



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Identificación de Pasivos Ambientales por la Actividad Minera de Áridos y  
Pétreos en el Cantón Machala**

**JARAMILLO ZAMBRANO VICTOR ALEJANDRO  
INGENIERO AMBIENTAL**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Identificación de Pasivos Ambientales por la Actividad Minera de  
Áridos y Pétreos en el Cantón Machala**

**JARAMILLO ZAMBRANO VICTOR ALEJANDRO  
INGENIERO AMBIENTAL**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Identificación de Pasivos Ambientales por la Actividad Minera de  
Áridos y Pétreos en el Cantón Machala**

**JARAMILLO ZAMBRANO VICTOR ALEJANDRO  
INGENIERO AMBIENTAL**

**SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO**

**MACHALA  
2024**

# Identificación de Pasivos Ambientales por la Actividad Minera de Áridos y Pétreos en el Cantón Machala

*por Víctor Alejandro Jaramillo Zambrano*

---

**Fecha de entrega:** 12-ago-2024 09:09a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2431062450

**Nombre del archivo:** Actividad\_Minera\_de\_A\_ridos\_y\_Pe\_treos\_en\_el\_Canto\_n\_Machala.pdf (2.91M)

**Total de palabras:** 10180

**Total de caracteres:** 62206

# Identificación de Pasivos Ambientales por la Actividad Minera de Áridos y Pétreos en el Cantón Machala

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

4%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

## FUENTE QUE CONTIENE COINCIDENCIAS

---

1

[repositorio.unac.edu.pe](http://repositorio.unac.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

---

1%

★ [repositorio.unac.edu.pe](http://repositorio.unac.edu.pe)

Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, JARAMILLO ZAMBRANO VICTOR ALEJANDRO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Identificación de Pasivos Ambientales por la Actividad Minera de Áridos y Pétreos en el Cantón Machala, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



Alejandro Jaramillo

JARAMILLO ZAMBRANO VICTOR ALEJANDRO

0706529534

## **Dedicatoria**

A mi amada familia:

Dedico este trabajo de titulación a ustedes, mi familia, el tesoro más preciado que la vida me ha regalado. Son mi fuente de fortaleza, mi refugio en los momentos difíciles y mi mayor alegría en los momentos de celebración.

## **Agradecimientos**

A mis padres:

Gracias por su amor incondicional, por su guía constante y por enseñarme los valores que me han convertido en la persona que soy hoy. Su sacrificio y dedicación me han permitido alcanzar mis sueños y me han dado la seguridad de saber que siempre puedo contar con ustedes.

A mis hermanos:

Ustedes son mis compañeros de vida, mis confidentes y mis mejores amigos. Gracias por las risas compartidas, por las aventuras vividas y por el apoyo incondicional que siempre me han brindado. Sé que puedo contar con ustedes para lo que sea.

A mis tutores:

Les agradezco profundamente su invaluable apoyo y guía durante la elaboración de mi trabajo de titulación. Su dedicación y experticia fueron fundamentales para alcanzar este logro. Gracias a su apoyo, puedo culminar con éxito esta etapa de mi formación académica.

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se centra en la problemática de la falta de identificación de pasivos ambientales, específicamente los generados por la actividad minera de áridos y pétreos. La identificación adecuada de estos pasivos es crucial para reconocer los impactos ambientales causados y para contribuir efectivamente a la recuperación ambiental de la zona.

El objetivo del estudio fue identificar y evaluar los pasivos ambientales presentes en las áreas de explotación minera. Para lograrlo, se aplicaron tres métodos: el teórico documental, que permitió una revisión de antecedentes y conceptos relevantes; el método de observación, mediante la utilización de una ficha ambiental para la caracterización de los pasivos; y el método empírico, que utilizó una matriz de importancia para valorar cualitativamente los impactos identificados.

Como resultado de una inspección visual exhaustiva del sitio, se identificaron dos pasivos ambientales principales: la presencia de maquinaria en estado de abandono y la existencia de manchas de aceite y combustible en el suelo. Estos hallazgos subrayan la necesidad de implementar medidas correctivas y de monitoreo continuo para mitigar los efectos negativos de la actividad minera en el medio ambiente.

***Palabras clave* — Pasivos ambientales, áridos y pétreos, explotación minera, medio ambiente.**

## ABSTRACT

This research focuses on the problem of the lack of identification of environmental liabilities, specifically those generated by the mining of aggregates and stones. Proper identification of these liabilities is crucial to recognize the environmental impacts caused and to effectively contribute to the environmental recovery of the area.

The study aimed to identify and evaluate the environmental liabilities present in mining areas. To achieve this, three methods were applied: the theoretical-documentary method, which allowed for a review of relevant backgrounds and concepts; the observation method, through the use of an environmental assessment form for the characterization of the liabilities; and the empirical method, which used an importance matrix to qualitatively assess the identified impacts.

As a result of a thorough visual inspection of the site, two main environmental liabilities were identified: the presence of abandoned machinery and oil and fuel stains on the ground. These findings highlight the need to implement corrective measures and continuous monitoring to mitigate the negative effects of mining activities on the environment.

**Keywords — Environmental liabilities, aggregates and stones, mining, environment.**

## TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	12
A. Importancia del tema .....	12
B. Actualidad de la Problemática.....	13
C. Estructura del trabajo .....	13
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
A. Descripción de la Situación Problemática (Causas y Efectos).....	15
B. Antecedentes .....	19
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV. OBJETIVOS .....	21
A. Objetivo general .....	21
B. Objetivos específicos.....	21
V. HIPÓTESIS .....	22
VI. MARCO TEÓRICO.....	23
A. Antecedentes Contextuales .....	23
B. Antecedentes Conceptuales.....	25
C. Antecedentes Referenciales.....	26
VII. METODOLOGIA.....	28
A. Modalidad básica de la investigación.....	28
1) Enfoque.....	28
B. Tipo de Investigación .....	28
C. Métodos con los materiales utilizados .....	28
1) Método Teórico .....	28
2) Método de Observación.....	29
3) Método Empírico.....	29

VIII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	30
A. Identificación de Pasivos Ambientales .....	30
B. Fundamentación de la Metodología .....	31
C. Caracterización de los Pasivos Ambientales.....	35
1) Derrame de combustibles y lubricantes.....	35
2) Maquinaria en Abandono .....	35
D. Valorización de los Pasivos Ambientales .....	36
1) Derrame de combustibles y lubricantes.....	36
a) Análisis del Pasivo Ambiental .....	36
2) Maquinaria en Abandono .....	37
a) Análisis del Pasivo Ambiental .....	37
E. Análisis de Resultados .....	38
IX. DISCUSIÓN .....	41
X. CONCLUSIONES.....	42
XI. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	44
ANEXOS.....	48

## LISTA DE TABLAS

TABLA I: COORDENADAS DE LAS CONCESIONES MINERAS .....	19
TABLA II: CRITERIOS DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA .....	32
TABLA III: VALORES DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS .....	33
TABLA IV: FICHA AMBIENTAL.....	34
TABLA V: FICHA AMBIENTAL DEL PASIVO DERRAME DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES .....	36
TABLA VI: VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PASIVO DERRAME DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES .....	37
TABLA VII: FICHA AMBIENTAL DEL PASIVO MAQUINARIA EN ABANDONO.....	37
TABLA VIII: VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PASIVO MAQUINARIA EN ABANDONO .....	38

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Árbol de Problemas .....	15
<b>Figura 2.</b> Mapa de Ubicación de los Pasivos Ambientales Mineros .....	30
<b>Figura 3.</b> Importancia del Pasivo Ambiental.....	39
<b>Figura 4.</b> Vista aérea de la Concesión Minera Lorena .....	48
<b>Figura 5.</b> Maquinaria obsoleta presente en Concesión Minera La Viña .....	48
<b>Figura 6.</b> Vista aérea de la Concesión Minera La Viña .....	49
<b>Figura 7.</b> Vista aérea de la Concesión Minera DAVROM.....	49
<b>Figura 8.</b> Vista aérea de la Concesión Minera Lilian.....	50

**SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

<b>GAD</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado
<b>PAM</b>	Pasivos Ambientales Mineros
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>UTMACH</b>	Universidad Técnica De Machala

## I. INTRODUCCIÓN

### A. *Importancia del tema*

Durante la elaboración de productos y servicios se producen efectos en el medio ambiente, que pueden ser positivos o negativos. Por eso, se busca identificar y reducir las prácticas negativas en estos procesos. Actualmente, se promueve un enfoque de desarrollo sostenible que se basa en tres pilares: ambiental, económico y social. Este enfoque busca garantizar el uso adecuado de los recursos disponibles de forma responsable para lograr el mayor bienestar general posible y minimizar los impactos adversos en los ecosistemas [1], [2].

