

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

**MAESTRÍA EN
GESTION MINERA Y AMBIENTAL**



**Propuesta de un estudio de impacto y plan de manejo
ambiental aplicado a la planta de beneficio Hermanos Franks
ubicada en la ciudad de Portovelo - Ecuador**

**Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en
Gestión Minera y Ambiental

Autores:

Bach. Apolo Aguilar, Byron José
Bach. Marín Toro, Byron Mauricio

Director:

Mtro. Niquen Espejo, Christopher

**TACNA – PERÚ
2023**

Apolo_Marin

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

ÍNDICE

CAPITULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO	5
1.1. Título del Tema	5
1.2. Planteamiento del Problema	5
1.3. Objetivos de la Investigación	9
1.3.1. Objetivo General	9
1.3.2. Objetivos Específicos.....	9
1.4. Metodología.....	10
1.4.1. Tipo y diseño de investigación	10
1.4.2. Técnicas e instrumentos	12
1.5. Justificación.....	13
1.5.1. Justificación Teórica	13
1.5.2. Justificación Metodológica	15
1.5.3. Justificación Práctica	15
1.6. Principales definiciones	16
1.6.1. Minería.....	16
1.6.2. Tipos de minería	16
1.6.3. Minerales en el Ecuador	20
1.6.4. Fases de la actividad minera	21
1.7. Alcances y limitaciones	23
1.8. Cronograma	24
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	25
2.1. Bases teóricas de las variables y/o tópicos.....	25
2.1.1. Métodos Mineros	25
2.1.2. Ventajas y Desventajas de la Minería Superficial sobre la Minería Subterránea.....	26
2.1.3. Calidad Ambiental.....	27
2.1.4. Impacto Ambiental	28
2.1.5. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	28
2.1.6. Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	28
2.1.7. Planta de Beneficio	29
2.1.8. Planta de Beneficio Hermanos Franks.....	30
2.1.9. Residuos mineros	34
2.1.10. Pasivos ambientales.....	34
2.1.11. Recursos naturales impactados.	35
2.1.12. Riesgos relacionados con la minería	37

2.1.13.	Riesgos relacionados con la planta de beneficio Hermanos Franks .	38
2.1.14.	Impactos generados	42
2.2.	Análisis comparativo	44
2.3.	Análisis critico	45
CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL		46
3.1.	Reseña histórica	46
3.2.	Filosofía organizacional (misión, visión, valores)	52
3.2.1.	Misión	52
3.2.2.	Visión	52
3.2.3.	Valores.....	52
3.3.	Diseño organizacional y composición de la empresa.....	52
3.4.	Requerimiento de insumos.....	55
3.5.	Productos y/o servicios	56
3.6.	Descripción detallada y caracterización de los procesos que se realizan en la planta de beneficio.....	58
3.7.	Descripción de los procesos.	64
3.8.	Análisis DAFO.....	65
CAPITULO IV: RESULTADOS		68
4.1.	Marco Metodológico	68
4.1.1.	Tipo y diseño de estudio	68
4.1.2.	Población	69
4.1.3.	Muestra	69
4.1.4.	Instrumento	69
4.2.	Resultados (Según objetivos)	70
4.2.1.	Área de influencia	70
4.2.2.	Sensibilidad ambiental	74
4.3.	Evaluación del impacto ambiental, riesgo ambiental y hallazgos ambientales.....	78
4.3.1.	Impactos ambientales	78
4.3.2.	Fuentes generadoras y receptoras de impacto.....	79
4.3.3.	Valoración cualitativa de impactos ambientales	81
4.3.4.	Valoración cuantitativa de impactos ambientales	83
4.3.5.	Magnitud	85
4.3.6.	Ponderación de la magnitud de impacto.....	86
4.4.	Evaluación Matrices de identificación y evaluación de impactos ambientales.....	90

