



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
ASOCIADA A LOS PROCESOS BÁSICOS MINEROS EN LA PLANTA DE
BENEFICIO "SODIREC", CANTÓN ZARUMA

MAZA ESPINOZA DUSTIN VALENTINO
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN
AMBIENTAL ASOCIADA A LOS PROCESOS BÁSICOS MINEROS
EN LA PLANTA DE BENEFICIO "SODIREC", CANTÓN ZARUMA

MAZA ESPINOZA DUSTIN VALENTINO
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

EXAMEN COMPLEXIVO

APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL ASOCIADA A
LOS PROCESOS BÁSICOS MINEROS EN LA PLANTA DE BENEFICIO "SODIREC",
CANTÓN ZARUMA

MAZA ESPINOZA DUSTIN VALENTINO
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

LUNA FLORIN ALEX DUMANY

MACHALA, 22 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
22 de septiembre de 2021

Caso Práctico

por Dustin Maza

Fecha de entrega: 25-ago-2021 02:51p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1635908207

Nombre del archivo: MAZA_ESPINOZA_DUSTIN_VALENTINO_PT-170521_EC_1.docx (34.3K)

Total de palabras: 3836

Total de caracteres: 20929

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

El que suscribe, MAZA ESPINOZA DUSTIN VALENTINO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL ASOCIADA A LOS PROCESOS BÁSICOS MINEROS EN LA PLANTA DE BENEFICIO "SODIREC", CANTÓN ZARUMA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

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

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

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

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

Machala, 22 de septiembre de 2021



MAZA ESPINOZA DUSTIN VALENTINO
0707042701

Caso Práctico

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1%
2	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	1%
3	www.clubensayos.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to UNILIBRE Trabajo del estudiante	<1%
5	lunazul.ucaldas.edu.co Fuente de Internet	<1%
6	ambientalez.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
7	www.youtube.com Fuente de Internet	<1%
8	miliarium.com Fuente de Internet	<1%
9	www.raf.es Fuente de Internet	

		<1 %
10	exmienco.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
11	medioambiente-calidadmedioambiental.nosolomasters.com Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	www.large-carnivores-lcie.org Fuente de Internet	<1 %
15	www.acueducto.com.co Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con todo mi cariño hacia mi familia principalmente, que fueron las personas que me han estado apoyando a lo largo de mi vida, brindándome su amor, y confianza, formando parte del tipo de persona que soy hoy en día. En segundo lugar quiero dedicarlo a mis docentes, aquellos que en el transcurso de mi vida estudiantil me han dado de sus conocimientos y me han formado hasta ser un profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a mi madre, que es la persona cuyo apoyo me ha resultado fundamental en mi vida, tanto social como estudiantil, pues es la persona que ha trabajado y sacrificado para mi bienestar, dándome su confianza y cariño, lo cual ha detonado en mi finalización profesional en esta hermosa carrera.

Mis agradecimientos a mis compañeros, los cuales han formado parte en toda mi vida universitaria, compartido en un aula de clase, y hemos trabajado en conjunto, gracias por su amistad, dedicación y consejos.

RESUMEN

La evaluación de impacto ambiental es una de las herramientas metodológicas más utilizadas en la actualidad, cuya implementación de diversas metodologías durante la evaluación de las actividades ha permitido la obtención de datos relevantes en la toma de decisiones y la gestión de los procesos. En el caso del Ecuador la autoridad ambiental nacional y los AAAR son instituciones encargadas del control de los proyectos dentro de su competencia, como en las actividades mineras, que también son reguladas por parte de ARCOM. El área de estudio del presente trabajo se ubica en el cantón Piñas, provincia de El Oro, en la planta de beneficio “SODIREC”, empresa la cual se dedica a la recuperación de minerales mediante la implementación de los procesos mineros (trituration, molienda, entre otros). Es en esta actividad en la que se aplicaría tres tipos de metodología (check list, diagrama de redes y matriz de importancia de Conesa) de evaluación de impacto ambiental, identificando los factores ambientales afectados por los procesos mineros desarrollados, mediante un enfoque cualitativo y con un alcance descriptivo - explicativo. La aplicación de las metodologías nos daría como resultado que dentro de los procesos mineros se generarían diversos impactos ambientales según cada proceso estudiado, los cuales se subdividieron en impactos secundarios y terciarios, y representaron en su mayoría una importancia baja “compatible”. Mediante el análisis de la información se encontró que dos impactos representaban una importancia “moderada”, afectando a los factores ambientales aire y agua, dando como necesidad la implementación de medidas complementarias.

Palabras Clave: Evaluación de impactos ambientales, check list, diagrama de redes, matriz de importancia

ABSTRACT

Environmental impact assessment is one of the most widely used methodological tools today, whose implementation of various methodologies during the evaluation of activities has allowed obtaining relevant data in decision-making and process management. In the case of Ecuador, the national environmental authority and the AAAs are institutions in charge of controlling projects within their competence, as in mining activities, which are also regulated by ARCOM. The study area of this work is located in the Piñas canton, El Oro province, in the “SODIREC” beneficiation plant, a company which is dedicated to the recovery of minerals through the implementation of mining processes (crushing, grinding, among others). It is in this activity that three types of methodology (check list, network diagram and Conesa importance matrix) would be applied for environmental impact assessment, identifying the environmental factors affected by the mining processes developed, through a qualitative approach and with a descriptive - explanatory scope. The application of the methodologies would give us as a result that within the mining processes, various environmental impacts would be generated according to each process studied, which were subdivided into secondary and tertiary impacts, and mostly represented a low “compatible” importance. Through the analysis of the information, it was found that two impacts represented a "moderate" importance, affecting the environmental factors air and water, necessitating the implementation of complementary measures.

Keywords: Environmental impact assessment, check list, network diagram, importance matrix

ÍNDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
ÍNDICE	8
INTRODUCCIÓN	9
DESARROLLO	9
Evaluación Ambiental	9
Actividad Minera	10
Machacado Mineral	10
Lixiviación	11
Fundición	12
Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental	12
Check List	13
Diagrama de Redes	13
Matriz de Importancia	14
MARCO NORMATIVO	14
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Descripción del Área de Estudio	16
METODOLOGÍA	17
RESULTADOS	18
CONCLUSIÓN	18
BIBLIOGRAFÍA	18
ANEXOS	24
Anexo 1. Fase de Trituración	24
Anexo 2. Fase de Molienda	24
Anexo 3. Sistema de acumulación de derrames	25
Anexo 4. Fase de Lixiviación	25
Anexo 5. Fase de Fundición	26
Anexo 6. Presencia de material particulado producto de la Fase de Trituración	26
Anexo 7. Check List utilizado en la Evaluación Ambiental	27
Anexo 8. Matriz de Valoración de Conesa	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuerpo normativo	16
Tabla 2. Rangos para la clasificación de impactos ambientales	20
Tabla 3. Lista de chequeo de impactos identificados de acuerdo a los procesos mineros realizados en la planta de beneficio “SODIREC”	21
Tabla 4. Análisis comparativo de los métodos de evaluación ambiental utilizados	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de red proceso de Molienda y Trituración	24
Gráfico 2. Diagrama de red proceso de Lixiviación	26
Gráfico 3. Diagrama de red proceso de Fundición	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio	18
----------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la evaluación de impacto ambiental, nace de la necesidad de establecer los efectos ocasionados de las acciones realizadas por la actividad o proyecto dentro de su área de influencia directa e indirecta (Soto Barrera et al., 2018). Su reconocimiento como herramienta de valoración de impactos, se ha establecido a través de tratados internacionales, como también en normativas nacionales, llegando a ser reconocido como mecanismos eficaces al momento de identificar daños ambientales.

