Pontificia Universidad Católica del Ecuador | SEDE ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

“Análisis del funcionamiento en los procesos productivos de material árido y pétreo de la cantera CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS, cantón Esmeraldas”.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

AUTOR

Bryan Michel Cedeño Castro

ASESOR

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve

Esmeraldas – diciembre, 2020

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado PUCE-Esmeraldas previo a la obtención de título de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Presidente tribunal de Graduación.

Mgt. Karla Solís Charcopa

Lector 1

Mgt. Estefanía Sánchez Flores

Lector 2

Mgt. Karla Solís Charcopa

Coordinara de la Carrera de Gestión Ambiental.

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve

Director de Tesis

Esmeraldas... diciembre del 2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Bryan Michel Cedeño Castro, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Esmeraldas.

_____

Bryan Michel Cedeño Castro

C.I. 0803723295

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Escuela de gestión ambiental, sus autoridades y profesores.

Al director de tesis, Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve, por su asesoría, control y supervisión del presente trabajo de investigación.

Gracias a mi familia por haber depositado en mi la confianza, velar por mi bienestar y el apoyo durante el transcurso de mi etapa universitaria.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres, Eduardo y Geanina, quienes me han aconsejado y brindado apoyo constante para enfrentar los retos que se han presentado en el trascurso de los años

A los profesores por los conocimientos impartidos, consejos y motivaciones diarios durante mi carrera.

ABREVIATURAS

MAE	Ministerio del Ambiente
OSMAN	Observatorio de Salud y medio ambiente de Andalucía
ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
GADPE	Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas
EPP	Equipo de Protección Personal
dB	Decibel
TN	Toneladas

INDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE AUTORÍA **3**
AGRADECIMIENTO **4**
DEDICATORIA **5**
ABREVIATURAS **6**
INDICE DE TABLAS **9**
RESUMEN **10**
ABSTRACT **11**
INTRODUCCIÓN **12**
Planteamiento del problema **13**
Justificación **14**
Delimitación de objetivos: **15**
General **15**
Específicos **15**
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO **15**
Bases teóricos-científicos **15**
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS **24**
Área de estudio **24**
Procedimiento de campo: **26**
CAPÍTULO III: RESULTADOS **33**
OBJETIVO ESPECÍFICO 1 ..... **33**
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES **43**
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES **45**
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES **46**
ANEXOS **54**
PROPUESTA DE MITIGACIÓN AMBIENTAL EN LA MINERÍA ARTESANAL "CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS". **54**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio 25
Figura 2: Sitios de muestreos del agua en el río Esmeraldas. 29
Figura 4: Sitios de muestreos para la captura de peces. 30
Figura 5: Jerarquización de impactos en función del número de interacciones. 34
Figura 6: Porcentaje de las actividades impactantes en la cantera. 35
Figura 7: Ruido ambiental en la cantera 37
Figura 8: Niveles de ruido de las maquinarias 38
Figura 9: Riqueza de peces capturados en el área de estudio. 38
Figura 10: Biomasa, composición de los peces capturados en los sitios de muestreos del área de estudio 40
Figura 11: Sonómetro modelo MS10 (58). 55
Figura 12: Silenciador de escape 5 (59). 56
Tabla 9: Descripción del silenciador de escape 5 56
Figura 13: Protector auditivo 3M 57
Tabla 10: Descripción del protector auditivo 3 M (60) 57
Tabla 11: Descripción de los materiales para la implantación del sistema de riego 59
Figura 14: Ilustración del Sistema de riego 60
Figura 15: Mascarilla antipartículas 60
Figura 16: Caneca industrial de 20 litros 62
Figura 17: Ilustración para la clasificación de los residuos en la minera artesanal “Constructora Robles Jiménez y Asociados 66
Figura 18: Señaléticas 72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios para la valoración de la matriz de Leopold 26

Tabla 2: Fórmulas para la calificación de la importancia y la magnitud en la Matriz de Leopold (48).....27

Tabla 3: Criterio para la jerarquización de impactos en función del número de interacciones (48). 28

Tabla 4: Desarrollo de la Matriz de Leopold en la cantera. 33

Tabla 5: Resultados de la aplicación de la Matriz de Leopold. 34

Tabla 6: Ruido ambiental de los puntos de control en la cantera. 36

Tabla 7: Valoración del plan de prevención y reducción de impactos ambientales. 42

Tabla 8: Descripción del sonómetro modelo MS10 (58). 55

Tabla 9: Descripción del silenciador de escape 5 (59). 56

Tabla 10: Descripción del protector auditivo 3 M (60). 57

Tabla 11: Descripción de los materiales para la implantación del sistema de riego (63). 59

Tabla 12: Descripción de la mascarilla NK95 (65). 60

Tabla 13: Materiales para la construcción del mantenimiento de la maquinaria. 61

Tabla 14: Descripción del balde industrial (66). 62

Tabla 15: Especies de vegetación nativa del sector. 69

Tabla 16: Costo para el mantenimiento de la vegetación restaurada en la cantera “Constructora Robles Jiménez y Asociados”. 70

RESUMEN

Una deficiente gestión ambiental en los procesos productivos de material árido y pétreo en una cantera conlleva a una serie de impactos al entorno. El presente estudio es sobre el análisis del funcionamiento de la cantera Constructora Robles Jimenez y Asociados, del cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas.

Para examinar las potenciales afectaciones en la cantera, se desarrolló una Matriz de Leopold, un análisis de la turbidez del agua en el río Esmeraldas, un análisis de los niveles de ruido producidos por las excavadoras y del medio en la cantera, una evaluación de ensambles de peces, una valoración del cumplimiento de plan de manejo ambiental. Adicionalmente, detectados las afectaciones se efectuó una propuesta de mitigación ambiental.

Finalizado el análisis del funcionamiento en la cantera, se revelo mediante la matriz de Leopold que la calidad del paisaje fue el factor ambiental más afectado por la alteración de la cobertura vegetal, en cuanto a los niveles de turbidez del agua y los niveles de ruido tanto de las excavadoras como del medio se encontraron en los rangos permisibles de la normativa ambiental del acuerdo 0,97 A; los peces capturados en el área de estudio fueron 149 individuos con una mayor riqueza en el sitio de muestreo después con 55 individuos.

Por otro lado, en la valoración del plan de manejo ambiental se detectó que la cantera debe colocar más señaléticas, separación de desechos, equipos de protección personal y rehabilitación de áreas.

Palabras claves: Extracción minera, medio ambiente, salud ambiental, plan de manejo ambiental, seguridad ambiental, diagnostico ambiental.

ABSTRACT

Poor environmental management in the production processes of arid and stone material in a quarry leads to a series of impacts on the environment. This study is about the analysis of the operation of the Constructora Robles Jimenez y Asociados quarry, of the Esmeraldas canton, Esmeraldas province.

To examine the potential effects on the quarry, a Leopold Matrix was developed, an analysis of the turbidity of the water in the Esmeraldas River, an analysis of the noise levels produced by the excavators and the environment in the quarry, an evaluation of assemblies of fish, an assessment of compliance with the environmental management plan. In addition to the problems detected, an environmental mitigation proposal was made.

After the analysis of the operation in the quarry, it was revealed by the Leopold matrix that the quality of the landscape was the environmental factor most affected by the alteration of the vegetation cover, in terms of water turbidity levels and noise levels both of the excavators and of the medium were found in the permissible ranges of the environmental regulations of the agreement 0.97 A; the fish caught in the study area were 149 individuals with greater richness at the sampling site after 55 individuals.

On the other hand, in the evaluation of the environmental management plan, it was detected that the quarry must place more signs, separation of waste, personal protection equipment and rehabilitation of areas.

Key words: Mining extraction, environment, environmental health, environmental management plan, environmental safety, environmental diagnosis.

INTRODUCCIÓN

A escala mundial alrededor de 30 millones de personas se dedican a la minería artesanal para la obtención y distribución de distintos tipos de minerales generando ingresos económicos; durante los procesos de producción, la falta de capacitación, conocimiento en el contexto ambiental y enfoque de contingencia inducen un impacto al entorno; por lo tanto, es menester la investigación, el uso de nueva tecnología y la regulación de las concesiones mineras (1).

En el Ecuador, a partir del siglo XX comienza la aglomeración de minerías artesanales en diferentes partes del territorio, sin ninguna propuesta de prevención de impacto ambiental, seguridad industrial y salud ocupacional provocando afectaciones al medio físico (geoesférico, hídrico, atmósfera) y al medio biótico (flora, fauna) ; razón por la cual el gobierno nacional ha ejecutado fuertes acciones mediante la elaboración de normativas ambientales en el sector minero, sistematizando la actividad con el apoyo de las siguientes entidades públicas: ministerio de minería, la agencia de regulación y control minero, ministerio del ambiente y los gobiernos autónomos descentralizados (2).

La minería es un área fructífera para el desarrollo económico del país, durante el año 2017 se recaudó un monto de 717 millones de dólares, en comparación del año 2016 en el cual se recaudó un monto de 460 millones de dólares (3). El crecimiento demográfico en Ecuador incita la demanda de material árido y pétreo para el sector de la construcción como carreteras, hospitales, viviendas, edificios, aeropuertos; por tal motivo, el estado decreto que los gobiernos autónomos descentralizados se encarguen de regularizar la extracción de material árido y pétreo mediante medidas correctivas o planes de prevención de impactos ambientales (4).

La explotación y extracción de material árido y pétreo provoca una serie de problemas ambientales, afectando principalmente al paisaje natural, sin las medidas de mitigación o prevención apropiadas puede perjudicar de manera considerable el medio; es por ello, que un plan de manejo ambiental meticuloso en los procesos productivos puede contrarrestar las afectaciones al entorno (5)

En la provincia de Esmeraldas en el año 2019 se encontraban inscritos 52 mineras artesanales y 26 estaban en trámite para obtener el permiso de extracción de material para el sector de la construcción, el ente gestor de las canteras es la Dirección de Áridos y Pétreos, delegada para el registro de volúmenes, regularización de la explotación de áridos y pétreos (6).

En la ribera sur del rio Esmeraldas, la cantera CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS realiza la extracción de material árido y pétreo que se acumula en su margen utilizando maquinaria pesada; posteriormente, depositan el material en la cantera para separar el material en una zaranda construida con varillas de hierro, obteniendo y clasificando el material en la cantera de la siguiente manera: arena fina y gruesa, lastre azul y piedra. En los procesos de producción se generan afectaciones al entorno; es por ello, la importancia de un análisis detallado en los procesos productivos y la ejecución apropiada del plan de manejo ambiental para mitigar las afectaciones.

Planteamiento del problema

En la producción de material árido y pétreo se generan una serie de impactos al entorno como es el caso del aumento del ruido, dispersión de material particulado, alteración del paisaje, entre otras afectaciones; para la prevención y control de las afectaciones es menester elaborar un adecuado plan de manejo ambiental con una serie de medidas correctivas para reducir el impacto (7).

Las canteras que llevan a cabo la extracción de material para el sector de la construcción deben cumplir con las normativas ambientales que regulan el sector minero; con la finalidad de aplicar técnicas y procedimientos en los procesos productivos que permitan la sostenibilidad de la actividad con medidas correctivas ante la generación de material particulado, derrame de combustible, riesgo laboral, ruido, alteración del paisaje (8)

En ese marco, es menester efectuar estrategias factibles en la cantera Constructora Robles Jiménez y Asociados para disminuir el impacto al entorno para potenciar las acciones de remediación en los procesos productivos a través de objetivos y estrategias. El presente estudio pretende analizar los procesos productivos y del plan de manejo ambiental en la cantera Constructora Robles Jimenez y Asociados.

Puede darse el caso de que no se cumpla cabalmente el plan de manejo ambiental para la regulación y reducción de actividades contaminantes que les fue encomendado cuando obtuvieron su permiso de funcionamiento ambiental.

Por ende, se plantea como problema de investigación ¿Qué magnitud de afectación genera la explotación y producción de material árido y pétreo en la cantera Constructora Robles Jimenez y Asociados sobre la calidad de su entorno natural?

Justificación

La cantera Constructora Robles Jimenez y Asociados es una empresa dedicada a la extracción de material árido y pétreo para el sector de la construcción, el presente estudio apartará a la planificación y mejora en el desarrollo en los procesos productivos.

Un análisis del funcionamiento en la cantera servirá para esclarecer la situación actual de la cantera y detectar las afectaciones que no han sido mitigadas de manera adecuada mediante propuestas de medidas correctivas. De igual manera, se pretende que los hallazgos en el presente trabajo investigativo puedan contribuir en la prevención y control de impactos al entorno de los procesos productivos en las canteras comprendidas en la jurisdicción del cantón Esmeraldas.

En la provincia de Esmeraldas y en la PUCE de Esmeraldas no se ha realizado investigaciones con indicadores objetivos relativos al impacto ambiental de canteras de áridos y pétreos; por lo tanto, la misma aportaría como línea base para futuras investigaciones.

Delimitación de objetivos:

General

Analizar el funcionamiento de los procesos productivos de material árido y pétreo en la cantera CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS.

Específicos

1. Caracterizar las principales actividades desarrolladas dentro del proceso productivo de la cantera y determinar sus potenciales afectaciones ambientales.
2. Evaluar el grado de cumplimiento del plan de manejo ambiental de la cantera Constructora Robles Jimenez y Asociados.
3. Proponer medidas de mitigación ambiental o mejoras de procesos en función de los problemas detectados.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

Bases teóricos-científicos

Minería: Es una actividad que realiza extracción, explotación, producción y venta minerales del relieve terrestre, para llevar a cabo la explotación del recurso se usan diferentes tipos de tecnologías, técnicas; los minerales sirven para diferentes fines comerciales como por ejemplo la construcción, minerales energéticos, joyas, que producen ingresos monetarios a una nación (9).

Minería artesanal: Es una actividad que realiza y se beneficia un reducido número de personas; la cantidad de producción es mínima con maquinaria básica (10).

Concesión minera: Es un acto administrativo otorgado por el estado que le da potestad a toda persona para la explotación, extracción, distribución y venta de minerales en un área determinada, siempre que se cumpla con los debidos requisitos legales en el aspecto social, económico y ambiental (11).

Minerales: Son elementos sólidos inorgánicos de origen natural con propiedades físicas y químicas derivados de procesos geológicos que producen en un determinado periodo a largo plazo para la formación de su estructura, que es explota y extrae por el sector minero para fines comerciales (12).