4.4.1. Matriz de identificación de impactos	90
4.4.2. Valoración de la magnitud de impactos	91
4.4.3. Priorización de los impactos ambientales y riesgos identificados	100
4.4.4. Evaluación de impactos ambientales	103
4.4.5. Conminución	104
4.4.6. Cianuración	105
4.4.7. Descarga de relaves	106
4.4.8. Elución	107
4.4.9. Fundición y Refinación	108
4.4.10. Riesgos ambientales	109
4.5. Riesgos endógenos	109
4.5.1. Metodología	109
4.6. Análisis de resultados	112
4.7. Riesgos exógenos	114
4.7.1. Metodología	114
4.7.2. Análisis de resultados	114
4.8. Evaluación del impacto ambiental, riesgo ambiental y hallazgos ambientales	122
4.8.1. Síntesis de no conformidades encontradas	127
4.8.2. Plan de acción de levantamiento de no conformidades	128
4.9. Plan De Manejo Ambiental	132
4.9.1. PPC: Plan de Prevención, Mitigación y Control de Impactos	133
4.9.2. PMD: Plan de manejo de desechos	142
4.9.3. PC Plan de contingencias y atención a emergencias ambientales	145
4.9.4. PHSI - Plan de seguridad y salud en el trabajo	151
4.9.5. PCEA: Plan de capacitación y educación ambiental	154
4.9.6. PRC Plan de relaciones comunitarias	155
4.9.7. PmA - Plan de monitoreo y seguimiento ambiental	156
4.9.8. PCA: Plan de cierre y abandono	158
4.9.9. Cronograma valorado	161
CAPITULO V: SUGERENCIAS	171
5.1. Conclusiones	171
5.2. Recomendaciones	174
BIBLIOGRAFÍA	175
Anexos	181

CAPITULO I: ANTECEDENTES DE ESTUDIO

1.1. Título del Tema

Propuesta de un estudio de impacto y plan de manejo ambiental aplicado a la planta de beneficio Hermanos Franks ubicada en la ciudad de Portovelo - Ecuador

1.2. Planteamiento del Problema

Las explotaciones mineras son algunas de las principales prácticas que la humanidad ha hecho durante siglos, basadas en la explotación de los minerales procedentes del medio ambiente. En sentido estricto, esta actividad primordial para la economía, comprende la exploración y la extracción de yacimientos mineros (Chauvin et al., 2008).

Los minerales son recursos naturales no renovables, los mismos que son definidos como todo aquel material geológico de gran valor y que es extraído como materia prima. Además, los minerales pueden clasificarse en varios grupos, debido a sus usos y sus características (Bordehore, 2020).

Las operaciones mineras producen fuertes impactos en los recursos hídricos, como la contaminación superficial y subterránea de los cauces de agua. La perturbación del flujo de agua y la reducción del volumen de agua accesible al consumo humano y a otras actividades (Bordehore, 2020).

Además, los procesos de minería y explotación generan impactos significativos sobre los demás componentes del ambiente, como la destrucción de la vegetación, la extracción de enormes cantidades de suelo, la alteración de la topografía del terreno y de los sistemas de escorrentía, la eliminación de ecosistemas silvestres y la contaminación de la atmósfera, entre muchos otros impactos (Guaraca, 2021). Los efectos medioambientales implican la adopción de varias medidas para evitar, corregir y mitigar los impactos negativos. En caso de que estas medidas no se

apliquen correctamente, se pueden producir perjuicios medioambientales que pueden poner en peligro la explotación, la seguridad y la salud de los operarios y de las personas que viven en las proximidades, así como del medio ambiente. A fin de evitar que esta circunstancia se produzca, es aconsejable establecer un grupo de acciones integradas que aumenten la eficacia de las medidas de producción y, al propio tiempo, permitan controlar y minimizar los impactos socioambientales (Chauvin et al., 2008).

Es fundamental resaltar que el proceso minero incluye una fase de beneficio que tiene como objetivo recuperar la mayor cantidad de minerales y metales útiles del material extraído. No obstante, esta etapa de la industria minera puede ser bastante costosa en términos energéticos, ya que involucra procesos físicos, químicos o metalúrgicos que permiten transformar los minerales obtenidos en la extracción en concentrados para su posterior comercialización y aprovechamiento económico (Chauvin et al., 2008).