Con la finalidad de evaluar la importancia de los impactos generados por la actividad, se han elaborado diferentes metodologías: matrices de interacción, listas de criterio, redes de reacción, entre otros, cuya diferencia radica en el tipo de información recolectada. De acuerdo con Viloría Villegas (2018), debido a la variedad existente, la implementación de un método de valoración no es suficiente, por las inconsistencias que poseen en su aplicación, lo cual conlleva a un subjetivismo de los resultados.

Según (Mijangos Ricardez & López Luna, 2013) la elección de la metodología dependerá en gran parte del proyecto a evaluar, teniendo en cuenta el cumplimiento de las siguientes características: ser interdisciplinario; flexible; sistemático; aplicable a cualquier parte del proceso de la actividad, entre otros.

En la actualidad la autoridad ambiental nacional y las entidades categorizadas como AAAr, son las instituciones encargadas de regular las actividades productivas en el Ecuador, las cuales poseen la competencia de otorgar los permisos ambientales pertinentes dependiendo del tipo de actividad. Dichas instituciones valoran los estudios de impacto ambiental de los proyectos, estableciendo los impactos ambientales generados por las acciones de los procesos durante el desarrollo de la actividad (Soriano Parra et al., 2015).

La aplicación metodológica de la evaluación del impacto ambiental del presente estudio se centra en la planta de beneficio “SODIREC” perteneciente a BIENES RAÍCES BIRA S.A.,

empresa situada en el cantón Piñas, dedicada a la recuperación de minerales a través de procesos mineros. Dentro de la actividad se tomará en consideración los procesos básicos mineros, debido a las distintas acciones realizadas en las fases de recuperación, significando una amenaza hacia los distintos componentes del medio generando impactos hacia estos, permitiendo implementar las siguientes metodologías de evaluación de impacto ambiental: check list, diagrama de redes y matriz de importancia.

De acuerdo con lo expuesto, el presente trabajo, permitirá conocer la importancia de los impactos identificados dentro de la planta de beneficio en los procesos mineros establecidos, desde la interpretación de tres métodos de valoración, permitiendo la identificación de los factores ambientales afectados en el área.

El estudio se centrará en evaluar el impacto ambiental que se produce en los procesos mineros desarrollados en la planta de beneficio “SODIREC” de la empresa BIENES RAÍCES BIRA mediante metodologías de evaluación, con la finalidad de conocer los factores ambientales afectados dentro del área de estudio.

DESARROLLO

A continuación para conocimiento general del estudio, se establecen las siguientes concepciones:

Evaluación Ambiental

Según (Sousa et al., 2019) la evaluación ambiental se caracteriza como un instrumento de carácter preventivo relacionado con las políticas ambientales internacionales o nacionales, que rigen al estado. La EIA se aplica hacia las actividades de los diferentes sectores (público, privado o mixto) los cuales están regidos a su vez por la naturaleza administrativa y legal de la normativa ambiental vigente (Rivera Pabón & Senna, 2017).

Las metodologías aplicadas en la evaluación se basan en la recopilación de datos a través de estudios y consultas, para la identificación y previsión de los efectos ambientales, en su mayoría han sido formados para la aplicación en proyectos específicos, algunos en cambio son más universales en su desarrollo (Peche & Rodríguez, 2009). Todo este proceso se determina mediante herramientas como: Check list, diagrama de redes, matriz de Leopold, matriz de valoración, entre otros (López Jovinao & Salazar Morrón, 2016)

Permite obtener información lo más completa como sea posible de los diferentes efectos ambientales ocasionados por el proyecto o actividad, lo cual permitirá la aplicación de medidas de acción (Viikari, 2004), estableciendo un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin ser una figura negativa ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir la sobreexplotación del medio natural (Rosario Ferrer, 2016).

Actividad Minera

La actividad minera ha sido considerada de vital importancia para el desarrollo de la sociedad desde los inicios de la humanidad, pues han brindado materia prima para la construcción y elaboración de materiales (Viana Ríos, 2018).

La minería es tratada como una actividad autoconsumista, que nace de la extracción de recursos, posterior a una exploración en el sector donde se asienta el proyecto minero (Castells, 2012). Se clasifica a la minería en tres subgrupos:

- Energética: Se relaciona con la extracción de recursos destinados a la producción de energía (Castells, 2012)
- Metálica: Asociada a minerales de carácter metálico, como: oro, plata, cobre, etc (Hernández Gajardo, 2019)
- No metálica: Hace referencia a minerales destinados al sector industrial o agrícola, posteriormente a la aplicación de un tratamiento (Ministerio de Minería. Gobierno de Chile, 2016)

Machacado Mineral

De acuerdo con (Xinglong et al., 2018) la trituración del mineral se relaciona con la reducción del tamaño, cuya finalidad es recuperar de mejor forma los minerales, separando el material de interés del residual, logrando favorables grados de concentración, y operación. Durante el procesamiento del material es importante mantener un control en dos índices: el tamaño de la partícula del producto y la tasa de producción de molienda. Estos dos representan la calidad del producto de molienda y la eficiencia de la producción (Ping et al., 2009).

La reducción del tamaño del mineral se lo realiza a través de distintas fases, que pueden estar conformadas por tres etapas, en las que poco a poco van reduciendo el material, hasta llegar a la fase de molienda, en la cual se hace uso de tambores, implementando el material reducido y un agente externo que sirva como herramienta para la reducción aún mayor (bolas de acero/varillas) (Amstrong & Menon, 1998).

Esta es una de las fases la cual representa el mayor consumo de energía dentro de la planta del beneficio, siendo que solamente una parte pequeña (menos del 1%) se considera como

trabajo útil que conduce a una disminución en el tamaño del material, en tanto que la mayor parte, se pierde, en forma de calor (M. Abouzeid & W. Fuerstenau, 2009).

Lixiviación

Según Hernández Gajardo (2019) la fase de lixiviación es un proceso hidrometalúrgico en el cual se busca diluir el mineral deseado, junto de minerales externos que aún estén presentes, separándolos, siendo que posteriormente en otros procesos se recuperará el metal valioso.

Los procesos de lixiviación pueden clasificarse de diferentes maneras, dependiendo de la reacción de la solución lixivante con el mineral. Según (Villela Olavarría et al., 2017) los métodos más comunes son:

- Lixiviación in situ: Se aplica directamente en los yacimientos que muestran características que no permitan su explotación, aunque el problema radica en la probabilidad de contaminación hacia aguas subterráneas por filtración o superficiales por escorrentía.
- Lixiviación por agitación: Se implementa en material que esté finamente triturado, y que presente leyes altas, obteniendo así una mayor recuperación en un lapso de tiempo menor.