Tipos de minerales: Para la explotación de los minerales se clasifican en metales y no metales, se definen de la siguiente manera:

- **Metálicos:** Son los que se explotan con el fin de la extracción de elementos metálicos como: metales preciosos (oro, plata), metales siderúrgicos (hierro, níquel, titanio), metales básicos (cobre, plomo, estaño), metales ligeros (magnesio, aluminio), entre otros (13).
- **No metálicos:** Son lo que se explotan para usos industriales (potasio, azufre, cuarzo, fosfatos), la construcción (arena, piedra, arcilla), combustible (carbón, gas), entre otros (14).

Cantera: Es un área determinada para llevar a cabo la explotación, extracción, distribución y comercio de materiales áridos y pétreos a pequeña escala que producen en un menor volumen para la industria de la construcción como carreteras, edificaciones; vinculados aportan considerablemente a la recaudación de tributos (15).

Instalación para zarandear: es una instalación o herramienta de gran altura construida con varillas de hierro que cuenta con alambres que permiten separar el material que se extrae en una minera artesanal (16)

Pétreos: Los materiales pétreos son aquellos minerales naturales que se derivan de la roca, se extrae mediante maquinaria siendo usadas principalmente para el sector de la construcción (17).

Áridos: Son aquellos materiales inorgánicos que se emplean tanto para la fabricación de elementos como los ladrillos, como para la preparación de hormigón. Además, existen diferentes tipos de arena como la arena gruesa, fina (18).

Matriz de Leopold: Indica la magnitud e impacto de los factores ambientales de manera objetiva de un proyecto en sus diferentes fases de desarrollo para el estudio de impacto ambiental, siendo útil para responder de manera adecuada las medidas correctivas o de mitigación (19).

Mitigación ambiental: Son unas series de medidas o estrategias correctivas ante un posible impacto o efecto que pueda causar un proyecto al medio

ambiente que son útiles para apoyar a la gestión ambiental de las principales fuentes contaminantes y reducir el grado de contaminación en un área determinada (20).

Plan de manejo ambiental: es un documento que indica sistemáticamente las medidas correctivas de un proyecto en un área determinada para disminuir los potenciales impactos ambientales con base a la normativa ambiental (21).

Seguridad ocupacional y seguridad industrial: Comprenden los equipos y herramientas para salvaguardar la integridad física del trabajador y la disminución impacto ambiental de acuerdo con las peculiaridades del proyecto en desarrollo y las capacidades o destrezas del trabajador (22).

EPP: Los equipos de protección personal son indispensables para salvaguardar la integridad física de los trabajadores un proyecto determinado para evitar futuros daños a la salud y riesgos laborales (23).

Muestreo: Sirve para recolectar muestras en un área determinada que son necesarias para realizar gráficos estadísticos o descriptivos, que puede ser de propiedad física química, biológica (24).

Decibel: Es una unidad de nivel que sirve para medir el nivel de presión sonora, el número de decibelios es diez veces el logaritmo en base 10 de esta relación, en donde un decibelio es la décima parte de un belio que se expresa en dB (25).

Ruido ambiental: Es la suma de decibeles que provienen de distintos tipos fuentes en un área local como la de automóviles, fabricas, casas, discotecas; además, pueden influir las condiciones ambientales al analizar muestras de dB con un sonómetro (26).

Producción per-cápita de desechos: Es la generación de desechos que produce el ser humano en una determinada nación a la semana y en el cual se considera algunos factores para la obtención de este, como es el caso del nivel económico, condiciones de vida (27).

Fuente fija de ruido: es todo ruido emitido por el medio en el cual se llevan a cabo distintos tipos de actividades que sumados generan niveles de ruido (28)**.**

Fuente móvil de ruido: Es todo vehículo que pueda emitir ruido al medio e incrementa los niveles de ruido, generada por lo emisión de los tubos traseros de los mismos (28).

Factores ambientales considerados en la matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental.

Medio físico (29)**:**

- Geoésferico: Comprende el cambio o alteración del uso del suelo que podrían se afectadas por un determinado proyecto.
- Hídrico: Comprende el cambio o alteración que puedan darse en aguas subterráneas y superficiales que puedan modificar el cauce.
- Atmósfera: Se refiere al cambio que pueda producir de manera local y regional efectos sobre la calidad del aire por emisión de partícula, ruido, gases contaminantes.

Medio biótico (29)**:**

- Flora: Se refiere a la posibilidad de efecto sobre las especies vegetación acuática y terrestre propias del área del proyecto que no permiten la regeneración.
- Fauna: Se refiere a la posibilidad de efectos sobre especies importantes como: mamíferos, aves, anfibios, peces, etc. Que puedan provocar el desplazamiento o la disminución de la riqueza en el área del proyecto.

Factores socioeconómicos y etno-culturales (29)**:**

- Paisaje: Califica la posibilidad de efectos sobre el área que traigan como consecuencia la alteración definitiva del paisaje.
- Socioeconómicos: Define la posibilidad de generación de empleo a la población local, por el desarrollo del proyecto.

Efectos de la explotación de materiales áridos y pétreos:

- Contaminación acústica: se lo puede considerar como un sonido molesto e indeseado que puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir en una actividad en un momento dado (30).

- Material particulado: El material particulado es una mezcla de partículas líquidas y sólidas que se encuentran en suspensión en el aire provocando contaminación en el aire (31).

- Residuos sólidos: Es todo material o producto no deseado considerado como desecho y que se necesita eliminar porque carece de valor económico; no obstante, el desecho se puede volver a rehusar para diferentes fines como la fabricación de productos, decoraciones, fundamental para disminuir la generación de los mismo (32).

- Residuos peligrosos: Se consideran residuos peligros los que puede producir efectos adversos como la toxicidad, riesgo de inflamabilidad, entre otros; por lo que sus propiedades intrínsecas generan un riesgo para la salud y el medio ambiente (33).

- Contaminación ambiental: Se considera contaminación ambiental a la presencia de componentes de sustancias o elementos que producen una alteración al medio ambiente proveniente de las actividades antrópicas que pueden ser químicos, físicos o biológicos (34).

Sectores estratégicos que regulan la actividad minera en el Ecuador.

Ministerio de minería: Es la entidad pública que se encarga de administrar las concesiones mineras en el territorio ecuatoriana y promocionar a nivel mundial la inversión en proyectos a pequeña y gran escala (35).

ARCOM: Es la entidad pública que gestiona por el cumplimiento de los requisitos legales en el ámbito social, económico y ambiental a nivel nacional (36).

GADPE: Es la entidad pública encargada de administrar los recursos de la provincia de Esmeraldas para salvaguardar a la sociedad y el medio mediante la aplicación de normativas, el encargo de regular las actividades de minería artesanal es la siguiente (37):

- **Dirección de áridos y pétreos:** Es la responsable de inspeccionar y verificar el cumplimento de los requisitos legales y planes de manejo ambiental para la explotación de minería artesanal.

Antecedentes

La minería artesanal dedicada a la explotación y extracción de material para el sector de la construcción comprende un aporte importante en la economía del Ecuador, este tipo de minería provoca un fuerte impacto al medio, por las concesionarias mineras que no aplican las medidas de mitigación ambiental (38).

Herrera en el año 2018 establece que: En los procesos de producción es fundamental que se lleve a cabo un constante análisis e inspección para mejorar las potenciales afectaciones al medio que se producen en todas las etapas de producción en una cantera; con el incremento de las concesionarias mineras se genera una fuerte presión sobre el medio ambiente por las diversas afectaciones como es el caso del aumento de ruido, dispersión de material particulado, alteración del paisaje; la alternativa para contrarrestar las afectaciones ambientales es mediante la aplicación detallada de un plan de manejo ambiental con programas, procedimientos y acciones encaminadas a minimizar los impactos ambientales negativos (39).

En un estudio realizado por Angulo en el año 2018, mediante un análisis con la matriz de Leopold en una cantera de material árido y pétreo en el cantón Lago Agrio, determino que en los procesos de producción una series de impactos ambientales comprendida principalmente en los componentes geoesférico y la atmósfera que son provocados por la alteración de la cobertura vegetal, material particulado, derrame de combustible, perjudicando de manera considerable el medio (40).

Toro en el año 2018 menciona que: El uso de maquinaria pesada para la explotación de material en los lechos de los ríos puede alterar las propiedades del suelo por el degaste que se produce por la remoción de la arena y piedra, ocasionando una disminución de la abundancia de los organismos que excavan y residen en el interior de las partículas del sedimento en el medio acuático; por consiguiente, altera el proceso de transferencia de sustancias nutritivas que se desarrolla en la cadena trófica; la comunidad ictiológica se alimenta de los

diminutos organismos conocidos como poliquetos, macroinvertebrados, es por ello la importancia de analizar la diversidad y riqueza de los peces (41).

Enríquez en el año 2017 determino que la explotación de material árido y pétreo requiere de mejoras y acciones para prevenir impactos ambientales que se generan en los procesos productivos; por consiguiente, son necesarias las siguientes medidas correctivas en los planes de manejo ambiental: revegetación, uso adecuado de los EPP, capacitación del personal, mitigación de emergencias, entre otras (42).

Marco legal

En lo referente de la gestión ambiental están vigentes la Constitución de la Republica del Ecuador, la ley de minería, la ordenanza N. 0 44 del GADPE, acuerdo 097 A, decreto 2393.

De la **Constitución de la Republica del Ecuador** se pueden citar los siguientes artículos (43):

Art. 71.- El estado promoverá en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes.

Art. 396.- Establece que se desarrollaran modelos de desarrollo sociocultural sostenibles y sustentables protegiendo la biodiversidad presente en el territorio.

Art. 397.- El estado interviniera con la ley en caso de que se constante un daño al medio para proteger la biodiversidad.

Art. 411.- Establece que se protegerá o preservará las cuencas hidrográficas, en el uso sostenible del recurso.

Del **registro oficial 517 del 2009 en la Ley de Minería** se pueden citar los siguientes artículos (45)

Art. 6.- Establece que se tomaran y proporcionaran medidas de mitigación ante un impacto al medio y los recursos necesarios para la minería a pequeña escala.

Art. 7.-Establece que se fomente estudios con diferentes tipos de entidades que informen sobre el estado del sector minero

Art. 16.- Establece que el sector minero debe reducir el impacto al medio para que las generaciones futuras no sean afectadas por daños ambientales.

Art. 68.- La entidad minera se encargará de salvaguardar al personal contra los daños que las actividades que causen un daño a la salud por medio de equipos de protección personal.

Art. 76.- La entidad minera deberá realizar talleres, reuniones para que el personal se encuentre apto ante una posible emergencia en el área de trabajo.

Art. 80.- En cualquier proyecto minero que requiera la remoción de cobertura vegetal deberá incluir en su plan de manejo ambiental la siembra de árboles nativos del sector para la recuperación del ecosistema.

Art. 82.- En todo plan de prevención y reducción de impacto ambiental, debe contener un inventario de especies representativas del área minera para realizar un seguimiento del desarrollo de las especies en el trayecto del proyecto.

Art. 83.- En toda actividad minera que genere cualquier tipo de desecho deberá ser ubicado en lugar temporal, clasificado de acuerdo con sus características para su posterior recolección por la autoridad ambiental competente.

De la **Ordenanza N.º 044** del gobierno autónomo descentralizado de la provincia de Esmeraldas se puede citar lo siguiente (46):

Art 10.- La persona que quiera empezar un proyecto de minería artesanal necesitara un plan de manejo adecuado de la cantera para reducir los daños ambientales

Art 12.- El consejo municipal será la entidad encargada de otorgar permiso a las mineras artesanales para la extracción y explotación de un determinado lugar, en base en la constancia de un plan de manejo ambiental.

Art. 14.- La persona encargadas de una minería artesanal tendrá la obligación de proporcionar fichas sobre el modelo de gestión ambiental que se lleva a cabo en el área.

En el **acuerdo 097 A** se puede consultar los límites máximos permisible del recurso agua en el anexo 1, al igual que el límite máximo permisible de ruido de

los vehículos de carga y de ruido ambiental según el uso de suelo en el anexo 5, en las siguientes tablas (47):

Anexo 1 norma de la calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso agua.

- **5.1.2.4:** Límites máximos permisibles de la turbidez del agua en estuario para la preservación de la vida acuática y silvestre.

Anexo 5 niveles máximos de emisión de ruido

- **Tabla 1:** Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido.
- **Tabla 2**: Niveles máximos de emisión para fuentes móviles de ruido.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Constructora Robles Jimenez y Asociados Cia. Ltda., constituida el 6 de noviembre del 2001, es una empresa ecuatoriana, con sede principal en Esmeraldas que lleva a cabo la extracción y comercialización de material árido y pétreo para el sector de la construcción. La cantera está ubicada entre la parroquia Tachina en el sector denominado Pianguapi, como lo indica la **fig. 1**; el material proviene directamente del río Esmeraldas y cuenta con una licencia ambiental categoría II que fue otorgada por el Ministerio del Ambiente aprobado el 9 de septiembre del 2014 con vigencia de 10 años.

Coordenadas geográficas del área minera

Puntos	X	y
1	652051.0	1.0106235E7
2	652251.0	1.0106235E7
3	652251.0	1.0106035E7
4	652051.0	1.0106035E7
5	652051.0	1.0106235E7

Datos generales

- La cantera tiene a su disposición 2 excavadoras, Volvo modelo EC290CLC de 30 toneladas y Mitsubishi modelo MS 110 de12 toneladas.
- Explotación y venta de arena fina y gruesa, lastre azul y piedra para el sector de la construcción.
- Obras civiles, construcción y desarrollo de espacios urbanos.
- Cuenta con 1 administrador y 2 operadores.