La extracción de áridos y pétreos es una actividad importante para el sector de la construcción en lo que respecta al desarrollo urbano, pero a su vez esta es la causante de la generación de pasivos ambientales mismos que se desarrollan en cualquier etapa de la actividad, estos son capaces de llegar a provocar circunstancias ambientales negativas para el medio ambiente, dentro de estos impactos se encuentran la modificación del hábitat, la erosión del suelo, la alteración de las relaciones entre las especies y los procesos ecosistémicos, así como también la fragmentación de los ecosistemas [3], que a su vez generan daño, tanto al ecosistema como a la salud pública.

Es importante que la identificación de los pasivos ambientales se ejecute de la manera más técnica posible para evaluar el impacto ambiental objetivo y desarrollar una planificación de manejo o remediación para mantener una sostenibilidad de la actividad en el tiempo y en todas sus etapas.

En diversas situaciones, la identificación oportuna de los pasivos ambientales mediante una gestión responsable ha sabido ser esencial para la protección del medio ambiente y de las comunidades cercanas, ayudando a otros a minimizar costos a mediano y a largo plazo para promover la sustentabilidad.

### *B. Actualidad de la Problemática*

En América Latina, las autoridades estatales consideran a los pasivos ambientales como las consecuencias negativas derivadas de la intervención humana en las condiciones naturales, que afecten el equilibrio de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades aledañas. Estos enfoques se centran en los impactos generados por la actividad extractiva de la minería. Por otro lado, en la Unión Europea, se aborda la noción de pasivos ambientales como las operaciones mineras abandonadas o suspendidas, incluyendo sus residuos, que representan un riesgo significativo para la vida y la salud de las personas [4].

Según Philco *et al.* [5], a nivel nacional existe un registro total de 2.877 pasivos ambientales relacionados con la minería, dentro de este número se encuentran elementos como bocaminas, terrazas aluviales, escombreras, estructuras abandonadas y piscinas, es importante destacar que la restauración de estos lugares ha sido mediante fondos tanto gubernamentales, así como también privados.

La identificación de pasivos ambientales en áreas donde se ha realizado la extracción de áridos y pétreos es un tema crucial para la gestión ambiental y la sostenibilidad, siendo el caso de que en las riberas del Rio Jubones la explotación de materiales pétreos es una de las actividades causantes de los cambios de uso de suelo, generación de pasivos ambientales, además de perturbaciones paisajísticas y en determinadas ocasiones causando conflictos sociales de origen delincuenciales.

### *C. Estructura del trabajo*

Con el objetivo de completar esta investigación, se ha dividido el trabajo en capítulos, los cuales se describen a continuación:

El Capítulo I que lleva por nombre Planteamiento del Problema el cual contiene: Descripción de la Situación Problemática (Causas y Efectos), Antecedentes, Justificación, Objetivos de la Investigación e Hipótesis.

El Capítulo II se incluye el Marco Teórico en el cual se encuentran inmersos los antecedentes contextuales, conceptuales y referenciales mismos que sustentan la investigación. En esta sección, se lleva a cabo una revisión de la literatura con el propósito de adquirir una comprensión integral y actualizada del tema en cuestión.

El Capítulo III se describe la metodología que fue utilizada, además se detalla el tipo de investigación, así como también los métodos utilizados.

El Capítulo IV se redacta el análisis e interpretación de los resultados, así como se evidencian los pasivos ambientales identificados mismos que son caracterizados y valorizados según los objetivos planteados los cuales demuestran que corresponden a impactos irrelevantes y moderados.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



**Figura 1.** Árbol de Problemas

**Elaboración:** El Autor

### A. Descripción de la Situación Problemática (Causas y Efectos)

El cantón Machala cuenta con un total de cuatro concesiones mineras no metálicas dirigidas hacia la explotación de áridos y pétreos [6]. Este tipo de actividad resultan en la producción de materias primas esenciales para el desarrollo económico y social dentro del cantón. Actividades constructivas enfocadas en el desarrollo aumentan la necesidad de explotar materiales pétreos [7], [8].

La minería de áridos y pétreos es una de las actividades económicas que se desarrollan dentro del cantón Machala, Ecuador. Sin embargo, esta actividad también puede generar impactos ambientales negativos, como la generación de pasivos ambientales mineros en cualquiera de los recursos naturales.

Por otro lado, la falta de cumplimiento de la normativa ambiental dentro de un proceso de extracción se traduce directamente en una pérdida significativa de la calidad de vida. Esta omisión provoca la degradación del entorno, impactando la salud, la disponibilidad de recursos y generando desequilibrios. Las consecuencias se manifiestan en un deterioro general del bienestar, afectando negativamente a comunidades y al medio ambiente por igual.

El desconocimiento de la normativa ambiental resulta en la pérdida de oportunidades. La falta de comprensión y adherencia a las regulaciones ambientales limita el acceso a beneficios económicos, sociales y ambientales. Este vacío de conocimiento conduce a oportunidades desaprovechadas, afectando negativamente el crecimiento sostenible, el bienestar comunitario y la preservación del entorno.

La falta de regulación ambiental se debe a la falta de voluntad política [9]. Cuando no hay un compromiso político firme, se resiente la creación y aplicación de medidas regulatorias efectivas. La falta de voluntad política resulta en un vacío normativo que permite prácticas insostenibles, impactando negativamente en la conservación ambiental y la calidad de vida de las comunidades.

La sobreexplotación de los áridos y pétreos podrían producir un estrés significativo sobre los recursos naturales. La extracción de arenas y gravas en ríos conlleva a la destrucción de los hábitats acuáticos y ribereños, ocasionando alteraciones significativas en la forma del curso de agua [10]. Además, esto significaría una degradación en los servicios ambientales que proveen estos ecosistemas.

Hay que considerar que algunos problemas se generan por complicaciones con respecto a un inadecuado procedimiento en las diferentes etapas de extracción, lo que a la larga empeorando la etapa final de cierre, hallando afectaciones ambientales, sanitarias y sociales [11].

El agua es uno de los factores ambientales que mayor impacto recibe sobre todo en su fase de extracción [12]. La presencia de agentes contaminantes en cuerpos de agua afecta la salud y el hábitat de organismos acuáticos. Esto conlleva a la disminución de poblaciones, cambios en la

diversidad biológica y, en última instancia, a un desequilibrio ecológico que afecta negativamente el funcionamiento saludable de los ecosistemas acuáticos [13].

La extracción de áridos y pétreos es una de las actividades que alteran visualmente el entorno, provocan cambios en la topografía natural. Este efecto resulta en transformaciones en la estructura geográfica, afectando la apariencia estética del área y contribuyendo a la modificación irreversible del relieve original.

La degradación acelerada de los ecosistemas a consecuencia de las presiones antropogénicas puede llegar a generar cambios significativos dentro de la composición de una comunidad o bien sea dentro de su estructura trófica, la erradicación de especies sensibles, o bien sea el aumento del número de especies tolerantes o dominantes que resisten a disturbios ambientales [14]. Todo esto debido a la ausencia de regulaciones ambientales ya que sin normativas que controlen las actividades humanas estas siempre van a producir impactos negativos en la biodiversidad.

Como señalan Valve *et al.* [15], la persistencia de los desafíos ambientales se debe a su naturaleza ambigua y su presencia constante en múltiples contextos. Esta complejidad hace que sean difíciles de abordar de manera efectiva, ya que se manifiestan de formas variadas y en diferentes escalas, lo que complica la implementación de soluciones sostenibles y requiere un enfoque multidimensional y continuo para su remediación.

En cuanto a los servicios ecosistémicos, estos engloban beneficios como la regulación hídrica, climática, provisión de alimentos, recreación, entre otros, en los cuales su resiliencia y su biocapacidad se ha visto afectada por las perturbaciones causadas por el hombre [16], [17], [18]. Cabe recalcar que determinados pasivos ambientales pueden aumentar la vulnerabilidad de ciertas zonas que tienden a ser susceptibles a inundaciones [19], [20].

Como ya se sabe las presiones antropogénicas afectan al medio ambiente y a la vida humana inmersa en este, escenarios donde se ha identificado un profundo daño medio ambiental por la inestabilidad social, se ha evidenciado la afectación a poblaciones que hasta hace poco no se consideraban de riesgo, aumentando así su nivel de incidencia y por la prevalencia de los efectos

daños hacia la salud, significando que perturbaciones de alto nivel en los ecosistemas se deslindan en enfermedades de diversos tipos por la contaminación [17]. Un medio ambiente sano es un factor esencial para mantener la salud humana para que las personas puedan vivir de manera óptima [21].

El identificar un pasivo ambiental nos ayuda a delimitar métodos de recuperación, implementar sistemas de prevención y control dentro de las zonas explotadas, así como también prevenir enfermedades relacionadas con la exposición a estos, lo que nos llevaría a generar una inversión hacia el futuro y mejorar la calidad de vida [22], [23].

## B. Antecedentes

El área de estudio para este trabajo se encuentra ubicada en las riberas del río Jubones ya que allí es donde se realiza la explotación del material de áridos y pétreos, y de donde se abastece de dicho material a la ciudad de Machala. Esta área está localizada en el sitio la Iberia y se encuentra delimitada en las coordenadas UTM tal como se muestra en la **TABLA I**.