Fundición

El glosario del negocio minero desarrollado por ARCOM en (2018) determina que la fundición es aquel proceso en el cual se obtiene finalmente el metal deseado en su estado más puro, mediante la aplicación de calor.

En cambio, según Hernández Gajardo (2019) la fundición se trata de la aplicación de altas temperaturas hacia el metal, dando como resultado la reducción de la mena, obteniendo la mayor pureza posible, y la ganga u otros elementos como resultado de la separación.

De manera general los principios básicos de este proceso se han mantenido, experimentando cambios leves, la variación recae en la mecanización y automatización del proceso (McCann, 1998)

Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al ser un instrumento de valoración, se han desarrollado un diverso grupo de metodologías de carácter general y específico para determinados proyectos, los cuales al ejecutarse facilitan la toma de decisiones (Español Echániz, 2016).

Las metodologías aplicadas según (Sánchez, 2010) deben de manera inicial: identificar los posibles impactos que se pueden presentar, para posteriormente valorarlos conforme el método implementado, el cual determinará una valor de importancia de carácter positivo o negativo, conforme a la naturaleza del impacto.

Como se puede observar la EIA sigue un orden concatenado, el cual le permite definir detalladamente el estado del medio, producto de la intervención antropogénica que se realizó en el área.

Los métodos de valoración de impactos ambientales varían mucho, y son usados según el evaluador, el cual decide la metodología a implementar. Para un conocimiento inicial de los impactos en el área Crespo Sánchez & Salvador Alcaide (2005) menciona el uso de matrices como Leopold, en cambio, para un desglose de impactos secundarios y terciarios es de mayor utilidad el diagrama de redes.

Check List

El check list o lista de chequeo permite realizar una verificación de los posibles impactos que se encuentren presentes por las acciones desarrolladas por una actividad en su área de

influencia. Es considerada como una herramienta muy útil de manera referencial (Michel Vargas et al., 2019).

Estas listas son elaboradas por instituciones gubernamentales o centros de investigación, las cuales clasifican estas listas en: Control de impactos, de factores ambientales y de chequeo (Español Echániz, 2016)

Diagrama de Redes

Dentro de las metodologías de EIA, el diagrama de redes puede representar la más ilustrativa a lo que se refiere en las relaciones entre los impactos, mostrando la secuencia ocasionada del impacto principal, hacia los impactos secundarios, terciarios, y posteriores. Según (Paredes Ceballos et al., 2019) este método permite observar la interrelación e interacciones entre el factor ambiental y los impactos producidos, siendo que las acciones generadas en las fases del proyecto son las causante de un efecto, que puede intervenir en distintos componentes del medio.

Matriz de Importancia

La matriz de importancia, es un método el cual permite realizar una evaluación cualitativa de los impactos que ya fueron identificados, valorando la naturaleza de los impactos y los daños en los factores ambientales (Coria, 2008).

Según (Conesa Fernandez, 2011) los impactos que han sido identificados se valoran de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Calidad Ambiental (+/-); Intensidad (IN); Extensión (EX); Momento (MO); Persistencia (PE); Capacidad de Recuperación (MC); Reversibilidad (RV); Acumulación (AC); Relación causa - efecto (EF); Periodicidad (PR).

Dichos parámetros son evaluados según un rango de valores, con la finalidad de aplicar la siguiente fórmula: $I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + EF + PR + MC)$; y determinar

el grado de importancia de los impactos, de los más importantes a los de importancia media y baja (Díaz Molina et al., 2011)

MARCO NORMATIVO

El desarrollo del presente trabajo se basó en el siguiente cuerpo normativo:

Tabla N°1. Cuerpo normativo

Cuerpo Legal	Artículo	Descripción
Constitución del Ecuador	Art. 14 Art. 71 Art. 73	Se establece el derecho poblacional de un ambiente sano, así como el derecho de la naturaleza hacia su mantenimiento y regeneración, mediante la aplicación de medidas de precaución y conservación aplicadas por el estado
Código Orgánico del Ambiente	Art. 9	Se dictan principios ambientales reconocidos e incorporados en toda manifestación de la administración pública.
	Art. 225 Art. 236 Art. 238	El cumplimiento obligatorio se dará por parte de todas las instituciones gubernamentales y personas naturales y jurídicas, en el manejo de sus residuos y desechos considerando prioritariamente su eliminación o disposición final más pertinente.
	Art. 254	Se determina que la gestión no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas sea sancionada con una pena privativa de libertad de tres

Código Integral Penal		a cinco años.
	Art. 260	La actividad ilícita de recursos mineros sin la autorización de la autoridad competente será sancionada con la pena privativa de libertad de cinco a siete años.
Ley Minera	Art. 78	Se dicta que los titulares de derechos mineros, deberán elaborar y presentar estudios o documentos ambientales.
Reglamento Ambiental de las Actividades Mineras	Art. 3	Dentro del literal g, se establece la potestad ambiental de seguimiento, evaluación, monitoreo y control de las actividades mineras en todas sus fases, así como la aceptación y aprobación de los instrumentos ambientales de cumplimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se lo realizó bajo un enfoque cualitativo, la implementación de este enfoque permitió establecer el proceder que tiene el sujeto de estudio en el desarrollo de sus procesos, mediante la revisión bibliográfica como parte de la obtención inicial del estudio (Quecedo, 2002), y con la aplicación de métodos de evaluación de impacto, en los que se establecería las fases, acciones, y afecciones que resultan de la actividad y perjudican al medio, como parte de los resultados del estudio (Hernández Sampieri et al., 2014).

El tipo de método implementado en la investigación es de carácter deductivo, con el cual se establecen conceptos generales que formaron la base de la información sobre el objeto de estudio, para posteriormente focalizar las acciones dentro del área de estudio (Dávila Newman, 2006). El alcance sería descriptivo y explicativo, en el cual se definirían las

variables a medir dentro de la aplicación de los métodos de evaluación y bajo qué condiciones se manifiestan (Ramos Galarza, 2020)

Descripción del Área de Estudio

El área de estudio es la planta de beneficio “SODIREC” perteneciente a la empresa BIRA BIENES RAICES S.A., se encuentra ubicada en el 1 / 2 km vía a Busa - en la cabecera parroquial Piñas localizada al sureste del Ecuador.

Cuenta con una superficie de 7,2 ha., y limita al norte con la parroquia Muluncay Grande, al este con la parroquia Malvas, al oeste con cabecera Piñas, y al sur con Portovelo. Está situada en un área cuya temperatura media alcanza los 22,4 °C, con una precipitación media anual de 1300 – 1342 mm. Se ubica cerca del afluente hidrológico Calera, del cual capta agua para el desarrollo de sus procesos.

La planta de beneficio está equipada con los materiales e instrumentos necesarios para cubrir todas las etapas de explotación y recuperación del mineral, desde el almacenamiento del material en tolvas, hasta la fundición, para la obtención final del mineral (BIRA BIENES RAICES S.A., 2015). De acuerdo con la normativa ambiental vigente, se establece el derecho de seguimiento, control, y evaluación hacia las actividades mineras en todas sus fases, por medio de los instrumentos establecidos. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se ha determinado aplicar una evaluación ambiental que identifique todos los impactos ambientales inherentes a la ejecución del proyecto (Ministerio del Ambiente - Programa de Reparación Ambiental y Social, 2015).