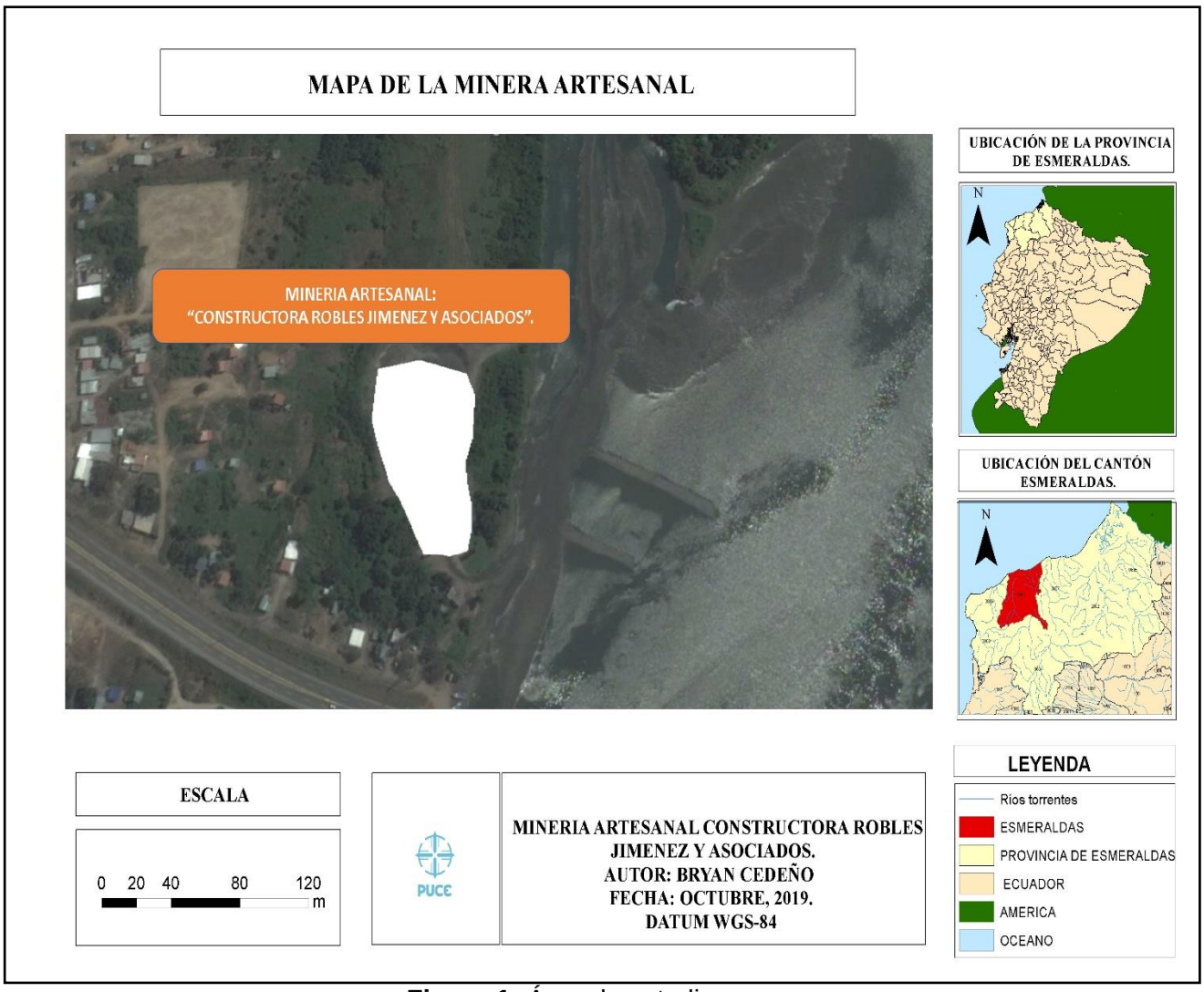


Figura 1: Área de estudio

Procedimiento de campo:

Matriz de Leopold

La identificación y valoración de los impactos ambientales que se producen en las actividades de extracción y distribución de material en la cantera, fueron evaluados mediante una matriz causa-efecto, tomando como referencia las listas sugeridas en guías ambientales y en la metodología de Leopold, Moore, Ney Cork Dee 1973, así como para la calificación de importancia y metodología presentada por Conessa Fernández, Carter L.W y Lázaro Lago Pérez; para la calificación bajo esta metodología se requirió la identificación y valoración de los impactos, tanto positivo, como negativos; los elementos que se emplearon para la calificación definitiva de los impactos son: la “magnitud” de la alteración del factor ambiental correspondiente, el grado del impacto y la “importancia” del mismo (48).

En la **tabla 1** se puede apreciar la valoración de magnitud e impacto que se le otorgó a la matriz de Leopold:

Tabla 1: Criterios para la valoración de la matriz de Leopold

Naturaleza		**Extensión**		**Persistencia**		**Sinergia**		**Periodicidad**	
Positivo	**+**	Puntual	**1**	Fugaz	**1**	Indirecta	**1**	Irregular	**1**
Negativo	**-**	Local	**2**	Temporal	**2**	Directa	**4**	Periódico	**2**
		Regional	**4**	Permanente	**4**			Continuo	**4**
		Global	**8**					Permanente	**8**
Intensidad		**Momento**		**Reversibilidad**		**Acumulación**		**Riesgo**	
Baja	**1**	Largo plazo	**1**	Reversible	**1**	Simple	**1**	Bajo	**1**
Media	**2**	Mediano plazo	**2**	Poco Reversible	**2**	Poco acumulativo	**2**	Medio	**2**
Alta	**4**	Corto Plazo	**4**	Reversible Con mitigación	**4**	Acumulativo	**4**	Alto	**4**
Muy Alta	**8**	Inmediato	**8**	Irreversible	**8**				

Para determinar los valores en la matriz de evaluación se efectuó con los siguientes parámetros, con el resultado de los valores de la importancia y magnitud de los impactos sobre el ambiente mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

Tabla 2: Fórmulas para la calificación de la importancia y la magnitud en la Matriz de Leopold **(48).**

- **Importancia** = ±Naturaleza (3*Intensidad + 2*Extensión + Momento + Persistencia + Reversibilidad + Sinergia + Acumulación + Periodicidad + Riesgo).
- **Magnitud =** 0.3*Intensidad + 0.4*Extensión + 0.3*Persistencia

La importancia del impacto se interpretó con los siguientes criterios (48):

	Impacto Bajo < 16
	Impacto Moderado entre 17 - 33
	Impacto Alto entre 34 - 50
	Impacto Muy Alto entre 51 - 67
	Impacto Crítico entre 68 - 84
	Impacto positivo

La magnitud se interpretó con los siguientes criterios (48):

	Baja magnitud <1,35
	Magnitud moderada entre 1,36 – 2,72
	Alta magnitud entre 2,73 – 4,1
	Muy alta magnitud entre 4.1 – 5.46
	Magnitud máxima 5.47 – 6,8

Una vez obtenidas la magnitud e importancia se multiplicaron para determinar el componente ambiental más impactado y la actividad que causo el mayor impacto, como lo indica la **tabla 3**.

Tabla 3: Criterio para la jerarquización de impactos en función del número de interacciones **(48).**

	Bajo Impacto < 21,60
	Moderado Impacto = 21,61 – 89,76
	Alto Impacto = 89,77 – 205,0
	Muy Alto Impacto = 206,0 – 365,8
	Impacto Crítico = 365,9 -571,2

En total fueron 11 interacciones detectadas en el área de estudio, especificadas a continuación:

Extracción	Infraestructura	Recuperación del terreno
• Explotación de material. • Transporte de material. • Mantenimiento de maquinarias. • Disposición de material. • Zarandeo. • Cargado y venta de material.	• Almacenamiento de combustible. • Mantenimiento de pozo séptico. • Disposición de residuos.	• Rehabilitación de áreas.

Niveles de ruido



Figura 2: Sitios de muestreos del agua en el río Esmeraldas.

En la cantera se llevó a cabo la obtención de datos sobre los niveles de ruido producido por las excavadoras y del ruido, para comparar el ruido de las excavadoras funcionando y apagadas.

Para obtener los niveles de ruido proveniente del medio en la cantera, se realizó de la siguiente manera: Los niveles de ruido del medio se registraron en los días en que las excavadoras Volvo y Mitsubishi no operaban desde las 8 am hasta las 12 am en 3 puntos de control a una distancia de 50 metros, por cada hora se registraba los niveles de ruido del medio con un total de 4 registros en cada punto, como lo indica la **fig. 3**, con el sonómetro digital marca MT 4018, en 4 días en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre (49).

Se registraron los niveles de ruido producidos por las excavadoras Volvo y Mitsubishi, para obtener las mediciones del nivel de ruido de las excavadoras se realizó a una distancia de 10 metros como fuente fija de ruido con el sonómetro digital marca MT 4018 a partir de las 8 am hasta la 12 am, por cada hora se registraba los niveles de ruido de las excavadoras con un total de 4 registros; en 4 días en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre (50).



Figura 3: Sonómetro digital marca MT 4018.

Capturas de peces



Figura 4: Sitios de muestreos para la captura de peces.

La extracción de material por parte de las maquinarias en el lecho del río podría afectar en la diversidad de los peces por la remoción de material, en el cual residen organismos en las partículas de sedimento que son el sustento de los peces; es por ello, menester realizar un estudio de la abundancia de los peces en el área de estudio (41) .

Para la captura de peces se procedió de la siguiente manera: Se establecieron 3 sitios de muestreos; en el sitio antes que es un área en donde no se realiza la

extracción de material, durante que es un área en donde se realiza la extracción de material y después que es un área en donde no se realiza la extracción de material, la captura de peces se realizó durante 4 días en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

En cada sitio de muestreo se realizó un esfuerzo de 1 hora con un personal contratado para la captura de los peces, el arte de pesca usado fue la red de encierro con dimensiones de 20x4 metros que fueron ancladas con 3 tubos para su mejor manejo, una vez pasado el tiempo se procedió a retirar los restos de vegetación, ramas (50). Luego, los peces fueron conservados con una solución de formol al 10 % y alcohol al 70%, para lo cual se utilizó guantes, tapaboca, recipientes (51).

Posteriormente, los peces fueron trasladados al laboratorio de Gestión ambiental para examinar los peces mediante los siguientes materiales:

- Balanza marca Camry.
- Peces Marinos del Ecuador Continental, Tomo 2, guía de especies (52).
- Peces del Perfil Costero Ecuatoriano: Primera milla náutica (53).

Valoración del plan de prevención de impactos ambientales

En la cantera se llevó a cabo un listado de chequeo sobre el cumplimiento de las principales actividades del plan de prevención y reducción de impactos ambientales, en una escala del 1 al 10 para averiguar el cumplimiento, en donde el no cumplimiento es el número 1 y el sí cumplimiento le corresponde el número 10, el cumplimiento parcial sería el 5.

Se entregó el listado de chequeo al encargado de la cantera para socializar los resultados de la valoración de las principales actividades.

Análisis de datos

Los datos obtenidos de manera cuantitativa en el área de estudio en los diferentes sitios de muestreos en el área estudio que comprendió el ruido y peces fueron agrupados por sitios y fechas de muestreos para su representación descriptiva y posterior análisis.

Niveles de ruido

Usando el programa R studio se realizó una interpretación visual de los datos obtenidos del ruido producido por las excavadoras Volvo y Mitsubishi mediante un gráfico de caja y la media global del ruido proveniente del medio.

Captura de peces

Por medio del software libre PAST3X se obtuvo la riqueza de las especies, e índices que se detallan a continuación:

- **Índice de Simpson 1-D:** El índice de Simpson es una medida de concentración, el cual relaciona la probabilidad de extraer dos individuos de la misma especie; es considerado como índice de dominancia, por el motivo que considera a las especies más abundantes (54).

$$D = \sum p_i^2$$

- **Índice de Shannon Wiener:** para determinar la diversidad de las especies, es decir, la relación de combinaciones entre la riqueza específica y equitatividad (55).

$$H` = -\sum p_i \ln p_i$$

Se realizo un gráfico de columnas apiladas para representar visualmente la biomasa de las especies capturadas mediante el programa Excel.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Matriz de Leopold

				RESULTADO DE LA EVALUACIÓN										
				ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA										
				Explotación de material	Transporte de material	Mantenimiento de maquinarias	Disposición de material	Zarandeo	Cargado y venta de material	Almacenamiento de combustible	Mantenimiento del pozo séptico	Disposición de residuos orgánicos e inorgánicos	Recuperación de terreno	Total impactos negativos
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FISICO	Geoesférico	Geología	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
			Geomorfología	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
			Estabilidad	-59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-59
			Calidad del suelo	-59	0	-38	0	0	0	0	0	0	0	-98
		Hídrico	Aguas subterráneas	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-34
			Calidad de agua	-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-22
		Atmósfera	Calidad de aire	-23	-87	0	-37	-25	0	0	0	0	0	-172
	MEDIO BIÓTICO	Ecosistemas y vegetación	Vegetación Nativa	-23	0	0	-26	0	0	0	0	0	40	-49
		Fauna	Mamíferos	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
			Aves	-23	-23	0	0	-23	0	0	0	0	0	-70
			Anfibios	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
			Reptiles	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
			Fauna Acuática	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-34
	FACTORES SOCIO-ECONÓMICOS Y ETNO-CULTURALES	Paisaje	Calidad	-34	0	-43	-34	0	0	-38	-15	-16	40	-180
		Socio-económicos	Empleo y actividades económicas	13	13	13	13	0	13	0	0	0	0	0

Tabla 4: Desarrollo de la Matriz de Leopold en la cantera.

Matriz de Leopold

Interacciones negativas	-429	-110	-81	-96	-48		-38	-15	-16		-834
Interacciones positivas	13	13	13	13		13				80	145
Bajo Impacto								1	1		2
Impacto Moderado	14	2	2	3	2		1				24
Impacto Alto											
Impacto Muy Alto											
Impacto Crítico											
Impacto Positivo	1	1	1	1		1				2	7

Tabla 5: Resultados de la aplicación de la Matriz de Leopold.

En la **figura 5,** se puede apreciar la distribución de los impactos en el área de estudio que indica 23 interacciones con impacto moderado, seguido con 7 interacciones con impacto positivo y 3 interacciones con bajo impacto.