Cuando se llevan a cabo procesos para recuperar oro o plata, es probable que se generen desechos que pueden ser peligrosos para el medio ambiente y la salud humana si no se manejan de manera adecuada. La extracción de minerales y el uso de maquinaria inapropiada pueden contribuir a la contaminación del aire, agua y suelo, lo que puede tener consecuencias graves para el medio ambiente (Bordehore, 2020).

En Ecuador, la pequeña minería se concentra principalmente en las provincias de Azuay, El Oro y Zamora Chinchipe, tal como se establece en el Plan de Desarrollo Minero 2020-2030 del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. Como parte del proyecto "Mejoramiento de las condiciones de trabajo en la pequeña minería y minería artesanal", el Instituto de Investigación Geológica y

Energético (IIGE) está recopilando información sobre la situación energética del sector. Se ha identificado que cada planta de beneficio posee procesos definidos específicos a su área y servicio, pero que comparten una característica común: la extracción de minerales se lleva a cabo con maquinaria que consume una elevada cantidad de energía, especialmente eléctrica.

Según los datos de consumo de energía eléctrica, los procesos de beneficio en la industria minera tienen en los molinos de bolas a los principales consumidores de energía, los cuales pueden llegar a concentrar entre el 20% y el 40% del consumo total, dependiendo del número de molinos en cada empresa. Además, cabe destacar que las plantas que cuentan con diferentes tipos de molinos, como los de bolas y de ruedas, tienen consumos que oscilan entre los 1579,7 kW y los 600 kW, respectivamente (Petroenergía, 2021).

Estos altos consumos energéticos generan costos económicos significativos, ya que el consumo de electricidad en las plantas de beneficio puede alcanzar hasta los 60 000 dólares mensuales, una cifra que depende de los equipos instalados en cada planta. En particular, se ha observado que algunas empresas han optado por instalar siete u ocho molinos de tipo bolas para reducir el tamaño del mineral, lo que resulta en pagos de electricidad aún mayores (Petroenergía, 2021).

Algunas soluciones a los problemas de grandes consumos de energía de las concesiones mineras, puede ser la implementación de una microrred (Ochoa-Malhaber et al., 2022) que son los conjuntos de cargas interconectadas, que contribuyen a mejorar la fiabilidad de la red de distribución optimizando la integración de los recursos energéticos distribuidos, bajo el concepto de generación distribuida (GD) (Serrano-Guerrero et al., 2022) que es la generación de electricidad cercana al punto de consumo y se realiza dependiendo del recurso

energético de la zona, además alivia la carga de los alimentadores de la red de distribución.

Empresas extranjeras han desarrollado proyectos mineros en el país, las cuales han propuesto una minería responsable basada en estudios de impactos ambiental, su plan de manejo ambiental y están usando tecnologías menos invasivas. Motivo por el cual este trabajo de estudio será en la planta de beneficio Hermanos Franks que se encuentra ubicada en la provincia de El Oro, en la ciudad de Portovelo (Guaraca, 2021).

Con la finalidad de controlar las actividades que se ejecuten en el plan de beneficio hermanos Franks deberá garantizar la preservación del ambiente rigiéndose a la legislación vigente que está establecido en el artículo 78 en el capítulo II de la ley de minería y el capítulo 4 “Licencia Ambiental” del reglamento al Código Orgánico del Ambiente (COA) donde estipulan los lineamientos y procedimientos para la licencia ambiental (Guaraca, 2021).

Obtener la licencia ambiental implica responsabilidad y cumplimiento de lo establecido en la legislación vigente, esto muestra que un PMA tiene como objetivo prevenir, reducir o remediar los impactos ambientales que puedan ocurrir durante el desarrollo de actividades.