TABLA I:  
COORDENADAS DE LAS CONCESIONES MINERAS

<b>Cuadro de Coordenadas</b>		
<b>Concesión</b>	<b>Este</b>	<b>Sur</b>
Concesión Lorena	625515	9639312
Concesión La Viña	624947	9640023
Concesión DavRom	622718	9641902
Concesión Lilian	622910	9641857

**Elaboración:** El Autor

Dentro de las concesiones mineras se llevan a cabo operaciones de explotación a cielo abierto que incluyen una infraestructura básica y complementaria. En este entorno, se dispone de campamentos de producción que cuentan con instalaciones como comedor, área de tolva, área de zarandas, área de trituración. Además, se utiliza maquinaria pesada y equipo, en el que se incluye retroexcavadoras y volquetes para llevar a cabo las operaciones de extracción del material árido y pétreo.

En el proceso de explotación se emplean retroexcavadoras para extraer el material del lecho del río Jubones y acumularlo antes de seguir con el proceso de carga. El cargado del material se realiza en volquetes mediante la ayuda de payloaders. Es importante destacar que el volumen de extracción se ve influenciado directamente de la demanda de los mercados locales.

### III. JUSTIFICACIÓN

La elección de abordar la "Identificación de Pasivos Ambientales por la Actividad Minera de Áridos y Pétreos en el Cantón Machala" se fundamenta en la necesidad crítica de comprender y mitigar los posibles impactos negativos que esta actividad podría estar generando en el entorno local. Machala, como centro económico y social, se enfrenta a la compleja tarea de equilibrar el desarrollo económico con la preservación del medio ambiente, especialmente en una actividad de la cual el desarrollo constructivo ha experimentado un crecimiento considerable.

La justificación de esta investigación radica en la falta de estudios exhaustivos y actualizados que analicen de manera integral los posibles pasivos ambientales asociados a la minería de áridos y pétreos. Si bien esta actividad es esencial para el progreso y la infraestructura local, su expansión sin un debido control puede resultar en consecuencias adversas para el entorno natural y la calidad de vida de la población.

Este estudio también responde a la creciente conciencia global sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental y la necesidad de implementar prácticas responsables en sectores clave como la minería. La identificación de posibles pasivos ambientales permitirá a las autoridades locales, empresas mineras y la comunidad en general adoptar medidas proactivas para prevenir o mitigar impactos negativos en el futuro.

Por otro lado, el presente trabajo también podría ser utilizado como ayuda para la Ordenanza de explotación de materiales áridos y pétreos misma que fue expedida por el propio Consejo Municipal del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Machala.

## IV. OBJETIVOS

### *A. Objetivo general*

Identificar los pasivos ambientales generados por la actividad minera de áridos y pétreos en el Cantón Machala, con la finalidad de reconocer los impactos ambientales causados, contribuyendo así a la recuperación ambiental.

### *B. Objetivos específicos*

Fundamentar la metodología para la identificación de los pasivos ambientales mineros mediante una revisión de la literatura científica y técnica que permita su valoración de impacto ambiental de la actividad de extracción de áridos y pétreos.

Caracterizar los pasivos ambientales mineros mediante la observación de las actividades de las concesiones de áridos y pétreos en el río Jubones.

Valorar el impacto ambiental mediante las metodologías para identificación de los pasivos ambientales mineros de la actividad extracción de áridos y pétreos en el río Jubones.

## V. HIPÓTESIS

La explotación minera de áridos y pétreos en la ribera del río Jubones se encuentra desarrollando impactos negativos hacia el medio ambiente.

## VI. MARCO TEÓRICO

### *A. Antecedentes Contextuales*

La minería no metálica ha sido una actividad económica fundamental en la ciudad de Machala, desempeñando un papel esencial en el desarrollo local y nacional. A lo largo de los años, esta industria ha experimentado transformaciones significativas, desde prácticas artesanales hasta operaciones más tecnificadas y modernas. Este cambio ha sido impulsado por la creciente demanda de minerales no metálicos en diversos sectores, como la construcción, la industria manufacturera y la agricultura.

En el pasado, la extracción de áridos y pétreos solía ser una actividad localizada y de menor escala, centrada en la provisión de materiales para proyectos comunitarios. Sin embargo, con el crecimiento urbano y la expansión de la infraestructura, la minería no metálica ha experimentado una expansión considerable. Este cambio en la escala y alcance de la actividad ha llevado consigo desafíos y preocupaciones relacionadas con la sostenibilidad ambiental y la gestión de los recursos naturales [24].

La falta de regulación adecuada en los primeros años de la expansión minera no metálica generó inquietudes sobre posibles impactos negativos en el entorno. La alteración del paisaje, la degradación del suelo y la contaminación del agua son aspectos que han sido objeto de atención tanto de la comunidad como de las autoridades ambientales. Este antecedente contextual destaca la importancia de comprender la evolución de la minería no metálica y la necesidad de abordar los desafíos ambientales asociados con esta actividad.

El análisis de este contexto histórico y evolutivo proporcionará una base esencial para la investigación actual sobre la identificación de pasivos ambientales en la minería no metálica. Además, permitirá evaluar cómo las experiencias pasadas han influido en la percepción, la regulación y las prácticas actuales en esta industria, sentando las bases para un enfoque más informado y sostenible hacia el desarrollo minero en el futuro.

Para ello es esencial reconocer que clase de daño llegarían a causar los pasivos ambientales para ello Salgado *et al.* [25], en su artículo *Risk Assessment of Mining Environmental Liabilities for Their Categorization and Prioritization in Gold-Mining Areas of Ecuador* analiza los riesgos ambientales que se asocian a las extracciones mineras en donde hace uso de índices de probabilidad y severidad para evaluar el riesgo de cada pasivo ambiental.

En el ámbito investigativo el ser humano se ha visto en la necesidad de desarrollar nuevas metodologías con la finalidad de solucionar problemas ocasionados por el mismo en este caso los pasivos ambientales generados por la extracción de materiales pétreos, dichas metodologías recaban información ya sea cualitativa o cuantitativa o incluso ambas con la intención de lograr una identificación que permita realizar acciones de evaluación, caracterización o posteriormente remediación. Los resultados planteados en estas investigaciones son de fundamental ayuda para promover la sostenibilidad de los ecosistemas.

Según Philco *et al.* [22], en su artículo *Proyecto de Evaluación de los Pasivos ambientales en la cuenca del rio Carrizal y el vaso de la represa “La Esperanza” y su incidencia en el calentamiento global* aplicaron una metodología de identificación de pasivos ambientales la cual parte de un análisis de características del proceso apoyándose además por una identificación de factores de generación de impactos con sus posibles potencialidades para así definir cuáles han sido los impactos de mayor relevancia, y que se suscitan más a menudo. Para que las comunidades mejoren las condiciones ambientales.

La evaluación de los pasivos ambientales es fundamental y sin una correcta identificación esta no puede realizarse por ello en el artículo *Evaluación y diagnóstico de pasivos ambientales mineros en la Cantera Villa Gloria en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C* de García *et al.* [26], plantean el uso de la metodología de Gómez Orea para determinar el estado del pasivo ambiental esta consiste en la elaboración de una matriz de doble entrada la cual ayuda a realizar una correlación entre el pasivo ambiental con el componente ambiental obteniendo así una caracterización e identificación de impactos.

Otro método para la identificación de pasivos ambientales según Zamora *et al.* [27] en su artículo *Metodología para la identificación y evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros con fines de priorización para su remediación* utilizan una “ficha-inventario” para la identificación de los pasivos ambientales apoyándose además de una matriz de asignación cualitativa vs la severidad de la consecuencia para cada uno de los pasivos ambientales teniendo así una evaluación en salud, seguridad y medio ambiente.

### *B. Antecedentes Conceptuales*

La literatura ha definido a los pasivos ambientales desde una perspectiva económica y por sectores, refiriéndose a la obligación de una persona o empresa de incurrir en gastos por obligaciones cuantificables financieramente [28]. Por otro lado, en otras definiciones indican que, comúnmente, el pasivo ambiental se asocia a una fuente de contaminación que suele aumentar con el tiempo [29].

En Ecuador el Código Orgánico del Ambiente lo define al pasivo ambiental como “aquel daño generado, que no ha sido reparado o restaurado, o aquel que ha sido intervenido continúa presente en el ambiente, constituyendo un riesgo para cualquiera de sus componentes” [30].

La extracción de áridos y pétreos es un tipo de minería a cielo abierto y que se puede desarrollar tanto de manera legal como informal, en el caso de la primera esta es controlada por una normativa legal y a su vez cumple con requerimiento y procesos de estudio previo [31], mientras que en el segundo caso esta actividad es generada sin ningún tipo de regularización y peor aún sin normativas ambientales.

