreativas y culturales por las comunidades locales (ANA, 2010).

Nivel de máxima creciente:

Se refiere al punto más alto que alcanza el nivel del agua durante un evento de crecida o inundación. Es el nivel máximo que el agua alcanza en un cuerpo de agua durante una crecida, y puede variar dependiendo de factores como la intensidad de la precipitación, el caudal de agua y la topografía del área circundante. Este nivel es importante para determinar los riesgos de inundación y planificar medidas de mitigación y respuesta ante eventos extremos (ANA, 2010).

2.2.2.1 Posibles consecuencias ambientales de la minería no metálica

Las actividades de minería no metálica pueden desencadenar una serie de consecuencias ambientales significativas, que impactan tanto el entorno natural como la salud y bienestar de las comunidades cercanas. Entre las principales afectaciones, se encuentran:

Alteración del paisaje y pérdida de cobertura natural: La minería no metálica requiere la remoción de grandes volúmenes de suelo y la excavación de áreas extensas. Esto implica una transformación drástica del paisaje original y la pérdida de la vegetación natural que cubría el suelo, afectando la estética y funcionalidad del terreno. La modificación de la topografía puede tener efectos duraderos, dificultando la restauración del ecosistema una vez que las actividades mineras han cesado.

Contaminación del aire: Durante las operaciones mineras y el transporte de materiales, se generan grandes cantidades de polvo y partículas suspendidas que pueden afectar la calidad del aire. Este polvo no solo se dispersa en el entorno



inmediato, sino que también puede ser arrastrado por el viento a áreas más distantes, afectando la salud respiratoria de las personas y animales expuestos. Además, el transporte constante de materiales incrementa la emisión de gases contaminantes debido al uso de vehículos pesados y maquinaria, que también contribuyen al deterioro de la calidad del aire.

Contaminación de aguas superficiales y subterráneas: El proceso de minería a menudo involucra el uso de productos químicos, como reactivos para la separación de minerales, que pueden filtrarse en los cuerpos de agua superficiales y en las aguas subterráneas. Esto contamina los recursos hídricos, afectando su disponibilidad y calidad para consumo humano, agrícola y recreativo. La presencia de estos contaminantes, especialmente metales pesados y sustancias tóxicas, representa un grave riesgo para la salud de las comunidades y para la fauna que depende de estas fuentes de agua.

Erosión del suelo y sedimentación de cuerpos de agua cercanos: La remoción de la vegetación y la alteración de la capa superior del suelo para acceder a los recursos minerales deja el terreno vulnerable a la erosión. Sin la protección natural de la cubierta vegetal, el suelo es arrastrado por la lluvia hacia los cuerpos de agua, lo que aumenta la sedimentación y afecta la calidad del agua. Esta sedimentación puede alterar el flujo y la capacidad de almacenamiento de los cuerpos de agua, afectando su capacidad para sostener vida acuática y reduciendo su utilidad para actividades humanas.

Impactos en la biodiversidad y los ecosistemas locales: La minería no metálica reduce significativamente los hábitats disponibles para las especies nativas debido a la pérdida de vegetación y a la fragmentación del paisaje. Los ecosistemas afectados ven reducida su capacidad de sustentabilidad, lo que pone en riesgo la supervivencia de diversas especies de flora y fauna. Además, la reducción de corredores naturales altera los patrones de desplazamiento y reproducción de las especies, afectando la biodiversidad y el equilibrio ecológico del área.

Riesgos para la salud humana y animal: La exposición a sustancias químicas tóxicas y metales pesados liberados durante la extracción y procesamiento de minerales



representa una amenaza significativa para la salud de las personas y los animales en las cercanías de las actividades mineras. Estos contaminantes pueden entrar en la cadena alimentaria, afectando la salud humana a través de enfermedades respiratorias, neurológicas y cardiovasculares, y también afectando el bienestar de los animales locales.

Alteraciones en la calidad del suelo y la fertilidad agrícola: La remoción de la capa superficial del suelo y la compactación del terreno son prácticas comunes en la minería no metálica, lo cual impacta directamente en la calidad y fertilidad del suelo. Esto no solo dificulta el restablecimiento de la vegetación nativa después de las actividades mineras, sino que también reduce la capacidad del suelo para ser usado en actividades agrícolas en el futuro, afectando la economía y seguridad alimentaria de las comunidades locales que dependen de la agricultura.

Generación de residuos mineros y desechos sólidos: La minería produce grandes cantidades de residuos que, si no se gestionan adecuadamente, pueden contaminar el entorno. Estos desechos suelen contener compuestos químicos y minerales que pueden lixiviarse al medio ambiente, contaminando suelos, aguas y afectando negativamente a las comunidades locales. Además, el almacenamiento inadecuado de estos residuos aumenta el riesgo de accidentes y derrames, lo que podría amplificar los impactos negativos.

2.2.3 Procesos de impactos ambientales

Durante la fase operativa de los sistemas de riego y drenaje, se han identificado impactos ambientales de considerable importancia, la mayoría de ellos negativos, que afectan tanto la calidad del suelo como la eficiencia del uso del agua. Entre estos impactos, destacan los problemas relacionados con la distribución del agua de riego, que pueden llevar a una degradación del suelo, principalmente debido a un drenaje inadecuado y a la acumulación de sales (salinización). Este fenómeno no solo



compromete la fertilidad del suelo, sino que también puede afectar la productividad agrícola a largo plazo.

Otro aspecto crítico es la contaminación del suelo provocada por el uso excesivo o inadecuado de agroquímicos y fertilizantes. Estos productos, cuando no se manejan de manera responsable, pueden filtrarse en el suelo, alterando su composición y afectando la salud de los ecosistemas locales. Además, la baja eficiencia en el uso del agua de riego agrava estos problemas, ya que el desperdicio de agua no solo reduce la disponibilidad del recurso, sino que también puede contribuir a la lixiviación de contaminantes hacia las capas más profundas del suelo y eventualmente hacia los cuerpos de agua subterráneos.

Dentro de los impactos ambientales más significativos asociados a estos sistemas, se incluyen los vertidos de RS en la infraestructura de riego, que pueden obstruir canales y afectar la distribución del agua. Asimismo, la contaminación del agua debido al uso de agroquímicos en actividades agrícolas es un problema grave, ya que estos productos químicos pueden llegar a los cuerpos de agua, afectando la calidad del agua y poniendo en riesgo la biodiversidad acuática.

Otro riesgo importante está relacionado con la salud humana, derivado del manejo inadecuado de plaguicidas. La exposición a estos productos, ya sea por contacto directo, inhalación o consumo de alimentos contaminados, puede tener consecuencias graves para la salud de los agricultores y las comunidades cercanas, incluyendo intoxicaciones agudas y efectos crónicos.

Sin embargo, es esencial reconocer que las prácticas agrícolas deficientes pueden desencadenar una serie de impactos negativos que deben ser abordados con urgencia. La identificación, evaluación y mitigación de estos impactos son fundamentales, y para ello es crucial implementar un (PMA). Este plan debe incluir estrategias específicas para la gestión sostenible del agua, el manejo adecuado de agroquímicos, la protección del suelo, y la prevención de la contaminación, asegurando así que los

beneficios del riego se maximicen mientras se minimizan los daños al medio ambiente y a la salud humana.

2.2.4 Metodologías sobre los impactos ambientales

Para obtener la Certificación Ambiental en proyectos de inversión, se requiere la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que permita detectar, prever y reducir los posibles efectos negativos que un proyecto puede generar sobre el medio ambiente y las comunidades. Este proceso de evaluación es crucial, ya que facilita la identificación temprana de riesgos ambientales y promueve la planificación de medidas correctivas o preventivas para asegurar un desarrollo sostenible. No obstante, como señala García (2004), no existe un único método de evaluación que pueda aplicarse a todos los tipos de proyectos y entornos de manera exhaustiva. Cada proyecto presenta particularidades únicas en función de su ubicación, escala, y características ambientales, lo que exige una selección cuidadosa de los métodos de evaluación para cada caso.

Dada la diversidad y complejidad de los entornos naturales y proyectos, se han desarrollado múltiples métodos de EIA que permiten adaptar el análisis a las condiciones específicas de cada proyecto. Algunos de estos métodos son más simples y accesibles, lo que ha contribuido a su popularidad en estudios preliminares o en proyectos de menor escala. Entre los métodos más utilizados se encuentran las analogías, las listas de verificación, consultas a expertos, cálculos de balance de masa, y matrices. Estos enfoques simplificados facilitan la identificación de posibles impactos y permiten llevar a cabo evaluaciones rápidas, lo cual es especialmente útil en etapas iniciales de la EIA o en estudios que requieren agilidad. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la efectividad y aplicabilidad de estos métodos pueden variar considerablemente entre distintos contextos y países, debido a las diferencias en las normativas ambientales y los procedimientos de construcción específicos de cada región.

García (2004) propone una clasificación que organiza algunos de los métodos de EIA más reconocidos, los cuales son utilizados en la evaluación de impactos ambientales de proyectos de inversión:

Lista de chequeo: Este método se basa en la elaboración de listas detalladas que enumeran los factores ambientales que deben ser evaluados en el proyecto. A través de estas listas, los evaluadores pueden revisar de manera sistemática los componentes clave del entorno, asegurando que se consideran todos los aspectos relevantes, como el agua, aire, suelo, flora, fauna, y la calidad de los ecosistemas. Aunque es un método sencillo, es eficaz para garantizar que ningún elemento crítico sea pasado por alto en la evaluación.

Matriz de Leopold: Esta herramienta gráfica cruza las actividades del proyecto con diversos factores ambientales, facilitando la identificación de los impactos y la evaluación de su magnitud e importancia. La matriz de Leopold es especialmente útil para proyectos que implican múltiples etapas o procesos, ya que permite visualizar cómo cada acción puede afectar a diferentes componentes del ecosistema. Esto proporciona una visión detallada y relacional de los impactos, lo que resulta esencial para el análisis de proyectos de gran escala y complejidad.

Método de Battelle-Columbus: Este enfoque cuantitativo emplea un sistema de puntuación que evalúa los impactos en función de diversos criterios, como la magnitud, extensión, y duración del impacto. Al otorgar valores numéricos a cada impacto, este método permite una priorización de los mismos, lo que es fundamental para la toma de decisiones informadas en proyectos complejos. La cuantificación de los impactos facilita una comparación objetiva entre ellos y ayuda a identificar aquellos que requieren medidas de mitigación prioritarias.

Método de Vicente Conesa: Conocido por su enfoque estructurado y ordenado, este método es ampliamente utilizado en países de habla hispana debido a su claridad y la sistematicidad con la que organiza la evaluación de impactos. Se compone de una serie de etapas bien definidas que abarcan desde la identificación de los impactos hasta

la propuesta de medidas correctivas, haciendo de él un método exhaustivo que asegura una evaluación ambiental detallada y bien fundamentada.

Método de Arboleda: Aunque menos conocido, el método de Arboleda pone un énfasis particular en la evaluación de impactos desde una perspectiva socioambiental, integrando los efectos sobre el ecosistema y las comunidades humanas. Este enfoque es particularmente relevante para proyectos que interactúan estrechamente con poblaciones locales, ya que considera tanto los aspectos ecológicos como las repercusiones en la salud, el bienestar y la economía de las comunidades, proporcionando una visión holística de los impactos.

Método de transparencias: Este enfoque utiliza un sistema de capas o transparencias superpuestas, donde cada capa representa un componente ambiental o una actividad del proyecto. Al combinar estas capas, se obtienen visualizaciones de los impactos acumulativos y sinérgicos, lo cual permite identificar de forma clara las áreas más vulnerables y evaluar cómo las diferentes actividades del proyecto interactúan entre sí y afectan al entorno de manera integrada.

En conclusión, la selección del método o métodos más apropiados para una EIA dependerá de las características específicas del proyecto, el contexto ambiental, y las normativas locales. Cada método ofrece una perspectiva y una profundidad de análisis distinta, que puede adaptarse a las necesidades particulares de cada evaluación. En muchos casos, la combinación de varios métodos permite una evaluación más completa y detallada, proporcionando un enfoque integral que asegura el cumplimiento de los requisitos ambientales y facilita la obtención de la Certificación Ambiental. Este enfoque multidimensional no solo favorece la sostenibilidad del proyecto, sino que también contribuye a una gestión ambiental más robusta y responsable.

2.2.4.1 Matriz de Leopold

Se enfoca en la Matriz de Leopold, según el estudio de Dellavedova (2016). Este método, desarrollado en los Estados Unidos en la década de 1970, fue uno de los

primeros enfoques formales para evaluar el impacto ambiental. Su propósito era servir como herramienta para guiar las evaluaciones e informes de IA.

La Matriz es un sistema de doble entrada. En sus columnas se enumeran las actividades humanas relacionadas con proyectos de inversión que podrían afectar el medio ambiente, mientras que en las filas se identifican los factores ambientales que podrían verse impactados. Esto permite relacionar las actividades humanas con sus posibles efectos en el entorno, facilitando la evaluación de los impactos.

Tigre (2017) señala que la Matriz de Leopold es capaz de gestionar hasta 17,600 interacciones posibles entre actividades y factores ambientales, lo que demuestra su capacidad para ofrecer una interpretación integral de los impactos ambientales. Sin embargo, esta misma capacidad puede hacer que la aplicación completa de la matriz sea compleja y poco práctica en muchos casos. Debido a esta complejidad, la matriz se utiliza con frecuencia de manera segmentada o parcial, eliminando aquellas acciones que no son pertinentes para el proyecto en cuestión y resaltando los impactos más significativos. Además, en ocasiones, es necesario complementar la matriz con impactos relevantes que no estén inicialmente contemplados.