Se debe cumplir previo al inicio de las actividades mineras que todos los titulares de las concesiones mineras cumplan con elaboración de un EIA y un PMA, pasos claves a la hora de obtener la licencia ambiental, estos estudios que se realicen deben ser enfatizados en la prevención, mitigación, control, y reparación de los impactos generados en las operaciones que se han realizado (Ley Orgánica Reformativa a La Ley de Minería, 2013).

Figura 1

Planta de beneficio mineros, Hermanos Franks



1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar un PMA para la planta beneficio Hermanos Franks, ubicado en la ciudad de Portovelo provincia de El Oro, con el fin de garantizar que las actividades que se realizan sean de manera adecuada y segura, para producir el menor impacto ambiental negativo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar un estudio de impacto ambiental para la planta de beneficio Hermanos Franks.
- Identificar y caracterizar los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos de la planta de beneficio.
- Estructurar el PMA con señales de control, prevención, compensación y mitigación adecuadas, las cuales permitirán disminuir y/o mitigar los impactos ocasionados por la planta de beneficio.

- Diseñar un plan de monitoreo ambiental que permita dar seguimiento a las actividades del plan de manejo ambiental.

1.4. Metodología

1.4.1. Tipo y diseño de investigación

1.4.1.1. Tipo de investigación

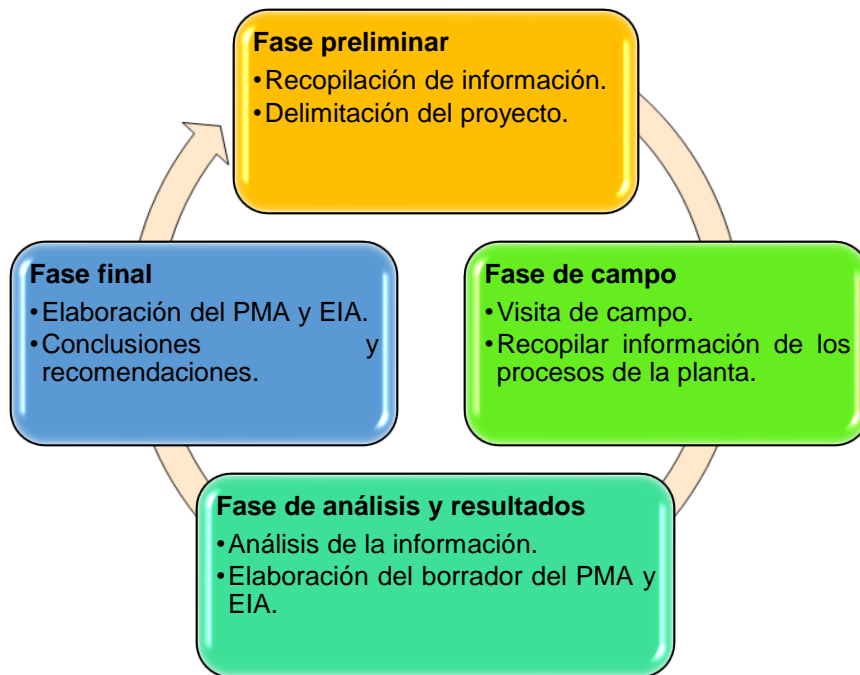
La presente investigación abordara los temas de PMA y EIA, los cuales ayudan a reconocer los impactos negativos que existen en la planta de beneficio minero Hermanos Franks, misma que se considera como pequeña minería y es muestra de estudio para plantas con características similares. Se aplicará la metodología documental, que consiste en la recopilación de información de fuentes bibliográficas como planes de manejo ambiental (PMA), normas, reglamentos, estatutos, leyes, legislaciones vigentes, trabajos de grado, tesis, publicaciones científicas, académicas, entre otras. Luego de la fase investigativa, se procederá a delimitar el alcance del proyecto, objetivos, y bases teóricas. Posteriormente la fase posterior es obtener la información de la planta de beneficio hermanos Franks situada en el cantón Portovelo, provincia del Oro, Ecuador. Finalmente, se realizará el análisis para elaborar tanto el EIA, como el plan de manejo ambiental PMA.