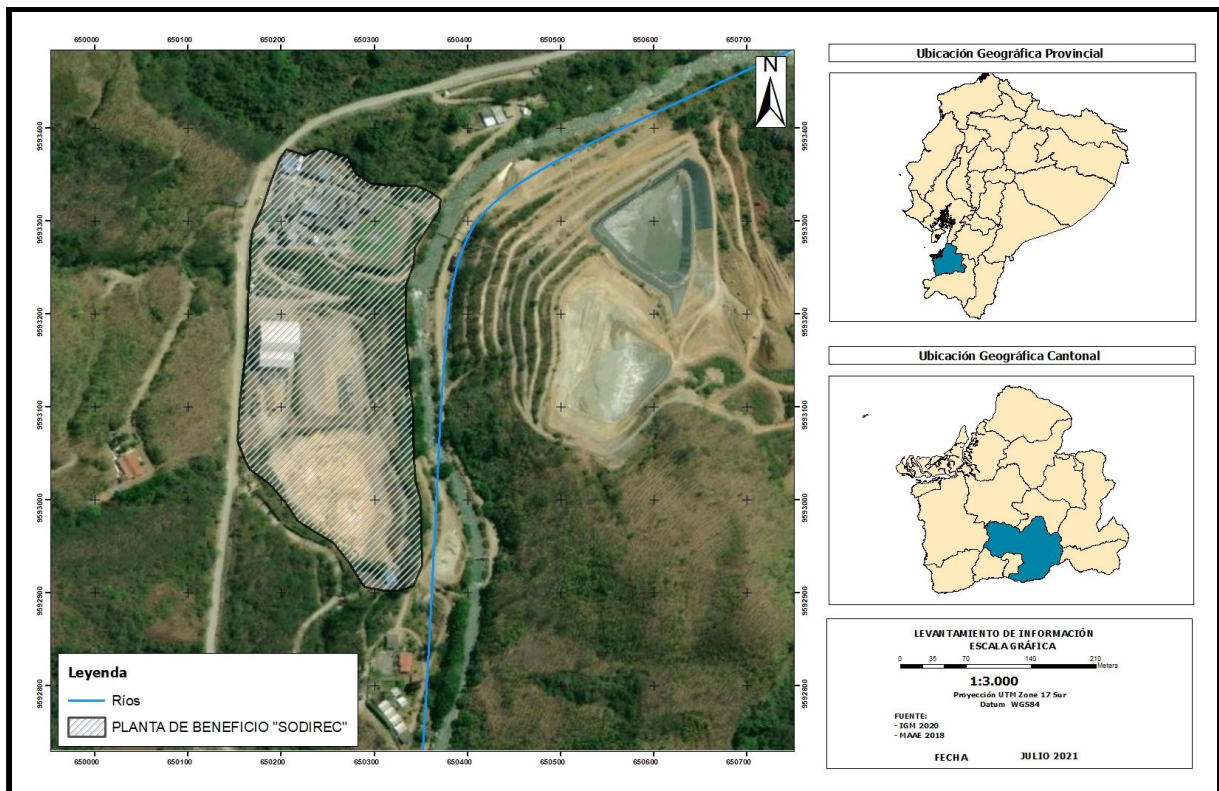


Figura 1. Área de Estudio

METODOLOGÍA

Las metodologías utilizadas en la evaluación del impacto ambiental fueron: el check list, consistió en la construcción de los posibles impactos presentes según los 4 tipos de procesos mineros (trituration, molienda, lixiviación y fundición), cuya valoración se dio mediante visita técnica, en la identificación de la presencia o no de dichos impactos (Salamanca Castro, 2019); en la aplicación del diagrama de redes, se identificó las relaciones entre los procesos estudiados y los factores ambientales, dando como resultado en la identificación de los impactos principales, secundarios y terciarios (Espinoza Aguilar, 2013); en la implementación de la matriz de importancia se consideró los impactos generados en los procesos mineros establecidos, valorando la calidad ambiental de acuerdo con la metodología expuesta por Conesa (Peña Merladet, 2016). Dentro de la valoración se consideró los rangos de clasificación expuestos en (Viloria Villegas et al., 2018) a fin de esclarecer el grado de impacto identificado en los procesos evaluados dentro del área de estudio:

Tabla 2. Rangos para la clasificación de impactos ambientales

Tipo de Impacto	Valoración
Impacto Compatible	≤ 25
Impacto Moderado	25-50
Impacto Severo	50-75
Impacto Crítico	≥ 75

Fuente: (Viloria Villegas et al., 2018)

RESULTADOS

Realizada la visita técnica a la planta de beneficio “SODIREC” y realizada la evaluación de impacto ambiental con el uso de la metodología ya descrita, se obtuvo la siguiente información:

Lista de Revisión

Acorde al recorrido realizado en compañía de la encargada del área ambiental de la planta de beneficio, la Ing. Ambiental Jessica Tinoco y la explicación del funcionamiento del proceso minero interino por parte de la Ing. Metalurgista Zarina Paredes, así como la observación directa del desarrollo de dichos procesos, se realizaría una lista de control de los impactos generados:

Tabla 3. Lista de chequeo de impactos identificados de acuerdo a los procesos mineros realizados en la planta de beneficio “SODIREC”

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Si	NO
Trituración y Molienda	Emisión de polvo	Alteración de la calidad del aire	x	
		Presencia de material particulado	x	
	Generación de ruido	Contaminación Acústica	x	
	Aplicación de sustancias químicas	Exposición a trabajadores	x	
		Derrame de soluciones	x	
Lixiviación	Aplicación de reactivos químicos	Derrame de sustancias	x	
		Presencia de gases	x	
	Manipulación de sustancias y químicos	Exposición a los trabajadores	x	

Fundición	Temperatura elevada	Exposición a temperaturas elevadas	x	
	Generación de gases	Exposición a los empleados	x	
	Presencia de residuos contaminados	Generación de material residual sólido	x	
	Uso de sustancias químicas	Exposición a los trabajadores	x	
	Generación de ruido	Exposición db elevados	x	

El proceso de trituración y molienda ha sido considerado en conjunto, debido a su conectividad mediante circuito, formando parte de un solo proceso general, en el cual se presentan los impactos establecidos.

Como se puede evidenciar dentro del proceso de fundición, es en el cual se determinaron mayor cantidad de impactos, relacionados al uso de sustancias químicas, así como la generación de calor, ruido y gases producto de la fundición para la obtención del metal. La exposición hacia los trabajadores es limitada, solo el Ingeniero Metalurgista en jefe el encargado de liderar el proceso.