Auzay (2018), citando a Ponce (2011), subraya que la correcta aplicación de la Matriz de Leopold requiere una identificación precisa de cómo las acciones del proyecto interactúan con los elementos ambientales susceptibles de ser impactados. En esta matriz, las acciones que provocan efectos ambientales se colocan en el eje horizontal, mientras que los componentes ambientales se representan en el eje vertical, facilitando así un análisis minucioso de sus interacciones.

Dellavedova (2016) Establece un procedimiento específico para la aplicación de la Matriz de Leopold, comenzando con la identificación de las interacciones entre las acciones humanas y los factores ambientales. Las acciones humanas se disponen en las columnas de la matriz, y los factores ambientales susceptibles de ser afectados se registran en las filas. A medida que se completa este análisis para todas las acciones, se identifican las interacciones o impactos a tener en cuenta en la evaluación.

Cada cuadrícula marcada en la matriz permite la inclusión de dos valores fundamentales:

1. **Magnitud:** Este valor se representa con un número del 1 al 10, donde 10 indica la máxima alteración del factor ambiental considerado y 1 la mínima. Estos valores se acompañan de un signo positivo (+) o negativo (-) según los efectos sean positivos o negativos para el medio ambiente, respectivamente.
2. **Importancia o Ponderación:** Este valor indica el peso relativo de cada factor ambiental dentro del proyecto, también en una escala del 1 al 10. Un valor de 10 corresponde a la alteración más significativa del factor ambiental, mientras que un valor de 1 indica la menos significativa.

Una vez que todas las cuadrículas de la matriz han sido completadas, se procede a interpretar o evaluar los valores obtenidos. Para simplificar este proceso, a menudo se trabaja con una versión reducida de la matriz, que muestra únicamente las columnas y filas relevantes, es decir, aquellas acciones y factores ambientales que están relacionados de manera significativa.

La versión final de la Matriz de Leopold reducida contendrá los valores que reflejan el grado de impacto de cada acción en cada factor ambiental. Es crucial recordar que, aunque los factores se ponderen individualmente, estos no pueden compararse, sumarse ni acumularse entre sí, ya que representan diferentes aspectos del impacto ambiental.

La Matriz de Leopold ofrece numerosas ventajas para la detección de aspectos e impactos ambientales, ya que requiere relativamente pocos recursos para su aplicación y es eficaz para identificar los efectos en el medio ambiente. Además, este método permite considerar de manera integral los factores socioeconómicos, físicos y biológicos involucrados en un proyecto. Sin embargo, es importante adaptar la matriz a las características específicas de cada proyecto y asegurarse de plantear correctamente los efectos de cada acción involucrada para obtener una evaluación precisa y útil.

2.2.4.2 Método Vicente Conesa

1. Introducción a la Matriz CONESA

La Matriz CONESA es una metodología utilizada en la evaluación de impacto ambiental (EIA) para identificar, analizar y evaluar los efectos potenciales de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente. Esta herramienta se basa en una serie de criterios que permiten una evaluación estructurada y sistemática de los impactos ambientales.

2. Objetivos de la Matriz CONESA

- **Identificación de Impactos:** Permite identificar los posibles impactos ambientales que un proyecto puede generar.
- **Propuesta de Medidas Mitigadoras:** Facilita la propuesta de medidas para prevenir, reducir o compensar los impactos negativos.

3. Estructura de la Matriz CONESA

La Matriz CONESA se estructura en una tabla que cruza diferentes variables y criterios de evaluación. La matriz suele incluir las siguientes columnas y filas:

Columnas:

- **Actividades del Proyecto:** Descripción de las actividades que se llevarán a cabo durante las diferentes fases del proyecto (construcción, operación, cierre).
- **Componentes Ambientales:** Elementos del medio ambiente que pueden verse afectados, como el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna, etc.
- **Impactos Potenciales:** Identificación y descripción de los impactos que cada actividad puede generar sobre los componentes ambientales.

Filas:

- **Categorías de Impactos:** Agrupación de los impactos en categorías como emisiones, residuos, alteraciones físicas, impactos sobre la biodiversidad, etc.
- **Magnitud y Significancia:** Evaluación de la magnitud (intensidad, extensión, duración) y significancia (importancia relativa) de cada impacto.
- **Medidas Mitigadoras:** Recomendaciones para mitigar o compensar los impactos identificados.

4. Procedimiento de Evaluación



- **Identificación de Actividades:** Listar todas las actividades del proyecto y sus respectivas fases (pre-operacional, operacional, de cierre).
- **Determinación de Componentes Ambientales:** Identificar los componentes del medio ambiente que pueden verse afectados por cada actividad.
- **Análisis de Impactos:** Evaluar los impactos potenciales de cada actividad sobre los componentes ambientales utilizando los criterios establecidos.
- **Evaluación de Magnitud y Significancia:** Estimar la magnitud y la significancia de cada impacto.
- **Propuesta de Medidas Mitigadoras:** Desarrollar medidas para minimizar, controlar o compensar los impactos negativos.

5. Criterios de Evaluación

- **Magnitud:** Se refiere a la intensidad o severidad del impacto, y puede ser clasificada como baja, moderada o alta.
- **Extensión:** Define el área geográfica afectada por el impacto, desde local hasta regional.
- **Duración:** Indica el período durante el cual el impacto se manifiesta, que puede ser temporal, de mediana duración o permanente.
- **Reversibilidad:** Evalúa si el impacto es reversible o irreversible, y el tiempo necesario para la recuperación del entorno afectado.
- **Probabilidad:** Determina la probabilidad de ocurrencia del impacto, desde improbable hasta muy probable.

6. Aplicaciones de la Matriz CONESA

- **Proyectos de Infraestructura:** EIA en proyectos de construcción, minería, etc.
- **Proyectos Industriales:** Análisis de impactos en industrias, como fábricas y plantas de tratamiento.
- **Proyectos Agrícolas:** Evaluación de impactos de actividades agrícolas sobre el medio ambiente.

- Proyectos Urbanos: Análisis de impactos en proyectos de desarrollo urbano y planificación territorial.

7. Beneficios de la Matriz CONESA

- Estructuración Clara: Ofrece una estructura clara y sistemática para el efecto de IA.
- Facilita la Identificación de Problemas: Permite identificar de manera temprana problemas ambientales potenciales.
- Apoya la Toma de Decisiones: Proporciona información valiosa para la toma de decisiones sobre la viabilidad y las alternativas de un proyecto.

8. Limitaciones

- Simplicidad: Puede ser demasiado simplificada para proyectos complejos con impactos ambientales multifacéticos.
- Dependencia de Datos: La calidad de la evaluación depende de la calidad y precisión de los datos disponibles.
- Principio del formulario

2.2.5 Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es un instrumento clave en la gestión de los impactos ambientales y sociales que pueden generarse a partir de un proyecto. Su propósito es identificar, evaluar y determinar la relevancia de estos impactos para, en función de ello, diseñar e implementar medidas que permitan prevenir, mitigar, o corregir los efectos negativos que pudieran afectar tanto al entorno natural como a las comunidades cercanas. Según la Dirección General de Formalización Minera (2017), el PMA se configura como una herramienta de planificación que asegura que cada etapa del proyecto se ejecute de manera responsable, cumpliendo con los estándares de sostenibilidad y seguridad ambiental.

El PMA comprende distintos programas y planes específicos, cada uno orientado a abordar un aspecto crítico de la gestión ambiental del proyecto:



- **Programa de prevención, corrección y/o mitigación ambiental:** Este programa define un conjunto de medidas específicas destinadas a prevenir, controlar, corregir o mitigar los impactos ambientales negativos que puedan surgir a lo largo del ciclo de vida del proyecto, desde su fase inicial de construcción hasta el cierre y abandono de las instalaciones. Su enfoque es integral y busca no solo reducir los posibles efectos adversos, sino también implementar prácticas que promuevan un desarrollo sostenible. De acuerdo con Walsh (2015), estas medidas incluyen acciones de restauración del entorno y de manejo adecuado de los recursos naturales, asegurando así que las actividades se lleven a cabo de manera responsable.
- **Programa de manejo de residuos:** Este programa se centra en la identificación, reducción y adecuada gestión de los riesgos asociados a los residuos que puedan generarse como consecuencia del proyecto. Su meta es no solo reducir la generación de desechos, sino también proteger la salud y seguridad de los trabajadores y del entorno mediante una gestión eficiente de los mismos. Incluye la implementación de procedimientos para la clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos, asegurando que estas prácticas cumplan con las normativas vigentes y minimicen el riesgo de accidentes o impactos negativos en el medio ambiente y la comunidad. Walsh (2015) enfatiza que este programa es crucial para prevenir incidentes y enfermedades ocupacionales vinculadas a la manipulación de desechos.
- **Programa de salud, higiene y seguridad ocupacional:** Este programa tiene como objetivo garantizar la salud y la seguridad de los trabajadores, protegiéndolos de los riesgos asociados a las actividades del proyecto. Para ello, se lleva a cabo una identificación y evaluación de los riesgos laborales, estableciendo controles y medidas preventivas que promuevan un ambiente de trabajo seguro. Este programa también se orienta a fomentar prácticas de higiene y seguridad, además de brindar capacitación a los trabajadores para que conozcan y apliquen protocolos de seguridad. Según Walsh (2015), un programa sólido de salud y seguridad reduce

significativamente los riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales, beneficiando tanto al personal como a la continuidad del proyecto.

- **Programa de monitoreo ambiental:** Este programa se enfoca en la recopilación y análisis continuo de datos ambientales para garantizar que los impactos previstos se mantengan dentro de los límites permitidos por la normativa vigente y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). A través del monitoreo constante de los principales indicadores ambientales (como calidad del aire, agua y suelo), se asegura que el proyecto cumpla con los estándares ambientales establecidos, lo que permite ajustar las medidas de mitigación en caso de detectar desviaciones o riesgos inesperados. Como menciona Walsh (2015), el monitoreo continuo es esencial para validar la efectividad de las acciones de mitigación implementadas y para realizar ajustes cuando sea necesario.

2.2.6 Línea base

Una línea base ambiental sirve como referencia esencial para evaluar los cambios potenciales en el ecosistema que podrían resultar de la intervención de un proyecto. Este proceso de medición detallada permite una comparación entre el estado inicial del entorno y las variaciones que ocurren a lo largo del tiempo, generando datos confiables para orientar la gestión ambiental. Para que la medición de una línea base sea eficaz y sólida, es necesario llevar a cabo varias acciones fundamentales:

- **Recopilación de datos históricos y existentes:** Se inicia con la búsqueda y revisión de datos previos sobre el estado ambiental en la zona de influencia del proyecto. Esta información puede proceder de investigaciones pasadas, registros oficiales, estudios académicos y monitoreos previos, proporcionando un contexto de referencia sobre las condiciones ambientales históricas y actuales de la región.
- **Realización de estudios específicos de línea base:** Se llevan a cabo estudios de campo con el fin de recopilar información detallada sobre los elementos ambientales

que podrían verse afectados por la implementación del proyecto. Estos estudios abarcan diversas áreas, como el análisis de calidad del agua, suelo y aire; la realización de inventarios de flora y fauna, y evaluaciones del estado y calidad de los hábitats naturales. Estos datos permiten una comprensión integral del ecosistema y de los elementos clave que podrían experimentar variaciones a causa del proyecto.

- **Identificación y selección de indicadores ambientales:** Se escogen indicadores específicos que permitan monitorear los cambios en el ambiente a lo largo del tiempo. La elección de estos indicadores se basa en su relevancia, sensibilidad a los cambios, representatividad de los posibles impactos y su capacidad de medición. Ejemplos de indicadores incluyen la concentración de contaminantes en el agua, la diversidad de especies, la calidad del aire y la estabilidad del suelo.
- **Definición de límites temporales y espaciales:** Se determinan los alcances geográficos y temporales de la línea base. Esto implica establecer el área de influencia directa e indirecta del proyecto y definir el período en el que se llevará a cabo la recopilación de datos. Estos límites son cruciales para garantizar la consistencia y precisión de los estudios, permitiendo una mejor comparación entre la línea base y los futuros monitoreos ambientales.
- **Participación de expertos multidisciplinarios:** La colaboración de especialistas en diversas áreas de conocimiento, tales como biología, ecología, hidrología y otras disciplinas relacionadas, resulta fundamental para la calidad y fiabilidad de los datos recopilados. Estos expertos brindan un conocimiento especializado que asegura un análisis profundo y detallado de cada componente ambiental.
- **Evaluación y documentación de la incertidumbre:** Durante la recopilación de datos, se evalúa la incertidumbre asociada con cada método y resultado obtenido. Documentar los posibles márgenes de error permite a los responsables de la toma de decisiones comprender las limitaciones de la información y adoptar medidas de mitigación con un entendimiento claro de los posibles riesgos y variabilidades.



- **Documentación exhaustiva y reporte transparente:** Todo el proceso de recopilación de datos, junto con los métodos utilizados y los resultados alcanzados, se documenta de manera rigurosa y detallada. Este registro permite la creación de informes claros y accesibles para todas las partes interesadas, asegurando transparencia en la gestión ambiental y facilitando el acceso a la información para futuros estudios y auditorías.

2.2.7 Marco legal

Ley General del Ambiente (Ley 28611): Esta ley establece principios y lineamientos fundamentales que garantizan el derecho de las personas a vivir en un entorno saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo integral de la vida. Su enfoque primordial es promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, priorizando el bienestar de la población actual y de las generaciones futuras. La ley actúa como pilar de todas las normativas ambientales en el país y sirve como base para todas las políticas de gestión ambiental.