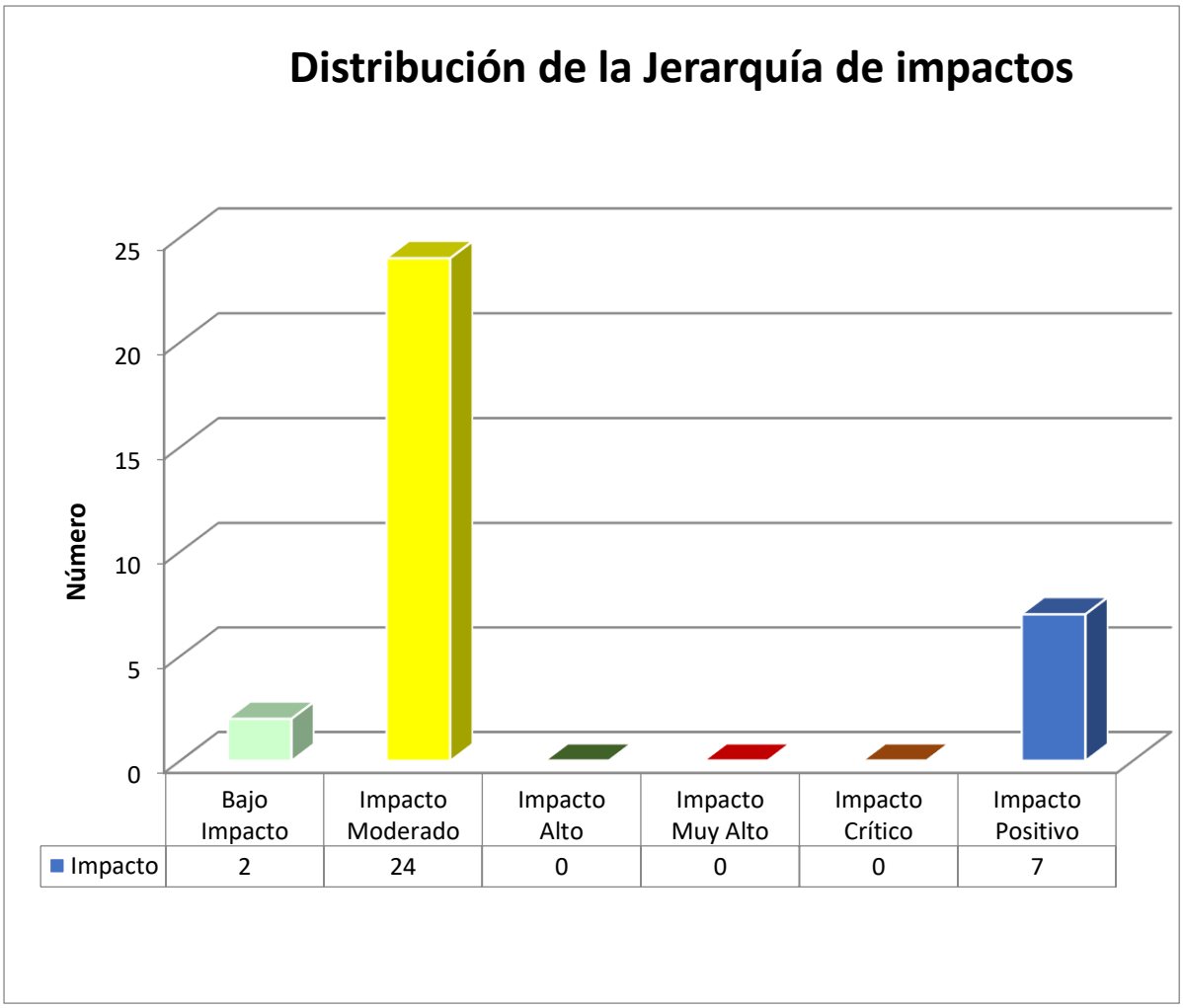


Figura 5: Jerarquización de impactos en función del número de interacciones.

Matriz de Leopold

Se puede apreciar que el porcentaje de actividad con mayor impacto fue la explotación de material con valora de -51%, como se puede apreciar en la **fig. 6.**

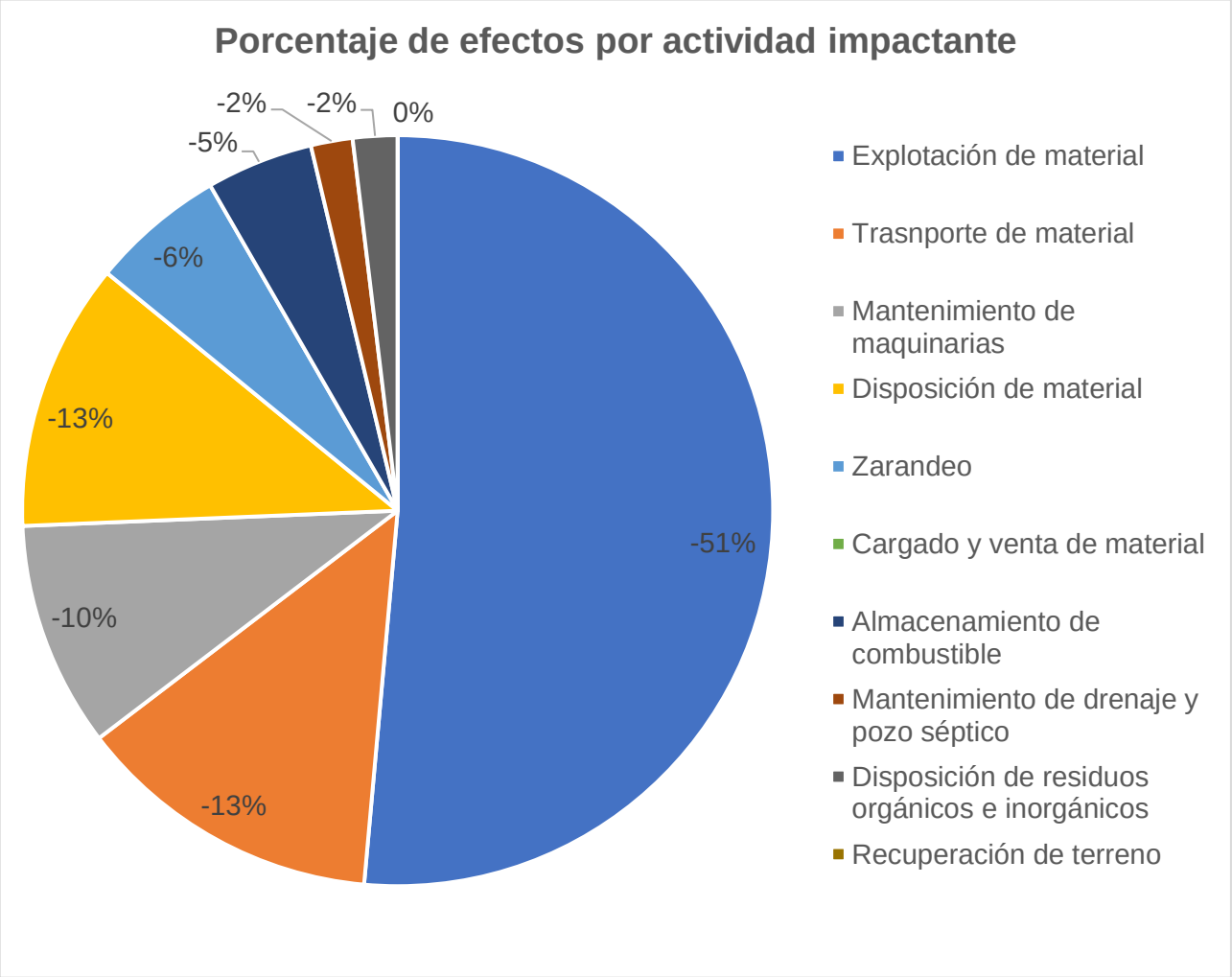


Figura 6: Porcentaje de las actividades impactantes en la cantera.

Niveles de ruido

Tabla 6: Ruido ambiental de los puntos de control en la cantera.

Ruido ambiental					
Fecha	**hora**	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**	**media**
25-sep	8:00 a. m.	49,4	50,3	51,3	50,3
	9:00 a. m.	52,3	52,3	52,1	52,2
	10:00 a. m.	51,6	53,7	53,8	53,0
	11:00 a. m.	49,5	51,9	53,6	51,7
	media	50,7	52,1	52,7	51,8
25-oct	8:00 a. m.	47,1	53,2	57,7	52,7
	9:00 a. m.	51,6	52,7	51,5	51,9
	10:00 a. m.	53,4	51,6	53,5	52,8
	11:00 a. m.	54	53,5	52,1	53,2
	media	51,5	52,8	53,7	52,7
7-nov	8:00 a. m.	52,3	55,9	50,8	53,0
	9:00 a. m.	54,1	55,2	54,6	54,6
	10:00 a. m.	54,3	54	51,9	53,4
	11:00 a. m.	53,8	53,9	53,2	53,6
	media	53,6	54,8	52,6	53,7
5-dic	8:00 a. m.	49,4	50,2	52,3	50,6
	9:00 a. m.	51,2	53,4	52,4	52,3
	10:00 a. m.	52,3	52,6	53,6	52,8
	11:00 a. m.	53,2	53,2	55,2	53,9
	media	51,5	52,4	53,4	52,4

Los puntos de control para obtener el ruido producido por el medio en la cantera sin la presencia de las maquinarias Volvo y Mitsubishi, indico que los resultados se encuentran en el rango permisible del acuerdo 0,97 A, donde estipula que el límite máximo permisible es de 65 dB para uso industrial 2; la media global de ruido fue de 52,6 dB, como lo indica la **fig. 7.**

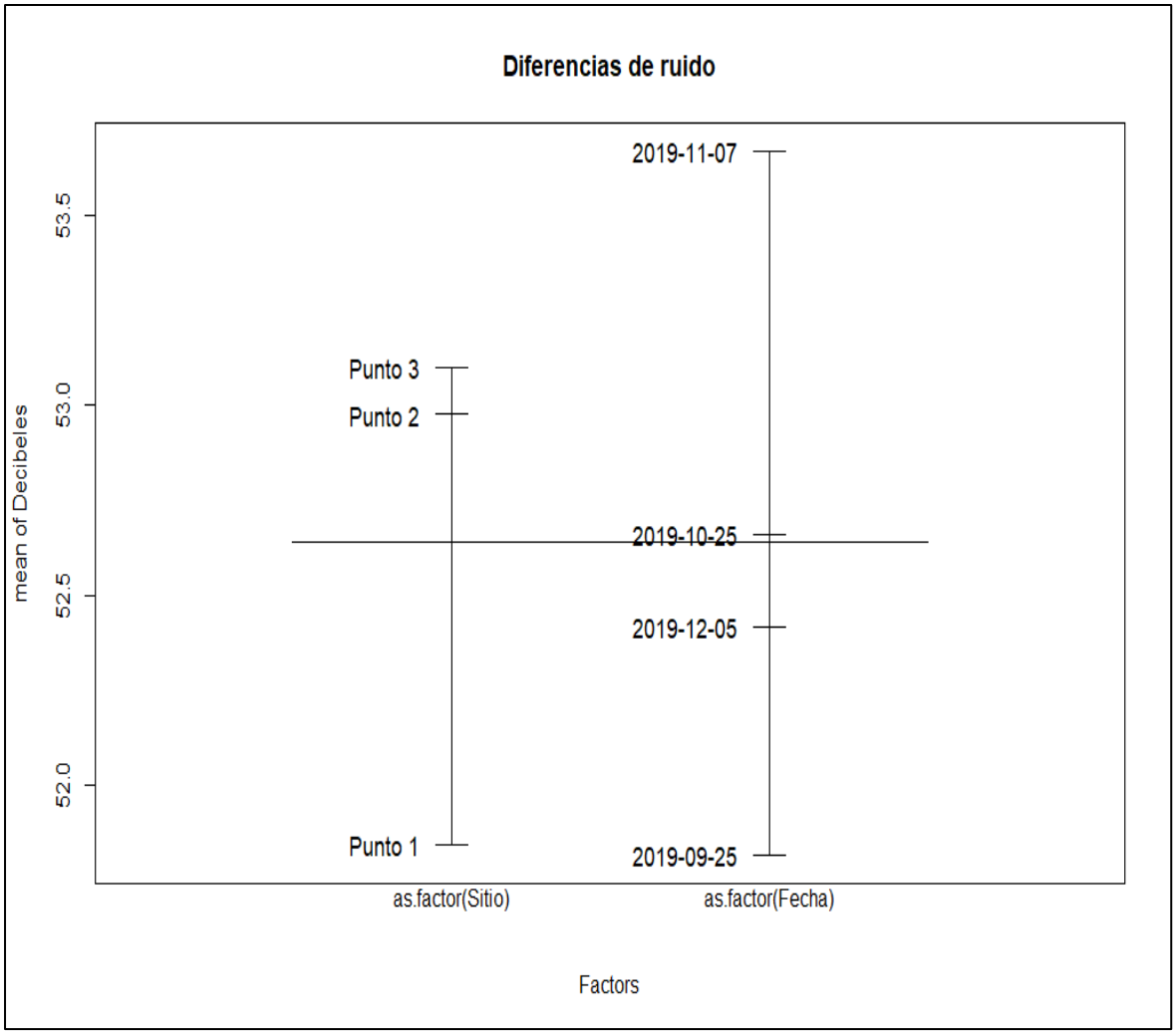


Figura 7: Ruido ambiental en la cantera.

Los niveles de ruido producidos por las excavadoras Volvo de 30 Tn y Mitsubishi de 12 Tn como fuente fija de ruido, indico que los resultados se encuentran en el rango permisible del acuerdo 0,97 A, donde se estipula que límite máximo permisible para vehículos de carga > 12 toneladas → 88 dB e igual a 12 toneladas → 86 dB. La excavadora Volvo fue la genero mayor ruido con un valor de 80, 1 dB como lo indica la **fig. 8**

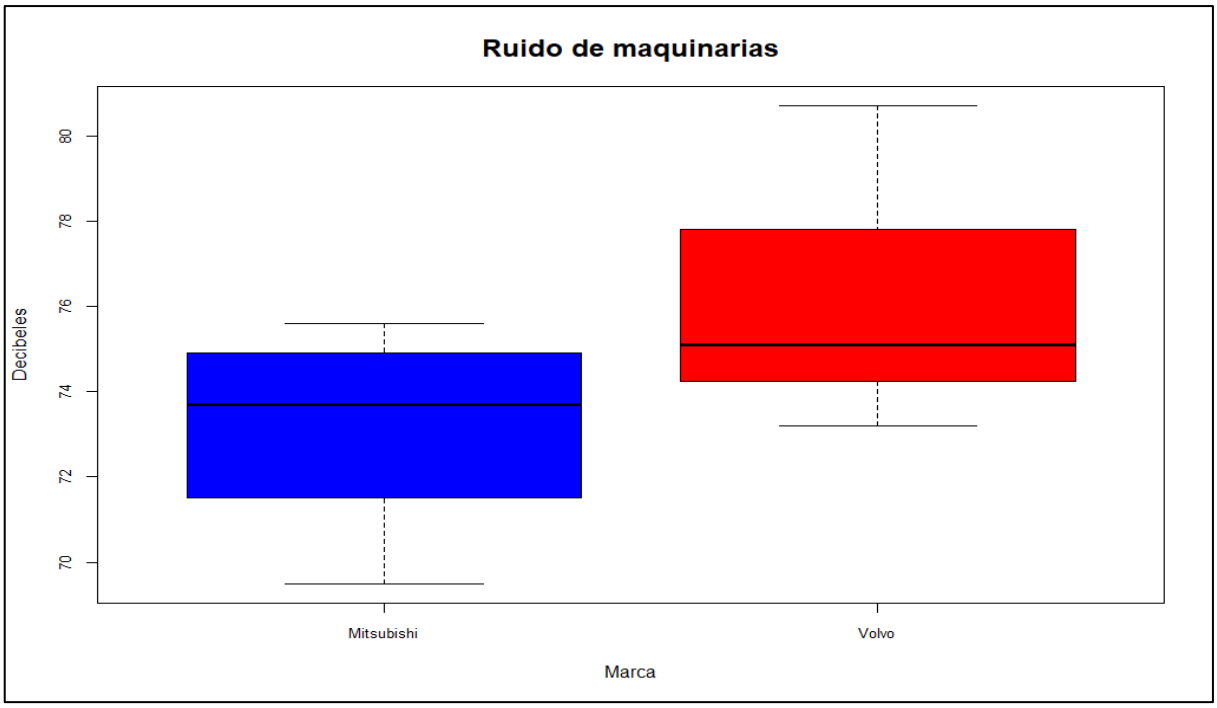


Figura 8: Niveles de ruido de las maquinarias.

