



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,  
Volumen 8, Número 2.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2)

**EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES EN LA CANTERA TAPARACHI  
GENERADAS POR LA EXPLOTACIÓN DE  
MATERIALES EMPLEADOS EN LA  
CONSTRUCCIÓN**

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACTS AT  
TAPARACHI QUARRY RESULTING FROM THE  
EXPLOITATION OF CONSTRUCTION MATERIALS**

**Pedro Aguilar Condori**

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10568](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10568)

## Evaluación de los Impactos Ambientales en la Cantera Taparachi Generadas por la Explotación de Materiales Empleados en la Construcción

**Pedro Aguilar Condori<sup>1</sup>**

[ing.peliz@gmail.com](mailto:ing.peliz@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0002-4129-3156>

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez  
Juliaca, Perú

### RESUMEN

Este artículo tiene por objetivo evaluar los impactos ambientales generados por la explotación de materiales en la cantera Taparachi ubicada en la ciudad de Juliaca – 2023; además de proponer un Plan de explotación. Por lo que, este estudio tuvo un enfoque cualitativo de nivel descriptivo mediante evaluaciones visuales haciendo uso de la Matriz de doble entrada de Leopold la cual permitió estimar los pasivos ambientales en función de su magnitud e importancia del impacto. Los Resultados obtenidos muestran que los componentes ambientales: aire, flora, fauna y paisaje sufren un impacto crítico negativo, con una valoración de 175, 264, 214 y 219 respectivamente; además, el componente económico tiene un impacto positivo con una valoración de 74. Concluyendo que: los pasivos ambientales en la cantera Taparachi generadas por la explotación de materiales empleados en la construcción, han generado un impacto crítico negativo a los componentes ambientales: flora, fauna y paisaje; pero también dicha actividad contribuye a la economía y ayuda a la expansión urbana; por lo que, es preciso poner en marcha un Plan de explotación de canteras para la conservación del medio ambiente de la zona durante y al finalizar la explotación el cual tendría un costo referencial de S/. 110,650.00.

**Palabras clave:** explotación de canteras, matriz de leopold, impacto ambiental

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [ing.peliz@gmail.com](mailto:ing.peliz@gmail.com)

# Assessment of environmental impacts at Taparachi quarry resulting from the exploitation of construction materials

## ABSTRACT

This article aims to evaluate the environmental impacts generated by the exploitation of materials at the Taparachi quarry located in the city of Juliaca – 2023, and to propose an exploitation plan. The study employed a qualitative, descriptive approach using visual assessments with the Leopold's double-entry matrix, which allowed for estimating environmental liabilities based on the magnitude and importance of the impact. The results show that environmental components: air, flora, fauna, and landscape suffer a critical negative impact, with ratings of 175, 264, 214, and 219 respectively; furthermore, the economic component has a positive impact with a rating of 74. It is concluded that the environmental liabilities at the Taparachi quarry resulting from the exploitation of construction materials have generated a critical negative impact on environmental components: flora, fauna, and landscape; however, this activity also contributes to the economy and aids urban expansion. Therefore, it is necessary to implement a quarry exploitation plan for the conservation of the area's environment during and after the exploitation, which would have an estimated cost of \$ 100,650.00.

**Keywords:** quarry exploitation, leopold matrix, environmental impact

*Artículo recibido 15 febrero 2023*

*Aceptado para publicación: 15 marzo 2023*



## INTRODUCCIÓN

Los seres vivos por su naturaleza de desarrollo; tienden a satisfacer sus necesidades consumiendo recursos de diversas procedencias, ocasionando alteraciones sobre el medio natural; y como una reacción del ecosistema frente a la mano humana en el progreso de sus actividades cotidianas, el daño puede hacerse notar de forma puntual, regional e incluso a nivel mundial dependiendo de su intensidad y extensión de la actividad” (Matamoros, 2010).

Las rocas y suelos son los recursos más consumidos después del agua, estos recursos constituyen material fundamental para la industria de la construcción; siendo las obras muy necesarias para el crecimiento y desarrollo tanto social y económico de la población (Naisma y Isnel, 2018, p. 6),

Además, dichos recursos simbolizan la porción de menor costo de una obra y que irónicamente es la mayor parte del producto. Por otro lado; el incremento en la industria de la construcción, ha generado un aumento excesivo en la explotación de rocas y suelos; siendo necesario realizar un diagnóstico de forma integral para determinar las alteraciones al medio ambiental por dicha actividad (Naisma y Isnel, 2018, p. 6).

“Un Estudio de Impactos Ambientales (EIA) integra una herramienta muy importante, pues este permite predecir con antelación el efecto que tiene la práctica de una determinada actividad de explotación en la zona donde se sitúa” (Marchevsky, et al., 2018, p. 52). Para Espinoza y Guzñay, (2013) “Un EIA diagnostica basado en una normativa, todas las fases del desarrollo productivo; que a la postre sirve para poner en marcha un plan de manejo ambiental con un conjunto de actividades y normativas programadas” (p. 14).