1.4.1.2. Diseño de investigación

La metodología para diseñar la presente investigación consiste en fases que se organizan en la Figura 2 y que se describen a continuación:

Figura 2

Metodología del proyecto investigativo



- **Fase preliminar:** etapa en la cual se recopila toda la información bibliográfica y se delimita el proyecto, con el fin de sustentar los principios para la elaboración del PMA y del EIA.
- **Fase de campo:** etapa en la cual se realiza las visitas de campo a la planta de beneficio para recopilar información de procesos, infraestructura, maquinarias y equipos. De igual manera, observar las posibles afectaciones que tiene al ambiente como pueden ser derrames de líquidos, emisiones atmosféricas (CO₂) y ruidos generados durante todo el proceso.
- **Fase de análisis y resultados:** en base de la información recabada en las etapas previas, se procede a realizar los análisis respectivos, con el fin de

realizar los estudios preliminares del PMA y del EIA.

- **Fase final:** etapa en la cual se realiza la revisión en detalle con las respectivas observaciones del borrador del PMA y del EIA, es decir se establecerán los informes finales con las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

1.4.2. Técnicas e instrumentos

1.4.2.1. Técnicas

Una de las técnicas que se empleará, es buscar información en el lugar de la fuente, para ello se realizaran visitas técnicas in situ con el fin de conocer la situación real de la planta de beneficio minero Hermanos Franks y así poder establecer adecuadamente el PMA, y el EIA. Además de realizar entrevistas y conversaciones con los ingenieros y los técnicos responsables de la planta beneficio con el fin de conocer más a fondo la realidad de la planta.

1.4.2.2. Instrumentos

La recopilación de información técnica y operativa sobre los procesos de la planta de beneficio minero y sus impactos ambientales, se regirán de acuerdo a los siguientes instrumentos:

- **Entrevistas:** Las entrevistas se aplicarán a los jefes, a los ingenieros, y al demás personal técnico y administrativo, con el fin de recolectar la mayor cantidad de información de la planta de beneficio.
- **Revisión documental:** La revisión documental consiste en la recopilación y revisión de los documentos informativos y de trabajo de la planta de beneficio (procesos empresariales, procesos de contratación, normas, planes, estudios de impacto ambiental, entre otros documentos útiles).

- **Sesiones de trabajo:** las sesiones de trabajo consisten en reuniones presenciales y virtuales con los principales responsables de la planta de beneficio, con el fin de establecer adecuadamente el PMA y el EIA.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Teórica

Las exportaciones de productos mineros en Ecuador son de gran importancia, en enero de 2022 superaron en un 6% el anterior récord mensual, que se produjo en abril de 2021, cuando ascendieron a 255,88 millones de dólares.

De acuerdo con información del Banco Central del Ecuador (BCE), en enero de 2022, las exportaciones de minería llegaron a USD 271,85 millones, 114% más que las exportaciones en el mismo periodo de 2021.

Gracias a estos datos, el sector minero se mantiene como el cuarto rubro más exportado de la economía del país, así como el tercer rubro de exportaciones no petroleras y el primer rubro de exportaciones no tradicionales, lo que equivale al 11,07% del total de las exportaciones. Este porcentaje lo sitúa detrás de los productos como el petróleo crudo, el camarón, el banano y el plátano, los cuales ocupan los primeros lugares en el ranking de exportaciones nacionales.

Los productos mineros más exportados son el cobre y su concentrado, los cuales representan un valor de 157 millones de dólares, seguidos por el oro y su concentrado en el quinto lugar, con un valor de 115 millones de dólares. De acuerdo con datos proporcionados por el BCE, la mina Mirador encabeza la lista de exportaciones con 152 millones de dólares, lo que equivale al 56% del total de las exportaciones. En segundo lugar, se encuentra Fruta del Norte con 67 millones de dólares, representando el 25% del total. La pequeña minería ocupa el tercer

lugar en las exportaciones, con 53 millones de dólares, lo que representa el 19% del total (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

La actividad minera en la provincia de El Oro ha tenido un impacto significativo en el medio ambiente, especialmente en los cantones de las zonas altas. Como resultado, se ha reducido significativamente la capacidad de mantener un entorno natural saludable (Vilela-Pincay et al., 2020).