Los áridos se constituyen como materiales granulares inertes de origen vegetal los cuales son compuestos por fragmentos de roca o a su vez de arena, estos desempeñan un papel crucial en el sector de la construcción, tanto en edificaciones como en infraestructuras, así como también en diversas aplicaciones industriales [32].

El consumo de arena no es algo que se pueda obviar, dado a que la demanda de este recurso crece de manera exponencial [33]. Según un informe del Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente (PNUMA) el consumo mundial de arena alcanzado los 50.000 millones de toneladas por año lo que nos indica un consumo per cápita de un aproximado de 17 kilogramos por persona al día [34].

Los depósitos de áridos se originan debido a la concentración por procesos naturales de origen fluvial meteorizantes los cuales desintegran fragmentos y partículas de las rocas para posteriormente pasar a formar parte de las corrientes fluviales y así ser transportados y sedimentados [35], [36].

Cuando el consumo del material supera a la reposición natural surgen problemas [37]. Los pasivos ambientales generados por la extracción de materiales de áridos y pétreos van desde el entorno físico, biológico, químico y antropogénico, estos daños son ensanchamiento y descenso del lecho del río [38], biodiversidad reducida [39], reducción del agua, calidad del aire y suelo [40], infraestructura deteriorada y pésimas condiciones laborales [41].

Con la intención de recuperar el daño causado a la naturaleza el ser humano ha desarrollado metodologías que han ayudado al medio ambiente a recurrar su resiliencia mediante interacciones entre el medio natural y las consecuencias del proyecto, utilizando protocolos ya establecidos que van desde la índole técnica hasta la legal, posibilitando así una medición precisa y una determinación de umbrales de tolerancia [42].

### *C. Antecedentes Referenciales*

La metodología para identificar pasivos ambientales es crucial para evaluar y gestionar los impactos negativos en el medio ambiente causados por actividades humanas. Proporciona un enfoque estructurado y sistemático para identificar, cuantificar y clasificar los pasivos ambientales. Este proceso es esencial para empresas, gobiernos y organizaciones, ya que permite tomar decisiones informadas sobre la mitigación y remediación de daños ambientales. La aplicación de

una metodología garantiza la protección a largo plazo del entorno, la responsabilidad social y la sostenibilidad, al tiempo que ayuda a evitar consecuencias legales y financieras negativas.

Según López y Mijangos [43] en su artículo *Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales* se mencionan varias metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. Algunas de las metodologías utilizadas incluyen: Metodologías Ad hoc (Panel de expertos): Estos métodos se basan en la consulta sistemática a expertos para identificar impactos, determinar medidas correctivas y asesorar en la implementación de procedimientos de seguimiento y control. Su principal ventaja es su rapidez y adaptabilidad a las necesidades del proyecto, pero requieren expertos capacitados y representativos para analizar todos los factores ambientales. Matriz de Leopold: Esta metodología permite identificar posibles impactos de forma expeditiva y a bajo costo, a partir de una visión de las interacciones posibles. Sin embargo, puede presentar subjetividad en la cuantificación de los impactos y no visualiza las interacciones entre factores afectados [44], [45]. Métodos cartográficos: Estos métodos se utilizan para proyecciones espaciales y suelen implicar la superposición de mapas que indican impactos individuales sobre un territorio para identificar un impacto global. Permiten asignar valores relativos a los impactos identificados [46].

Así como también la Editorial Ecometría [47], en su estudio *Metodología para la Valorización de Pasivos Ambientales en el Sector Eléctrico* aplica una metodología que conlleva la identificación de las características del proceso en donde se consideran las actividades, la demanda de los recursos, insumos y materiales y a su vez sistemas de control; así como también una identificación de los factores de generación de impactos en los que se encuentran vertidos, emisiones, técnicas de manejo entre otros, además se realiza una identificación de potenciales impactos ambientales en donde se debe tener en cuenta características medio ambientales, el paisaje, minorías étnicas, el conflicto social, ecosistemas sensibles o a su vez estratégicos, estos pasos son generados con la finalidad de que sirvan de base para un análisis más exhaustivo en auditorías ambientales, diagnósticos ambientales y estudios de impacto ambiental.

## VII. METODOLOGIA

### *A. Modalidad básica de la investigación*

#### *1) Enfoque*

La presente investigación utilizó procesos cuantitativos y descriptivos los mismos que se desarrollaron en sus respectivas matrices las cuales se elaboraron a su vez con la ayuda del trabajo de campo con la finalidad de obtener una mejor comprensión acerca de los pasivos ambientales encontrados en la zona de estudio.

### *B. Tipo de Investigación*

Descriptiva. - Se considera un método de investigación observacional en el cual se busca describir, caracterizar y a su vez valorar circunstancias que se desarrollen dentro de un contexto en específico, lo que nos ayudó a recopilar información importante de los aspectos ambientales relevantes del área de estudio.

### *C. Métodos con los materiales utilizados*

#### *1) Método Teórico*

Teórico Documental. - Este método implica la recopilación y análisis de los diferentes materiales bibliográficos los mismos que nos han dado el trasfondo teórico y técnico indispensable para la realización del trabajo de titulación que tiene como objetivo la identificación de pasivos ambientales mineros.

## 2) *Método de Observación*

Este método se usó con la finalidad de observar situaciones para a su vez recolectar información que será necesaria para la investigación [48], con el fin de caracterizar el pasivo ambiental (Ficha ambiental).

La Ficha ambiental es una herramienta técnica que nos permite recoger y sistematizar aspectos relevantes de los pasivos ambientales mineros [27]. Dentro de esta se incluye información como:

- Ubicación del pasivo ambiental dentro de la zona de estudio
- Tipo de pasivo ambiental
- Descripción del pasivo ambiental
- Registro fotográfico
- Clase Ambiental
  - Ecológica: Referente a la alteración que pueda ocurrir en el medio biótico y abiótico.
  - Aspecto Estético: Alteración de los componentes naturales y del paisaje a consecuencia de la actividad antrópica.
  - Contaminación Ambiental: Contaminación causada a los recursos naturales ya sea por hidrocarburos o por alguna otra índole.
  - Aspecto de Interés Humano: Perturbación de las condiciones de vida de las poblaciones aledañas al área de estudio.

## 3) *Método Empírico*

Matriz de Importancia. – La matriz utilizada se refiere a la implementada por Gómez Orea la cual se basa en una matriz que nos ayuda a cuantificar el grado de importancia de cada pasivo ambiental en el ambiente receptor sintetizando la información en un índice único de importancia considerado las relaciones de impacto y las interconexiones que se presentan [49].

## VIII. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Dentro de este capítulo se describirá el proceso para identificar y evaluar cualitativamente los pasivos ambientales generados por la actividad minera de áridos y pétreos.

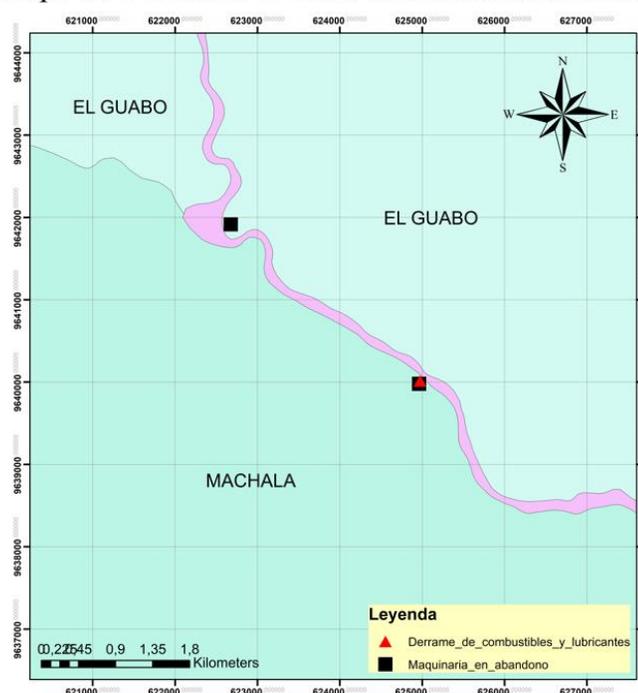
Se debe tomar en cuenta que se considera como pasivo ambiental a todo lugar contaminado debido a la liberación de cualquier tipo de material o residuo peligroso que no se haya tratado con antelación con la finalidad de evitar la dispersión de contaminantes tanto a corto, mediano o a largo plazo o incluso llegando a convertirse así en fuentes permanentes de contaminación.

### A. Identificación de Pasivos Ambientales

Del trabajo de campo realizado en función de los diferentes aspectos que se tienen como punto de partida para la identificación de pasivos ambientales se identificaron los siguientes:

- Derrame de combustibles y lubricantes
- Maquinaria en abandono

Mapa de Ubicación de Pasivos Ambientales Mineros



**Figura 2.** Mapa de Ubicación de los Pasivos Ambientales Mineros

**Elaboración:** El Autor

## *B. Fundamentación de la Metodología*

La identificación de los pasivos ambientales mineros mediante una revisión de la literatura científica y técnica constituye una metodología fundamental para valorar el impacto ambiental de la actividad de extracción de áridos y pétreos. Este enfoque se basa en un análisis exhaustivo de estudios previos y publicaciones relevantes que detallan los efectos negativos acumulativos de las actividades mineras sobre el medio ambiente. La revisión sistemática permite recopilar datos y evidencias que subrayan la naturaleza y magnitud de los pasivos ambientales, proporcionando una base sólida para su identificación precisa y evaluación detallada.