Marchevsky, et al. (2018), contribuyen que la evaluación del impacto ambiental constituye una herramienta importante, puesto que permite pronosticar el efecto que tendría la explotación de materiales en el entorno de la cantera. Por su parte, Vandana, et al. (2020), manifiestan que las ciudades y sus zonas periféricas son en gran medida las responsables de la drástica degradación de los componentes ambientales por su excesivo consumo de materia para la construcción. Además, Vandana, et al. (2020) afirman que los métodos de evaluación ambiental permiten identificar son herramientas eficientes para el diagnóstico de los impactos fisicoquímicos, biológicos y socioeconómicos, producto de la extracción

de recursos, y los resultados al alrededor de la zona de actividad podría tener niveles significativos, degradando la calidad de vida.

Con respecto al instrumento de evaluación, Cavalcante y Leite (2016), sostiene que Matriz de Leopold permite diagnosticar la situación actual, sirviendo como base de datos para la elaboración de un plan de manejo ambiental. Por su parte, Josimović, Petrić & Milijić (2014), abordó sobre la posibilidad de uso de la matriz para evaluar el impacto ambiental en un proyecto de construcción, concluyendo que: la evaluación obtenida por este instrumento permitió la identificación precisa de los posibles impactos ambientales del proyecto. Para Valizadeh y Hakimian (2019), además, de Daryabeigi, Vaeziheir, y Hoveidi (2019), concuerdan que esta matriz, es un método de evaluación rápida del impacto del medio ambiente, que proporciona información rápida y métodos precisos de análisis de los componentes específicos del medio.

La municipalidad de Juliaca es la responsable de generar el desarrollo y la ejecución de obras públicas; para lo cual, dicha entidad dispone de varias fuentes naturales entre ríos y suelos residuales; siendo esta última, la Cantera en estudio, siendo la principal proveedora de rocas y suelos para la construcción de obras viales (pavimentación de calles), generando un cambio al entorno morfológico y biológico a la zona; en la siguiente figura se puede apreciar lo dicho:

**Figura 1.** Cantera Taparachi



Nota: Explotación de materiales en la cantera Taparachi

En el año 2022, la Municipalidad de Juliaca experimentó un crecimiento acelerado en la construcción de nueva infraestructura vial entre calles y avenidas. Este desarrollo conllevó al agotamiento de una significativa cantidad de recursos naturales provenientes de canteras fluviales (agregados para concreto)

y ligantes granulares (para la estabilización de suelos), destacando la explotación de la cantera Taparachi, de la cual se extrajeron una gran cantidad de material, incluyendo suelos y rocas. Dicho material se empleó en el proceso de mejora de la subrasante, así como en la conformación de la base y subbase del pavimento.

La cantera objeto de estudio pertenece al Municipio previamente mencionado, lo cual resulta en una reducción de los costos de los proyectos. No obstante, esta particularidad también conlleva graves perturbaciones en el entorno local, las actividades como la concentración de maquinaria de extracción alteran el equilibrio medioambiental al ocasionar vibraciones, emisiones de polvo, ruidos y gases de combustión, que impactan adversamente en los aspectos físicos, biológicos y sociales del área. Además, se suma a este problema la modificación del paisaje y la interferencia en las áreas de recreación.

La EIA es una herramienta crucial para documentar y mitigar los efectos negativos en el medio ambiente durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura. Esta práctica está respaldada por estudios de Marchevsky, Giubergia, & Ponce (2018); Vandana, et al. (2020); y Vaeziheir, y Hoveidi (2019). La Ley 28611 establece la obligación de realizar una EIA para proporcionar información detallada sobre las condiciones ambientales de la zona en cuestión, anticipar las consecuencias de la explotación de recursos naturales y facilitar la implementación de medidas preventivas para minimizar el impacto ambiental.

Por todo lo descrito, se espera que la explotación de materiales en la cantera Taparachi genere impactos ambientales significativos, los cuales afectarán negativamente los componentes físicos, biológicos y sociales del entorno, pero también se espera que la implementación de un plan de explotación adecuado pueda mitigar estos impactos y contribuir a la conservación del medio; Ante esto, el presente trabajo de investigación, tiene por objetivo evaluar los impactos ambientales derivados de la explotación de materiales en la cantera, identificando sus efectos en los componentes físicos, biológicos y sociales, y proponer medidas que reduzcan los impactos y garantizar un desarrollo sostenible cuidando el medio ambiente.

## **METODOLOGÍA**

El método empleado en este trabajo de investigación se caracterizó por un enfoque cualitativo de tipo aplicado y de corte transversal, con un nivel descriptivo que permitió una comprensión detallada de los

impactos ambientales en la cantera Taparachi. Para este propósito, se utilizó la Matriz de doble entrada de Leopold, una herramienta reconocida por su eficacia en la evaluación de impactos ambientales producidas en el campo de la ingeniería.