Guía de Evaluación Ambiental Preliminar para el Subsector Minero: Este documento proporciona instrucciones específicas para llevar a cabo evaluaciones preliminares de impacto ambiental en proyectos mineros. Estas directrices permiten identificar de manera temprana los posibles efectos de un proyecto, facilitando la implementación de acciones preventivas antes de su ejecución. La evaluación preliminar actúa como una primera barrera para evitar que los proyectos generen impactos ambientales significativos sin el conocimiento de sus promotores.

Guía de Manejo Ambiental para Minería No Metálica: Dicha guía presenta recomendaciones técnicas sobre la gestión ambiental en actividades de minería no metálica, con un enfoque en la prevención y mitigación de posibles efectos adversos. Este recurso es particularmente útil para proyectos de pequeña y mediana escala, proporcionando directrices prácticas para minimizar la huella ambiental en actividades como la extracción de materiales de construcción y minerales no metálicos.



Guía de Clasificación Ambiental para Actividades de Pequeña Minería y

Minería Artesanal: Este documento clasifica las actividades mineras de menor escala según su nivel de impacto en el entorno. La clasificación establecida es fundamental para determinar las medidas de control y mitigación que cada proyecto debe implementar, considerando la magnitud y naturaleza de sus operaciones. Así, se optimizan los recursos regulatorios y se garantiza una respuesta adecuada a los riesgos ambientales.

Ley N° 27446: Esta ley establece el marco legal para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de proyectos con potencial de generar efectos significativos en el ambiente. La EIA es un proceso obligatorio que permite valorar los posibles impactos de proyectos mineros y propone medidas para prevenir y mitigar estos efectos antes de que las actividades se desarrollen. De este modo, la ley establece una herramienta preventiva clave en la gestión de riesgos ambientales.

Reglamento de la Ley N° 26737: Este reglamento especifica los procedimientos, tiempos y requisitos para cumplir con la normativa de evaluación de impacto ambiental. En particular, regula cómo deben llevarse a cabo las evaluaciones ambientales en el sector minero, asegurando que todos los proyectos cumplan con los estándares establecidos y se minimicen los posibles daños al ambiente.

Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338): Este marco normativo define pautas para la gestión y uso responsable de los recursos hídricos del país, con especial atención al consumo de agua en actividades mineras. La ley tiene como objetivo prevenir que las operaciones mineras comprometan la calidad y disponibilidad del recurso hídrico, protegiendo de esta manera tanto los ecosistemas como el acceso al agua para las comunidades cercanas.

Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales de los Cuerpos de Agua: Este reglamento establece normas para la delimitación de áreas adyacentes a cuerpos de agua y regula su protección, especialmente en zonas afectadas por actividades mineras. Al delimitar las fajas marginales, se busca reducir el riesgo de

contaminación y proteger los ecosistemas acuáticos de las alteraciones que podrían derivarse de las operaciones extractivas.

2.3 Marco Conceptual.

2.3.1 Áridos

Los "áridos pétreos" o "agregados pétreos" son materiales minerales utilizados en la construcción que consisten en fragmentos de roca natural, como arena, grava, piedra triturada o escoria. Los agregados pétreos son esenciales para proporcionar resistencia y estabilidad a las estructuras construidas y se seleccionan según sus propiedades físicas y químicas para satisfacer los requisitos específicos de cada proyecto.

2.3.2 Cantera

Una "cantera" es una mina a cielo abierto de la que se extraen materiales de construcción, como piedra, arena, grava, arcilla, entre otros. Estas operaciones mineras suelen realizarse en áreas donde hay depósitos naturales de los materiales deseados y pueden ser explotadas de manera controlada y regulada. Los materiales extraídos de una cantera se utilizan en una variedad de aplicaciones, como la construcción de carreteras, edificios, pavimentos, entre otros. Las canteras pueden tener diferentes tamaños y métodos de extracción, pero todas comparten el objetivo de obtener materiales útiles para la industria de la construcción.

2.3.3 Efectos medioambientales

Los efectos medioambientales, también conocidos como impactos ambientales, se refieren a las alteraciones, cambios o consecuencias que resultan de las actividades humanas o de fenómenos naturales en el medio ambiente.



2.3.4 Impactos ambientales

Los impactos ambientales pueden ser directos o indirectos, inmediatos o a largo plazo, locales o globales. Pueden manifestarse de diversas formas, como la contaminación, la degradación del suelo, la deforestación, la pérdida de hábitats naturales, la extinción de especies, el cambio climático, entre otros.

2.3.5 Plan de manejo ambiental

Es fundamental para identificar y mitigar los impactos negativos que pueden surgir de actividades humanas, así como para promover prácticas de desarrollo sostenible. Estos planes pueden incluir medidas para reducir la contaminación, conservar la biodiversidad, gestionar los recursos naturales de manera responsable y cumplir con regulaciones ambientales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

La investigación es de carácter no experimental, ya que no se manipularán las variables identificadas. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), este enfoque se define por la observación y medición de los fenómenos en su entorno natural, sin alterar las variables independientes. El estudio sigue un diseño transeccional o transversal, recolectando información en un solo momento temporal. Este diseño, como señalan Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), puede adoptar enfoques exploratorios, descriptivos, correlacionales o explicativos, abarcando uno o varios grupos, subgrupos, comunidades, situaciones o eventos.

3.2 Método de la Investigación

Tamayo y Tamayo (2012) dice método científico es proceso ordenado y riguroso, diseñado para plantear preguntas, verificar hipótesis y aplicar técnicas de investigación con objetividad. Este enfoque asegura la obtención de resultados válidos y confiables, siendo la base fundamental del conocimiento científico.



3.3 Nivel y tipo de la investigación

3.3.1 Nivel de la Investigación

Arias (2012) Considera que el nivel de estudio es una referencia al grado en que se investiga un fenómeno. Mediante la formulación de hipótesis, una investigación explicativa procura determinar los vínculos de causa y efecto que existen entre las variables que se estudian. El nivel de estudio descriptivo-correlacional es el que se lleva a cabo aquí.

3.3.2 Tipo de la investigación

Hernández y Baptista (2014) señalan que la investigación aplicada distingue por su enfoque en resolver problemas concretos dentro de un campo específico, ofreciendo soluciones prácticas y útiles. A diferencia de la investigación teórica, esta se basa en la aplicación del conocimiento científico derivado de investigaciones básicas, con el objetivo de abordar problemas que afectan a la sociedad. Además, se apoya en estudios previos, garantizando que las soluciones propuestas estén respaldadas por una sólida base científica.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Hernández y Baptista (2014, p. 165), el término "universo" o "población" se refiere a cualquier conjunto de elementos que comparten características comunes y son utilizados como fuente de información. En la tesis, la población analizada corresponde a la cantera de agregado en Isla, donde se realiza una explotación artesanal. Esta práctica, que no emplea técnicas eficientes para garantizar la sostenibilidad, ha generado un impacto ambiental significativo, afectando tanto el entorno físico como el biológico.

3.4.2 Muestra

Hernández y Baptista (2014, p. 173) indican que la muestra se subdivide en pequeños subconjuntos para recolectar datos, y es esencial que este grupo represente adecuadamente a la población objetivo. En este estudio, la muestra se enfoca en la extracción artesanal en la cantera Isla, lo que permitirá evaluar su impacto y las prácticas relacionadas.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación.

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

En el ámbito de la investigación científica, las técnicas de investigación desempeñan un papel esencial, ya que son herramientas que permiten la ejecución operativa y sistemática de los métodos necesarios para obtener y analizar datos relevantes en el proceso investigativo. Estas técnicas no solo guían la recolección de datos de manera organizada y precisa, sino que también facilitan el análisis y la interpretación de los resultados, permitiendo así que la investigación avance hacia el cumplimiento de sus objetivos con un enfoque riguroso y fundamentado. Según Hernández y Duana (2020), estas técnicas permiten operacionalizar la metodología, brindando una estructura clara que contribuye a la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos.

Hernández, Fernández y Baptista (2015) definen la observación como "el registro sistemático, preciso y confiable de comportamientos o conductas manifiestas." Esta definición subraya la importancia de un enfoque riguroso en el proceso de observación, en el cual se registran detalladamente los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, permitiendo captar de manera fiel las variables y condiciones presentes. En el contexto de este estudio, la metodología de investigación seleccionada integra varias técnicas, entre ellas el análisis de contenido del expediente técnico del proyecto, con el propósito de construir un documento secundario que permita una descripción exhaustiva



de las etapas, componentes y actividades humanas susceptibles de tener algún impacto en las condiciones ambientales. Este enfoque resulta crucial para identificar los factores y componentes ambientales que podrían ser alterados durante la ejecución del proyecto, lo que permite prever y mitigar posibles efectos negativos sobre el entorno.

Las técnicas empleadas en esta investigación abarcan una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos que permiten un análisis completo y detallado de los impactos potenciales. Entre las técnicas seleccionadas se encuentran:

Observación directa: Esta técnica se utiliza para registrar de manera sistemática los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural, sin intervención del observador en el proceso. La observación directa permite obtener datos en tiempo real y ofrece una visión detallada de los eventos y procesos, lo cual es esencial para documentar los factores ambientales en su estado inicial y compararlos posteriormente con las condiciones tras la implementación del proyecto. Esta técnica es particularmente útil en estudios ambientales, ya que permite observar y registrar las características del entorno con precisión, incluyendo aspectos físicos y biológicos que podrían verse alterados por las actividades del proyecto.

Análisis de Restricciones: En este estudio, se aplica el análisis de restricciones para identificar limitaciones y barreras que pueden surgir en el proceso de ejecución del proyecto. Esta técnica permite evaluar los factores internos y externos que podrían dificultar el cumplimiento de los objetivos ambientales y sociales. Identificar estas restricciones es crucial para la planificación, ya que permite anticipar los obstáculos y establecer estrategias para mitigarlos o evitarlos. Al entender las limitaciones del proyecto, se facilita la toma de decisiones informadas que contribuyen a una ejecución más sostenible y responsable, evitando o minimizando los impactos negativos en el medio ambiente.

Estimación del Diagrama de Flujo: La creación de diagramas de flujo es otra técnica clave utilizada en esta investigación, que permite mapear las interacciones y secuencias de actividades dentro del proyecto. Al utilizar diagramas de flujo, se puede



visualizar de manera gráfica y comprensible el conjunto de acciones y su relación con los factores ambientales, lo que facilita la identificación de puntos críticos donde pueden ocurrir alteraciones ambientales. Esta técnica no solo ayuda a entender la secuencia y dependencia de las actividades del proyecto, sino que también proporciona una herramienta eficaz para anticipar los efectos acumulativos o sinérgicos que podrían surgir debido a la interacción entre varias actividades.

En conjunto, estas técnicas contribuyen a la obtención de datos de alta calidad y a la elaboración de un análisis exhaustivo del impacto ambiental. La combinación de observación directa, análisis de restricciones y diagramas de flujo permite construir una perspectiva integral del proyecto, comprendiendo no solo sus efectos individuales, sino también los impactos acumulativos y complejos que pueden emerger de la interacción entre múltiples factores. Al integrar estas técnicas en la investigación, el estudio logra un enfoque multidimensional que favorece una mejor comprensión de los impactos ambientales, proporcionando un marco para la implementación de estrategias de mitigación efectivas.

Asimismo, la aplicación de estas técnicas en el análisis del expediente técnico permite al investigador tener una visión detallada y estructurada de todas las etapas del proyecto, desde su planificación hasta su ejecución. Esta visión integral es fundamental para el proceso de toma de decisiones, ya que brinda información valiosa sobre las áreas del proyecto que requieren atención particular y sobre las medidas que deben adoptarse para asegurar que la operación sea sostenible y cumpla con los estándares ambientales. En resumen, estas técnicas de investigación científica ofrecen una base sólida para evaluar los posibles efectos del proyecto, promover su sostenibilidad y garantizar que las acciones humanas se realicen de manera que se minimicen los riesgos para el entorno natural y se maximicen los beneficios sociales y ambientales del proyecto.



3.5.2 Instrumentos de recolección de datos.

En el ámbito de la investigación, el desarrollo de instrumentos específicos para la recolección y evaluación de datos empíricos constituye una fase crucial para la obtención de resultados válidos y precisos. Estos instrumentos, cuidadosamente diseñados, permiten capturar información de manera sistemática y confiable, lo cual es indispensable para garantizar la precisión y validez de los hallazgos obtenidos en un estudio. Según Hernández y Duana (2020), la validez de estos instrumentos depende de su capacidad para recopilar datos que reflejen de manera precisa la realidad observada, asegurando que los resultados puedan ser replicables y útiles para el análisis científico.

En este estudio, se han seleccionado listas de verificación como instrumento principal para el registro de las acciones humanas y los factores ambientales. Las listas de verificación son útiles porque permiten un registro estructurado y ordenado de cada acción o actividad relevante en el contexto de estudio. En este caso, estas listas permitirán la construcción de una matriz de doble entrada, donde se representarán las acciones humanas en las columnas y los factores ambientales en las filas. Este enfoque facilita el análisis cruzado, permitiendo identificar cómo cada acción o actividad específica puede influir en los distintos elementos ambientales, destacando tanto los efectos positivos como los negativos. Esta matriz de doble entrada será la base para desarrollar un análisis exhaustivo de los impactos ambientales, con el objetivo de proponer un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que minimice los efectos adversos y potencie los beneficios ambientales asociados al proyecto.

Para la identificación precisa de las acciones humanas y los factores ambientales, se tomará como referencia el expediente técnico del proyecto. Este documento contiene una descripción detallada de las actividades planificadas y sus especificaciones técnicas, previamente evaluadas y aprobadas por las autoridades competentes. La inclusión de esta información asegura que el análisis esté alineado con las características operativas del proyecto, permitiendo que las medidas de mitigación y gestión propuestas sean efectivas y pertinentes para el contexto específico en el que se desarrollará la actividad.