Para evaluar con exactitud el daño ambiental, es crucial medir los impactos específicos que generan los residuos en cada elemento del entorno. Esto implica identificar cómo las actividades de extracción afectan a los componentes ambientales, y usar modelos para calcular la magnitud de estos efectos negativos. La cuantificación de estos impactos permite una evaluación más rigurosa y detallada, facilitando la implementación de medidas de mitigación y estrategias de manejo ambiental adecuadas.

La asignación de un valor de importancia al pasivo ambiental, basada en la severidad de los efectos que produce, es una herramienta clave en esta metodología. Este valor refleja la magnitud del impacto ambiental y su potencial de causar daño significativo a los ecosistemas y la salud humana. Al emplear una escala de valoración, es posible determinar con mayor precisión el impacto ambiental de una actividad específica sobre un factor ambiental particular. Esta herramienta no solo facilita la toma de decisiones informadas en la gestión de los pasivos ambientales, sino que también proporciona una base para la planificación de intervenciones efectivas y la promoción de prácticas mineras más sostenibles.

Para la implementación de esta metodología se realizó la aplicación de la misma en base a la siguiente ecuación:

$$IM = NA(3MG + 2EX + DR + PE + RC + RV + PO + TD + T1)$$

La definición y la valorización de los criterios de la ecuación para la elaboración de la matriz se presentan en la TABLA II.

TABLA II:  
CRITERIOS DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA

<b>Criterio</b>	<b>Definición</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Valor</b>	<b>Impacto</b>
<b>Naturaleza</b>	Hace alusión al carácter del impacto	Positivo	+	
		Negativo	-	
<b>Magnitud</b>	Mide el grado de incidencia haciendo énfasis al nivel de destrucción	Baja	1	Afectación mínima
		Media	2	
		Alta	4	
		Muy alta	8	Afectación máxima
<b>Extensión</b>	Se refiere al área de influencia	Puntual	1	Efecto localizado
		Parcial	2	Apreciable en el medio
		Extenso	4	Gran parte del medio
		Total	8	En todo el medio
		Crítico	12	En una situación crítica
<b>Duración</b>	Define la permanencia del efecto hasta el punto donde vuelve a las condiciones iniciales ya sea por medios naturales o medidas correctivas.	Fugaz	1	Menor a un año
		Temporal	4	De 1 a 5 años
		Pertinaz	8	De 5 a 10 años
		Permanente	12	Mayor a 10 años
<b>Periodicidad</b>	Hace referencia a la manifestación del efecto.	Irregular	1	Impredecible
		Periódica	4	Recurrente
		Discontinua	8	Inconstante en el tiempo
		Continua	12	Constante en el tiempo
<b>Recuperabilidad</b>	Se refiere a la posibilidad de que lo afectado vuelva a las condiciones iniciales mediante medidas correctivas.	Recuperable	2	En la fase de proyecto
		Mitigable	4	En la fase de obra
		Irrecuperable	8	En la terminación del proyecto
<b>Reversibilidad</b>	Se refiere a la posibilidad de que lo afectado vuelva a las condiciones iniciales mediante medios naturales.	Corto plazo	1	Menor a un año
		Mediano plazo	4	De 1 a 5 años
		Largo plazo	8	De 5 a 10 años
		Irreversible	12	Mayor a 10 años

<b>Posibilidad de Ocurrencia</b>	Es el tiempo en el que se manifiesta el efecto sobre el medio.	Largo plazo	1	Más de 5 años
		Mediano plazo	2	Entre 1 a 5 años
		Inmediato	4	1 año
		Critico	8	En una situación crítica
<b>Tendencia</b>	Hace alusión al incremento del efecto cuando la acción que lo produce es continuo o reiterado.	Simple	1	Su afectación es en un solo componente ambiental.
		Acumulativo	2	Su afectación se acumula en el tiempo incrementando su gravedad.
<b>Tipo</b>	Se refiere a la relación causa-efecto.	Indirecto o secundario	1	La manifestación no es directa dado que se genera de un efecto primario.
		Directo o Primario	2	De afectación inmediata.

**Elaboración:** El Autor

Para determinar la relevancia de un impacto, se debe considerar la interacción entre los diversos criterios de calificación. En la TABLA III se muestran los valores para la calificación de impactos.

**TABLA III:**  
**VALORES DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS**

Impactos irrelevantes	Impactos con valores de importancia menor a -25
Impactos moderados	Impactos con valores de importancia entre -25 y menor a -50
Impactos severos	Impactos con valores de importancia entre -50 y -75
Impactos críticos	Impactos con valores de importancia mayor a -75

**Elaboración:** El Autor

El método de observación a través de la ficha ambiental se emplea como una herramienta técnica fundamental para la recolección y sistematización de datos relevantes sobre los pasivos ambientales mineros. Este método permite documentar detalladamente la ubicación, tipo, y descripción de cada pasivo ambiental presente en la zona de estudio. Además, se incluyen registros fotográficos que proporcionan evidencia visual de los pasivos. La ficha ambiental [27], abarca distintos aspectos que se deben observar: la clase ambiental, que se divide en ecológica, considerando la alteración en el medio biótico y abiótico; el aspecto estético, que evalúa los

cambios en los componentes naturales y el paisaje debido a la actividad humana; la contaminación ambiental, identificando las fuentes de contaminación a los recursos naturales como hidrocarburos; y el aspecto de interés humano, que mide la perturbación en las condiciones de vida de las poblaciones cercanas.

La aplicación de la ficha ambiental en un estudio de impacto ambiental proporciona un marco estructurado para evaluar y mitigar los efectos negativos de los pasivos ambientales. Este método de observación sistemática facilita la identificación de los impactos ecológicos y sociales, permitiendo una gestión ambiental más efectiva y sostenible. Al registrar y analizar la información recopilada, se pueden desarrollar estrategias de remediación y monitoreo que aborden tanto los aspectos ecológicos como los humanos, asegurando una protección integral del medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades afectada. A continuación, se ejemplifica en la **TABLA IV** un modelo de ficha ambiental.

TABLA IV:  
FICHA AMBIENTAL

<b>Identificación del Pasivo Ambiental Minero</b>			
<b>Ubicación (UTM)</b>		<b>Tipo de Pasivo Ambiental Minero</b>	
<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Descripción</b>	<b>Causa / Origen</b>
<b>Clase Ambiental</b>		<b>Ecológica</b>	<b>Aspecto Estético</b>
		<b>Contaminación Ambiental</b>	<b>Aspecto de Interés Humano</b>
<b>Mapa de Ubicación del PAM Georeferenciado</b>		<b>Fotografías del PAM</b>	
<b>Distancia a</b>	<b>Centro Poblado</b>		
	<b>Afluente Hidrico</b>		

**Elaboración:** El Autor

### *C. Caracterización de los Pasivos Ambientales*

Caracterizar los pasivos ambientales mineros mediante la observación de las actividades extractivas de las concesiones de áridos y pétreos requiere una evaluación integral que abarque diversos aspectos ecológicos, estéticos, de interés humano y de contaminación ambiental.

#### *1) Derrame de combustibles y lubricantes*

En particular, la contaminación ambiental ocasionada por derrames de combustibles y lubricantes es un problema crítico. Estos derrames representan una fuente significativa de contaminación, afectando tanto al medio biótico como al abiótico. Los hidrocarburos y otros contaminantes derivados de la actividad minera pueden infiltrarse en el suelo, causando erosión y alteraciones en su composición, lo que a su vez impacta negativamente en la biodiversidad local. Asimismo, la contaminación del agua por estas sustancias puede tener consecuencias devastadoras para los ecosistemas acuáticos y la salud pública, comprometiendo el acceso a agua limpia para las comunidades locales y alterando su economía.

#### *2) Maquinaria en Abandono*

La presencia de maquinaria en abandono en los sitios mineros constituye un significativo pasivo ambiental tanto desde el punto de vista de la contaminación ambiental como del impacto estético. Desde la perspectiva ambiental, la maquinaria en desuso puede liberar contaminantes como aceites, lubricantes y otros productos químicos que se infiltran en el suelo y el agua, causando erosión y afectando la biodiversidad local. Esto no solo degrada los ecosistemas terrestres y acuáticos, sino que también pone en riesgo la salud pública al contaminar fuentes de agua utilizadas por las comunidades locales. Estéticamente, la maquinaria abandonada desfigura el paisaje natural, transformando áreas previamente vírgenes en espacios visualmente contaminados, lo que afecta negativamente la percepción de la región y su potencial turístico. Este deterioro visual y ecológico repercute en la calidad de vida de las comunidades circundantes, impactando su economía y bienestar.