Evaluación de ensambles de peces

En total se capturaron 149 individuos en los 3 sitios de muestreos, se puede apreciar en la **fig. 9** una mayor riqueza de especies capturadas en el sitio después con un valor de 55 individuos.

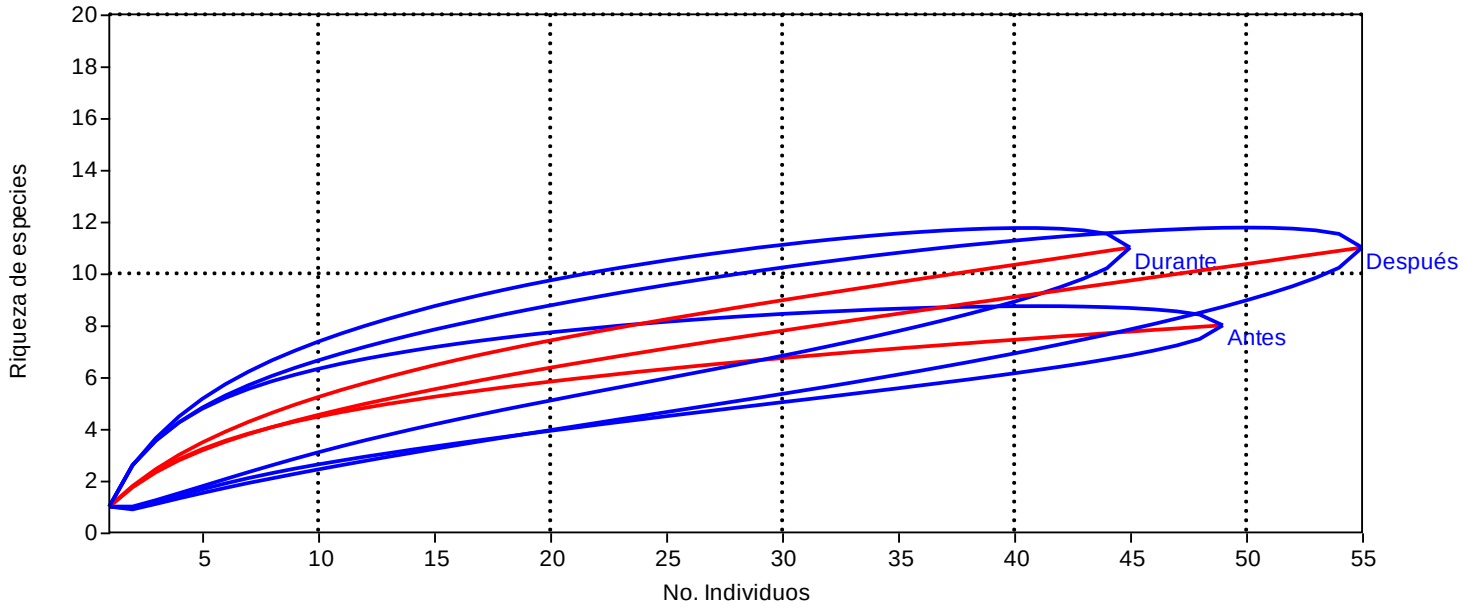


Figura 9: Riqueza de peces capturados en el área de estudio.

Se pudo deducir mediante el índice de Simpson que el sitio de muestreo durante presento una mayor diversidad; por otro lado, el índice de Shannon indico que los sitios de muestreos se obtuvieron valores por encima de 1,5, lo que indica los sitios con diversidad media, como lo indica la **tabla 7.**

Tabla 7: Índices de diversidad.

Índices	Antes	Durante	Después
Simpson_1-D	0,7472	0,7763	0,7319
Shannon_H	1,603	1,85	1,665

Evaluación de ensambles de peces

Los resultados de la biomasa de los peces colectados en el área de estudio demostraron que la especie con mayor biomasa fue la especie *Arius seemanni* (bagre canchimala) que represento el 32,04 %, seguido de las especies *Ophioscion scierus* (polla tuza) con un valor del 19,62 %, *Mugil curema* (lisa blanca) con un valor del 13,58% y la especie *Paralanchurus petersii* con un valor del 11,86%, como lo indica la **fig. 10**

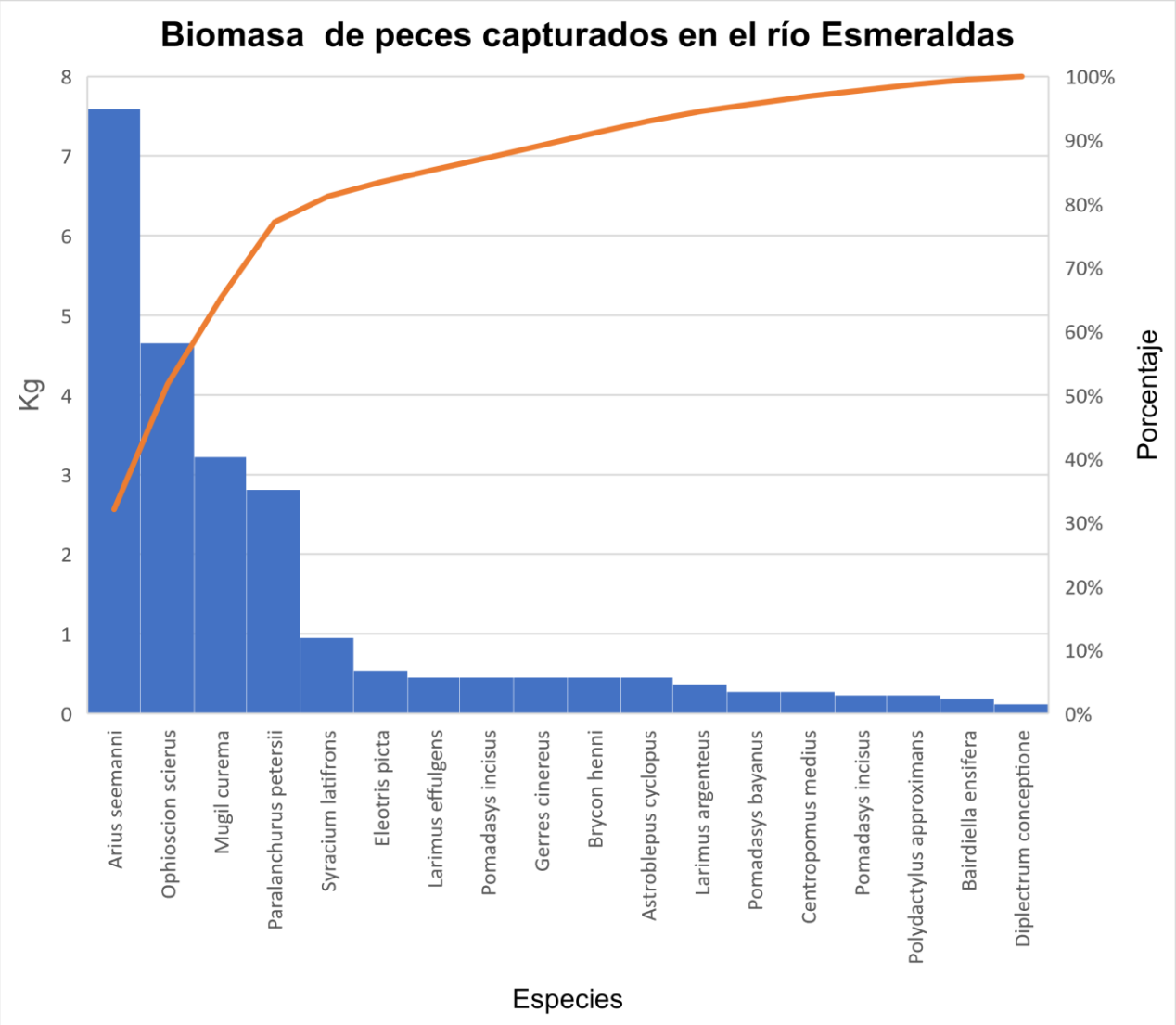


Figura 10: Biomasa, composición de los peces capturados en los sitios de muestreos del área de estudio.

Análisis de la valoración del plan de prevención

- La cantera tiene a su disposición pocas señaléticas razón por la cual en la actividad de delimitar y señalar áreas de riesgos se le otorgo la valoración de 5, por el cumplimiento parcial con señaléticas como es el caso del área de almacenamiento de combustible, nombre de la cantera, entrada y salida de volquetas.
- Los operadores no cuentan con protección auditiva y respiratoria, razón por la cual se le otorgo una valoración de 7, debido a, que tiene a su disposición los demás EPP.
- La cantera cuenta con un botiquín de primero auxilios, pero se le otorgo una valoración de 5, por el cumplimiento parcial, debido a, que en una emergencia es fundamental colocar el botiquín en una pared para localizar de inmediato
- Los desechos no se clasifican en recipientes, se depositan los desechos en un solo recipiente por lo cual se otorgó una valoración de 4.
- En la cantera se debe realizar una restauración de la vegetación en áreas que han sido afectadas, se le otorgo una valoración de 6, por la siembra de vegetación en determinadas áreas.
- En el mantenimiento de la maquinaria se le dio otorgo una valoración de 4, al momento de realizar el suministro de combustible en las excavadoras se riega cierta cantidad de combustible en el suelo.

Tabla 7: Valoración del plan de prevención y reducción de impactos ambientales.

CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS Principales actividades/Plan de contingencia			Valoración	Cantidad
Mantenimiento de pozo séptico			9	1
Caseta para almacenar combustible con sistema de drenaje			10	1
Delimitar y señalar áreas de riesgo			5	2
Equipos de protección personal		Casco	7	11
		Guante		4
		Calzado		4
		Protección auditiva		0
		Ropa de protección		4
		Protección visual		4
		Protección respiratoria		0
Botiquín de primeros auxilios			5	1
Extintores			9	1
Material absorbente		Pala	10	1
		Lastre azul (arena)		2000 m3
		Guaipe		100
Clasificación de desechos sólidos.		Orgánica	4	0
		Inorgánica		1
Vegetación	**Tipos**	plátano	6	
		chaya		
		limón		
		guanábana		
		caña		
		guaba		
		almendra		
		marañón		
		guayaba		
		mango		
Canecas con combustible en buen estado y tapadas			10	10
Almacenamiento de material fuera del lecho del río			10	
Mantenimiento de maquinaria			4	2

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

El planteamiento de esta investigación está orientado a establecer estrategias factibles de mitigación ambiental en los procesos productivos, mediante propuestas para disminuir los efectos generados por las actividades de la explotación minera ; en el desarrollo de la presente investigación se ha podido comprobar mediante una serie de análisis el estado de la cantera Constructora Robles Jimenez y Asociados con impactos que no afectan toda la integridad del entorno natural; en otras palabras, los impactos pueden ser reducidos a través de la incorporación de propuestas de mitigación ambiental.

El análisis de la Matriz de Leopold indico que los procesos productivos en la cantera son de impacto moderado, es decir, que la recuperación de las condiciones iniciales requiere un tiempo breve con prácticas de mitigación simple. Figueroa en el año 2019, afirma que la ejecución y cumplimiento de medidas correctivas en los procesos productivos de una cantera, pueden disminuir considerablemente las actividades impactantes y restaurar las condiciones ambientales (74).

Sin duda, la calidad del paisaje resulta afectada por la implementación de los sectores estratégicos en la cantera, como es el caso: construcción de una caseta, instalación de zaranda, disposición de material, vías de acceso en la cantera. García en el año 2013 hizo hincapié sobre ello y resalto que las operaciones logísticas en una cantera provocan un deterioro visual, produciendo una alteración en la cobertura vegetal (75) .

Los niveles de ruido producidos por la excavadoras y ruido ambiental en la cantera no sobrepasaron los límites máximos permisibles estipulados en la normativa ambiental 0,97 A. Cantos en el año 2019, menciona que como actividades a desarrollar en una cantera, sugiere llevar a cabo un permanente mantenimiento oportuno de las maquinarias para realizar un control y seguimiento de los niveles excesivos de ruido que afectan al medio y provoca malestar en los operadores mediante estrategias factibles enfocadas en minimizar las emisiones del ruido por el mal funcionamiento, como es el caso de la implementación de silenciadores y el registro del ruido con un sonómetro (76)

Se planteo la posibilidad que la extracción de material, en el cual residen organismos en las partículas de sedimento que son fuentes de alimentación de los peces podría influir en la diversidad y abundancia de los peces, los resultados de los índices de diversidad de Shannon y de Simpson demostraron que la extracción de material no ha influido en la abundancia de los peces. Chacón en el año 2009 menciona que la remoción de material de los lechos en los ríos conlleva a una alteración en el proceso de transferencia de energía-nutrientes de las diversas especies de comunidad biológica que se alimentan entre sí; como es el caso de los peces se alimentan de los minúsculos organismos como los macroinvertebrados que habitan en los sedimentos (77).

Por otro lado, al detener las actividades de extracción de material se da un tiempo de recuperación a las áreas de extracción; en el área de estudio no se realiza la extracción en época de invierno (enero-junio), las operaciones de extracción se reinician en época de verano (julio-diciembre) por lo que los sedimentos vuelven a rellenar el área de extracción. Con el aumento del caudal en el río se trasladan grandes cantidades material árido y pétreo que se depositan y se distribuyen a lo largo de un rio (78); siendo un motivo por el cual los índices de diversidad no sean bajos en el lugar de la extracción de material.