Herramientas y Técnicas de Investigación

El enfoque metodológico de este estudio se apoya en una serie de herramientas y técnicas específicas, cada una de las cuales contribuye a un aspecto particular del proceso de recolección, análisis y evaluación de datos. Entre las herramientas y técnicas empleadas, se destacan las siguientes:

Fichas de recolección de datos de campo: Estas fichas son fundamentales para la recopilación directa y detallada de información en el área de estudio. A través de estas fichas, se registran observaciones específicas sobre las condiciones ambientales, las características del suelo, la flora, la fauna, y otros aspectos relevantes que podrían ser afectados por el proyecto. La recolección de datos de campo permite obtener una visión realista y contextualizada del entorno, lo cual es esencial para evaluar con precisión los posibles impactos y definir medidas de manejo ambiental adecuadas.

Fichas de análisis de restricciones: Estas fichas permiten evaluar las limitaciones y desafíos que pueden surgir durante la ejecución del proyecto. En este contexto, el análisis de restricciones abarca tanto las barreras operativas, como las restricciones ambientales y sociales que pueden influir en el éxito del proyecto. Identificar estas restricciones ayuda a anticipar problemas y a diseñar estrategias para mitigarlos, asegurando que el proyecto cumpla con los requisitos normativos y con los objetivos de sostenibilidad. Además, este análisis facilita la identificación de áreas de oportunidad para optimizar las prácticas de manejo ambiental y social.

Software de análisis de datos: El uso de software especializado para el análisis de datos es esencial en la interpretación y visualización de los resultados. Estas herramientas facilitan la organización, el procesamiento y el análisis de grandes volúmenes de información, permitiendo una comprensión más profunda de las interacciones entre las acciones humanas y los factores ambientales. La capacidad del software para realizar cálculos estadísticos, análisis de tendencias y generar representaciones visuales de los datos es una ventaja significativa en el proceso de toma



de decisiones, ya que permite identificar patrones y establecer correlaciones entre variables de manera eficiente y precisa.

Cada una de estas herramientas y técnicas desempeña un papel crucial en la construcción de una base de datos sólida y confiable, que sustenta el análisis de los impactos ambientales y las recomendaciones para la gestión ambiental. La combinación de la observación en campo, el análisis de restricciones y el procesamiento de datos a través de software especializado garantiza que el estudio pueda abordar de manera integral los distintos aspectos y fases del proyecto, facilitando un enfoque holístico que promueva la sostenibilidad y minimice los riesgos ambientales.

Análisis de Resultados e Implementación del PMA

Con los datos obtenidos a través de las listas de verificación y las herramientas mencionadas, el siguiente paso en el proceso será evaluar los impactos detectados en la matriz de doble entrada. Este análisis permitirá clasificar los impactos según su magnitud, duración, reversibilidad y otros criterios clave, para determinar cuáles requieren de una intervención prioritaria. Los resultados de este análisis se utilizarán para desarrollar un Plan de Manejo Ambiental (PMA) personalizado, que incluya estrategias específicas para mitigar los efectos negativos identificados y optimizar aquellos aspectos del proyecto que puedan contribuir positivamente al entorno.

El PMA es un componente esencial de la gestión ambiental de cualquier proyecto de inversión, ya que establece las acciones necesarias para garantizar que las actividades se realicen de manera respetuosa con el entorno y conforme a los estándares ambientales. A través del PMA, se definen medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración que serán implementadas en cada fase del proyecto, desde la planificación y construcción hasta la operación y abandono. Este enfoque no solo permite reducir el impacto del proyecto en el medio ambiente, sino que también contribuye a mejorar la percepción social y a fortalecer la relación con las comunidades locales.

En resumen, el uso de listas de verificación, fichas de recolección de datos y análisis de restricciones, junto con el apoyo de software especializado, proporciona un enfoque estructurado y metodológicamente robusto para evaluar los impactos ambientales de manera exhaustiva. Estas herramientas no solo permiten recopilar y analizar datos de manera precisa, sino que también facilitan la implementación de medidas efectivas de gestión ambiental, asegurando que el proyecto se desarrolle en equilibrio con el entorno y en cumplimiento con las normativas vigentes. De este modo, el estudio contribuye a una comprensión integral de los efectos del proyecto y a la construcción de soluciones que promuevan un desarrollo más sostenible y responsable.

3.6 Procedimiento de recopilación de datos

3.6.1 Desarrollo de plan de investigación

ETAPA I: UBICACIÓN

- Departamento: Puno
- Provincia: San Román
- Distrito: Juliaca
- Localidad: C.P Isla

Figura 1

Macro localización



ETAPA II: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE MATERIA DE LA CANTERA ISLA.

El proceso de identificación de los impactos ambientales comenzó con la elaboración de un plano topográfico, cuyo objetivo fue mapear detalladamente cada una de las actividades relacionadas con la explotación artesanal en la cantera Isla, así como los efectos que estas actividades generan en el entorno, tanto a nivel físico como biológico. Posteriormente, se empleó una matriz de impactos para identificar y categorizar las diversas actividades asociadas con la explotación artesanal. Estas actividades fueron evaluadas en términos de su impacto ambiental, permitiendo una comprensión integral de las posibles consecuencias sobre el medio ambiente.

1. REMOCIÓN DE CAPA SUPERFICIAL:

El material orgánico presente en la capa superficial, que recubre los agregados, tiene un espesor variable entre 0,10 m y 0,20 m. La remoción de esta capa se realiza de manera manual, empleando herramientas como picos, palas, carretillas y camiones para su transporte.

Figura 2

Decapeo en la cantera ISLA





2. DESPEJE DE TERRENO.

El objetivo de esta actividad es separar la capa de material no agregado situada entre la materia orgánica y los agregados. El desbroce se realiza de manera selectiva y mínima, asegurando que el material separado se reutilice como relleno durante la etapa de abandono del sitio, contribuyendo así a la rehabilitación del área intervenida.

3. CREACIÓN DE FRENTE DE EXPLOTACIÓN.

Una vez finalizada la limpieza y eliminación de la capa superior de material orgánico, dejando al descubierto la cantera de agregados, se inicia la apertura de un frente de explotación. Esta área excavada está diseñada para facilitar la extracción, empleando maquinaria pesada con el propósito de mejorar la eficiencia y asegurar la seguridad durante la operación.

4. EXTRACCIÓN DE AGREGADOS.

La cantera se explota a cielo abierto con el uso de volquete, como excavadoras, tractor frontales y volquetes de 15 m³ de capacidad. La extracción se realiza a pequeña escala, destinada a obtener elemento de construcción. Luego, el material pasa por un proceso de zarandeo para su separación y clasificación, produciendo agregado fino y grueso de 1", listos para la venta.

5. ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL.

Se deposita a cierta distancia del área de excavación, formando pilas que sirven como reservas para su almacenamiento futuro. Estas pilas permiten acumular volúmenes significativos de material, asegurando la disponibilidad continua para su procesamiento y comercialización en etapas posteriores.

6. TRANSPORTE DEL MATERIAL.

La carga del material en los volquetes de 15 metros cúbicos se realiza mediante una excavadora. Estos volquetes se utilizan posteriormente para el transporte y la comercialización del material, facilitando su distribución a los clientes finales.

Figura 3

Almacenamiento y transporte de la cantera ISLA



Figura 4

Diagrama de flujo de la cantera ISLA



Tabla 2

Reconocimiento de Impactos ambientales

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO RECONOCIDO		
		FÍSICO	BIOLÓGICO	SOCIO ECONÓMICO
EXTRACCIÓN	Remoción de capa superficial			
	Despeje de terreno			
	Creación de frente de explotación			
	Extracción de agregados			
	Almacenamiento de la materia extraída			
	Clasificación mediante zarandeo			
	Movimiento materia			

Nota. Elaboración propia

ETAPA III: ANÁLISIS DE LOS EFECTOS PROVOCADOS POR LA EXTRACCIÓN ARTESANAL DE AGREGADOS EN LA CANTERA ISLA.

En este estudio, se utilizó la matriz simplificada de Conesa como herramienta fundamental para el análisis de los impactos ambientales derivados de la explotación artesanal. Esta matriz permite estructurar y sistematizar el análisis en tres fases clave, facilitando una comprensión profunda de las interacciones entre las actividades del proyecto y el medio ambiente. La primera fase de la matriz se centra en la identificación de las acciones específicas realizadas durante la explotación artesanal que son susceptibles de generar impactos. Esta etapa inicial es esencial, ya que permite catalogar detalladamente cada actividad, desde la remoción del suelo hasta el uso de herramientas y técnicas extractivas, estableciendo una base sobre la cual se pueden examinar los posibles efectos ambientales.

La segunda fase de la matriz se enfoca en la identificación de los factores ambientales afectados, lo cual incluye tanto componentes físicos como biológicos. Los factores físicos abarcan elementos del entorno natural como el aire, el suelo y el agua, los cuales pueden experimentar alteraciones significativas en sus propiedades debido a las actividades de explotación. Por ejemplo, el polvo generado durante la extracción puede afectar la calidad del aire, mientras que la remoción de la capa vegetal y la erosión



del suelo pueden comprometer la integridad del terreno. Los factores biológicos incluyen la flora y fauna locales, cuya biodiversidad y hábitat pueden verse perturbados, generando un impacto negativo en los ecosistemas circundantes. Además de los factores físicos y biológicos, se consideran también los factores del entorno social. Estos incluyen aspectos como las relaciones sociales, las actividades económicas locales y las prácticas culturales que podrían verse alteradas de alguna forma por el desarrollo de la explotación artesanal. Este enfoque multidimensional es crucial para comprender no solo los efectos directos sobre el medio ambiente, sino también los impactos indirectos que pueden repercutir en las comunidades cercanas, afectando su calidad de vida y modos de subsistencia.

En la tercera fase de la matriz de Conesa, se realiza un análisis exhaustivo de la magnitud de los impactos identificados, clasificando la intensidad, duración, reversibilidad y alcance de cada impacto ambiental. Esta etapa es fundamental para evaluar si los impactos generados son de corto, mediano o largo plazo, y si presentan un carácter reversible o irreversible. A través de este análisis, se pueden diferenciar los impactos que requieren una intervención inmediata de aquellos que pueden ser gestionados a lo largo del tiempo, permitiendo una priorización efectiva en la formulación de medidas de mitigación y restauración. Además, la evaluación de la magnitud de los impactos facilita la identificación de posibles efectos positivos, como la generación de empleo local, que aunque pueden ser beneficiosos para la economía, deben ser considerados en equilibrio con los posibles efectos negativos para garantizar una intervención ambientalmente responsable.

Los factores ambientales evaluados en esta matriz abarcan elementos del entorno natural y social. Dentro del entorno natural, se incluyen componentes como el aire, el suelo, el agua y los seres vivos, cada uno de los cuales puede experimentar diversas formas de alteración. La calidad del aire, por ejemplo, puede verse afectada por la emisión de partículas y polvo, lo cual puede tener repercusiones en la salud humana y animal. En el caso del agua, se pueden producir contaminaciones o modificaciones en su



caudal, afectando tanto su calidad como su disponibilidad para las comunidades y ecosistemas locales. El suelo, por su parte, puede sufrir procesos de erosión y compactación debido a las actividades extractivas, lo cual impacta en su fertilidad y en su capacidad para sostener la flora y fauna locales.

El entorno social también es un componente fundamental en este análisis, ya que las actividades de explotación artesanal pueden generar cambios significativos en las relaciones sociales, en la dinámica económica de la comunidad y en las prácticas culturales establecidas. Por ejemplo, la alteración de los recursos naturales puede afectar directamente las actividades agrícolas o de pesca de las comunidades locales, generando una presión económica que puede repercutir en las relaciones sociales y en los modos de vida. Del mismo modo, las prácticas culturales, que a menudo están profundamente ligadas al entorno natural, pueden verse afectadas por la modificación de los paisajes o la pérdida de recursos clave, lo cual representa una pérdida para el patrimonio cultural de la región.

En conclusión, la aplicación de la matriz simplificada de Conesa en este estudio permite un enfoque estructurado para la identificación y análisis de los impactos ambientales, tanto positivos como negativos, derivados de la explotación artesanal. Esta herramienta facilita una evaluación integral que abarca desde los aspectos físicos y biológicos del entorno natural hasta los factores sociales y culturales, permitiendo una comprensión completa de los efectos del proyecto. Este enfoque integral es esencial para desarrollar un plan de gestión ambiental que aborde de manera efectiva los impactos detectados, proponiendo medidas de mitigación para los efectos negativos y estrategias de optimización para los impactos positivos, garantizando así una intervención más sostenible y equilibrada.

ETAPA IV: PROPONER UNA ACCIÓN PREVENTIVA PARA ASEGURAR LA SOSTENIBILIDAD EN LA EXTRACCIÓN DE MATERIA.



En el desarrollo de esta investigación, se realizó un estudio exhaustivo que implicó la revisión y análisis detallado de reglamentos y normativas tanto a nivel nacional como internacional, con el objetivo de establecer un marco normativo y técnico sólido que respaldara las recomendaciones y conclusiones del estudio. Este enfoque permitió no solo identificar las mejores prácticas y estándares aplicables al contexto local, sino también entender cómo se abordan problemáticas similares en otras regiones del mundo. Esta revisión comparativa de normativas y estándares es fundamental para proponer medidas y recomendaciones que sean no solo eficaces en el corto plazo, sino también sostenibles y alineadas con los principios de protección ambiental y desarrollo responsable.