La población de estudio incluyó todos los elementos directa o indirectamente afectados por la explotación de materiales de construcción en la cantera Taparachi, así como el entorno ambiental en esa área. La muestra evaluada comprendió diversos factores ambientales, tales como aspectos físicos y químicos (suelo, agua, aire y procesos físicos del área), biológicos (flora y fauna) y socioculturales (densidad de población, recreo, paisaje y aspectos económicos).

La cantera Taparachi se ubica en la zona suroeste de la ciudad de Juliaca, una región que forma parte de la imponente cordillera andina. Esta cantera desempeña un papel fundamental como la principal fuente de materiales para la pavimentación de las vías en la ciudad mencionada, lo que confiere una relevancia crucial a la evaluación de sus impactos ambientales.

Este estudio buscó proporcionar una comprensión holística de los efectos de la explotación de materiales en la cantera Taparachi, considerando no solo los aspectos físicos del entorno, sino también los impactos en la biodiversidad, así como en los aspectos socioeconómicos y culturales de la comunidad circundante. De esta manera, se pretende contribuir a la formulación de estrategias efectivas para la gestión y mitigación de los impactos ambientales en esta importante área de estudio

La Matriz de Leopold fue elaborada para evaluar los impactos en la fase de apertura y extracción de materiales, se colocó en las columnas los impactos ambientales y en las filas los factores ambientales (físicos – químicos, biológicos y socioeconómicos). En cada celda se rellenó del 1 a 10 para la magnitud e importancia del impacto; como se muestra en la tabla:

**Tabla 1.** Valoración de los impactos método Leopold

Magnitud (M)			Importancia (I)		
Valoración positiva (+) /negativa (-)					
Intensidad	Afectación	Valor	Duración	Influencia	Valor
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional	10

Nota. Las Valoraciones se realizaron en el mes de febrero del 2023.

La Matriz debe contener información detallada del estudio; acerca de la fauna y flora y del aspecto socioeconómico y cultural del área de estudio y habitantes; diferenciar los elementos más importantes y despreciables de manera tal el análisis incluya valores válidos y destaque los puntos verdaderamente importantes (Ramos, 2004, p. 37).

El desarrollo del estudio implicó una secuencia metodológica. En una primera etapa, se llevó a cabo la identificación de las actividades que generan impactos en la cantera, centrándose específicamente en la fase de apertura y operación (explotación de material), siguiendo los criterios establecidos por el Método de Leopold. Posteriormente, se procedió a identificar y analizar los aspectos ambientales afectados, abordando una variedad de componentes físicos tales como: suelo, agua, atmósfera y procesos naturales; biológicos: incluyendo la flora y fauna presentes en el entorno; y socioeconómicos: como la densidad de población, recreación, paisaje y factores económicos. A partir de ella, se plantea un Plan de Explotación, el cual contempla una serie de medidas específicas destinadas a mitigar los impactos negativos identificados y a promover la conservación del medio ambiente en la zona de estudio. Este plan integra estrategias técnicas y socioeconómicas, con el objetivo de garantizar un desarrollo sostenible de las actividades de explotación, minimizando su impacto y promoviendo la preservación de los recursos naturales y del entorno local.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el objetivo se llevaron a cabo evaluaciones visuales en el campo utilizando la Matriz de Leopold. En esta sección, se presentan los resultados de la evaluación de manera secuencial. En primer lugar, se identificaron los aspectos ambientales en la fase de apertura y operación de la extracción. A continuación, se aplicó la Matriz de Leopold y se valoraron los factores ambientales en las mencionadas fases. En la parte final, se describen una serie de acciones para mitigar y reducir los impactos negativos generados por esta actividad, además del costo referencial que tendría estas medidas.

**Tabla 2.** Aspectos ambientales en la Fase de Apertura

Aspectos ambientales	Impactos ambientales	
	Primarios	Secundarios
Limpieza y desbroce	Deforestación	Erosiones
	Afectación paisajística	Emigración de la fauna
Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias	Afectación auditiva	
	Afectación del suelo	Molestias a la población cercana
	Afectación con polvo	
Apertura de accesos	Afectación con CO2	
	Afectación paisajística	
	Afectación auditiva	
	Afectación del suelo	Molestias a la población cercana
Expianaciones	Afectación con polvo	
	Afectación con CO2	Emigración de la fauna
	Afectación paisajística	

Nota. Esta descripción se realizó en la fase de apertura de la Cantera

Observamos que los aspectos ambientales que generan impactos al medio ambiente en la fase de apertura de la cantera Taparachi son las Actividades de Desbroce, Limpieza, Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias, Apertura de accesos y las obras de explanaciones; estos impactos además se encuentran clasificados en impactos primarios generados por la modificación paisajística, el polvo, ruido, CO<sub>2</sub> al Paisaje, audición (Ruido) son las principales responsables de la contaminación atmosférica, asimismo, al suelo en su mayor parte; y los impactos secundarios que son consecuencia de los impactos primarios como: erosiones del suelo, emigración de la fauna y flora, molestias a la población cercana.