#### D. Valorización de los Pasivos Ambientales

##### 1) Derrame de combustibles y lubricantes

###### a) Análisis del Pasivo Ambiental

Son eventos frecuentes en las explotaciones de áridos y pétreos, debido al uso intensivo de maquinaria pesada y vehículos. Estos derrames pueden generar graves impactos ambientales, sociales y económicos si no se manejan adecuadamente. Las causas más comunes de este tipo de pasivos son las roturas en tanques de almacenamiento o en líneas de combustible ya sea en zonas de almacenamiento o en la misma maquinaria, accidentes durante el abastecimiento de maquinaria o a su vez negligencia o falta de capacitación del personal.

TABLA V:  
FICHA AMBIENTAL DEL PASIVO DERRAME DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

<b>Identificación del Pasivo Ambiental Minero</b>			
<b>Ubicación (UTM)</b>		<b>Tipo de Pasivo Ambiental Minero</b>	<b>Activo</b>
<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Descripción</b>	<b>Causa / Origen</b>
9640014	624973	Derrame de combustibles y lubricantes	Maquinaria obsoleta misma que no recibe el mantenimiento adecuado y por ende tiende a derramar combustible y lubricantes del sistema hidráulico.
<b>Clase Ambiental</b>		<b>Ecológica</b>	<b>Aspecto Estético</b>
		<b>Contaminación Ambiental</b>	X <b>Aspecto de Interés Humano</b>
<b>Mapa de Ubicación del PAM Georreferenciado</b>		<b>Fotografías del PAM</b>	
			

<b>Distancia a</b>	<b>Centro Poblado</b>	41 metros
	<b>Afluente Hídrico</b>	3 metros

Elaboración: El Autor

TABLA VI:  
VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PASIVO DERRAME DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

<b>Matriz de importancia: Derrame de combustibles y lubricantes</b>											
NA	MG	EX	DR	PE	RC	RV	PO	TD	TI	IM	Clasificación
-	1	1	1	4	2	1	4	2	2	-21	Impacto Irrelevante

Elaboración: El Autor

## 2) *Maquinaria en Abandono*

### a) *Análisis del Pasivo Ambiental*

La presencia de maquinaria abandonada en explotaciones de áridos y pétreos representa un problema ambiental, social y económico a tener en cuenta. Su abandono genera diversos impactos negativos que afectan al medio ambiente, la salud humana y la seguridad pública.

Estos impactos generalmente suelen ser a largo plazo como lo son la contaminación del suelo y del agua debido a la oxidación de la maquinaria y por consiguiente la lixiviación de metales debido a la lluvia, aparte de esto la acumulación de maquinaria causa un impacto visual negativo al paisaje.

TABLA VII:  
FICHA AMBIENTAL DEL PASIVO MAQUINARIA EN ABANDONO

<b>Identificación del Pasivo Ambiental Minero</b>			
<b>Ubicación (UTM)</b>		<b>Tipo de Pasivo Ambiental Minero</b>	<b>Activo</b>
<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Descripción</b>	<b>Causa / Origen</b>
9639979	624963	Maquinaria en abandono	Maquinaria en abandono a la intemperie en estado de oxidación
9641916	622676		

<b>Clase Ambiental</b>	<b>Ecológica</b>		<b>Aspecto Estético</b> X
	<b>Contaminación Ambiental</b>	X	<b>Aspecto de Interés Humano</b>
<b>Mapa de Ubicación del PAM Georreferenciado</b>	<b>Fotografías del PAM</b>		
			
<b>Distancia a</b>	<b>Centro Poblado</b>	17 metros, 1029 metros	
	<b>Afluente Hídrico</b>	47 metros, 15 metros	

Elaboración: El Autor

TABLA VIII:  
VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PASIVO MAQUINARIA EN ABANDONO

<b>Matriz de importancia: Maquinaria en Abandono</b>											
NA	MG	EX	DR	PE	RC	RV	PO	TD	TI	IM	Clasificación
-1	2	1	1	4	2	4	4	2	2	-27	Impacto Moderado

Elaboración: El Autor

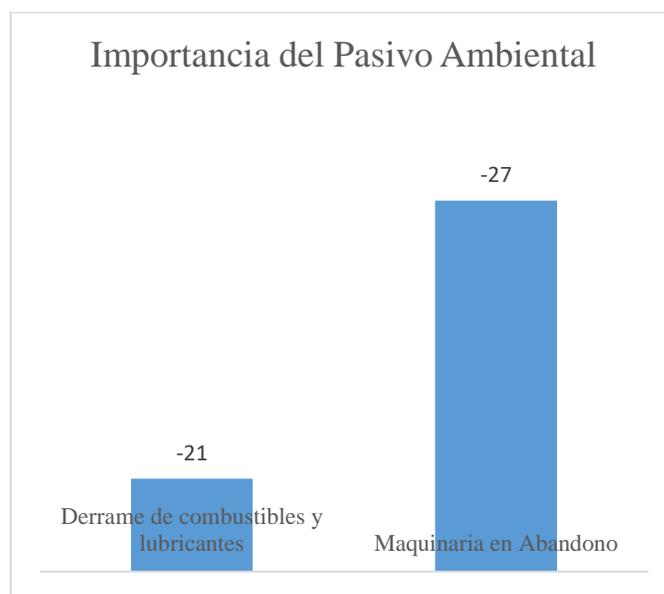
### E. Análisis de Resultados

La identificación y valoración de pasivos ambientales son pasos cruciales en la gestión ambiental de proyectos y actividades, especialmente aquellos con potencial de generar impactos

negativos en el entorno. En este análisis, se presenta un caso de estudio donde se aplicaron una matriz de importancia y una ficha ambiental para evaluar pasivos ambientales asociados a la presencia de maquinaria en abandono y derrames de combustibles y lubricantes en una explotación de áridos y pétreos.

Mediante una inspección visual exhaustiva del sitio, se identificaron dos pasivos ambientales principales: maquinaria en estado de abandono y manchas de aceite y combustible en el suelo. Para clasificar estos pasivos según su potencial impacto ambiental, se elaboró una matriz de importancia. Se consideraron los criterios inmersos en la matriz de importancia.

La matriz de importancia reveló que la maquinaria en abandono representa un pasivo ambiental de impacto moderado debido a su potencial para lixiviar metales pesados y otros contaminantes al suelo y las aguas subterráneas, afectando la calidad del agua y poniendo en riesgo la salud de los ecosistemas y las personas. Por otro lado, el derrame de combustibles y lubricantes se clasificó como un pasivo de impacto irrelevante, ya que su impacto ambiental es menor pero aún requiere atención.



**Figura 3.** Importancia del Pasivo Ambiental

**Elaboración:** El Autor

Para cada pasivo ambiental identificado, se completó una ficha ambiental que incluía información detallada sobre su ubicación, características, riesgos ambientales asociados y medidas de control necesarias. Esta información es fundamental para diseñar estrategias de manejo y remediación adecuadas para cada pasivo.

La presencia de maquinaria en abandono y derrames de combustibles y lubricantes puede generar diversos impactos negativos en el ecosistema, incluyendo la contaminación del suelo y agua, daños a la flora y fauna, y degradación del paisaje. La lixiviación de contaminantes de la maquinaria abandonada y los derrames puede afectar la calidad del agua y poner en riesgo la salud de las especies que dependen de ella. Además, la contaminación del suelo puede reducir su fertilidad y afectar la productividad de las plantas. La presencia de maquinaria en abandono y manchas de aceite y combustible también genera un impacto visual negativo en el paisaje y afecta el valor estético del entorno.

## IX. DISCUSIÓN

En las riberas del río Jubones se identificaron dos pasivos ambientales debido a la actividad minera de áridos y pétreos. Los tipos encontrados fueron por maquinaria en abandono y derrame de combustibles y lubricantes. Este hallazgo pone en relevancia la importancia de enfocar los pasivos ambientales desde todas sus perspectivas, integrando a la vez la dimensión ética del respeto a los derechos de la naturaleza, un enfoque que encuentra eco en las ideas de Chamorro Armas et al. [50].

Si bien algunos estudios se enfocan en los pasivos ambientales mineros autores como Wong Figueroa y Bernardo Tello [51], sostienen que el progreso científico, tecnológico y la innovación son claves para el desarrollo sostenible de las actividades productivas en general. Es fundamental destacar que la gestión de estos pasivos recae en el marco legal del Estado, el cual según Carbal Herrera et al. [52], permite identificar, de acuerdo a las normativas, a los responsables de cobro y pago.

En lo que respecta a las limitaciones del estudio, los resultados podrían tener una aplicabilidad limitada en otras zonas de estudio ya que esto también depende de las características de cada lugar. Este trabajo ofrece valiosas herramientas prácticas las mismas que permiten identificar y valorizar los pasivos ambientales más críticos, guiando a las autoridades locales a enfocar sus recursos y esfuerzos en la remediación de aquellos que representan el mayor riesgo. Además, sienta las bases para el desarrollo de estrategias de remediación efectivas, incluyendo medidas para reducir la contaminación y mitigar otros impactos ambientales.