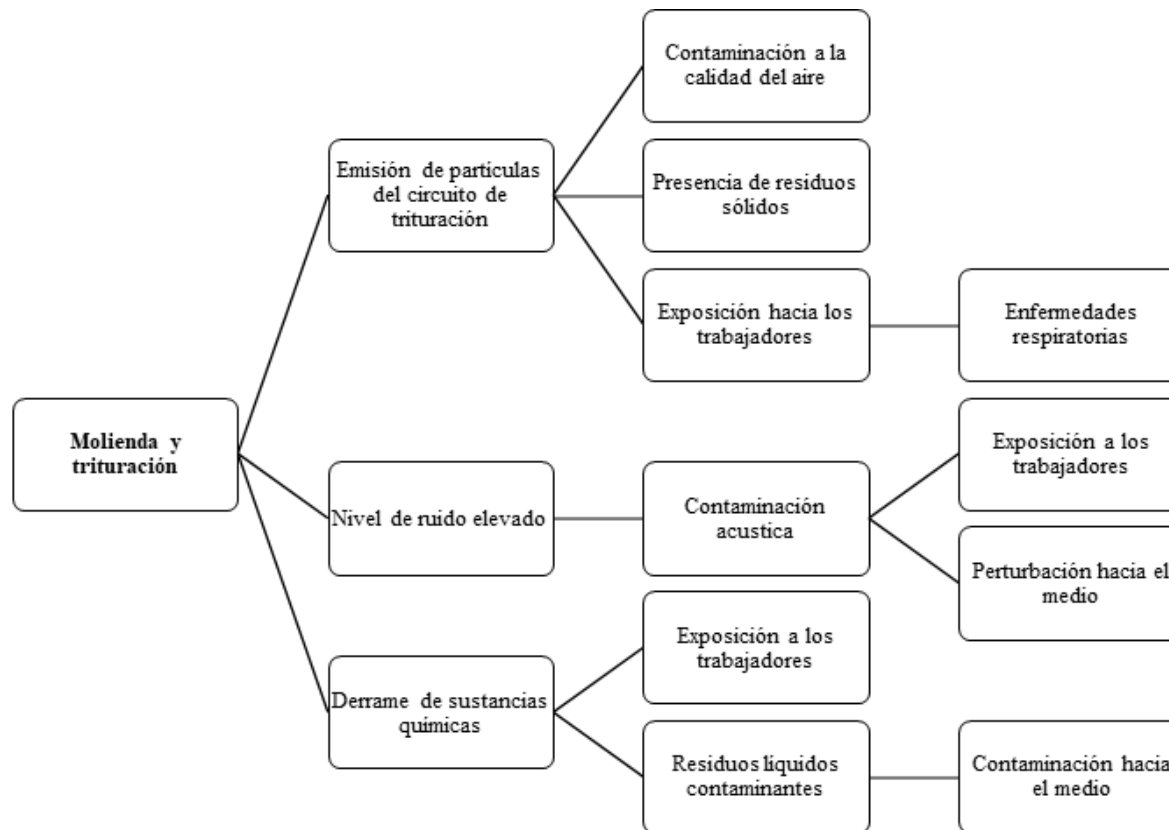
Dentro de los procesos de trituración, molienda y lixiviación, la exposición hacia los trabajadores es mayor, así como el rango de afectación dentro del área, sobretodo tomando en consideración el nivel de ruido debido al uso de la trituradora y los molinos, así como la

presencia de material particulado, el cual ha llegado a acumularse debajo de la maquinaria de trituración y las bandas transportadoras. En el proceso de lixiviación, la manipulación de las sustancias y gases resaltan como los impactos de mayor relevancia, según la observación e interacción con el recurso humano que se encarga de gestionar las acciones dentro de los procesos.

Diagrama de Redes

Como se mencionó anteriormente en la metodología, el diagrama de redes, presentan los impactos concatenados que se evidencian de la generación de un impacto principal. La aplicación de este método se dio por proceso, en el cual se identificó los impactos principales y posterior a ello los secundarios y terciarios, mediante una representación simple.

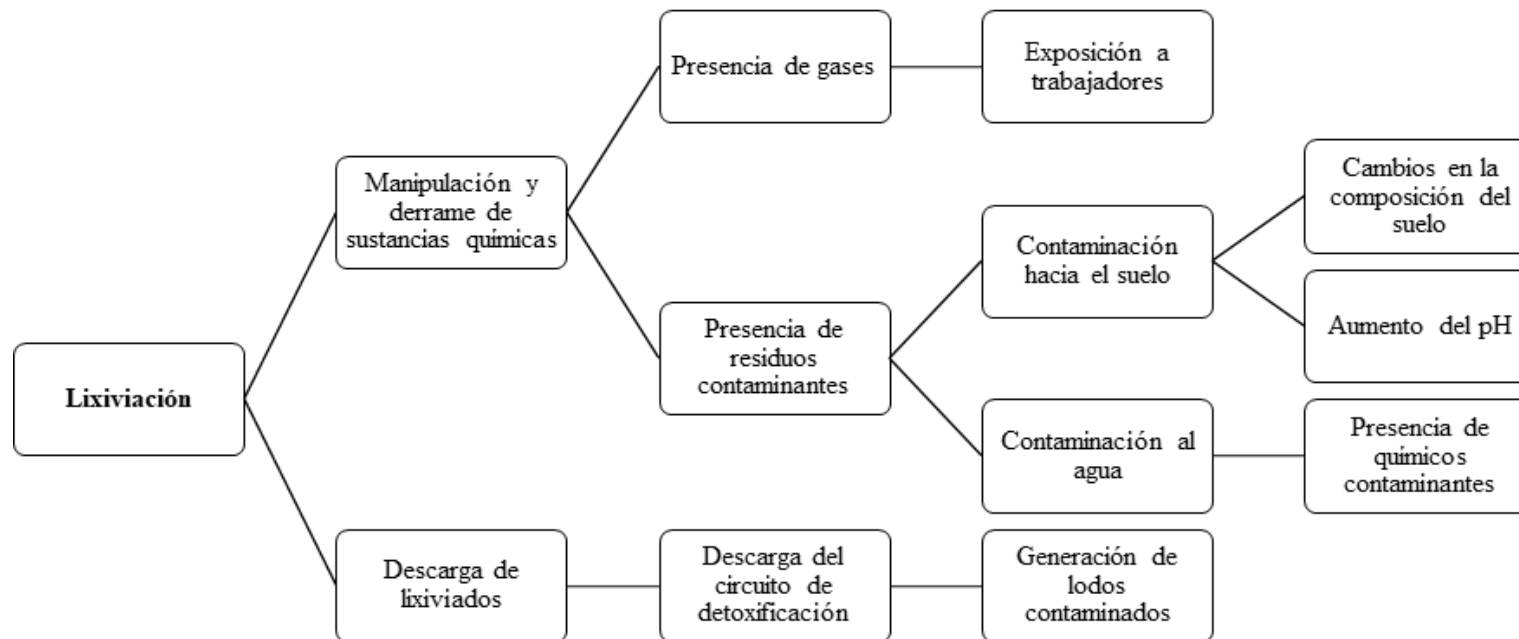
Gráfico 1. Diagrama de red proceso de Molienda y Trituración



El proceso de trituración es la fase con mayor presencia de nivel de ruido y partículas, debido al uso de tres trituradoras, en las cuales se pasa el material hasta obtener un tamaño de $\frac{3}{8}$ de pulgadas. Dado la generación de estos impactos, ocasiona una variación a la calidad del aire del área, el cual no afecta a externos por la ubicación de la planta, en cambio, dentro del proceso de molienda, se genera de igual forma, un nivel de ruido y partículas pero en un nivel menor. Es dentro del proceso de molienda en el que comienza la preparación de la pulpa, por lo que se añade NaCN (cianuro de sodio), el cual es manipulado por los trabajadores, y es derramado hacia el suelo producto del movimiento del tambor. En estos procesos los impactos se suscitan hacia el aire, y suelo principalmente, siendo que dentro del componente aire no se han establecido medidas que apaciguen el impacto, en tanto, dentro del componente suelo se ha establecido un sistema de recolección de derrames, los cuales vuelven al proceso de molienda.