El estudio de Dugar (2018) se centró en proponer un sistema de gestión ambiental para la extracción de materiales en la industria minera, identificando actividades clave durante la fase operativa, como apertura de caminos, remoción de cobertura vegetal, preparación de plataformas, entre otras. Estos resultados ofrecen una comprensión detallada de los procesos que generan impactos ambientales en la operación de canteras y actividades mineras, permitiendo la implementación de estrategias de gestión ambiental para mitigar estos impactos. Además, estos hallazgos pueden enriquecer nuestra investigación, proporcionando una visión más amplia sobre los desafíos ambientales en la extracción de materiales en canteras.

**Tabla 3.** Aspectos ambientales en la fase de operación

Aspectos ambientales	Impactos ambientales	
	Primarios	Secundarios
Extracción de material	Contaminación auditiva, partículas en suspensión, polvo y CO <sub>2</sub>	Erosiones
	Afectación de la salud del personal que labora	Emigración de la fauna
	Modificación geomorfología de la zona	Perdida de áreas agrícolas
	Desestabilidad del talud	Molestias a la población cercana
	Generación de vibraciones	
	Explotación de material	

	Cambio del uso del suelo	
Acumulación	Contaminación auditiva, suelo, polvo y CO2 Generación de vibraciones	Molestias a la población cercana
Zarandeo y clasificación	Contaminación auditiva, suelo, partículas en suspensión y CO2 Generación de vibraciones	Molestias a la población cercana
Apilamiento	Contaminación auditiva, suelo, partículas en suspensión y CO2 Generación de vibraciones	Molestias a la población cercana
Embarque	Contaminación auditiva, suelo, partículas en suspensión y CO2 Generación de vibraciones	Molestias a la población cercana
Transporte y disposición final	Contaminación auditiva, suelo, partículas en suspensión y CO2 Generación de vibraciones Afectación a las vías de acceso a la cantera Generación de partículas en suspensión y vibraciones a las vías	Molestias a la población cercana

Nota. La tabla presenta los aspectos ambientales durante la fase de operación en una cantera, con los impactos ambientales primarios y secundarios asociados.

Los resultados presentados en la tabla 3 revela una variedad de aspectos ambientales que surgen durante la Fase de Operación en la cantera, abarcando desde la extracción de material hasta su disposición final. Entre las actividades principales se incluyen la extracción de material, acumulación, zarandeo y clasificación, el apilamiento, embarque, transporte y la disposición final. Estas operaciones, conllevan una serie de impactos primarios significativos que merecen atención. Entre estos impactos, se destaca la contaminación auditiva, generada principalmente por el funcionamiento de maquinaria pesada y el

transporte de materiales. La presencia de partículas en suspensión y la emisión de polvo son otro conjunto de preocupaciones ambientales derivadas de estas actividades, lo que puede afectar la calidad del aire en la zona circundante. Además, la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante el proceso.

Es importante destacar que estos impactos primarios no están limitados únicamente a la esfera ambiental, sino que también tienen implicaciones directas en la salud y seguridad del personal involucrado en estas operaciones. La exposición prolongada a altos niveles de ruido, partículas en suspensión y polvo puede tener efectos adversos en la salud respiratoria y auditiva, lo que subraya la necesidad de medidas de mitigación y protección adecuadas. Además, de los impactos mencionados, se observan consecuencias significativas en términos de modificación geomorfológica del área. La actividad de extracción puede alterar la topografía natural de la zona, lo que a su vez puede provocar desestabilización del talud y riesgos de deslizamientos de tierra. Las vibraciones generadas durante las operaciones también pueden tener efectos negativos en la estructura del suelo y las estructuras cercanas, lo que plantea preocupaciones adicionales sobre la seguridad de la infraestructura circundante.

En resumen, el análisis detallado de los resultados presentados en la tabla 3 destaca la complejidad y la diversidad de aspectos ambientales asociados con la operación de la cantera Taparachi durante la Fase de Operación. Estos aspectos abarcan desde impactos directos en la calidad del aire y el ruido hasta implicaciones más amplias en la salud humana, la estabilidad del suelo y los recursos naturales locales. La comprensión integral de estos impactos es fundamental para informar la implementación de medidas de mitigación efectivas y garantizar un enfoque sostenible en la gestión de la cantera.

Por su parte, Toapanta & Yanchaluisa (2021), llevaron a cabo un estudio titulado "Evaluación de la calidad ambiental de la explotación de materiales áridos y pétreos", el cual proporciona una perspectiva adicional sobre los aspectos ambientales y sus impactos asociados en la operación de canteras. Según sus hallazgos, los aspectos ambientales que generan impactos significativos en el medio ambiente están principalmente vinculados a actividades clave como la extracción, trituración, distribución (venta) y cierre de la cantera.