En el cantón Portovelo donde se encuentra la planta de beneficio en estudio, es una ciudad que cuenta con una población aproximada de 25000 personas y hasta el momento la minería ha sido la principal fuente de empleo en este cantón, tomando en cuenta que también se dedican a otras actividades como la ganadería, agricultura, productos derivados de la caña de azúcar entre otras (MTO, 2016).

Durante la fase de beneficio, la actividad minera produce una gran cantidad de residuos, lo que puede causar una significativa contaminación ambiental. Uno de los componentes más críticos en un proyecto minero es la disposición adecuada de los relaves para minimizar su impacto en el medio ambiente (Martínez, 2014).

Estas actividades que realizan las empresas causan severos daños al medioambiente algunos incluso que son irreparables, y esto se debe a que no se toman decisiones adecuadas para evitarlos, la mayor responsabilidad recae sobre el Estado, y el Ministerio del Ambiente ya que son los encargados de la vigilancia sobre estas actividades, que realizan las empresas o personas que se encargan en la extracción de recursos mineros.

La explotación de recursos mineros causa impactos negativos muy graves como la deforestación, la erosión, la pérdida de suelo fértil, la modificación del relieve, entre otros, que, si no son mitigados a tiempo, pueden causar daños irreparables.

En base a lo anterior, se requiere una evaluación de un EIA, y del PMA en la planta

beneficio Hermanos Franks ubicada en el cantón Portovelo, provincia del Oro, Ecuador, para prevenir y disminuir los impactos negativos, es importante tomar medidas antes, durante y después de las operaciones realizadas por la planta de beneficio.

Esta investigación se desarrolla con la finalidad de verificar los impactos ambientales que se producen en la minería de pequeña escala, además de la influencia de la minería en las actividades extractivistas. Cuyos resultados podrían ser sistematizados, para ser incorporados como conocimiento, ya que se estaría demostrando el nivel de impacto que genera la minería en la ciudad de Portovelo.

1.5.2. Justificación Metodológica

El presente trabajo investigativo utiliza la metodología documental, que consiste en la obtención de información a partir de fuentes bibliográficas como planes de impacto ambiental (PMA), estudios de impacto ambiental (EIA) normas, reglamentos, estatutos, leyes mineras, legislaciones vigentes, trabajos de grado y posgrado, tesis, publicaciones científicas y académicas de distinguidos autores, entre otros estudios.

1.5.3. Justificación Práctica

La presente investigación tiene como principal prioridad reconocer los impactos ambientales generados por la extracción minera, para de esta manera tomar las mejores alternativas en cuanto a medidas de mitigación ambiental. Los estudios que se plantean son el PMA y el estudio de EIA.

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad también contribuir al conocimiento de la realidad económica de la región de la provincia del Oro, en especialmente en la zona de Portovelo. Adicionalmente, contribuir con un trabajo investigativo que sirva de fundamento para los entes competentes y ayude en

futuras toma de decisiones.

1.6. Principales definiciones

1.6.1. Minería

La minería es una actividad económica que consiste en varias fases, como: la extracción, la explotación y el uso de los minerales existentes por la parte superior de la tierra con el objetivo de obtener un beneficio comercial y económico (BCE, 2015).

Se puede decir que la minería es la actividad en la cual se aplica la ciencia, técnicas y diferentes actividades con lo cual permiten descubrir, explotar los yacimientos minerales teniendo un fin comercial (Cortés Andrade, 2014).