La investigación se centró especialmente en aspectos críticos para la sostenibilidad ambiental, como la protección del cauce natural del río, ya que el río cumple una función clave en el mantenimiento de la biodiversidad y en el suministro de agua para diversas actividades humanas y ecológicas. El cauce natural de un río es un componente esencial de su ecosistema, y cualquier alteración significativa en su flujo, dirección o calidad puede desencadenar una serie de efectos negativos que se propagan a través de toda la red ecológica, afectando desde las especies acuáticas hasta los sistemas agrícolas y las comunidades locales que dependen de él. Con este enfoque en la protección del cauce natural, se buscó no solo evitar los impactos negativos directos, sino también prever y mitigar los efectos secundarios que podrían surgir en el mediano y largo plazo.

Asimismo, se prestó especial atención a la preservación del entorno físico. Este aspecto abarca la calidad y estabilidad del suelo, el aire y los recursos hídricos, los cuales constituyen la base sobre la cual se desarrollan tanto los ecosistemas naturales como las actividades humanas. La remoción de la capa superficial del suelo, la generación de polvo y la contaminación del agua son algunos de los problemas que pueden surgir como consecuencia de actividades extractivas, y que impactan directamente en el equilibrio del entorno físico. La preservación de estos componentes no

solo es vital para mantener la salud del ecosistema en su conjunto, sino también para garantizar que el área afectada pueda recuperarse y ser utilizada para otras actividades, una vez que cesen las operaciones.

Otro componente fundamental abordado en esta investigación fue la conservación del ecosistema biológico, entendiendo este como un conjunto interconectado de especies de flora y fauna que dependen unas de otras para su supervivencia. La actividad humana en áreas ecológicamente sensibles puede interrumpir estos vínculos, fragmentando el hábitat y reduciendo la biodiversidad. La revisión de normativas incluyó así estándares de conservación y manejo de la biodiversidad, que son esenciales para proteger las especies vulnerables y para mantener el equilibrio ecológico de la zona afectada. La protección de la flora y fauna no solo es importante desde una perspectiva ambiental, sino también desde un enfoque socioeconómico, ya que muchas comunidades locales dependen directamente de estos recursos naturales para su subsistencia.

Además de la revisión documental, se utilizó la técnica de observación directa como método de recolección de datos complementario, lo cual permitió obtener una visión práctica y contextual de las condiciones reales del área de estudio. La observación directa se realizó en distintas etapas del proyecto, proporcionando información detallada sobre el estado actual de los recursos naturales y el impacto preliminar de las actividades humanas en el sitio. Esta técnica permitió recoger datos de manera sistemática sobre aspectos físicos y biológicos, tales como la calidad del agua, el estado de la vegetación, la presencia de fauna y el nivel de intervención en el terreno. La observación directa facilitó también la identificación de áreas de especial vulnerabilidad, como aquellas cercanas a cuerpos de agua o zonas de alto valor ecológico.

Posteriormente, la información recolectada a través de la observación fue analizada e interpretada cuidadosamente, considerando los distintos factores ambientales, sociales y económicos en juego. Este análisis permitió identificar patrones y relaciones entre las actividades humanas y sus efectos en el entorno natural, y se llevaron a cabo comparaciones entre los datos observados y los estándares previamente



revisados. Al interpretar estos datos, se buscó no solo entender los impactos actuales, sino también prever los efectos acumulativos y potenciales a futuro, lo que es crucial para la planificación de estrategias de mitigación y manejo ambiental.

Las conclusiones extraídas de este proceso de análisis e interpretación se emplearon para proponer medidas que minimizaran los impactos negativos y maximizaran las oportunidades de conservación y restauración del entorno. Estas recomendaciones se basaron en una comprensión holística del ecosistema y en la integración de las normativas revisadas con las observaciones empíricas realizadas. De esta forma, se garantizó que las propuestas no solo fueran teóricamente viables, sino también prácticas y efectivas en el contexto específico de la zona de estudio, contribuyendo a una gestión ambiental que respete y preserve los recursos naturales, al tiempo que permite un desarrollo ordenado y sostenible.

3.7 Análisis de datos

Se realizará un análisis detallado de los datos recopilados empleando diversas herramientas, como tablas y gráficos, para asegurar la precisión y fiabilidad de los resultados. Este enfoque se fundamentará en métodos experimentales rigurosos y procedimientos confiables de recolección de datos, garantizando la integridad y validez del análisis.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados.

4.1.1 Resultados sobre la identificación de los impactos ambientales.

ACTIVIDAD DECAPEO:

Físico:

- Pérdida de suelo debido a la erosión.
- Aumento del flujo de agua superficial debido al incremento de la escorrentía.

Biológico:

- Degradación de la vegetación, resultando en pérdida de biodiversidad.
- Desplazamiento de la fauna debido a la alteración del hábitat.
- Deterioro del paisaje como consecuencia de la actividad humana.

Socioeconómico:

- Creación de oportunidades de empleo como resultado de la actividad económica.
- Incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y actividades de extracción en la zona.

ACTIVIDAD DESBROCE:



Físico:

- Pérdida de suelo a causa de la erosión.
- Aumento del flujo de agua superficial debido a expansión de la escorrentía.
- Presión del suelo como resultado de la actividad humana.

Biológico:

- Degradación de la vegetación, resultando en pérdida de biodiversidad.
- Desplazamiento de la fauna debido a la alteración del hábitat.
- Deterioro paisajístico como consecuencia de la actividad humana.

Socioeconómico:

- Creación de oportunidades de empleo como consecuencia de la actividad económica.
- Incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y actividades de extracción en la zona.

ACTIVIDAD CONSTRUCCIÓN DE FRENTE DE EXPLOTACIÓN:

Físico:

- Alteración de la topografía como resultado de la actividad de extracción.
- Pérdida de suelo debido a la erosión.
- Aumento del flujo de agua superficial debido al incremento de la escorrentía.
- Compactación del suelo como consecuencia de la actividad humana.
- Contaminación del aire por emisión de material particulado (polvo) proveniente de la actividad de extracción.
- Contaminación del aire por emisión de gases provenientes de la actividad.
- Aumento de los niveles de ruido debido a la presencia de maquinaria y operaciones de extracción.

Biológico:

- Degradación de la vegetación, resultando en pérdida de biodiversidad.
- Desplazamiento de la fauna debido a la alteración del hábitat.



- Deterioro del paisaje como consecuencia de la actividad extractiva.

Socioeconómico:

- Creación de oportunidades laborales como resultado de la actividad económica.
- Incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y actividades de extracción en la zona.

ACTIVIDAD EXTRACCIÓN DE AGREGADOS:

Físico:

- Cambios en la topografía como resultado de la actividad de extracción. • Alteración del flujo natural del agua.
- Cambios en la calidad del agua debido a la actividad de extracción.
- Contaminación del aire por emisiones de material particulado (polvo) provenientes de la actividad de extracción.
- Contaminación del aire por emisiones de gases resultantes de la actividad.
- Aumento de la contaminación acústica debido a la presencia de maquinaria y operaciones de extracción.

Biológico:

- Degradación de la vegetación, resultando en pérdida de biodiversidad.
- Desplazamiento de la fauna debido a la alteración del hábitat.
- Deterioro del paisaje como consecuencia de la actividad extractiva.

Socioeconómico:

- Creación de oportunidades laborales como consecuencia de la actividad económica.
- Incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y operaciones de extracción en la zona.

ACTIVIDAD ACOPIO DEL MATERIAL:

Físico:



- Cambios en la topografía como resultado de la actividad de extracción.
- Alteración del flujo natural del agua.
- Contaminación del aire debido a la emisión de material particulado (polvo) proveniente de la actividad de extracción.

Biológico:

- Degradación de la vegetación, resultando en pérdida de biodiversidad.
- Desplazamiento de la fauna debido a la alteración del hábitat.
- Deterioro del paisaje como consecuencia de la actividad extractiva.

Socioeconómico:

- Creación de oportunidades laborales como resultado de la actividad económica.
- Incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y operaciones de extracción en la zona.

ACTIVIDAD DE ZARANDEO:

Físico:

- Presencia de contaminantes atmosféricos, como el material particulado (polvo), originado por la actividad de extracción.
- Aumento de los niveles de ruido debido a la presencia de maquinaria y operaciones de extracción en la zona.

Biológico:

- Desplazamiento de la fauna debido a la alteración del hábitat provocada por la actividad extractiva.

Socioeconómico:

- Creación de oportunidades laborales como resultado de la actividad económica.
- Incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y operaciones de extracción en la zona.



ACTIVIDAD DE TRANSPORTE DE MATERIAL:

Físico:

- Compresión del suelo como consecuencia de la actividad de extracción.
- Contaminación del aire debido a la emisión de material particulado (polvo) proveniente de la actividad de extracción.
- Contaminación del suelo por vertidos de petróleo u otros productos químicos.
- Contaminación del aire por emisión de gases como resultado de la actividad.
- Aumento de los niveles de ruido debido a la presencia de maquinaria y operaciones de extracción en la zona.

Biológico:

- Degradación de la vegetación, resultando en pérdida de biodiversidad.
- Desplazamiento de la fauna debido a la alteración del hábitat.

Socioeconómico:

- Creación de oportunidades laborales como resultado de la actividad económica.
- Incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y operaciones de extracción en la zona.

Se ha identificado que la construcción del frente de explotación afecta principalmente al suelo, mientras que la extracción de agregados tiene un mayor impacto sobre los cuerpos de agua. Por su parte, el proceso de cribado o zarandeo influye de manera más notable en la calidad del aire.

Figura 5

Deterioro del paisaje de la cantera ISLA



Se ha evidenciado un incremento notable en la compactación del suelo en las zonas adyacentes al río, atribuible a las actividades de construcción y extracción. Esta compactación podría tener repercusiones significativas en la capacidad del suelo para absorber y filtrar el agua, lo que, a su vez, comprometería la integridad del ecosistema fluvial. Asimismo, la aparición de cavidades en el lecho superficial del río sugiere una alteración considerable en la morfología del cauce, con potenciales impactos negativos en la dinámica hidrológica y en la biodiversidad acuática de la zona.

Figura 6

Migración de fauna en la cantera ISLA





La fauna local se ve afectada por las difusiones sonoras generadas por vibraciones y ruidos, lo que provoca la dispersión y huida de los animales del entorno. Aunque estas actividades tienen impactos negativos en la fauna, también contribuyen a la generación de empleo, tanto directo como indirecto, en las distintas etapas del proceso de explotación. Además, estas actividades son esenciales para satisfacer la demanda de materiales de construcción, como agregados finos y gruesos, los cuales son fundamentales para el progreso socioeconómico de la región.

4.1.2 Resultados sobre la evaluación de los impactos ambientales

Matriz Conesa: Esta matriz considera las actividades relacionadas con la explotación artesanal de materiales en la cantera Isla y los factores ambientales impactados, con el propósito de evaluar la magnitud de estos impactos y clasificarlos de acuerdo con su grado de importancia. Los criterios de valoración utilizados incluyen los siguientes.

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$



Tabla 3

Evaluación de impactos ambientales generado por la extracción artesanal de agregados de la cantera ISLA.

Medio Físico		IMPACTO AMBIENTAL											Importancia del impacto	Grado de impacto
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
F1	Erosión	-1	2	1	4	4	1	1	1	4	1	1	-25	IRRELEVANTE
F2	Compactación del terreno	-1	8	1	4	4	1	1	1	4	1	2	-44	MODERADO
F3	Cambio en la topografía	-1	8	4	4	4	1	1	1	4	1	2	-50	SEVERO
F4	Contaminación del suelo debido a derrames de petróleo	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	1	3	-33	MODERADO
F5	Aumento de la escorrentía	-1	4	2	4	4	1	1	1	4	1	2	-34	MODERADO
F6	Alteración del drenaje natural	-1	8	4	4	4	1	1	1	4	1	2	-50	SEVERO
F7	Cambio en la calidad del agua	-1	4	8	4	4	1	1	1	4	1	2	-46	MODERADO
F8	Contaminación del aire por emisiones gaseosas	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24	IRRELEVANTE
F9	Contaminación del aire por emisiones de partículas (Polvo)	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24	IRRELEVANTE
F10	Incremento del ruido	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24	MODERADO
Medio Biológico		N	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia del impacto	Grado de impacto
B1	Pérdida o disminución de la vegetación	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	4	4	-37	MODERADO
B2	Degradación del paisaje	-1	2	4	4	4	2	1	1	4	4	4	-38	MODERADO
B3	Desplazamiento de la fauna	-1	4	4	4	4	3	1	1	4	4	8	-49	MODERADO
Medio Socioeconómico		N	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia del impacto	Grado de impacto
S1	Creación de puestos de trabajo	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	10	IRRELEVANTE
S2	Peligro de incidentes	-1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	-11	IRRELEVANTE

Nota. Matriz de evaluación Conesa



La tabla proporciona una visión detallada y exhaustiva de la evaluación de impactos ambientales, resaltando que, de los 15 impactos analizados, el 75% son de carácter negativo. Estos impactos se caracterizan por tener un nivel de gravedad moderado y afectan de manera significativa a los componentes ambientales, específicamente el agua y el suelo.

Entre los impactos más relevantes identificados se encuentran:

- **Alteración del drenaje natural:** Los cambios en la estructura del terreno pueden interrumpir o modificar los cursos de agua, lo que provoca inundaciones o la disminución del flujo en ciertas áreas.
- **Cambios en la topografía:** La intervención en el terreno, ya sea por excavación o nivelación, altera la forma natural del paisaje, lo que puede afectar la estabilidad del suelo y la escorrentía superficial.
- **Deterioro del paisaje:** Las actividades extractivas o de construcción pueden generar cambios visuales significativos, afectando el atractivo estético y natural de la zona.
- **Variaciones en la calidad del agua:** La contaminación por sedimentos, productos químicos o residuos industriales puede degradar la calidad del agua, afectando tanto la flora y fauna acuática como las fuentes de agua para consumo humano.
- **Compactación del suelo:** El paso de maquinaria pesada y la actividad constante en el área compactan el suelo, lo que disminuye su capacidad de infiltración, afecta el crecimiento vegetal y puede contribuir a la erosión.
- **Desplazamiento de la fauna:** La alteración del hábitat natural obliga a las especies a desplazarse, lo que puede resultar en una pérdida de biodiversidad y un desequilibrio en los ecosistemas locales.
- **Pérdida de cobertura vegetal:** La remoción de vegetación para desarrollar actividades industriales o agrícolas conduce a la pérdida de biodiversidad y afecta la capacidad del suelo para retener agua, lo que aumenta la susceptibilidad a la erosión.