Estos resultados complementan y refuerzan los hallazgos de nuestra investigación, subrayando la importancia crítica de abordar de manera integral las actividades operativas en una cantera. La extracción de material, trituración y la distribución de los productos son etapas fundamentales que, si

no se gestionan adecuadamente, pueden tener consecuencias ambientales graves, como la degradación del suelo, la contaminación del agua y del aire, y la pérdida de biodiversidad local.

Además, el reconocimiento del cierre de la cantera como una fase importante que resalta la necesidad de implementar medidas de restauración y rehabilitación efectivas para mitigar los efectos negativos a largo plazo de la actividad extractiva en el entorno. Esto implica no solo el cese de las operaciones, sino también la restauración de los paisajes afectados y la reintegración de la fauna y flora locales, contribuyendo así a la recuperación y conservación del ecosistema. En conjunto, estos resultados destacan la importancia de adoptar enfoques integrados y sostenibles en la gestión de las operaciones de canteras, que consideren no solo la rentabilidad económica, sino también los impactos ambientales y sociales asociados. Esta comprensión holística es fundamental para promover la sostenibilidad ambiental y garantizar un desarrollo responsable en el sector de la construcción.

La tabla siguiente presenta los resultados obtenidos en la valoración de los impactos ambientales mediante la aplicación del método de Leopold. Se han considerado diversos parámetros y criterios para evaluar de manera integral los efectos que las actividades pueden tener en el entorno. Los resultados reflejan la efectividad y la aplicabilidad de este método en la identificación y evaluación precisa de los impactos ambientales, sirviendo como base fundamental para la propuesta de implementación de un plan de manejo ambiental:

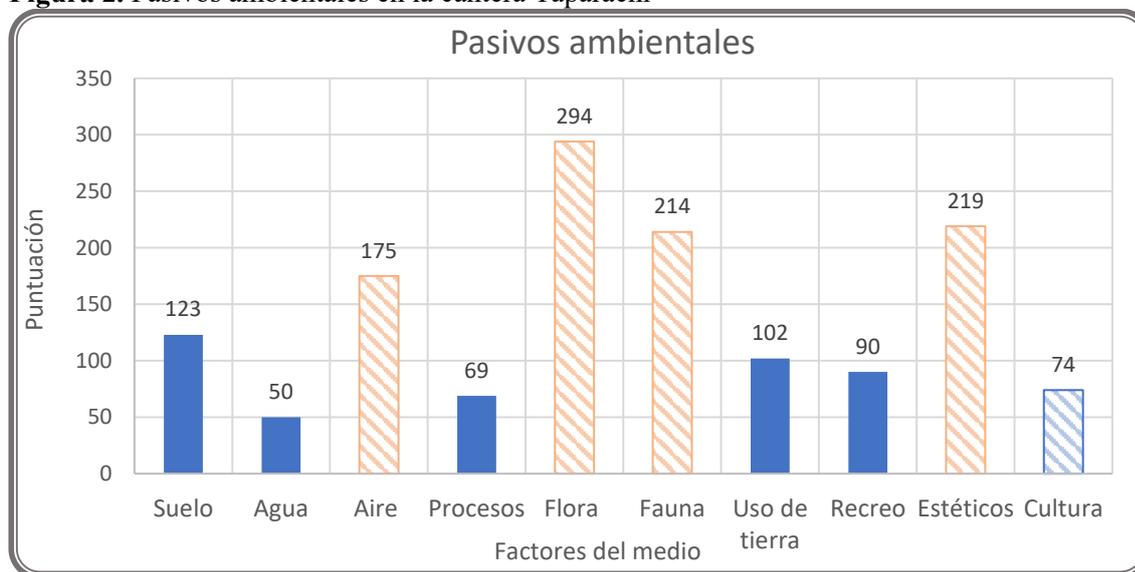
**Tabla 2.** Aplicación del Método de Leopold

Factores ambientales	Actividades	Fase de apertura					Fase de operación					Sumatoria Total
		Limpieza y desbroce	Movilización de	Apertura de accesos	Explanaciones	Extracción de	Acumulación	Zarandeo y	Apilamiento	Embarque	Transporte y	
Físicas y Químicas	Suelo	-3	-15	-27	-48	6	-1	-10	-1		-24	-123
	Agua		-1	-1	-13	-15	-3	-3	-3	-3	-8	-50
	Aire	-12	-10	-24	-24	-60	-29	-30	-29	-26	-36	-175
	Procesos			4	-3	-60			-6		-4	-69

	Flora	-120	-2	-48	-4	-120					-294	
	Fauna	-44	-7	-28	-28	-90	-3	-3	-3	-3	-5	-214
Socio económicos	Densidad	-39	-2	-28	-21	-12						-102
	Recreo	-12		0	12	-90						-90
	Paisaje	-60		-30	-42	-51	-16	-4	-16			-219
	Económí											
	a	4	5	3	42	15	11	11	11	11	0	74
<b>Sumatoria Total</b>	<b>-286</b>	<b>-32</b>	<b>-173</b>	<b>-127</b>	<b>-616</b>	<b>-32</b>	<b>-34</b>	<b>-38</b>	<b>-15</b>	<b>-58</b>	<b>-1262</b>	

Nota. Las valoraciones se realizaron en función a la Magnitud e Intesnidad (Tabla 1)

**Figura 2.** Pasivos ambientales en la cantera Taparachi



Nota: El factor Cultura obtuvo una puntuación de 74 positiva (+)

Al analizar los resultados presentados en la Tabla 4 y la figura 2, se destaca que los impactos ambientales derivados de la extracción de material para la construcción en la cantera Taparachi muestran una valoración de -1262 en la escala de Leopold; la cual proporciona una visión del impacto de las actividades en la cantera.