Se plantearon propuestas de mitigación ambiental aplicando estrategias factibles para contrarrestar las actividades que generaron un impacto o actividades que necesitaban ser atendidas, mediante equipos de protección personal para los operadores, silenciador para la maquinaria, área de mantenimiento de maquinaria, manejo de desechos, sistema de riego para la generación de material particulado. Villareal en el año 2019, afirma que aplicando las medidas de mitigación adecuadas en las fases de operación en una cantera reducen el impacto al medio y garantiza la seguridad de los trabajadores; agrega que se deben realizar reportes que permitan evaluar los aspectos ambientales, el cumplimiento de la normativa ambiental y plan de manejo ambiental (79).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- Sintetizando los datos obtenidos a lo largo de esta investigación, la matriz de Leopold indico que en la cantera Constructora Robles Jimenez y Asociados los impactos que se generan en su mayoría representan impactos ambientales severos, pero con la posibilidad de mitigación ambiental.
- Los niveles de ruido ambiental y de la maquinaria no sobrepasaron los rangos permisibles estipulados en el acuerdo 0,97 A; la abundancia y la diversidad de peces resulto de diversidad media.
- Se pudo evidenciar que en la cantera se debían ejecutar actividades como es el caso de capacitación y formación del personal de acuerdo con la naturaleza de sus labores y los riesgos que puedan estar expuestos; separación y clasificación de los desechos, rehabilitación de áreas, área de manteamiento de maquinarias, entre otras.
- En la cantera se elaboró una propuesta de mitigación ambiental para su implementación y cumplimiento, para las actividades en los procesos productivos que no han sido mitigados adecuadamente con la finalidad de reducir el impacto ambiental.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda el mantenimiento permanente de la maquinaria usada en la cantera, para evitar que genere ruidos por el mal funcionamiento, gases, derrame de combustible, además del uso completo del equipo de protección personal.
- Realizar de manera continua capacitaciones a los trabajadores con buenas prácticas ambientales y garantizar la seguridad de los trabajadores y de la maquinaria en cada una de sus etapas, además de llevar un adecuado control ambiental.
- Se recomienda que antes del inicio de las actividades en la cantera se lleve a cabo el riego de agua para evitar la emisión del material particulado.
- Se recomienda utilizar este documento para contribuir en la prevención y control de impactos al entorno que se desarrollan en una cantera, considerando que ha sido enfocado en analizar los procesos productivos desde el punto de vista ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amstrong J, Menon R. Minas y canteras. [Online].; 2001 [cited 2019 14 Agosto. Available from: https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+74.+Minas+y+canteras.

2. Chang Peñaranda A. Estructuración de un modelo de aplicación de la NIIF 6 para compañias de exploración y evaluación de recursos minerales en el Ecuador. Tesis de Contabilidad y Auidotoría.Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE); 2013.

3. La industria minera empujará la economía local este año. El Comercio. 2018 [Actualizado 28 Mar 2018; citado 13 Agos 2019].Disponible en:https://www.elcomercio.com/actualidad/industria-minera-empujara-economia-ecuador.html.

4. Codigo organico organización territorial autonomia descentralización. [Online].; 2010 [cited 2020 Abr 11. Available from: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf.

5. Herndandez Jatib N, Ulloa Carcasés M, Almaguer Carmenate Y, Rosario Ferrer Y. Evaluacion ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de contruccion. Luna Azul. 2014 Junio; 2(38).

6. Gobierno autonomo descentralizada de Esmeraldas. Ordenanza N. 044. [Online].; 2019 [cited 2019 Octubre 20. Available from: http://www.prefecturadeesmeraldas.gob.ec/web/index.html.

7. Espinoza Vilao CA, Guzñay Saldaña DF. Estudio de impacto ambiental expost de la cantera San Antonio ubicada en la parroquia la Auroradel Cantón Daule. Tesis de Maestría. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Unidad de Posgrado; 2013.

8. Portela Aguirre M, Unibio Piñeros PA. Evaluación del marco normativo legal minero ambiental para el desarrollo de la actividad minera de extracción de materiales de construcción, estudio de caso Soacha-Sibate(Cundinamarca). Bogota: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Facultad De Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2015.

9. Canfield M. Etapas del proceso productivo de una mina. Grupo antofagasta minerals. 2012 Junio. Disponible en:https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/04/01.-Etapas-del-Proceso-Productivo-de-una-Mina.pdf.

10. Medina Gutíerrez AL. La explotación minera a cielo abierto y su incidencia en los derechos de la naturaleza en el cantón Quito, parroquia Pintag. Tesis de Derecho.Universidad Central Del Ecuador (UCE); 2015.

11. Orellana Serrano T, Pineda Fernández AM. Análisis a la concesiones mineras en el Ecuador. Tesis de Derecho. Universidad del Azuay.; 2009.

12. Ruiz Almodóvar G, Pérez López R. Geología de Huelva: lugares de interés geológico. In.; 2010. p. 55.[actualizado 10 de ene 2017; citado 13 agost 2019].

13. Acosta Ale J, Huanacuni D, Robles M. Los metales estratégicos en el Perú. [Online].; 2016.citado 13 de agosto 2019 [cited 2019 Agosto 13. Available from: https://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/819180/Acosta%2C+J.+D%2CHuanacuni+%282016%29+Los+metales+estrat%C3%A9gicos+en+el+Per%C3%BA.pdf/2875f11d-613f-4a35-af0e-ba014e60c230.

14. Cornejo P. Depósitos minerales metálicos del Ecuador. [Online].; 2017 [cited 2019 Agosto 13. Available from: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24008.11523.

15. Islas Martínez E. Caracterización y estudio de la viabilidad para el reaprovechamiento de la cantera de Tezoantla, estado de Hidalgo. Tesis de Minero metalúrgico. Universidad autónoma del estado de Hidalgo.; 2007.

16. Taype Matamoros EA. Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi. Tesis de ingenieria civil. Universidad Nacional Del Centro Del Perú; 2016.

17. Becerra Becerra J. Investigación de materiales pétreos como herramienta de conservación y valorización de cementerios patrimoniales. [Online]. [citado 13 agost 2019].Disponible en; 2017 [cited 2019 Agosto 13. Available from: https://www.researchgate.net/publication/317275002_Investigacion_de_materiales_petreos_como_herramienta_de_conservacion_y_valorizacion_de_cementerios_patrimoniales?channel=doi&linkId=592f7da60f7e9beee761901a&showFulltext=true.

18. Uribe Altamirano PA. Explotación y venta de áridos en la comuna de puerto Montt Tesis de ingeniería Constructor. Universidad Austral de Chile.; 2011.

19. Pinto Arroyo SC. Valoración de impactos ambientales. [Online].; 2007 [cited 2019 Abril 4. Available from: file:///C:/Users/Robles/Downloads/componente48148.pdf.

20. Sánchez L, Reyes O. Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. [Online].; 2015 [cited 2020 abril 4. Available from: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf;jsessionid=F2A63F7D507DB4EC042D669C5FC8B0F6?sequence=1.

21. Pública ESda. Diseño de plan de manejo ambiental de a escuela superior de administración pública. In.; 2016.

22. Badía Montalvo R. Salud ocupacional y riesgos laborales. Bol of Sanit Panam. 1985; 98(1).

23. Rodríguez C. Seguridad una responsabilidad compartida. [Online].; 2017 [cited 2020 Abril 11. Available from: https://www.facet.unt.edu.ar/syso/wp-content/uploads/sites/36/2016/03/EPP.pdf.

24. Canal Díaz N. Técnicas de muestreo, sesgos más frecuentes. [Online].; 2015 [cited 2020 Abril 4. Available from: https://www.revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf.

25. Ibañez N. El Decibel. [Online].; 2015 [cited 2020 Abril 4. Available from: https://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/electronicos2/download/Apuntes/El%20Decibel%20.pdf.

26. Martínez Llorente J, Peters J. Contaminación acústica y ruido. [Online].; 2015 [cited 2020 Abril 4. Available from: https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf.

27. Tanquina Pullopaxi LS. Diseño de un plan de gestión integral de manejo de residuos sólidos para el centro parroquial calderón, cantón Quito. In.: Tesis de ingenieria ambiental. Universidad tecnológica equinoccial (UTE); 2017.

28. Guijarro J, Narvaéz I, Gonzáles M. Determinación de la contaminación acústica de fuentes fijas y móviles en la vía Samborondón en Ecuador. [Online].; 2015 [cited 2020 Mayo 24. Available from: https://www.researchgate.net/publication/315479890_Determinacion_de_la_contaminacion_acustica_de_fuentes_fijas_y_moviles_en_la_via_a_Samborondon_en_Ecuador.

29. MAGRAMA. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Dirección y coordinación. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar; 2014. Report No.: ISBN/NIPO.

30. Amable I, Mendéz , Delgado L, Acebo F, Armas J, Rivero M. Contaminación ambiental por ruido. Scielo. 2017 Junio; 39(3).

31. Calidad del aire. [Online].; 2015 [cited 2020 Junio 27. Available from: http://aire.five.es/140.

32. Rondón Toro E, Szantó Narea M, Francisco Pacheco J, Contreras E, Gálvez A. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales de CEPAL. 2016 Junio; 2(2518-3923).

33. Martínez J. Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Fundamentos. 2005 Septiembre; 1(164).

34. Paneque Estrada A, Gallo Gonzáles M, Nuñez Arroyo E. Enviromental pollution, its influence on human beings, in particular: the female reproductive system. Scielo. 2016 Agosto; 8(3).

35. Minesterio de Minería. [Online].; 2019 [cited 2020 Junio 27. Available from: http://historico.mineria.gob.ec/valores/.

36. Agencia de Regulación y Control Minero. [Online].; 2020 [cited 2020 Junio 27. Available from: http://www.controlminero.gob.ec/valores-mision-vision-2/.

37. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Esmeraldas. [Online].; 2020 [cited 2020 Junio 27. Available from: https://esmeraldas.gob.ec/direcciones/aridos-y-petreos.html.

38. ARCOM. Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero. 2016; Disponible en:http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/04PPP2016-PLAN.pdf.

39. Herrera Moran EE. Modelo de gestión ambiental para el proceso de extracción minera en canteras. Tesis de Ingeniería Ambiental. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales; 2018.

40. Angulo Romero AS. Propuesto de un plan de gestión de riesgos y salud ocupacional para la concesión minera "LOS PRIMOGÉNITOS" ubicado en los cantones Lago Agrio y Shushufindi, provincia Sucumbíos. Tesis de Ingeniería Ambiental. Sucumbíos: Escuela Politécnica Nacional., Facultad de ingeniería civil y ambiental.; 2018.

41. Toro Rincón A. Relación entre los usos del suelo y los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la Calidad Hídrica en el río Quevedo, Ecuador. Tesis de Grado. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Naturales; 2018.

42. Enríquez Coral CT. Estudio comparativo del manejo ambiental de las canteras de la mitad del mundo. Tesis de Ingenieria Ambiental.Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE); 2017.

43. Constitución de la Repulica del Ecuador. , Disponible en:https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf; 2008.

44. NOVAGRIC. Aspersores. [Online].; 2018 [cited 2020 Mayo 25. Available from: https://www.novagric.com/es/riego/materiales-de-riego/aspersores-de-riego.

45. Mineria. Ley de mineria. [Online].; 2009 [cited 2020 Septiembre 16. Available from: http://www.controlminero.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Ley-de-Mineri%CC%81a-21-mayo-2018.pdf.

46. GADPE. Ondenanza N. 044. [Online].; 2019 [cited 2020 Septimbre 16. Available from: http://www.prefecturadeesmeraldas.gob.ec/web/index.html.

47. Acuerdo 097,Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes recurso..Registro oficial N.387.

48. Tosca D. Identificación, descripción y evaluación de impacto ambiental. [Online].; 2015 [cited 2020 Marzo 15. Available from: https://www.academia.edu/36250626/Impacto-ambient?auto=download.

49. Chaparro León MA, Mendoza CL. Evaluación del cumplimiento de los niveles de presión sonora (ruido ambiental) en la universidad libre sede el bosque. Tesis de Ingeniería Ambiental. Bogotá: Universidad libre, Departamento de ingeniería ambiental; 2017.

50. Yepes D, Gómez M, Sánchez L, Jaramillo A. Metodología de elaboración de mapas acústico como herramientas de gestión del ruido urbano-caso Medellín. Revista UNAL. 2009 Noviembre; 76(158:29-40).

51. Jiménez Prado P, Aguirre W, Laaz Moncayo E, Navarrete Amaya R, Nugra Salazar F, Rebolledo Monsalve E, et al. Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. [Online].; 2015 [cited 2019 Noviembre 17. Available from: https://biologia.uazuay.edu.ec/sites/default/files/public/GUIA%20PECES%20DEL%20OCCIDENTE%202015.pdf.

52. Jiménez Prado PJ, Béarez P. Peces marinos del Ecuador continental. Researchgate. 2004 Enero; 2(2).

53. Coello Salazar D, Herrera M, Saa I, Ferreyros S. Fishes of the Ecuadorian coastal profile: first nautical mile. [Online].; 2017 [cited 2019 Julio 27. Available from: https://www.researchgate.net/publication/321709696_PECES_DEL_PERFIL_COSTERO_ECUATORIANO_PRIMERA_MILLA_NAUTICA_FISHES_OF_THE_ECUADORIAN_COASTAL_PROFILE_FIRST_NAUTICAL_MILE.

54. Estimación del índice de diversidad de simpson en sitios de muestreo. Researchgate. 2005 Septiembre; 26(2).

55. Moreno C. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA. 2001 Junio; 1(84).

56. Acuerdo 097, niveles máximos de emisión de ruido y metodología de medición para fuentes fijas y fuentes móviles,registro oficial N. 387. [Online].; 2015 [cited 2019 Abril 20.

57. OSMAN. Ruido y Salud. [Online].; 2015 [cited 2020 Mayo 24. Available from: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824.

58. Sonómetro digital medidor de sonido decibeles 30-130 dB. [Online].; 2019 [cited 2019 Mayo 20. Available from: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-426022431-sonometro-digital-medidor-de-sonido-decibeles-30-130-db-_JM?quantity=1#redirectedFromParent?quantity=1.