- **Aumento de escorrentía:** La reducción de la capacidad de absorción del suelo, combinada con la eliminación de vegetación, provoca un aumento en el volumen y velocidad del agua que corre por la superficie, lo que incrementa el riesgo de erosión y sedimentación en cuerpos de agua cercanos.
- **Contaminación del suelo por derrames de petróleo:** Los derrames accidentales de petróleo u otros productos químicos pueden infiltrarse en el suelo, alterando su composición y afectando su capacidad para sustentar vida vegetal y animal.
- **Erosión:** La remoción de la cubierta vegetal, junto con la compactación del suelo y el aumento de la escorrentía, acelera el proceso de erosión, lo que puede llevar a la pérdida de suelo fértil y a la degradación de la tierra.

Por otro lado, el 25% restante de los efectos se consideran desfavorables, aunque con una importancia mínima. Estos impactos están principalmente asociados con los componentes atmosféricos, como:

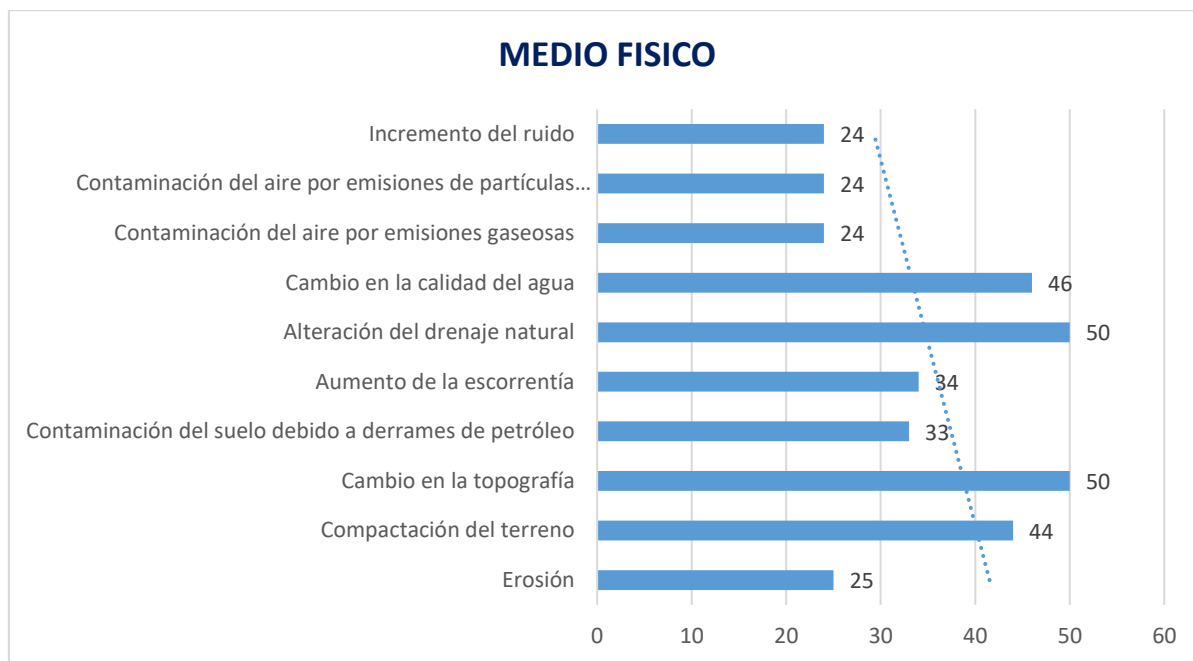
- **Liberación de partículas en suspensión:** La actividad en el sitio, especialmente durante la construcción o excavación, genera polvo y otras partículas que se dispersan en el aire, afectando la calidad del aire y la salud respiratoria de las personas cercanas.
- **Emisión de gases:** La operación de maquinaria pesada y vehículos produce gases contaminantes, como el dióxido de carbono (CO_2), que contribuyen al calentamiento global y a la contaminación del aire local.
- **Ruido:** Las operaciones industriales generan ruido que puede afectar tanto a la fauna como a las comunidades humanas cercanas, causando molestias y, en algunos casos, problemas de salud.

Además, se ha constatado que estos impactos se extienden a la franja adyacente al área intervenida, donde se observan fenómenos como la compactación del suelo, alteraciones en la topografía, contaminación por derrames de petróleo, disminución de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna local. Estos efectos no solo afectan directamente

el área de trabajo, sino que también se propagan a las zonas circundantes, incrementando el alcance y la magnitud de los impactos ambientales.

Figura 7

Impactos en el medio físico



La **Figura 7** muestra un gráfico de barras horizontales que ilustra los distintos impactos generados en el medio físico, ordenados por su magnitud en una escala de 0 a 50 unidades. Cada barra representa un tipo de impacto ambiental asociado a actividades antropogénicas.

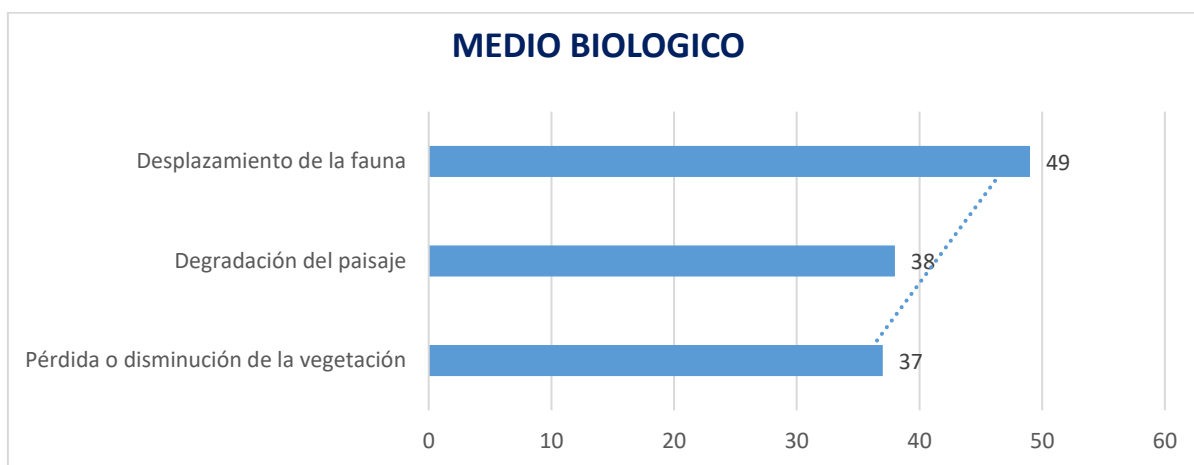
- **Alteración del drenaje natural** y **cambio en la topografía** son los impactos más relevantes, ambos con un valor de 50, indicando una alteración significativa en estos aspectos del medio físico.
- El **cambio en la calidad del agua** y la **compactación del terreno** también destacan con valores de 46 y 44, respectivamente, lo que evidencia importantes afectaciones en la hidrología y la estructura del suelo.
- El **aumento de la escorrentía** y la **contaminación del suelo debido a derrames** registran valores intermedios, de 34 y 33 respectivamente, reflejando una moderada perturbación en estos aspectos.

- Los impactos menores incluyen la **erosión** con un valor de 25, y varios otros factores como el **incremento del ruido**, la **contaminación del aire por partículas** y la **contaminación gaseosa**, todos con un valor de 24.

Este gráfico evidencia que los mayores impactos se concentran en la alteración de los componentes físicos del entorno, principalmente relacionados con el drenaje, la topografía, y la calidad del agua, lo que requiere una atención prioritaria para mitigar los efectos en el ecosistema.

Figura 8

Impactos en el medio biológico



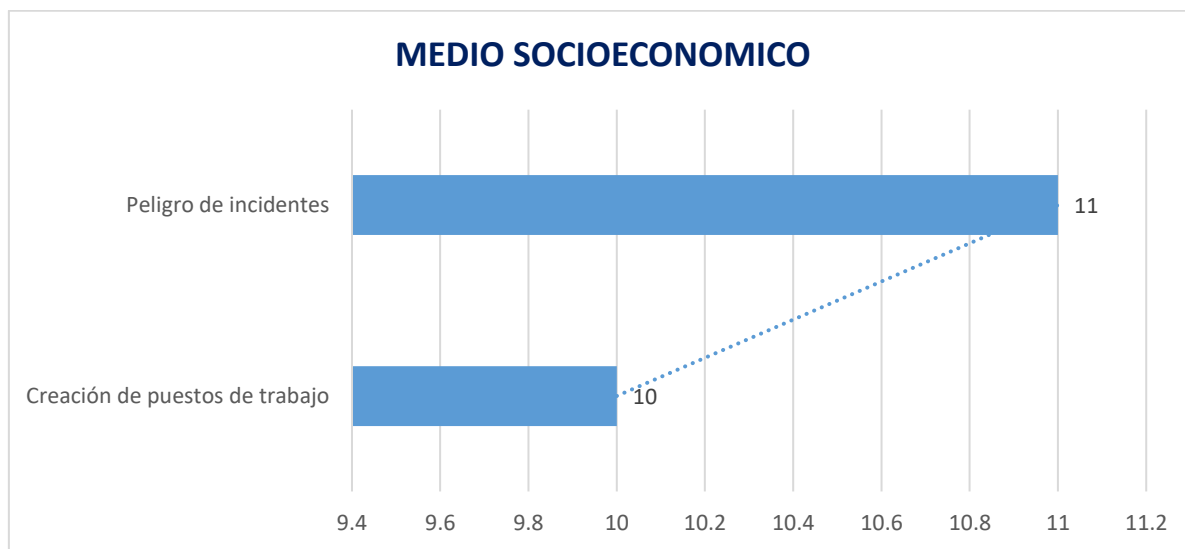
La **Figura 8** muestra un gráfico de barras horizontales que ilustra los principales impactos en el medio biológico, asociados a actividades humanas o cambios en el entorno natural. Los impactos están ordenados por su magnitud, en una escala de 0 a 50 unidades.

- El **desplazamiento de la fauna** es el impacto más significativo, con un valor de 49, lo que indica una fuerte afectación en la distribución y el hábitat de las especies animales.
- La **degradación del paisaje** y la **pérdida o disminución de la vegetación** también presentan niveles elevados de impacto, con valores de 38 y 37 respectivamente, lo que refleja un deterioro considerable en el entorno visual y la flora del área afectada.

Este gráfico resalta la importancia de mitigar estos impactos, especialmente en relación con la fauna y la vegetación, los cuales son clave para el equilibrio ecológico del área estudiada.

Figura 9

Impactos en el medio socioeconómico



La **Figura 9** presenta un gráfico de barras horizontales que muestra los impactos identificados en el medio socioeconómico, asociados a las actividades o proyectos evaluados. Los impactos se miden en una escala de 9.4 a 11.2 unidades.

- El **peligro de incidentes** aparece como el impacto más significativo, con un valor de 11, lo que indica un riesgo relativamente alto en cuanto a la ocurrencia de accidentes o situaciones peligrosas para la comunidad o los trabajadores.
- La **creación de puestos de trabajo**, con un valor de 10, es otro impacto relevante, resaltando un beneficio positivo al ofrecer oportunidades laborales, aunque en menor medida en comparación con el riesgo de incidentes.

Este gráfico evidencia que, si bien el proyecto puede generar beneficios socioeconómicos en términos de empleo, también plantea riesgos significativos que deben ser gestionados adecuadamente para reducir la posibilidad de incidentes y proteger a los involucrados.

4.1.2.1 Índice de calidad de agua

Debido a que el componente agua es el más perjudicado por la explotación artesanal de materiales en la cantera Isla, se implementaron dos puntos de monitoreo en áreas situadas aguas abajo. Estos puntos de control se establecieron con el fin de evaluar de manera precisa y constante la calidad del agua, detectar posibles contaminantes y medir los cambios en los parámetros físicos, químicos y biológicos del recurso hídrico. El objetivo principal de estos monitoreos es identificar los impactos negativos derivados de las actividades extractivas y tomar las medidas necesarias para mitigar dichos efectos, garantizando así la protección y conservación del ecosistema acuático circundante.

Tabla 4

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua

Descrip.	Parámetros	Und.	ECA		
			CAT 4 – E2	1	2
Parámetros Fisicoquímicos	Color	PtCo	20	40	36
	Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	1000	246	201
	DBO5	mg/L	10	1	1
	Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 5	6	8
	pH	Unid. pH	6,5 a 9,0	8.14	7.94
Microbiológico	sólidos suspendidos	mg/L	≤ 100	14.7	21.8
	Coliformes fecales	NMP/100ml	2 000	$92 \times 10^{\wedge}$	$78 \times 10^{\wedge}$

En la **Tabla 4**, se exponen los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la categoría 4 – E2, que corresponde a la conservación del ambiente acuático. Los valores registrados para los puntos de muestreo 1 y 2 son comparados con los límites permisibles establecidos por la normativa peruana.