En particular, se observa que la fase de operación es la principal generadora de impactos negativos, con un nivel significativo en los factores biológicos, tanto en la flora como en la fauna. Esto subraya la importancia de implementar medidas de mitigación específicas durante estas etapas para minimizar los efectos adversos en el entorno natural circundante.

Por otro lado, el factor socioeconómico, representado por la economía, muestra una puntuación de +74. Este resultado indica que, a pesar de los impactos ambientales negativos, la actividad en cuestión no carece de beneficios socioeconómicos. Específicamente, contribuye positivamente a la generación de empleo para los habitantes locales. Este hallazgo resalta la complejidad de equilibrar las necesidades económicas con la preservación ambiental en el contexto de la explotación de recursos naturales.

En este sentido, es fundamental adoptar enfoques sostenibles y estrategias de mitigación adecuadas para reducir los impactos negativos y optimizar los beneficios sociales asociados a la actividad en la cantera Taparachi. Esto implica la implementación de prácticas de extracción y operación más responsables, así como el desarrollo de programas de compensación y rehabilitación ambiental para mitigar los efectos adversos en el entorno natural y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la actividad minera en la zona.

Basándonos en estos resultados, se ha desarrollado un Plan para la explotación de la cantera en estudio. Este plan busca abordar los impactos identificados en la figura 2 y garantizar un equilibrio entre la extracción de material de construcción y la conservación del medio ambiente, así como el bienestar de la comunidad local. Es fundamental destacar que el objetivo principal de este plan es lograr un balance entre los beneficios económicos de la extracción de material de construcción y la protección del medio ambiente y los recursos naturales de la zona. De esta manera, se busca garantizar un desarrollo sostenible y responsable que beneficie tanto a la empresa como a la comunidad local y al entorno ambiental en general.

A continuación, se presenta una tabla que detalla las actividades planificadas y el costo asociado a cada una de ellas. Este plan incluye medidas de mitigación, monitoreo y participación activa de la comunidad.

**Tabla 5.** Propuesta del Plan de Explotación de la Cantera Taparachi.

ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio	Parcial
<b>01</b>	<b>Programa de mitigación</b>				<b>30,250.00</b>
<b>01.01</b>	<b>Medios físicos</b>				<b>16,500.00</b>
01.01.01	Almacén de combustible	glb	1.00	1,000.00	1,000.00
01.01.02	Explanación para maquinaria	glb	1.00	3,000.00	3,000.00

Implementar una Barrera					
01.01.03	Ecológica	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.01.04	Mantenimiento de maquinaria	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
01.01.05	Riego de vías	día	1.00	500.00	500.00
Implementación de					
01.01.06	señalizaciones	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
<b>01.02</b>	<b>Medios biológicos</b>				<b>3,000.00</b>
Implementación de					
01.02.01	señalizaciones	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
<b>01.03</b>	<b>Medios socioeconómicos</b>				<b>10,750.00</b>
01.03.01	Instalación de cerco alámbrico	ml	500.00	7.50	3,750.00
Implementación de					
01.03.02	señalizaciones	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
01.03.03	Plan de salud y seguridad	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
<b>02</b>	<b>Programa de compensación</b>				<b>58,400.00</b>
<b>02.01</b>	<b>Componente físico</b>				<b>36,400.00</b>
02.01.01	Descompactación de suelos	m2	22,000.00	1.20	26,400.00
02.01.02	Estabilidad del talud	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
<b>02.02</b>	<b>Componente biológico</b>				<b>10,000.00</b>
02.02.01	Reforestación de la zona	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
02.02.02	Reintegración de especies nativas	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
<b>02.03</b>	<b>Componente socioeconómico</b>				<b>12,000.00</b>
02.03.01	Instalación de cerco biológico	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
02.03.02	Cambio geomorfológico del talud	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
<b>03</b>	<b>Programa de monitoreo y vigilancia</b>				<b>12,000.00</b>
03.01	Supervisor Ambiental y Seguridad	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
03.02	Instalación de baños portátiles	und	4.00	500.00	2,000.00

03.03	Implementación de señalizaciones	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
03.04	Educación ambiental a la población	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
<b>Costo referencial</b>				<b>US \$ 100,650.00</b>	

Nota: El costo referido fue desarrollado para costos en el periodo del año 2023.