59. American Truck, silenciador de escape 5 equipo original. [Online].; 2019 [cited 2020 Mayo 20. Available from: http://www.americantruckecuador.com/es/productos/sistema-de-escape/silenciador-de-escape-5-equipo-original.

60. Protector auditivo 3m H510a-401-gu. [Online].; 2019 [cited 2020 Mayo 25. Available from: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-425790948-protector-auditivo-3m-h510a-401-gu-_JM#redirectedFromParent.

61. NOVAGRIC. Aspersores. [Online].; 2020 [cited 2020 Septiembre 16. Available from: https://www.novagric.com/es/riego/materiales-de-riego/aspersores-de-riego.

62. Duque Escobar G. Manual de geología para ingenieros. [Online].; 2015 [cited 2020 Mayo 24. Available from: http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/353/aguassubterraneas.pdf.

63. Implementación de un sistema de riego. [Online].; 2019 [cited 2020 Abril 28. Available from: https://listado.mercadolibre.com.ec/sistema-de-riego#D[A:sistema%20de%20riego].

64. Becerrra Becerra J. Investigación de materiales pétreos como herramienta de coonservación y valorización de cementerios patrimoniales. [Online].; 2015 [cited 2020 Agosto 13. Available from: https://www.researchgate.net/publication/317275002_Investigacion_de_materiales_petreos_como_herramienta_de_conservacion_y_valorizacion_de_cementerios_patrimoniales?channel=doi&linkId=592f7da60f7e9beee761901a&showFulltext=true.

65. Mascarilla Kn95 antí partículas aroma eucalipto reg santitar. [Online].; 2019 [cited 2020 Mayo 29. Available from: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-425560217-mascarilla-kn95-anti-particulas-aroma-eucalipto-reg-santitar-_JM?quantity=1#position=7&type=item&tracking_id=c28ab84c-ab32-43f9-a3c5-019c48cfb114.

66. Caneca, balde industrial. [Online].; 2019 [cited 2020 Abril 21. Available from: https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-426159424-caneca-balde-industrial-20-litros-_JM?quantity=1#redirectedFromParent?quantity=1.

67. INEN. Gestión ambiental, estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. [Online].; 2014 [cited 2020 Mayo 27. Available from: http://saludyseguridadec.com/wp-content/uploads/2018/07/INEN-2841-COLORES-PARA-RECIPIENTES-DE-DESECHOS.pdf.

68. Flores D, Villafuerte I. Guía N 1 para la realización de estudios de generación y caracterización de residuos sólidos dominiciliarios en ciudades. In. Promoción del desarrollo sostenible.Lima,Perú.; 2015.

69. Loayza Idme M, Rosas Sardón A. Estudiod de la caracterización de los residuos sólidos en el distrito de Puno. [Online].; 2013 [cited 2020 Julio 1. Available from: file:///C:/Users/Robles/Downloads/907.pdf.

70. Sánchez G. Aplicación de un sistema de manejo de residuos sólidos en la institución educativa jesús alberto miranda calle con áreas técnicas, Mayobamba. Mayobamba: Universidad Nacioanl de San Martín.Tesis de ingeniería Ambiental; 2010.

71. MAE. Apoyo a las unidades y direcciones municipales de gestiópn ambiental. [Online].; 2016 [cited 2020 Mayo 27. Available from: http://www.carlospi.com/galapagospark/programas/desarrollo_sustentable_ugas_digas.html.

72. INEN. Símbolos gráficos, colores, seguridad y señales de seguridad. [Online].; 2019 [cited 2020 Abril 28. Available from: https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/IN-3-NORMA-TECNICA-NTN-INEN-ISO-3864-12013-S%C3%8DMBOLOS-GR%C3%81FICOS-COLORES-DE-SEGURIDAD-Y-SE%C3%91ALES-DE-SEGURIDAD.pdf.

73. Carteles para señalizar canteras de extracción y lugares de trabajo donde exista maquinaria para móvil. [Online].; 2019 [cited 2020 Marzo 15. Available from: https://www.carteling.com/es/30-canteras.

74. Figueroa Cruz L. Efectos ambientales por las canteras ubicadas en la vía costa de la ciudad de Guayaquil periodo 2013-2017. Tesis de Economía. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias económicas; 2019.

75. GarcíaGomez C. Borrador del estudio de impacto expost del proyecto extracción y transporte de material petreo de la cantera Tamarindo de Puerto Lopez. [Online].; 2013 [cited 2020 Julio 8. Available from: http://www.manabi.gob.ec/images2010/2013/05/EIA-MINA-TAMARINDO-BORRADOR.pdf.

76. Tamayo Enriquez SP. Diseño de explotación y cierre de mina en la cantera Caizán Chico2, ubicada en la parroquia de Tumbaco, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Tesis de Gradp. Quito: Universidad Central del Ecuador, Ingeniería en Geología.; 2019.

77. Eduardo CM. Evaluación de posibles impactos de la extracción de material del río Tigre, Puerto Jimenez, Puntarenas. ResearchGate. 2009 Agosto; Vol. 3(12).

78. Amylkar AM. Explotación de materiales de construcción. [Online].; 2015 [cited 2020 Septiembre 16. Available from: https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/169095/EXPLOTACION+DE+MATERIALES.pdf/fc129902-1523-4764-9a05-755e3bb7896e.

79. Darwing VDJ. Diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en el proceso de extracción de mineral para disminuir los riesgos laborales en la Cantera Bombocito-Mesones Muro-Ferreñafe-Lambayeque. Tesis de Grado. Chuchlayo: Universidad de César Vallejo, Facultad de Ingeniería; 2019.

ANEXOS

PROPUESTA DE MITIGACIÓN AMBIENTAL EN LA MINERÍA ARTESANAL “CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS”.

Generación de ruido

La normativa ecuatoriana dicta que los niveles de ruido permitido para fuentes móviles de ruido, como en el caso de los vehículos de carga, deben mantenerse en el margen siguiente: > 12 toneladas → 88 dB e igual a 12 toneladas → 86 dB; en el análisis de la grafico en la **fig. 8** sobre los niveles de ruido producidos por las maquinarias, se pudo apreciar que la Volvo de 30 toneladas genero mayor ruido con 80,7 dB en comparación de la Mitsubishi de 12 toneladas con 75,6 dB (56). A pesar de que las excavadoras generaron niveles de ruido por debajo de la normativa, es recomendable el monitoreo de los niveles de ruido producidos por las fuentes móviles con un sonómetro, la colocación de silenciadores a las excavadoras y la implementación de protectores auditivos, con la finalidad de mantener el cumplimiento de la normativa, la seguridad del personal y del medio.

En un estudio realizado por el OSMAN (Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía) en el año 2015 menciona que a partir de los 65 dB el organismo puede ser susceptible a problemas relacionados con el aumento de la circulación arterial suscitando a padecer problemas en el corazón e inducir al daño de las funciones y mecanismo del cuerpo, como es el caso de cambios de personalidad, disminución constante del conocimiento y del flujo de la sangre al cerebro, dificultad para respirar, entre otros efectos; los daños en la funciones y mecanismo se agravan a medida que aumentan los niveles de ruido en un rango de 80-85 dB (57).

En la **fig.11** se puede apreciar el sonómetro modelo MS10 que tiene un costo $32,99. Mientras que en la **fig. 12** se puede apreciar el silenciador de escape 5 con un costo de $122 y en la **fig. 13** los protectores auditivos con un costo de $35.



Figura 11: Sonómetro modelo MS10 (58).

Tabla 8: Descripción del sonómetro modelo MS10 (58).

Modelo	Características	Cantidad	Precio unitario	Precio total
MS10	Gran pantalla LCD con literatura digital. Modos característicos dinámicos rápidos y lentos. Diseño de apagado automático para ahorra de energía. Instrumento portátil, fácil de usar y práctico para la calidad del sonido. Uso adecuado en fábrica, oficina, hogar, escuela y obra. Precisión: ± 3dB (ref. 94 dB 1kHz). Rango de frecuencia:31,5 Hz a 8 k Hz. Rango de Nivel: LoA=35-130dB. Resolución:0.1 dB.	1	$32,99	$32,99

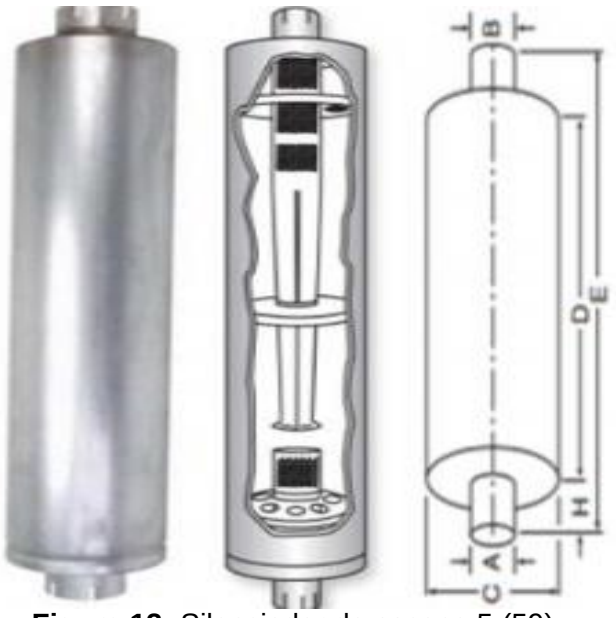


Figura 12: Silenciador de escape 5 (59).

Tabla 9: Descripción del silenciador de escape 5 (59).

Modelo	Características	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Silenciador de escape 5	(A): Entrada: 5 plg. (B) Salida: 5 plg. (C): Cuerpo: 10.1 plg. (D): Cuerpo: 44.5 plg. (E): L. total:51 plg. Atenuación: 10 -13 dB.	1	$122	$122



Figura 13: Protector auditivo 3M (60).

Tabla 10: Descripción del protector auditivo 3 M (60).

Modelo	Características	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Protector auditivo 3 M	Acolchado ancho y suave. Confort y portabilidad. Reducción de la presión en las orejas.	2	$35	$70

Generación de polvo

En la cantera se genera el material particulado por la venta descarga y almacenamiento de material árido y pétreo; por lo que, se recomienda antes del inicio de las operaciones que se lleve a cabo un riego en la cantera mediante aspersores a partir de las 7 am durante 30 minutos.

Los aspersores son dispositivos que se encargan de dispersar agua a una determinada distancia y dirección, son eficientes para no gastar tanta cantidad de agua; pueden colocarse por medio de una red de tuberías con la unión de varios aspersores para el cubrimiento de área total a regar (61).

En la cantera se colocará una bomba como un sistema subterráneo para que succione y abastezca a los aspersores con agua proveniente directamente del río aprovechando el nivel freático en la cantera para reducir costos. El nivel freático se define como el límite entre la separación de la zona no saturada (suelo) en donde los poros se llenas parcialmente y la zona saturada en donde los poros están llenos de agua (62).

La red de tubos tendrá unos 60 mt lineales y la construcción puede finalizar en 3 días. Las herramientas para el sistema de riego se pueden observar en la **tabla 11** y en la **fig. 14** se observar una imagen representativa del sistema de riego.

Adicionalmente, se recomienda que el operador cuente con mascarilla para que en el momento de la separación del material no se vea afectado por el material particulado, en la **fig.15** se aprecia el modelo y características de la mascarilla.

Equipos	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Bomba	Bomba centrífuga. Por su confiabilidad y simplicidad encuentran un amplio utilizo en el sector civil, agrícola e industrial, para el suministro de agua, para instalaciones de acondicionamiento o de enfriamiento, para la irrigación. Caudal:900 l/min (54 m^3/h). Altura manométrica:106 m. Altura de aspersión manométrica:106m.	1	$453,97	$453,97
Aspersor	Aspersor tipo bailarina ½". Boquilla: #6 Amarillo. Disposición: 7 metros entre sí. Caudal: 250 l/h. Presión: 1.5 atm (22 psi). Diámetro: 12 metros.	20	$1,39	$27,8
Tubo	Tubo PVC. Pulgadas- roscable. Tamaño: ½". Largo del tubo: 6 metros. Presión de aire 420 psi.	10	$4,70	$47
Válvula	Válvula compacta roscada. Tamaño: ½".	2	$0,78	$1,56
Uniones	Unión plegable para tubería PVC. Tamaño: ½".	6	$0,14	$0,84
Plomeros	Mano de obra.	2	$250	$500
			Total	**$1.031,17**

Tabla 11: Descripción de los materiales para la implantación del sistema de riego (63).

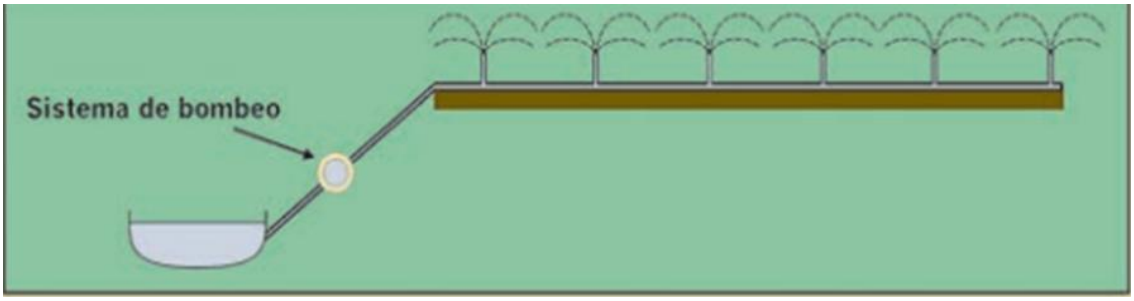


Figura 14: Ilustración del Sistema de riego (64).



Figura 15: Mascarilla antipartículas (65).

Tabla 12: Descripción de la mascarilla NK95 (65).

Modelo	Características	cantidad	Precio unitario	Precio total
NK95	Brinda efectiva protección respiratoria contra partículas sólidas y líquidas. Elaborado con termosellado 3 capas de material no tejido reforzado. Máximo confort con elástico de 4 hilos. Reutilizable. Aroma Eucalipto y Romero. Refuerzo nasal de esponja. Funda de celofán.	12	$3,50	$42

Suministro de combustible

Para evitar el derrame de combustible en la cantera es menester la construcción de un área determinada para el mantenimiento de la maquinaria con un estimado de inversión de $20000 con un periodo de construcción de 30 días, como lo indica la **tabla 13.**

Tabla 13: Materiales para la construcción del mantenimiento de la maquinaria.