Basándose en los resultados de este estudio, se identifican varias oportunidades para futuras perspectivas, incluyendo: la adopción de medidas de remediación, la participación activa de las comunidades locales, el fortalecimiento de la Educación Ambiental en la población aledaña, el desarrollo de políticas y regulaciones más robustas e incluso la convergencia de otros problemas dentro del área de estudio como la pérdida de la cimentación de la columna de la infraestructura del puente La Iberia que muy probablemente se deba a la sobre extracción del material de áridos y pétreos.

## X. CONCLUSIONES

La revisión de la literatura científica y técnica sobre pasivos ambientales mineros (PAM) revela un panorama complejo y desafiante. La herencia de la actividad minera ha dejado una huella profunda en el medio ambiente, generando numerosos sitios contaminados que representan un riesgo para la salud humana y los ecosistemas.

En este contexto, la identificación precisa de los PAM es un paso crucial para su posterior caracterización, priorización y remediación. La literatura describe diversas metodologías para la identificación de PAM, mismas que pueden llegar a ser muy robustas y adaptables a las diversas realidades.

La elección de la metodología más adecuada depende de diversos factores, como los objetivos específicos, los recursos disponibles y las características del sitio. La aplicación combinada de diferentes metodologías puede ser beneficiosa para obtener una visión más completa y precisa de los PAM.

Se llevó a cabo la identificación de los pasivos ambientales en las concesiones de áridos y pétreos ubicadas en las orillas del río Jubones. Los pasivos identificados fueron el derrame de combustibles y lubricantes, así como la presencia de maquinaria en abandono.

Para estos pasivos, se realizó una caracterización mediante el uso de una ficha ambiental, seguida de una valoración cualitativa utilizando la matriz de importancia. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el derrame de combustibles y lubricantes obtuvo un valor de importancia de 21, clasificado como irrelevante, mientras que la maquinaria en abandono recibió un valor de 27, clasificado como moderado.

## XI. RECOMENDACIONES

Se recomienda en primer lugar definir claramente los objetivos y el alcance de la revisión, estableciendo los tipos de literatura a incluir, las bases de datos a consultar y los criterios de selección de la información.

Para así, proceder a la búsqueda de literatura relevante, empleando palabras clave específicas en bases de datos especializadas, sitios web de organizaciones gubernamentales y académicas, y repositorios internacionales. Es importante considerar la búsqueda en diferentes idiomas para ampliar el espectro de información disponible.

La implementación de un método que nos ayude a caracterizar un pasivo siempre debe estar presente en un estudio ya que este es una pieza fundamental para la toma de decisiones informadas en materia de gestión ambiental, la recuperación del ecosistema y la prevención de futuros daños ambientales.

Se recomienda a las autoridades ambientales competentes realizar el seguimiento y la verificación del cumplimiento del sistema de gestión ambiental establecido conforme a las normativas vigentes, prestando especial atención a la implementación de medidas de mitigación por parte de las extractoras que actualmente están generando pasivos ambientales. Esto incluye el tratamiento adecuado de los residuos en cada uno de sus procesos y la disposición final apropiada de los mismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] G. M. Torres, M. I. Rodríguez, y M. F. Medina, «La gestión sostenible del agua como eje de articulación entre extensión, docencia e investigación», 2019.
- [2] C. A. Vergara Tamayo y D. C. Ortiz Motta, «Desarrollo sostenible: enfoques desde las ciencias económicas», *Apunt. Cenes*, vol. 35, n.º 62, pp. 15-52, jul. 2016, doi: 10.19053/22565779.4240.
- [3] S. H. Torres, J. P. Martín, L. Gárgano, y F. Tejedor, «Respuesta del ensamblaje de macroinvertebrados bentónicos en un río afectado por la actividad antrópica de la Patagonia extrandina (Provincia de Santa Cruz, Argentina)», *Ecol. Austral*, vol. 33, n.º 2, pp. 516-532, may 2023, doi: 10.25260/EA.23.33.2.0.2137.
- [4] M. Faure, «Shifts in Compensation for Environmental Damage», en *A Shift toward Alternative Compensation Mechanisms for Environmental Damage?*, vol. 21, Vienna: Springer, 2007, pp. 73-102. [En línea]. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-211-71552-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-211-71552-9_3)
- [5] S. Benítez, C. Vaca, y C. Molina, «Situación de Pasivos Ambientales en el Ecuador», *Coop. Reg. Para Gest. Sustentable Los Recur. Min. En Los Países Andin.*, 2018.
- [6] GAD Machala, «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Machala», Machala, PDOT, 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.machala.gob.ec/documentosGAD/rendicionCuentas/2023/insumos/PDOT\\_Machala.pdf](https://www.machala.gob.ec/documentosGAD/rendicionCuentas/2023/insumos/PDOT_Machala.pdf)
- [7] Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Machala, «Registro Oficial 741», Quito, Registro Oficial 741, 2016.
- [8] M. Ramírez, «SOSTENIBILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN EL VALLE DE ABURRÁ», 2008.
- [9] M. Jhanattan, B. S. Laksmono, D. N. Martono, y H. Herdiansyah, «Mining Management of Nonmetallic Minerals and Rocks Based on Government Policy», *Int. J. Environ. Impacts*, vol. 6, n.º 4, pp. 165-181, dic. 2023, doi: 10.18280/ije.060402.
- [10] L. Marín, «La extracción de arena y minerales de río como factor contaminante del ambiente», *Grafitas Discip. UCPR*, n.º 29, pp. 45-49, abr. 2015, doi: 10.31908/grafias.v0i29.1291.
- [11] A. Argüello, E. Cantos, y J. Viteri, «Riesgos antrópicos generados por la actividad minera», *Rev. Let. Verdes*, pp. 53-63, 2012.
- [12] I. A. Fernández, «Incidencia ambiental de la extracción de arena del río Nibujón», 2003.
- [13] D. Ochoa y J. González, «ESTRÉS OXIDATIVO EN PECES INDUCIDO POR CONTAMINANTES AMBIENTALES», *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec.*, vol. 55, n.º 2, pp. 115-126, 2008.
- [14] M. Tagliaferro, M. Granitto, P. Rodríguez, y C. B. Anderson, «Response of sub-Antarctic streams to urbanization: Relevance of assemblage structure and independent reference areas», *Limnologica*, vol. 93, p. 8, mar. 2022, doi: 10.1016/j.limno.2022.125956.
- [15] H. Valve, D. Lazarevic, y S. Pitzén, «The co-evolution of policy realities and environmental liabilities: Analysing the ontological work of policy documents», *Geoforum*, vol. 128, pp. 68-77, ene. 2022, doi: 10.1016/j.geoforum.2021.12.005.
- [16] M. A. Speake, M. E. Carbone, y C. V. Spetter, «Análisis del sistema socio-ecológico del estuario Bahía Blanca (Argentina) y su impacto en los servicios ecosistémicos y el bienestar humano», *Investig. Geográficas*, n.º 73, p. 121, jun. 2020, doi: 10.14198/INGEO2020.SCS.