La tabla 5 muestra la propuesta del Plan de Explotación de la Cantera estructurada en programas de Mitigación, Compensación, Monitoreo y Vigilancia. Este enfoque integral refleja una estrategia para abordar los impactos ambientales y garantizar la conservación del medio ambiente en la zona de estudio. El costo referencial asociado a estos programas, que asciende a US \$ 100,650.00 al año 2023, sugiere una inversión significativa pero necesaria para implementar medidas efectivas de protección ambiental y mitigación de impactos. Esta asignación presupuestaria demuestra el compromiso de la empresa con la responsabilidad ambiental y el desarrollo sostenible; Es importante destacar que esta relación de actividades no solo busca cumplir con las regulaciones ambientales vigentes, sino que también tiene como objetivo principal contribuir activamente a la conservación del medio ambiente de la zona en estudio.

En este sentido, es crucial poner en marcha este plan lo antes posible para garantizar que se implementen las medidas necesarias para minimizar los impactos ambientales y proteger la biodiversidad local. La ejecución efectiva de este plan no solo beneficiará al medio ambiente, sino que también fortalecerá la reputación de la empresa y su relación con la comunidad local y las autoridades reguladoras.

Resumiendo, la discusión de resultados observamos que la explotación de materiales en la cantera Taparachi resulta en la generación de pasivos ambientales, los cuales son desencadenados por una serie de actividades como la limpieza y desbroce del área, la apertura de vías y explanaciones, y la movilización y desmovilización de maquinaria. Además, durante el proceso de extracción, tareas como la acumulación, zarandeo y clasificación del material, así como su embarque, transporte y disposición final, contribuyen a estos impactos ambientales. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones anteriores realizadas por Dugar (2018) y Toapanta y Yanchaluisa (2021), quienes identificaron actividades como la apertura de vías, el retiro vegetal y la entrada y salida de maquinaria como generadoras de impactos en canteras. Asimismo, Hernández, Ulloa y Rosario (2014) también encontraron que actividades como el desbroce, voladura, excavación, transporte y procesamiento de la

materia prima generan pasivos ambientales, lo que respalda nuestros resultados sobre la identificación de los aspectos ambientales generadores de impacto.

Por otro lado, al emplear el método de Leopold para evaluar los pasivos ambientales generados en el entorno de la cantera Taparachi, se obtuvo una valoración de 1262 puntos. Los factores más impactados fueron la flora, fauna, estéticos y aire, mientras que los componentes suelo, agua, procesos, uso del suelo y recreo resultaron afectados en menor medida. Estos resultados están en línea con investigaciones previas realizadas por García et al. (2014) y Martínez (2020), quienes utilizaron la matriz de Leopold y obtuvieron valoraciones de pasivos ambientales en canteras superiores a los 1500 puntos, lo que sugiere que el método de Leopold es una herramienta efectiva para evaluar los pasivos ambientales en este tipo de entornos.

Finalmente, la propuesta del Plan de Explotación de la Cantera Taparachi incluye actividades destinadas a la mitigación, compensación, monitoreo y vigilancia, con un costo referencial de US \$ 100,650.00. Esta propuesta se alinea con los planes propuestos por Figueroa (2019), Hernández et al. (2014), Dugar (2018) y Espinoza y Guzñay (2013), quienes proponen acciones correctivas y de conservación dirigidas a factores como suelo, aire, agua, flora y fauna, entre otros. Estas investigaciones proporcionan un marco sólido para la implementación de medidas efectivas de manejo ambiental en la cantera Taparachi, con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las operaciones.

## CONCLUSIONES

Los resultados del estudio revelan que los pasivos ambientales en la cantera Taparachi, evaluados mediante el método de Leopold, presentan una puntuación significativa de -1262, lo que indica un impacto negativo en el entorno. Es importante destacar que estas afectaciones son más pronunciadas durante la fase de operación, especialmente en lo que respecta a los factores biológicos, como la flora y fauna.

A pesar de los impactos negativos identificados, el análisis también muestra un aspecto positivo en términos socioeconómicos. La puntuación positiva de 74 en el factor socio-económico (Economía) indica que la actividad de la cantera contribuye de manera significativa a la generación de empleo para los habitantes locales. Esto sugiere que, si se implementan medidas adecuadas de mitigación y compensación, se puede lograr un equilibrio entre la explotación de recursos y el bienestar de la comunidad.

Se propone un Plan de Explotación integral para la cantera Taparachi, compuesto por programas de Mitigación, Compensación, Monitoreo y Vigilancia. Este plan, estimado en un costo referencial de US \$ 100,650.00 al año 2023, tiene como objetivo principal conservar el medio ambiente de la zona en estudio. Es fundamental destacar que la implementación de este plan debe llevarse a cabo tanto durante como después de la fase de explotación, asegurando así una gestión responsable y sostenible de los recursos naturales.