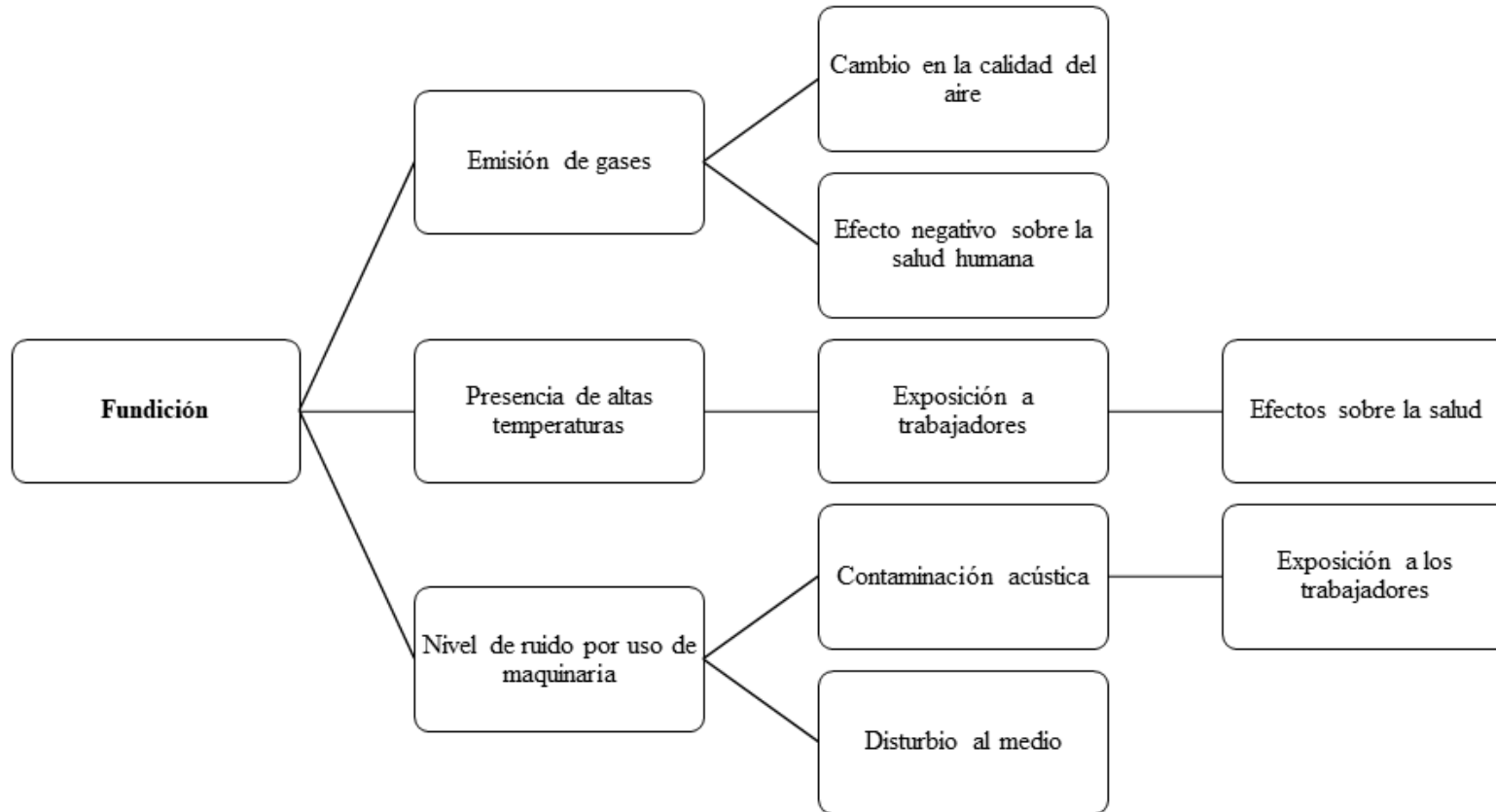
Dentro del proceso de lixiviación, se da la implementación de 5 tanques de agitación, en el cual se ubican la pulpa proveniente de la fase de molienda.

Gráfico 2. Diagrama de red proceso de Lixiviación



Su mecanismo se basa en la disolución del mineral deseado, producto de la aplicación de cianuro, dentro de este punto se da la aplicación del carbón activado, el cual funciona como ente captador del mineral, una vez obtenido el carbón con carga, se obtienen residuos sólidos y líquidos contaminados (agua cianurada - relave). La manipulación de las sustancias químicas, y la descarga de lixiviados parten como impactos principales dentro del proceso, para posteriormente desglosarse en la presencia de gases, residuos y líquidos contaminados, los cuales ocasionan un cambio en la composición del suelo y el agua respectivamente. En el desarrollo de este proceso se observaron medidas que reducían los impactos antes mencionados, a través de la equipación de protección en el personal, y la detoxificación de los residuos, hasta su posterior destino (relavera).

Gráfico 3. Diagrama de red proceso de Fundición



Finalmente, tenemos el proceso de fundición, en este proceso, el recurso humano se limita al ingeniero de planta encargado, el cual desarrolla todas las acciones dentro de la fase, dando como resultado su exposición a sustancias químicas, temperatura y nivel de ruido elevados, así

también de la presencia de gases. Al igual que en el proceso anterior, se han desarrollado medidas cuya finalidad es reducir el grado de impacto de las acciones generadas.

Matriz de Importancia:

Proceso de Trituración

1. Presencia de material particulado

Tipo de impacto: Moderado

Valoración: -27

Dentro de la valoración realizada hacia este impacto, se realizaría un recorrido hacia las instalaciones donde se ubican la maquinaria de trituración, las cuales se encontraban inoperativas al momento de la visita, pero de las cuales se podía observar la acumulación de una gran cantidad de material particulado generado durante ese día en un horario más temprano. La identificación de esta cantidad de material, da a suponer la exposición de los trabajadores a niveles preocupantes de partículas en el aire al momento de la trituración, aunque según lo expuesto por los operarios y divisado por observación directa, se cuenta con el equipo necesario para la protección del trabajador.

Este impacto tiene como característica una persistencia temporal, y reversible a corto plazo, pues solo se suscita mientras la maquinaria trabaje, es por ello que se ha considerado como un impacto moderado a tomar en consideración para la generación de medidas complementarias.

Proceso de Lixiviación

2. Acumulación de relaves

Tipo de impacto: Moderado

Valoración: -34

En la valoración de este impacto, se ha tomado en consideración la generación continua de material residual, el cual contiene niveles altos de contaminantes químicos, los cuales son enviados hacia la planta de desintoxicación, en el cual se reduce la contaminación en los líquidos, pero se sigue obteniendo como resultado, residuos sólidos. Dichos residuos ya no

reciben un tratamiento pertinente, y son enviados directamente hacia la relavera dentro del área de la planta de beneficio, la cual producto de la producción diaria, se encuentra en su etapa final, y no se ha desarrollado la implementación de una nueva relavera, por lo que el almacenamiento del relave residual se prevé acumular hasta la construcción total de la nueva zona de relaves, lo cual atenta a generar una contaminación al suelo de no tomarse las medidas necesarias.