- [17] Y. Y. Pardo-Rozo, «Valoración del servicio ecosistémico regulación hídrica en el Piedemonte Amazónico, Caquetá, Colombia», *Rev. UDCA Actual. Divulg. Científica*, vol. 25, n.º 1, mar. 2022, doi: 10.31910/rudca.v25.n1.2022.1608.
- [18] J. F. Arango Sánchez, C. J. Pacheco Figueroa, y L. A. Vargas Marín, «Valoración económica de los servicios ecosistémicos: una revisión sistemática», *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 28, n.º 103, pp. 948-964, jun. 2023, doi: 10.52080/rvgluz.28.103.3.
- [19] A. G. Sanchez Barbon y J. S. Barajas Tarazona, «Pasivos ambientales del sistema Chingaza: un análisis desde los actores y la normatividad», *Reflexión Política*, vol. 23, n.º 47, pp. 28-40, jun. 2021, doi: 10.29375/01240781.3970.
- [20] M. B. Pelayo Pérez y J. Gasca Zamora, «Reconfiguración de un territorio hidrosocial tras la construcción de la presa El Cajón, en Nayarit», *Región Soc.*, vol. 31, p. e1201, oct. 2019, doi: 10.22198/rys2019/31/1201.
- [21] D. Rosdiana *et al.*, «Kontaminasi kimia dan biologi pada air dan udara dengan ARKM: analisis risiko kesehatan masyarakat», *Public Health Risk Assessment J.*, vol. 1, n.º 1, jul. 2023, doi: 10.61511/phraj.v1i1.2023.222.
- [22] C. Philco, P. Noles, H. Cobeña, L. Robalino, J. García, y Y. Zambrano, «PROYECTO DE EVALUACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO CARRIZAL Y EL VASO DE LA REPRESA “LA ESPERANZA” Y SU INCIDENCIA EN EL CALENTAMIENTO GLOBAL.», 2010.
- [23] F. Cortés, *La Economía Circular. Ideas claves para la comprensión de un nuevo modelo de gestión de los recursos económicos*, Primera. Santiago de Chile: Universidad Autónoma de Chile, 2020.
- [24] R. Estupiñan, «La minería en Ecuador. Pasado, presente y futuro», *Bol. GEOLÓGICO Min.*, pp. 533-549, dic. 2021, doi: 10.21701/bolgeomin.132.4.010.
- [25] B. Salgado-Almeida, D. A. Falquez-Torres, P. L. Romero-Crespo, P. E. Valverde-Armas, F. Guzmán-Martínez, y S. Jiménez-Oyola, «Risk Assessment of Mining Environmental Liabilities for Their Categorization and Prioritization in Gold-Mining Areas of Ecuador», *Sustainability*, vol. 14, n.º 10, p. 6089, may 2022, doi: 10.3390/su14106089.
- [26] C. A. García, M. C. García, y C. F. Agudelo, «Evaluación y diagnóstico de pasivos ambientales mineros en la Cantera Villa Gloria en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.», *Rev. Tecnura*, vol. 18, n.º 42, p. 90, oct. 2014, doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2014.4.a07.
- [27] G. Zamora, J. Lanza, y J. Arranz, «Metodología para la identificación y evaluación de riesgos de pasivos ambientales mineros con fines de priorización para su remediación.», *Revista de Medio Ambiente y Minería*, n.º 5, pp. 31-43, 2018.
- [28] T. Yao, «A study on liability for environmental pollution in Beijing-Tianjin-Hebei Region», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 214, pp. 859-866, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.11.252.
- [29] M. Paananen, E. Runesson, y N. Samani, «Time to clean up environmental liabilities reporting: disclosures, media exposure and market implications», *Account. Forum*, vol. 45, n.º 1, pp. 85-116, ene. 2021, doi: 10.1080/01559982.2021.1872909.
- [30] Asamblea Nacional del Ecuador, «Código Orgánico del Ambiente». 2017. [En línea]. Disponible en: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- [31] A. Morales, «Cierre de minas - Conceptos generales Relatorio Consultora CEPAL», 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/ii\\_-\\_conceptos\\_generales\\_cepal\\_0.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/ii_-_conceptos_generales_cepal_0.pdf)

- [32] C. Luaces, «El Recorrido de los Minerales». Domènech e-learning multimedia, S.A, 2007. [En línea]. Disponible en: [https://conocelosaridos.org/pdfs/UT7\\_-\\_Los\\_Aridos\\_y\\_el\\_Cemento.pdf](https://conocelosaridos.org/pdfs/UT7_-_Los_Aridos_y_el_Cemento.pdf)
- [33] L. Gallagher y P. Peduzzi, «Sand and Sustainability: Finding New Solutions for Environmental Governance of Global Sand Resources.», Geneva, Switzerland: UNEP, 2019. [En línea]. Disponible en: [https://unepgrid.ch/storage/app/media/documents/Sand\\_and\\_sustainability\\_UNEP\\_2019.pdf](https://unepgrid.ch/storage/app/media/documents/Sand_and_sustainability_UNEP_2019.pdf)
- [34] PNUMA, «Sand and sustainability: 10 strategic recommendations to avert a crisis», Geneva, Switzerland, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://unepgrid.ch/en/resource/2022SAND>
- [35] Ministerio de Minas y Energía, «Explotación de materiales de construcción: canteras y material de arrastre». 2013. [En línea]. Disponible en: <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2445>
- [36] P. Saik, O. Cherniaiev, O. Anisimov, R. Dychkovskiy, y A. Adamchuk, «Mining of non-metallic mineral deposits in the context of Ukraine's reconstruction in the war and post-war periods», *Min. Miner. Depos.*, vol. 17, n.º 4, pp. 91-102, dic. 2023, doi: 10.33271/mining17.04.091.
- [37] C. Hackney *et al.*, «River bank instability from unsustainable sand mining in the lower Mekong River», *Nat Sustain*, pp. 217-225, 2020, doi: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0455-3>.
- [38] H. Hagh Nazar y M. Saneie, «Impacts of pit distance and location on river sand mining management», *Model. Earth Syst. Environ.*, vol. 5, n.º 4, pp. 1463-1472, dic. 2019, doi: 10.1007/s40808-019-00627-6.
- [39] A. Torres, J. Brandt, K. Lear, y J. Liu, «A looming tragedy of the sand commons», *Science*, vol. 357, n.º 6355, pp. 970-971, sep. 2017, doi: 10.1126/science.aao0503.
- [40] D. Padmalal y K. Maya, *Sand Mining*. 2014. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-017-9144-1>
- [41] L. P.O, «Effects of Sand/Gravel Mining in Minna Emirate Area of Nigeria on Stakeholders», *J. Sustain. Dev.*, vol. 4, n.º 1, p. p193, ene. 2011, doi: 10.5539/jsd.v4n1p193.
- [42] C. Ortega, D. Manco, y E. Rojas, «Estudio de la explotación artesanal en el lecho del río Cesar en el sector norte de Guacoeche-Guacochito», *Rev. Agunkuyâa*, vol. 8, n.º 1, pp. 29-42, ene. 2018, doi: 10.33132/27114260.1233.
- [43] J. López y O. Mijangos, «Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales», vol. 17, pp. 37-42, 2013.
- [44] L. B. Leopold, F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, y J. R. Balsley, «A Procedure for Evaluating Environmental Impact», *Geol. Surv.*, 1971, doi: <https://doi.org/10.3133/cir645>.
- [45] K. Starck, E. Lins, L. Savitski, A. Lucena, y R. Oliveira, «ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS ENTRE CEMITÉRIOS PÚBLICOS DA CIDADE DE PATO BRANCO/PR UTILIZANDO A MATRIZ DE LEOPOLD ADAPTADA», presentado en 7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, may 2024. doi: 10.55449/conresol.7.24.XV-008.
- [46] N. C. B. Amarán, «Impacto de los pasivos ambientales en la red hidrográfica de la región minera de Santa Lucía, Minas de Matahambre, Cuba.», n.º 1, 2022.
- [47] «Metodología para la Valorización de Pasivos Ambientales en el Sector Eléctrico.pdf». Ecometria, 2002. [En línea]. Disponible en: <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/1903>

- [48] G. Campos y N. Lule, «La observacion un método para el estudio de la realidad», vol. VII, n.º 13, pp. 45-60, 2012.
- [49] D. Gómez Orea y M. T. Gómez Villarino, *Evaluación de impacto ambiental*, 3ª ed., rev.Amp. Madrid: Mundi-Prensa, 2013.
- [50] S. Chamorro Armas, B. Enríquez Vallejo, T. A. Palacios Cabrera, y M. A. González Escudero, «Generación de indicadores de pasivos ambientales y sociales para el subsistema de inteligencia de estadísticas aplicado a las actividades hidrocarburíferas», *FIGEMPA Investig. Desarro.*, vol. 1, n.º 2, pp. 85-92, dic. 2016, doi: 10.29166/revfig.v1i2.894.
- [51] B. L. Wong Figueroa y A. Bernardo Tello, «Estimaciones de pasivos ambientales para acrecentar la contabilidad tridimensional y la sostenibilidad integral en las empresas mineras», *Investig. Valdizana*, vol. 12, n.º 4, pp. 193-204, dic. 2018, doi: 10.33554/riv.12.4.155.
- [52] A. E. Carbal Herrera, C. Rosales García, A. Hernández Viloría, y L. Martínez Gómez, «Una aproximación conceptual al termino pasivos ambientales: una propuesta para su puesta en práctica», *Panor. Económico*, vol. 27, n.º 2, pp. 497-509, abr. 2019, doi: 10.32997/2463-0470-vol.27-num.2-2019-2638.

## ANEXOS

*Anexo A. Vista aérea de la Concesión Minera Lorena*

**Figura 4.** Vista aérea de la Concesión Minera Lorena

**Fuente:** Departamento de Áridos y Pétreos GAD Machala

*Anexo B. Maquinaria obsoleta presente en Concesión Minera La Viña*

**Figura 5.** Maquinaria obsoleta presente en Concesión Minera La Viña

**Fuente:** Departamento de Áridos y Pétreos GAD Machala

*Anexo C. Vista aérea de la Concesión Minera La Viña*



**Figura 6.** Vista aérea de la Concesión Minera La Viña

**Fuente:** Departamento de Áridos y Pétreos GAD Machala

*Anexo D. Vista aérea de la Concesión Minera DAVROM*



**Figura 7.** Vista aérea de la Concesión Minera DAVROM

**Fuente:** Departamento de Áridos y Pétreos GAD Machala

*Anexo E. Vista aérea de la Concesión Minera Lilian*



**Figura 8.** Vista aérea de la Concesión Minera Lilian

**Fuente:** Departamento de Áridos y Pétreos GAD Machala