Parámetros fisicoquímicos:

- **Color:** Expresado en unidades **PtCo**, los valores obtenidos fueron 40 y 36 para los puntos 1 y 2, respectivamente, excediendo el límite establecido de 20.
- **Conductividad:** Los valores de conductividad, medidos en **$\mu\text{S/cm}$** , resultaron en 246 y 201, ambos dentro del límite permisible de 1000.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5):** Con un valor límite de 10 mg/L, los niveles de DBO5 fueron de 1 mg/L en ambos puntos, cumpliendo con la normativa.
- **Oxígeno disuelto:** Este parámetro, medido en mg/L, presentó niveles de 6 y 8, superando el valor mínimo requerido de 5 mg/L, lo que sugiere una adecuada oxigenación del cuerpo de agua.
- **pH:** Los valores de pH obtenidos fueron de 8.14 y 7.94, ambos dentro del rango permisible de 6.5 a 9.0.

Parámetros microbiológicos:

- **Sólidos suspendidos:** Medidos en mg/L, los valores obtenidos fueron 14.7 y 21.8, con el segundo valor ligeramente por encima del límite permisible de ≤ 10 mg/L.
- **Coliformes fecales:** Expresados en **NMP/100 ml**, los resultados fueron de 92×10^4 y 78×10^4 , superando significativamente el valor límite de 2000, lo que indica una alta presencia de contaminación fecal en ambos puntos.

Estos resultados muestran que, si bien algunos parámetros cumplen con los límites establecidos, otros, como el color, los sólidos suspendidos y los coliformes fecales, exceden los valores permisibles, sugiriendo la necesidad de implementar medidas de mitigación para garantizar la calidad del agua en términos de conservación ambiental.

4.1.3 Resultados sobre las medidas preventivas para un proceso de extracción artesanal de materiales de la cantera isla.

Para lograr la sostenibilidad y minimizar los impactos ambientales negativos derivados de la explotación de una cantera, es esencial implementar una serie de medidas técnicas bien planificadas que aborden de manera integral los efectos adversos y protejan los recursos naturales y la integridad del ecosistema circundante. Estas acciones no solo buscan mitigar los impactos inmediatos, sino también asegurar que la actividad extractiva se desarrolle de manera compatible con el entorno y que las áreas



intervenidas puedan recuperarse adecuadamente al término de la explotación. A continuación, se detalla un conjunto de medidas organizadas en función de cada etapa del proceso de explotación, desde el método de extracción hasta el programa de abandono y restauración del sitio.

1. Método de Extracción

Explotación diurna: Realizar las operaciones de explotación exclusivamente durante el día no solo aprovecha la luz natural, lo que mejora la visibilidad y reduce el riesgo de accidentes, sino que también minimiza el impacto del ruido y las vibraciones sobre la fauna y las comunidades vecinas, que suelen ser más vulnerables a estos efectos en horas nocturnas. Este enfoque, por tanto, contribuye a una mejor convivencia entre la operación minera y los elementos del ecosistema local.

Evitar taludes inestables: La estabilidad de los taludes es crucial, ya que los taludes inestables pueden resultar en deslizamientos de tierra y erosión, lo que, además de representar un riesgo para la seguridad de los trabajadores, puede conducir a la sedimentación de los cuerpos de agua cercanos. Esto afecta tanto la calidad del agua como la vida acuática. Un diseño adecuado de los taludes, que tenga en cuenta la geología y morfología del área, es clave para reducir estos riesgos.

Protección de riberas: Las riberas cercanas al área de explotación deben ser protegidas con barreras naturales o artificiales para controlar la erosión y evitar desbordes en épocas de lluvias. Estas barreras protegen la integridad de los cuerpos de agua y ayudan a mantener la estabilidad del ecosistema fluvial, lo cual es fundamental para la preservación de las especies y el funcionamiento de los sistemas ecológicos locales.

2. Apertura Inicial de Accesos

Creación de accesos con cargador frontal: El uso de un cargador frontal en la apertura de accesos permite manejar los materiales de manera controlada y gradual. Esto asegura que los caminos sean firmes y estables, lo que facilita la logística interna y

disminuye el riesgo de deslizamientos o erosiones que podrían afectar tanto a la operación como al entorno.

3. Extracción de Materiales

Mantenimiento regular de la maquinaria: La maquinaria pesada empleada en la extracción, como excavadoras y volquetes, debe ser sometida a un mantenimiento preventivo periódico para evitar fugas de aceites, combustibles y lubricantes, que podrían contaminar el suelo y los cuerpos de agua. Este mantenimiento no solo alarga la vida útil de la maquinaria, sino que también previene posibles daños al medio ambiente.

Mantenimiento de márgenes fluviales: Mantener intactos los márgenes fluviales y reservar un borde perimetral de gravas de 5 metros de ancho ayuda a proteger los cursos de agua, evitando contaminaciones y preservando la estructura natural del río. Esto es crucial para garantizar que los procesos de extracción no afecten el flujo natural ni el equilibrio ecológico del sistema fluvial.

Uso de maquinaria adecuada: La selección de maquinaria específica, como cargadores frontales y volquetes adaptados a las características del terreno, permite realizar la extracción de manera eficiente y con menos impactos. Además, el uso de técnicas para la estabilización de taludes con pendientes adecuadas minimiza los riesgos de deslizamientos, lo que ayuda a mantener la estabilidad del terreno y reducir la erosión.

Limpieza periódica: Mantener el área de trabajo libre de residuos y materiales sobrantes contribuye a la seguridad de los trabajadores y evita la acumulación de elementos que podrían obstruir el flujo de trabajo o contaminar el suelo. La limpieza periódica es una medida preventiva que favorece la organización y reduce los riesgos de accidentes.

Charlas de concientización ambiental y seguridad: Las capacitaciones regulares sobre prácticas de seguridad y cuidado ambiental son fundamentales para promover una cultura de responsabilidad entre los trabajadores. Estas charlas aseguran que el personal esté al tanto de las normativas de seguridad y de las mejores prácticas ambientales, lo que contribuye a una operación más segura y sostenible.



Equipos de protección personal (EPP): El uso obligatorio de EPP, como cascos, guantes, protectores auditivos y mascarillas, reduce el riesgo de accidentes y protege la salud de los trabajadores, especialmente en un entorno que implica la manipulación de maquinaria pesada y exposición a partículas y ruido.

Control del polvo y emisiones: La humidificación de las zonas de trabajo es una técnica efectiva para reducir la dispersión de polvo y mejorar la calidad del aire, lo cual es beneficioso tanto para la salud de los trabajadores como para la reducción del impacto ambiental en las comunidades vecinas. Este control de emisiones disminuye los problemas respiratorios y contribuye a un ambiente de trabajo más saludable.

Ubicación del área de almacenamiento: Almacenar los materiales en áreas desprovistas de cobertura vegetal y lejos de cuerpos de agua es una medida preventiva que reduce el riesgo de contaminación y facilita una gestión responsable de los materiales extraídos.

Manejo de materiales no aptos: Los materiales no aptos para el proceso deben ser acopiados en sitios controlados, con medidas de contención que eviten su dispersión y posibles impactos negativos en el suelo y en los cuerpos de agua cercanos. La correcta disposición final de estos materiales es fundamental para evitar que generen problemas ambientales a largo plazo.

Delimitación y señalización de zonas de trabajo: La delimitación clara y la señalización adecuada de las áreas de trabajo son esenciales para mantener la seguridad, ya que evitan el acceso no autorizado y reducen el riesgo de accidentes. Además, permiten que las operaciones se lleven a cabo de manera ordenada y eficiente, lo que contribuye a la protección del personal y a la organización de la operación.

4. Programa de Abandono

Limpieza general del área intervenida: Antes del cierre de la operación, es esencial llevar a cabo una limpieza exhaustiva del área intervenida, asegurando que no queden residuos orgánicos o inorgánicos que puedan afectar el entorno. La disposición

final de estos desechos en sitios designados minimiza la alteración del ecosistema y facilita la recuperación del área.

Estabilización de taludes: Al finalizar las actividades extractivas, es importante restablecer la estabilidad de los taludes y ajustar la morfología del terreno, incluyendo las riberas del río, para prevenir futuros desbordamientos y deslaves. La reducción de la pendiente de los taludes ayuda a evitar la erosión y proporciona una estabilidad geotécnica que facilita la regeneración natural del suelo y de la vegetación.

La implementación de estas medidas técnicas es crucial para asegurar que la actividad de explotación en la cantera se realice de forma compatible con el medio ambiente y que sus impactos negativos sean mitigados en la mayor medida posible. A través de una gestión ambiental responsable y un enfoque de operación sostenible, se pueden equilibrar los beneficios de la extracción minera con la preservación de los recursos naturales y la protección de las comunidades locales. Estas acciones no solo buscan cumplir con las normativas ambientales, sino también establecer una relación de respeto y sostenibilidad con el entorno.

4.2 Discusión de resultados.

1. Impactos Físicos y Topográficos: Erosión, Compactación y Escorrentía

En el estudio presentado, la erosión del suelo y la compactación del terreno son dos de los impactos físicos más graves, con valores de 44 y 50 en la Matriz Conesa, respectivamente. Estos resultados coinciden con el trabajo de Mamani et al. (2019), quienes analizaron los impactos físicos de las actividades extractivas en la cuenca del Lago Titicaca, específicamente en áreas con pendientes pronunciadas y suelos frágiles. Estos autores documentaron una pérdida acelerada de suelo debido a la erosión, exacerbada por la ausencia de vegetación protectora. En su investigación, se sugiere la implementación de barreras vegetativas y terrazas para reducir el riesgo de erosión.

Además, el aumento de la escorrentía como resultado de la compactación del suelo se ha señalado como un factor crítico que podría alterar la hidrología local. Según Paucar y Quispe (2017), el incremento de escorrentía en áreas de minería artesanal en Puno ha generado problemas de sedimentación en cuerpos de agua cercanos, lo que a su vez afecta la calidad del agua y aumenta el riesgo de inundaciones locales. Se sugiere que las prácticas de manejo de aguas pluviales, como zanjas de infiltración y lagunas de sedimentación, podrían mitigar estos efectos.

2. Impactos Biológicos: Degradación del Paisaje, Pérdida de Vegetación y Desplazamiento de la Fauna

Los impactos sobre el medio biológico, como la degradación del paisaje y la pérdida de biodiversidad, se evidencian claramente en el estudio, con valores de 38 y 37 en la Matriz Conesa, respectivamente. En estudios realizados por Flores y Gonzales (2018) en la cuenca del Ramis, se documenta que la pérdida de vegetación por actividades mineras reduce significativamente la capacidad del suelo para retener agua, lo que acelera la desertificación de las áreas circundantes. La revegetación controlada ha sido propuesta como una medida de mitigación efectiva para recuperar la cobertura vegetal y frenar la erosión.

El desplazamiento de la fauna, con un valor de 49, es otro impacto ambiental crítico. Los ruidos intensos y las vibraciones provenientes de la maquinaria pesada han afectado gravemente los patrones de migración de la fauna local. En la investigación de Chura y Mamani (2017), se sugiere que las actividades extractivas han reducido significativamente la presencia de especies de aves y mamíferos en áreas mineras. Este estudio recomienda la implementación de zonas de amortiguamiento y la limitación de operaciones durante los períodos de reproducción de la fauna.

En relación a la calidad del agua, es importante resaltar que las actividades de extracción han incrementado la presencia de sólidos suspendidos y la contaminación por coliformes fecales, lo que compromete tanto la biodiversidad acuática como las fuentes de agua potable. Esto es consistente con los estudios de Huamán et al. (2016), quienes

encontraron que las operaciones mineras cerca del Lago Titicaca han generado un aumento en los niveles de turbidez y disminución de la calidad del agua, afectando negativamente a las especies acuáticas endémicas.

3. Impactos Socioeconómicos: Creación de Empleo y Riesgos de Accidentes

Si bien el estudio muestra que la actividad extractiva genera oportunidades de empleo, con un valor positivo de 10 en la Matriz Conesa, el incremento del riesgo de accidentes debido a la presencia de maquinaria pesada y operaciones sin medidas de seguridad adecuadas es una preocupación destacada. Quispe y Paredes (2019) estudiaron la incidencia de accidentes laborales en proyectos de extracción artesanal en Puno, concluyendo que las malas condiciones de seguridad y la falta de capacitación son factores clave en el alto índice de accidentes. Recomiendan la implementación de programas de capacitación en seguridad y el uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP).

En cuanto a la creación de empleo, aunque es un beneficio positivo a corto plazo, Huamán y Lázaro (2020) argumentan que las oportunidades laborales en la minería artesanal son limitadas y no garantizan el desarrollo sostenible a largo plazo, ya que dependen de la fluctuación de la demanda de materiales. Estos autores sugieren que los esfuerzos deberían centrarse en diversificar las oportunidades económicas mediante el fomento de otras actividades productivas sostenibles, como el turismo ecológico o la agricultura sostenible, para reducir la dependencia de las actividades extractivas.

4. Comparación con Investigaciones Previas: Estrategias de Mitigación

El estudio actual emplea la Matriz Conesa para clasificar la magnitud de los impactos, lo que es común en estudios ambientales en la región. Por ejemplo, Chura y Mamani (2017) utilizaron una metodología similar para evaluar los impactos de la minería artesanal en el río Ramis, concluyendo que los mayores impactos ambientales se concentran en la alteración de los recursos hídricos y la compactación del suelo. Sus recomendaciones incluyen la implementación de medidas preventivas como el uso de



barreras vegetativas, la restricción de actividades extractivas en áreas sensibles y la mejora en la gestión de residuos sólidos y líquidos.

Por otro lado, estudios como el de Mamani et al. (2019) destacan la necesidad de involucrar a las comunidades locales en los programas de reforestación y restauración de áreas afectadas para asegurar una rehabilitación exitosa del paisaje. Estos autores sugieren que la participación comunitaria puede generar beneficios adicionales, como la creación de empleos a través de proyectos de reforestación y conservación.