Este impacto en cambio se caracteriza por su reversibilidad a largo plazo, siendo acumulativo con el paso del tiempo y su persistencia permanente en el área, por lo que se considera la implementación de medidas de desinfección de los residuos sólidos generados durante el proceso de lixiviación.

Acorde a la valoración del resto de impactos identificados, posterior a la evaluación, se pudo conocer que la mayor parte de ellos representan un grado de importancia “Compatible”, es decir bajo, determinando dos impactos moderados expuestos anteriormente.

La evaluación ambiental se desarrolló con la implementación de tres métodos, lo cual permitió interpretar lo siguiente en el área de estudio:

Tabla 4. Análisis comparativo de los métodos de evaluación ambiental utilizados

Método	Implementación en el área
Check List	Permitió identificar los impactos presentes en los procesos mineros, mediante la relación entre acciones y factores ambientales.
Diagrama de redes	Se tomó en consideración impactos secundarios y terciarios desglosados del impacto principal.
Matriz de Importancia	Identificó la importancia de los impactos, permitiendo la interpretación del estado del manejo de la actividad.
Análisis de las metodologías	De acuerdo a los métodos ejecutados en el

<p>implementadas</p>	<p>área, la lista de chequeo y matriz de importancia han marcado mayor relevancia en el análisis general del estado del medio, producto de una identificación inicial de los impactos, para posteriormente asignar un valor, y obtener los impactos más notables en el área de influencia, lo cual permite intervenir en la toma de decisiones con conocimientos sobre el estado de los factores del medio.</p>
-----------------------------	---

CONCLUSIÓN

La planta de beneficio “SODIREC” es uno de las actividades económicas de recuperación de mineral dentro de sus límites territoriales de mayor relevancia, y con mayor cumplimiento de sus medidas dentro de su última auditoría, lo cual pudo constatarse mediante la visita técnica y la observación directa realizada en sus instalaciones.

Cuenta con la implementación de medidas preventivas y correctivas, dentro de los procesos mineros, desarrollando una mitigación en la importancia de los impactos identificados, por lo cual ha dado como resultado una valoración satisfactoria en el manejo de sus procesos.

Se han evidenciado dos impactos de importancia moderada, identificados en la lista de chequeo, y valorados dentro de la categoría “moderado” utilizando la matriz de importancia, siendo que dichos impactos afectan directamente al factor ambiental aire y suelo respectivamente de acuerdo con la valoración en el diagrama de redes, por lo cual se ha recomendado la aplicación de medidas complementarias para reportar una importancia “compatible”.

La implementación de la metodología en este trabajo me ha permitido concluir que el uso de: la lista de chequeo presenta una generalidad del área aportando directamente hacia la presencia del impacto, por lo cual representa un buen método inicial; en tanto el diagrama de redes permite una identificar impactos secundarios a considerar en la valoración, de los

cuales el evaluador puede pasar por alto, lo que conlleva a la limitación de la evaluación; y finalmente la matriz de importancia, permite generar un valor cualitativo y subjetivo de acuerdo al evaluador, estableciendo la importancia de los impactos, formando parte de la toma de decisiones posterior a la evaluación. De forma general, el uso de los tres métodos resulta pertinente de realizarse de forma sistemática dentro del área de estudio, pues aportan valor a la evaluación e investigación de la importancia de los impactos, reduciendo el subjetivismo del evaluador, debido a la información adicional obtenida.

BIBLIOGRAFÍA

- Amstrong, J. R., & Menon, R. (1998). Minas y Canteras. In *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (INSST ed., 74.1-74.58). INSST. 201-01-029-5
- ARCOM. (2018). *Glosario del Negocio Minero* (Enami EP ed.). Quito. Retrieved 8 5, 2021, from <https://www.enamiep.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/Glosario-ENAMI-2.pdf>
- BIRA BIENES RAÍCES S.A. (2015, noviembre 25). *Planta de Beneficio*. Bira Bienes Raíces S.A. Retrieved agosto 9, 2021, from <http://www.bira.com.ec/contenido.php?id=6>
- Castells, E. X. (2012). *Los residuos mineros*. Ediciones Díaz de Santos. <https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/62624?page=1>
- Conesa Fernandez, V. (2011). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wa4SAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=metodos+de+evaluacion+de+impacto+ambiental&ots=r-1cdLm78n&sig=5coaNq1rZRWm8Tq92OuMBYpBur8#v=onepage&q&f=false>

- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, 11(20), 125-135. <https://www.redalyc.org/pdf/877/87702010.pdf>
- Crespo Sánchez, C., & Salvador Alcaide, A. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Person Education. Crespo Sánchez, C. y Salvador Alcaide, A. (2005). Evaluación de impacto ambiental. Pearson Educación. <https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/45334?page=1>
- Dávila Newman, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12, 180-205. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Díaz Molina, M. I., Rodríguez Negrín, Z., Rodríguez Rico, I., & Brito Martínez, M. (2011). Evaluación del impacto ambiental y propuesta de indicadores ambientales en el taller de obtención del 2 - (2 Nitrovinil Furano) del centro de Bioactivos químicos. *Tecnología Química*, 31(2), 12-18. <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543773002.pdf>
- Español Echániz, I. (2016). *Evaluación del impacto ambiental: fundamentos*. Dextra Editorial. Español Echániz, I. (2016). Evaluación del impacto ambiental: fundamentos. Dextra Editorial. <https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/130768?page=120>
- Espinoza Aguilar, Y. P. (2013). *Minería, Agua y Evaluación de Impacto Ambiental* (Primera ed.). BGOFFSET.
- GAD Municipal de Piñas. (2015). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal*. GAD Municipal Piñas. Retrieved agosto 9, 2021, from file:///C:/Users/USER/Desktop/PDOT_GAD%20cantonal%20Piñas.pdf

- Hernández Gajardo, C. (2019). *Glosario de términos mineros*. RIL editores.
<https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/130784?page=118>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edición ed.). Mc Graw Hill.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- López Juvinao, D. D., & Salazar Morrón, M. M. (2016). Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, santa cruz en el municipio de manaure, la guajira. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 4(2), 10-23. 10.17081/invinno.4.2.2486
- M. Abouzeid, A., & W. Fuerstenau, D. (2009). Grinding of mineral mixtures in high-pressure grinding rolls. *Int.J.Miner.Process.*, 93(1), 59-65. 10.1016/j.minpro.2009.05.008
- McCann, M. (1998). Metalurgia y Metalisteria. In *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (82.2-82.61). INSST.
- Michel Vargas, A. M., Sejas Lazarte, W. A., Linera Canedo, C. d. R., Vargas Villaroel, M., Salazar Pinto, E. R., & Lafuente Mijaria, E. Y. (2019). Evaluación del uso de indicadores de biodiversidad en los estudios de evaluación de impacto ambiental (EEIAs) de los sectores más importantes de Bolivia. *ACTA NOVA*, 9(2), 204-235.
http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v9n2/v9n2_a04.pdf
- Mijangos Ricardez, O., & López Luna, J. (2013). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 17(50), 37-42.
https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf
- Ministerio del Ambiente - Programa de Reparación Ambiental y Social (Ed.). (2015). *Plan de Reparación Integral de la cuenca del río Puyango* (Soluciones Gráficas D&G ed., Vol. Primera edición). Soluciones Gráficas D&G. 978-9942-07-961-9