Materiales	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Área para mantenimiento de maquinaria	El área de mantenimiento que será recubierta con cemento y contará con las siguientes implementaciones: • Reparación de motores • Bodega • 1 baño • Dimensiones de 40x50 m^2	1	$16400	$16400
Soldador	Colocación de varillas y techo.	2	$900	1800
Ayudantes	Construcción.	3	$600	1800
			Total	$20000

Para una solución inmediata se recomienda el uso de un balde industrial debajo de la maquinaria al momento de abastecer de combustible y proporcionar mantenimiento a las excavadoras Mitsubishi y Volvo para evitar el derrame de combustible, la información sobre la capacidad del balde se puede apreciar en la **tabla 14**.



Figura 16: Caneca industrial de 20 litros (66).

Tabla 14: Descripción del balde industrial (66).

Modelo	Características	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Balde industrial	Tacho de 20 litros Material: Plástico Diseño: tapa hermética Capacidad:5 galones o 20 litros. Agarradera metálica	2	$5,25	$10,50

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Objetivos:

- Establecer medidas para reducir los impactos definidos en los componentes físico, biótico y social en el área del proyecto.
- Considerar acciones efectivas para controlar y responder de forma rápida ante el surgimiento de situaciones emergentes.

Lugar de aplicación: Minera artesanal "Constructora Robles Jiménez y Asociados"

Responsable: jefe del proyecto y trabajadores.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	Plazo a partir de la aprobación y defensa de la tesis.
Fase de operación y mantenimiento					
Generación de ruido.	Contaminación acústica.	▪ Provisionar a los trabajadores de protectores auditivos. ▪ Incorporar a las excavadoras volvo y Mitsubishi silenciadores.	▪ # de protectores auditivos/ # de trabajadores. ▪ # de silenciadores/ # de maquinarias	▪ Factura. ▪ Fotografía.	▪ 1 mes
Suministro de combustible	Contaminación del suelo.	• Adaptar un envase a las excavadoras, mediante un balde industrial para evitar el derrame de combustible.	• # de envases /# de maquinarias.	• Fotografía. • Factura	• 1 semana. • 1 mes.

		• Área para el mantenimiento de maquinaria.	• # de materiales de construcción/# de implementaciones		
Generación de polvo	▪ Contaminación del aire ▪ Afectación a la salud.	▪ Establecer un sistema de riego para reducir el material particulado. ▪ Provisionar a los trabajadores de mascarillas.	▪ # de riegos en el área/ área de las actividades. ▪ # de mascarillas/ # de trabajadores.	▪ Fotografía. ▪ Factura.	▪ 3 veces a la semana. ▪ 1 semana

Manejo de desechos

Los residuos sólidos que se generen en la cantera se colocaran tachos para clasificar respectivamente en un área determinada hasta la llegada del recolector de la basura, con base a la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 2841 (67). En el tacho verde se colocará la basura orgánica, mientras que en el tacho azul se colocará basura inorgánica como en el caso de plástico, papel, cartón, vidrio y en el tacho negro se colocará lo que no se puede reciclar encargándose de su retirada un gestor ambiental autorizado, como los siguientes: guaipe, franelas usadas para la revisión de la maquinaria, chatarra, canecas en mal estado, en la **fig. 17** se puede apreciar la clasificación de la basura en los tachos.

Para averiguar la capacidad de almacenamiento de cada tacho se debera separar y clasificar durante una semana laboral los residuos de acuerdo a su composición, luego de pesar por separado mediante el calculo los siguientes índices:

- Generación Per-cápita

  Se colocaran los residuos en bolsas para ser pesadas diariamente y sse pesar en una balanza de 50 kg; para determinar la generación per-cápita (Kg/trab/día), se procederá con la división del peso de la basura recolectada sobre el total de trabajadores en la cantera (68).

$$PPC = \frac{\text{kg. Basura recolectada}}{\text{Nº de trabajadores}}$$

- Densidad de los residuos

  Se debe colocar en un balde de 200 litros con los residuos compactados para realizar el calculo de la densidad, con su respectiva fórmula (69).

$$S = \frac{W}{V} = \frac{W}{N\left(\frac{D}{2}\right)^2 (H - h)}$$

  Donde:

  S: Densidad de los residuos

  W: Peso de los residuos

D: Diámetro del cilindro

V: Volumen del residuo

h: Altura libre de los residuos

N: Constante (3.1416)

H: Altura total del cilindro

- Porcentaje de la composión de los residuos

Los residuos se deben clasificar y separar de acuerdo a la composición, como en el caso de la chatarra, vidrio , plástico, que tienen que ser colocadas en bolsas para el calculo de porcentaje (70).

$$\% = \frac{(Pi) * 100}{Wt}$$

Donde:

Pi:peso de cada componente de los residuos

Wt: peso total de los residuos recolectados en el día

Los desechos que se generan en la cantera se colocarán a unos 10 mt de distancia del área administrativa, la basura rechazada considerada como residuo peligroso serán retirado por la empresa ecuatoriana Gadere S.A que mediante un contrato formal será la encargada de darle un adecuado tratamiento y la disposición final.



Figura 17: Ilustración para la clasificación de los residuos en la minera artesanal "Constructora Robles Jiménez y Asociados" (71).

PROGRAMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS					
Objetivos: ▪ Determinar alternativas para la clasificación, almacenamiento temporal y disposición adecuada de los desechos generados. **Lugar de aplicación:** Minera artesanal “Constructora Robles Jiménez y Asociados” **Responsable:** jefe del proyecto y trabajadores.					
ASPECTO AMBIENTAL	**IMPACTO IDENTIFICADO**	**MEDIDAS PROPUESTAS**	**INDICADORES**	**MEDIOS DE VERIFICACIÓN**	**Plazo a partir de la aprobación y defensa de la tesis.**
Fase de operación y mantenimiento					
Generación de residuos.	Contaminación de agua y suelo.	Establecer la caracterización de los desechos que se producen en la cantera para su posterior separación y clasificación, mediante los siguientes parámetros:	▪ Kg de los residuos recolectada/ N.º de trabajadores ▪ Peso de los residuos sólidos/volumen de los residuos sólidos.	▪ Registro ▪ Factura	1 semana.

		▪ Determinar la generación per-cápita. ▪ Determinar la densidad de los residuos. ▪ Determinar el porcentaje de la composición de los residuos. ▪ Colocar tachos para clasificar los residuos.	▪ Peso de los residuos/peso total de los residuos. ▪ Kg. residuos clasificados / kg. de residuos generada.		

Recuperación o rehabilitación del área.

En la cantera se realizar un plan de rehabilitación del área con vegetación del sector, se puede observar en la **tabla 15** el tipo de vegetación.

Vegetación	Nombre científico
Plátano	*Musa paradisiaca.*
Chaya	*Cnidoscolus aconitifolius.*
Limón	*Citrus aurantifolia.*
Guanábana	*Annona muricata.*
Caña	*Saccharum officinarum.*
Guaba	*Inga edulis.*
Marañón	*Anacardium occidentale.*
Guayaba	*Psidium guayava.*
Mango	*Mangifera indica.*

Tabla 15: Especies de vegetación nativa del sector**.**

En la cantera se restaurará 2000 m2 que han sido afectada, mediante la siembra de plantas nativas del sector, la vegetación será abastecida de agua proveniente del rio Esmeraldas.

Para el mantenimiento de la vegetación restaurada en la cantera se debe incitar el uso de productos amigables con el medio ambiente, es decir, que cuenten con su respectivo sello verde para evitar el uso de productos altamente tóxicos, además el personal encargado deberá contar con las siguientes medidas de protección que tiene a su disposición el propietario:

- Gorra
- Mascarilla respiratoria de partícula

- Guantes de cuero grueso
- Ropa de trabajo (overol)
- Gafas de protección ocular.

En la **tabla 16** se pude apreciar el costo para el mantenimiento de la vegetación restaurada, para lo cual se pagará por el servicio del jornalero $20 y al fumigador $30, cada servicio se pagará por hora.

Actividad	Cantidad	Precio
Servicio de plantación	**1**	**$20**
Servicio de fumigación	**1**	**$30**

Tabla 16: Costo para el mantenimiento de la vegetación restaurada en la cantera "Constructora Robles Jiménez y Asociados".

PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS

Objetivos:

- Realizar una restauración en la cantera mediante la siembra de árboles nativos del sector.

Lugar de aplicación: Minera artesanal “Constructora Robles Jiménez y Asociados”

Responsable: jefe del proyecto.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	Plazo a partir de la aprobación y defensa de la tesis.
Terreno usado para la actividad minera	Degradación del hábitat.	▪ Siembra de árboles nativos en la cantera. ▪ Mantenimiento de la cobertura vegetal.	▪ # ha de zonas rehabilitadas/ha de zonas afectadas. ▪ #ha de zonas mantenidas/ # ha de zonas rehabilitadas	▪ Fotografía. ▪ Factura.	1 vez al mes.

Delimitar y señalar áreas de riesgo laboral en la cantera.

En la cantera se deben colocar más señaléticas descriptivas para los diferentes procesos y actividades en la cantera para evitar accidentes en el lugar de trabajo e indicar los riesgos y restricciones de personal no autorizado, con base a la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 3864 (72). La implementación de las señaléticas se la puede lograr en una semana laborar; en la **fig. 19** se puede apreciar algunos ejemplos de los tipos de señaléticas que se deberían colocar en el área de estudio, además se debe desarrollar actividades de capacitación y formación del personal y educación ambiental.



Figura 18: Señaléticas descriptivas (73).

PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.

Objetivos:

- Disponer de las medidas necesarias para minimizar los riesgos laborales mediante el uso de equipos de protección personal (EPP) y capacitación del personal.

Lugar de aplicación: Minera artesanal “Constructora Robles Jiménez y Asociados”

Responsable: jefe del proyecto y trabajadores.

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	Plazo a partir de la aprobación y defensa de tesis.
Posibilidad de accidente en el trabajo.	▪ Contaminación al medio. ▪ Riesgos laborales.	Desarrollar actividades de capacitación y formación del personal de acuerdo con la naturaleza de sus labores y los riesgos que puedan estar expuestos, como las siguientes:	▪ # capacitaciones planificadas / # capacitaciones ejecutadas.	▪ Registro fotográfico ▪ Factura ▪ Informe técnico	▪ 2 veces al mes.

		▪ Uso adecuado de los EPP ▪ Capacitación sobre riesgos laborales y ambientales. ▪ Medidas de control, preventivas y simulacros. ▪ Manejo de combustible y sustancias inflamables ▪ Colocación e inspección de señaléticas en áreas estratégicas ▪ Uso adecuado de extintores ▪ Simulacros de evacuación y rutas de escape	▪ # de señaléticas/# de actividades en la cantera.		

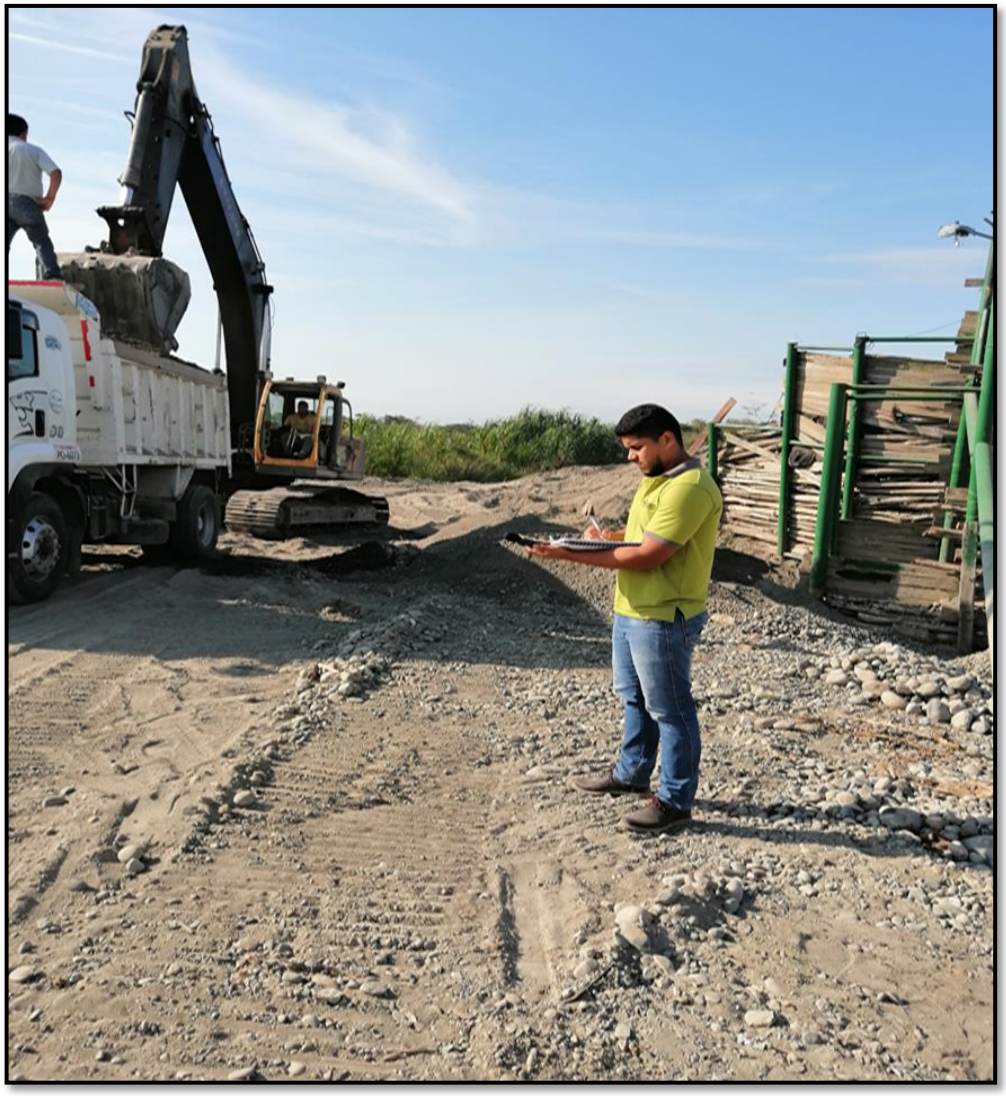


Foto 1: Obtención de datos de los niveles del ruido producido por las excavadoras.



Foto 2: Obtención de datos del ruido ambiental.



Foto 3: Identificación y peso de los peces capturados en el río Esmeraldas.



Foto 6: Longitud estándar de la especie *Sciades seemanni* (bagre canchimala).