5. Medidas Propuestas y Recomendaciones

Dada la magnitud de los impactos identificados en el estudio, es crucial que se implementen medidas correctivas y de restauración ambiental en la cantera ISLA. Las medidas como la revegetación de áreas afectadas, la creación de zonas de amortiguamiento para la fauna, y la mejora en los controles de contaminación del aire y del agua son vitales para minimizar los efectos negativos. Además, se recomienda un enfoque más integral que incluya la capacitación continua de los trabajadores en temas de seguridad laboral y manejo ambiental, tal como sugieren Flores y Gonzales (2018) en su análisis de la minería artesanal en Puno.

En resumen, los resultados del estudio son consistentes con los impactos ambientales identificados por otros autores en la región de Puno. Sin embargo, el éxito de las estrategias de mitigación dependerá en gran medida de la implementación efectiva de las medidas y del compromiso de las autoridades locales y de las empresas extractivas para asegurar una gestión ambiental adecuada.



CONCLUSIONES

- C.1. La fase de construcción de frente resulta en el principal deterioro del suelo, mientras que la extracción de agregados causa mayormente daños al agua, y el proceso de zarandeo afecta negativamente la calidad del aire. A pesar de estos efectos adversos, es importante resaltar que la actividad también conlleva beneficios económicos en términos de generación de empleo en todas las etapas.
- C.2. La explotación artesanal en la cantera Isla genera un 75% de impactos ambientales negativos de magnitud moderada, mientras que el 25% restante es de baja relevancia. Además, el índice de calidad del agua muestra un nivel regular, lo que sugiere la necesidad de monitoreo y medidas correctivas para mejorar las condiciones ambientales de la zona.
- C.3. La actividad de extracción manual de materiales en la cantera de Isla ha provocado impactos ambientales importantes, lo que ha llevado a la sugerencia de implementar un plan de gestión ambiental como medida preventiva para mitigar estos efectos durante el proceso de explotación.



RECOMENDACIONES

- R.1. Se sugiere realizar una identificación exhaustiva de los impactos ambientales en canteras cercanas, con el fin de comparar el alcance y la magnitud de los efectos generados, y así obtener un panorama más amplio de las afectaciones en la zona.
- R.2. Es recomendable aplicar diversos métodos de evaluación ambiental y contrastar los resultados obtenidos. Esto permitirá una comprensión integral de la situación ambiental, identificando posibles discrepancias y enriqueciendo el análisis.
- R.3. La sostenibilidad de la explotación depende de la vigilancia constante de las autoridades, asegurando el cumplimiento de las medidas y normativas ambientales por parte de las empresas extractivas.



REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Aznar , Caceres & Romero. (2018). *Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria*.
- Bermúdez, L. T., Páez, A. F., & C., L. F. (2010). Impactos socioeconómicos y ambientales del Proyecto de Riego y Drenaje del Valle del Alto Chicamocha y Firavitoba, Boyacá (Colombia). *Scielo*, 2-12. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652010000200023&script=sci_arttext
- Blanco Benavente, E. E., & Paricahua Sinca, H. F. (2020). *Identificación y valoración de impactos ambientales generados por las actividades de la minería informal, en el Cerro Luicho del Distrito de Colta, Provincia de Paucar del Sara Sara, Ayacucho*. Ayacucho: Universidad Tecnológica del Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3017>
- Bocanegra, T. G. (2006). *Estudio del impacto ambiental de la extracción aurífera artesanal dentro de la jurisdicción política del distrito de Santa Rosa de Quives, año 2006*. Distrito de Santa Rosa: Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas. doi:<https://doi.org/10.15381/iigeo.v9i18.580>
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.
- Bravo Madera, J. C., & Contreras Cruz, M. J. (2017). *Diseño de Estrategias para la Disminución o Reducción del Impacto Ambiental Generado por la Extracción de Materiales Agregados para la Construcción en el Municipio de Tolviejo - Sucre*. Caribe - Sucre: Universitaria del Caribe - CECAR. Obtenido de <https://repositorio.cecar.edu.co/handle/cecar/110>



- Cegara, S. J. (2019). *Los métodos de investigación*. España.
- Goicochea Rios, J. A. (2019). *Programa de adecuación y manejo ambiental (PAMA) de sistemas de riego y drenaje, caso Valle del Río Cañete*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4008>
- Hernandez & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. Mexico.
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 9(17).
- Juvinao, D. D., & Morrón, M. M. (2017). *Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, Santa Cruz en el municipio de Manaure, la Guajira* (Vol. Vol. 4 Núm. 2 (2016)). Guajira - Colombia: Investigación e Innovación en Ingenierías. doi:<https://doi.org/10.17081/invinno.4.2.2486>
- Llore Guerrero, I., & Rodríguez Nogales, S. (2010). *Evaluación de impactos ambientales y propuesta del plan de manejo ambiental del Proyecto de Riego Ambuquí*. Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/156>
- Machaca Fernandez, Y. N. (2021). *Análisis de los impactos ambientales generado por la explotación artesanal de materiales de la cantera Cutimbo - Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18628>
- Muñoz Sanchez, L. E., & Vilchez Calla, E. M. (2022). *Impacto socio ambiental de extracción de agregados de Cantera El Gavilán, para mantenimiento de la carretera tramo: Conchan – Cajamarca. (km 43+000 – km 56+900), 2021*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/30544>
- Narvaez Trigoso, J. A. (2023). *Análisis de métodos matriciales de evaluación de impactos ambientales para gestionar el informe de gestión ambiental, para proyectos de riego tecnificado*. Asuncion: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5712>



Nicomedes. (2018). tipo de investigacion.

Ortega Daza, J. C. (2017). *Impactos Ambientales Ocasionados por la Extracción Artesanal de Materiales de Construcción: El Caso del Transecto del Río Cesar, en San Juan del cesar, La Guajira*. Manizales - Colombia: Universidad de Manizales. Obtenido de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3321>

Ramirez Salas, W. (2017). *Impacto ambiental de la pequeña minería y minería artesanal en la sub cuenca del río Inambari Madre de Dios*. Madre de Dios: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4583>

Ramos Zapana, B. (2023). *Plan de gestión ambiental en la obra mejoramiento de la carretera Azangaro - San Juan de Salinas - Chupa, Provincia de Azangaro – Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21656>

Ruiz Salazar, C. A., & Huamaní Juárez, A. M. (2016). *Propuesta del plan de manejo ambiental en sistemas de riego por aspersión - caso de estudio: Ucuscancha - Shullapamarca - Calzada, distrito Chicla*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2236>

Somoza, A., Vazquez, P. S., & Zulaica, M. L. (2019). *Implementación de buenas prácticas agrícolas para la gestión ambiental rural*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11336/118723>

Turpo Sucari, B. (2015). *Protección ambiental y social para la explotación sostenible y producción de Concretos de Calidad en el Río Cutimbo Puno*. Puno: Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/372>

Vidal, A., & Asuaga, C. (2021). *Gestión ambiental en las organizaciones: Una revisión de la literatura*. Uruguay: Universidad de la República.

Villena Hurtado, N. (2018). *Determinación de los impactos ambientales potenciales generados por habilitación de sistema de riego, Anascapa - Ubinas Moquegua*,



2017. Moquegua: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6228>

Zapana Quiza, L. (2023). *Evaluación del nivel de riesgo ante precipitaciones intensas y su impacto ambiental en el Distrito de Vilque, Puno – 2022*. Vilque: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Obtenido de <https://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/468>



ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Inst. de Medición
<p>Problema General: ¿Cómo afectan ambientalmente las actividades de extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román?</p>	<p>Objetivo General: Analizar los efectos ambientales de la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román.</p>	<p>Hipótesis General: La extracción artesanal de materiales de la cantera Isla en la Provincia de San Román produce impactos ambientales significativos.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Extracción artesanal de materiales</p> <p>Variable Dependiente</p> <p><i>Impacto Ambiental</i></p>	<p>Fichas y Herramientas de Laboratorio</p> <p>Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.</p>
<p>Problemas Especificos</p>	<p>Objetivos Especificos</p>	<p>Hipótesis Específicas</p>		
<p>¿Qué efectos ambientales tiene la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román?</p> <p>¿De qué manera impacta la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla en la Provincia de San Román en el medio ambiente?</p> <p>¿Qué medidas preventivas se pueden implementar para asegurar una extracción sostenible de materiales en la cantera Isla en la Provincia de San Román?</p>	<p>Determinar los efectos ambientales derivados de la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla de la Provincia de San Román.</p> <p>Examinar los impactos ambientales generados por la actividad de extracción artesanal en la cantera Isla en la Provincia de San Román.</p> <p>Proponer estrategias preventivas para promover un proceso de extracción sostenible de materiales en la cantera Isla en la Provincia de San Román.</p>	<p>Los impactos ambientales derivados de la extracción artesanal de materiales de la cantera Isla, incluyen tanto efectos negativos como positivos.</p> <p>Los efectos ambientales de la extracción artesanal de materiales en la cantera Isla, será de moderados a altos en términos de gravedad.</p> <p>La implementación de un plan de manejo ambiental será una medida preventiva eficaz para mitigar los impactos de extracción artesanal de materiales en cantera Isla.</p>		



Medio Físico		IMPACTO AMBIENTAL											Importancia del impacto	Grado de impacto
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
F1	Erosión	-1	2	1	4	4	1	1	1	4	1	1	-25	IRRELEVANTE
F2	Compactación del terreno	-1	8	1	4	4	1	1	1	4	1	2	-44	MODERADO
F3	Cambio en la topografía	-1	8	4	4	4	1	1	1	4	1	2	-50	SEVERO
F4	Contaminación del suelo debido a derrames de petróleo	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	1	3	-33	MODERADO
F5	Aumento de la escorrentía	-1	4	2	4	4	1	1	1	4	1	2	-34	MODERADO
F6	Alteración del drenaje natural	-1	8	4	4	4	1	1	1	4	1	2	-50	SEVERO
F7	Cambio en la calidad del agua	-1	4	8	4	4	1	1	1	4	1	2	-46	MODERADO
F8	Contaminación del aire por emisiones gaseosas	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24	IRRELEVANTE
F9	Contaminación del aire por emisiones de partículas (Polvo)	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24	IRRELEVANTE
F10	Incremento del ruido	-1	2	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-24	MODERADO
Medio Biológico		N	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia del impacto	Grado de impacto
B1	Pérdida o disminución de la vegetación	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	4	4	-37	MODERADO
B2	Degradación del paisaje	-1	2	4	4	4	2	1	1	4	4	4	-38	MODERADO
B3	Desplazamiento de la fauna	-1	4	4	4	4	3	1	1	4	4	8	-49	MODERADO
Medio Socioeconómico		N	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	Importancia del impacto	Grado de impacto
S1	Creación de puestos de trabajo	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	10	IRRELEVANTE
S2	Peligro de incidentes	-1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	-11	IRRELEVANTE



Naturaleza			
Impacto beneficioso (+)		Impacto perjudicial (-)	
Intensidad (IN) *		Extensión (EX)	
(Grado de destrucción)		(Área de influencia)	
Baja o mínima	1	Puntual	1
Media	2	Parcial	2
Alta	4	Amplio o extenso	4
Muy Alta	8	Total	8
Total	12	Crítico	4
Momento (MO)		Persistencia (PE)	
(Manifestación)		(Permanencia del efecto)	
Largo Plazo	1	Fugaz o efímero	1
Medio Plazo	2	Momentáneo	1
Corto Plazo	3	Temporal o transitorio	2
Inmediato	4	Pertinaz o persiste	3
Crítico	4	Permanente y constante	4
Reversibilidad (RV)		Recuperabilidad (MC)	
(Reconstrucción por medios naturales)		(Reconstrucción por medios humanos)	
Corto Plazo	1	Recuperable de manera inmediata	1
Medio Plazo	2	Recuperable a corto plazo	2
Largo Plazo	3	Recuperable a mediano plazo	3
Irreversible	4	Recuperable a largo plazo	4
		Mitigable, sustituible y compensable	4
		Irrecuperable	8
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
(Potenciación de la manifestación) **		(Incremento progresivo)	
Sin sinergismo o simple	1	Simple	1
Sinergismo moderado	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
(Relación Causa - Efecto)		(Regularidad de la manifestación)	
Indirecto	1	Irregular (aperiódico y esporádico) ***	1
Directo	4	Periódico o de regularidad intermitente	2
		Continuo	4

(*) Cuando la acción causante del efecto tenga el atributo de beneficiosa, caso de las medidas correctoras, el grado de perturbación se referirá al grado de construcción, regeneración o recuperación del medio afectado.

(**) Cuando la aparición del efecto consecuencia de la actuación o intervención simultánea de dos o más acciones, en vez de potenciar el grado de manifestación de la suma de los efectos que se producirán si las acciones no actuarán simultáneamente, presente un debilitamiento del mismo, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, disminuyendo el valor de la importancia del impacto.

(***) En los casos, en que así lo requiera la relevancia de la manifestación del impacto, a los impactos irregulares (aperiódicos y esporádicos), se les designará un valor superior al establecido pudiendo ser cuatro (04).



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 29-10-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WILMER NINA ALCA

Dirección: COMUNIDAD CAMPESINA POTOJANI CHICO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46712118

Teléfono: 935 407 038 email: ninaalca@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDOS POR LA EXTRACCIÓN

ARTESANAL DE MATERIALES DE LA CANTERA ISLA

EN LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): IMPACTOS AMBIENTALES, PREVENCIÓN, ETAPAS, CANTERA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2?}

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17


Firma de Autor



huella digital

28-10-2024

Fecha