- Ministerio de Minería. Gobierno de Chile. (2016, septiembre 8). *Glosario Minero*. Santiago.
Retrieved agosto 5, 2021, from <https://www.minmineria.cl/glosario-minero-m/>
- Paredes Ceballos, M. Y., Uribe Villamil, L. F., & Rosales Paredes, V. F. (2019). *Manual de impacto ambiental*. Ediciones de la U.
<https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/127100?page=77>
- Peche, R., & Rodríguez, E. (2009). Environmental impact assessment procedure: A new approach based on fuzzy logic. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(5), 275-283. 10.1016/j.eiar.2009.01.005
- Peña Merladet, E. (2016, julio 5). Evaluación de impacto ambiental en el plano de inundación del río "Yara" en el tramo urbano del municipio "Yara". *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 4(1), 59-71. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5608598>
- Ping, Z., Tianyou, C., & Hong, W. (2009). Intelligent Optimal - Stting Control for Grinding Circuits of Mineral Processing Process. *IEEE Transcatiosn On Automation Science and Engineering*, 6(4), 730-743. 10.1109/TASE.2008.2011562
- Quecedo, R. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, (14), 5-39. <https://www.redalyc.org/pdf/175/17501402.pdf>
- Ramos Galarza, C. A. (2020). Los alcances de una investigación. *Cienciamérica*, 9(3), 1-6.
<http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/336/621>
- Rivera Pabón, J. A., & Senna, D. C. (2017). Análisis de unidades de paisaje y evaluación de impacto ambiental como herramientas para la gestión ambiental municipal. Caso de aplicación: Municipio de Tona, España. *Luna Azul*, 1(45), 171-200.
10.17151/luaz.2017.45.10
- Rosario Ferrer, Y. (2016). Seguimiento en el tiempo de la evaluación de impacto ambiental en proyectos mineros. *Luna Azul*, 1(42), 256-269. 10.17151/luaz.2016.42.16

- Salamanca Castro, A. B. (2019). Checklist para autores y checklist para lectores: diferentes herramientas con diferentes objetivos. *Nure Investigación*, 16(99), 1-4.
<https://www.nureinvestigacion.es/OJS/index.php/nure/article/view/1769/874>
- Sánchez, L. E. (2010). *Evaluación del impacto ambiental: conceptos y métodos*. Ecoe Ediciones. Sánchez, L. E. (2010). Evaluación del impacto ambiental: conceptos y métodos. Ecoe Ediciones.
<https://elibro-net.basesdedatos.utmachala.edu.ec/es/ereader/utmachala/65934?page=83>
- Soriano Parra, L., Ruiz Rivera, M., & Ruiz Lizama, E. (2015). Criterios de evaluación de impacto ambiental en el sector minero. *Industria Data*, 18(2), 99-112.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81643819013>
- Soto Barrera, V., Suárez Soto, N., & Arrieta Pérez, S. (2018). Análisis comparativo de los métodos de evaluación de impacto ambiental aplicados en el subsector vial en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 281-294.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2174/2850>
- Sousa, P., Gomes, D., & Formigo, N. (2019). Ecosystem services in environmental impact assessment. *Energy Reports*, 6(1), 466-471. ELSEVIER. 10.1016/j.egy.2019.09.009
- Viana Ríos, R. (2018). Minería en América Latina y el Caribe, un enfoque socioambiental. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 617-637.
10.31910/rudca.v21.n2.2018.1066
- Viikari, L. E. (2004). Environmental Impact Assessment and space activities. *Advances in Space Research*, 34(11), 2363-2367. 10.1016/j.asr.2004.01.016
- Villela Olavarría, D., Kutscher Monckeberg, C., Castillo Dintrans, E., & Cantallop Araya, J. (2017). *Sulfuros primarios: desafíos y oportunidades* (Cochilco ed.). Santiago de Chile. Retrieved agosto 5, 2021, from

https://www.cochilco.cl/Listado%20Tentico/sulfuros%20primarios_desafios%20y%20oportunidades.pdf

Viloria Villegas, M. I., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(2), 121-156.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/911/91158463007/91158463007.pdf>

Xinglong, L., Bahare, K., Chai, T., Yi, J., & Lewis, F. L. (2018). Operational Control of Mineral Frinding Processes Using Adaptive Dynamic Programming and Reference Governor. *IEEE Transactiosn on Industrial Informatics*, 1(1), 1-11.

10.1109/TII.2018.2868473

ANEXOS

Anexo 1. Fase de Trituración



Anexo 2. Fase de Molienda



Anexo 3. Sistema de acumulación de derrames



Anexo 4. Fase de Lixiviación



Anexo 5. Fase de Fundición



Anexo 6. Presencia de material particulado producto de la Fase de Trituración



Anexo 8. Matriz de Valoración de Conesa

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Carácter del Impacto																Importancia							
			Signo	I.		Ex.		Mo.	PE.		RV.		SI.		AC.	E.	PR.		RC.		Σ	C	M	S	C	
				Alta	Media	Parcial	Puntual	Inmediato	Permanente	Temporal	Medio Plazo	Corto Plazo	Sinérgico	Sin Sinérgismo	Acumulativo	Simple	Directo	Periódico	Irregular	Mitigable						Recuperable
Trituración y Molienda	Emisión de polvo	Alteración de la calidad del aire		4		2		4		2		1		1		1	4	2			1	22				
		Presencia de material particulado		4		2		4		2		1		1	4		4	2			2	26				
	Generación de ruido	Contaminación acústica		4			1	4		2		1		1		1	4	2			1	21				
	Aplicación de sustancias químicas	Exposición a los trabajadores		4			1	4		2		1	2			1	4	2			2	23				
		Derrame de soluciones				2	1	4		2	2		2		4		4		1		2	24				
Lixiviación	Aplicación de reactivos químicos	Derrame de soluciones			2		1	4		2	2		2			1	4		1		2	21				
		Presencia de gases			2	2		4		2		1		1		1	4	2			1	20				
	Manipulación de sustancias	Exposición a los trabajadores		4			1	4		2	2		2			1	4	2			2	24				
	Generación de residuos	Acumulación de relaves		4		2		4	4		4		2		4		4	2		4		34				

Fundición	Temperatura elevada	Exposición a temperaturas elevadas		4			1	4		2		1		1		1	4	2				1	21				
	Generación de gases	Exposición a los empleados		4			1	4		2		1		1		1	4	2				1	21				
	Presencia de residuos contaminados	Generación de material residual sólido			2		1	4		2		1		1		1	4	2				2		20			
	Uso de sustancias químicas	Exposición a los trabajadores		4			1	4		2		1		1		1	4	2				1	21				
	Generación de ruido	Exposición prolongada a db elevados			2		1	4		2		1		1		1	4	2				1	19				