En vista de los hallazgos presentados, se recomienda la implementación inmediata del Plan de Explotación propuesto. Esto garantizará la minimización de los impactos negativos en el medio ambiente y la maximización de los beneficios socioeconómicos para la comunidad local. Además, se sugiere realizar un seguimiento continuo y evaluaciones periódicas para ajustar el plan según sea necesario y garantizar su efectividad a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alarcón Leudo, G. A., Ruiz Marín, A. P., & Torres Cruz, A. J. (2021). *Information gestion model to identify, characterize and decide environmental passives in Bogotá's quarries*. Semillero Investigando la Contabilidad Ambiental, 10-21.



- Bendezú Reyes, C. (2020). *Evaluación de impacto ambiental por la explotación de canteras de arena del centro poblado peña negra, San Juan Bautista*. Universidad Científica Del Perú.
- Calderón Arancibia, A., Huamán Rosales, M., & Segura Guadalupe, J. (2021). *Evaluación de las canteras de travertino de la provincia de Huancayo, región Junín*. Universidad Continental.
- Cavalcante, L. G., & Leite, A. D. O. S. (2016). Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões. *Revista tecnologia*, 37(1/2), 111-124.
- Cevallos Villalba, M. A., Pilamunga Yansapanta, B. R., Urbina Cunalata, E. S., & Pérez Villegas, J. F. (2018). La prevención de los impactos ambientales en la ejecución de obras ingenieriles. *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*, 57-75.
- Daryabeigi Zand, A., Vaeziheir, A., & Hoveidi, H. (2019). Comparative evaluation of unmitigated options for solid waste transfer stations in North East of Tehran using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix. *Environmental Energy and Economic Research*, 3(3), 189-202.
- Dellavedova, M. (2016). *Guía metodológica para la elaboración de una EIA*. Argentina: Universidad Nacional De La Plata.
- Dugar Morales, M. A. (2018). *Sistema de Gestión Ambiental para las canteras de la vía a la costa - Guayaquil*. Universidad De Guayaquil.
- Espinoza, C., y Guñay, D. (2013). *EIA expost de la cantera San Antonio Ubicada en la Parroquia La Aurora del Cantón Daule*. Universidad Politécnica SAlesiana.
- Estrada, A., Gallo, M. y Nuñez, E. (2016). *Contaminación ambiental, su influencia en el ser humano, en especial: el sistema reproductor femenino*. *Revista de la Universidad de Cienfuegos*, 80-86.
- Figuroa, L. (2019). *Efectos ambientales por las canteras ubicadas en la vía a la costa de la ciudad de Guayaquil periodo 2013 - 2017*. Universidad De Guayaquil.
- Josimović, B., Petrić, J., & Milijić, S. (2014). The use of the Leopold matrix in carrying out the EIA for wind farms in Serbia. *Energy and Environment Research*, 4(1), 43-54.
- Hernández, N., Ulloa, M., y Rosario, Y. (2014). *Impacto ambiental de la explotación del yacimiento de materiales de construcción El Cacao*. *Minería y Geología*, 38-53.

- Marchevsky, N., Giubergia, A. A., & Ponce, N. H. (2018). *Evaluación de impacto ambiental de la cantera "La Represa"*, Revista Argentina. Tecnura, 51-61.
- Martínez, L. (2020). *Comparación de los Métodos Leopold y el EPM-Arboleda para identificar los impactos ambientales*. Universidad Santo Tomás.
- Matamoros, F. (2010). *EIA del proceso de explotación de materiales en el lecho del río San Agustín en la cantera "Vega Rivera"*. Universidad de Guayaquil.
- Montes de Oca Risco, A., Ulloa Carcassés, M., & Silot Castañeda, A. L. (2018). Recuperación de áreas degradadas en canteras de áridos ulizando sistemas de información geográficos. *Revista GEográfica Venezolana*.
- Naisma Hernández, J., & Isnel Guilarte, C. (2018). Diagnóstico del desempeño de la cantera de áridos La Inagua, Cuba, Utilizando una matriz de evaluación. *Ciencia UAT*, 6-18.
- Ramos Soberanis, A. N. (2004). *Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: matriz de Leopold y método Mel-Enel*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Salazar Gonzales, J. H. (2015). *Impacto ambiental y mitigación, en la explotación de canteras en la construcción de la carretera Capachica – Llachón: Tramo I*. Puno, Univesidad Privada San Carlos.
- Solano Aldaz, M. A. (2021). *Valoración de IA mediante matriz de Leopold del Esia relleno sanitario del cantón Tena, Napo*. Universidad Técnica de Machala.
- Toapanta Cajamarca, F. M., & Yanchaluisa Villa, S. R. (2021). *Evaluación de la calidad ambiental de la explotación de materiales áridos y pétreos de la concesión minera Miraflores de Guano*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.
- Valizadeh, S., & Hakimian, H. (2019). Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 3337-3354.
- Vandana, M., John, S. E., Maya, K., Sunny, S., & Padmalal, D. (2020). Environmental impact assessment (EIA) of hard rock quarrying in a tropical river basin—study from the SW India. *Environmental monitoring and assessment*, 192, 1-18.