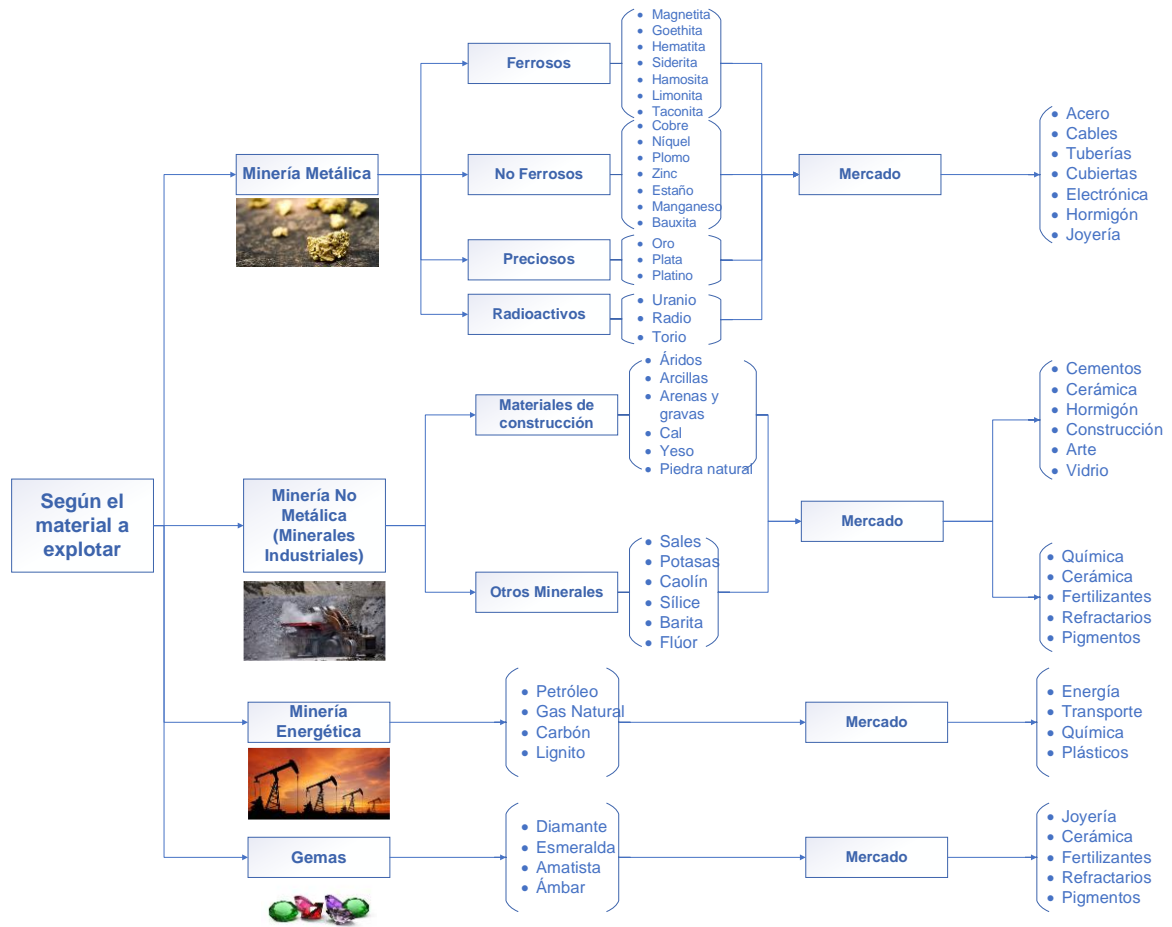
1.6.2. Tipos de minería

Se pueden clasificar la minería de diferentes maneras: según el material a explotar, los métodos de extracción, el tamaño de la explotación, y la situación legal.

Según el material a explotar: se tiene: minería metálica (minerales ferrosos, no ferrosos, preciosos y radioactivos); minería no metálica (materiales de construcción y otros minerales no metálicos); minerales energéticos o combustibles fósiles; y gemas (Velandia, 2015).

Figura 3

Tipos de minería según su material a explotar

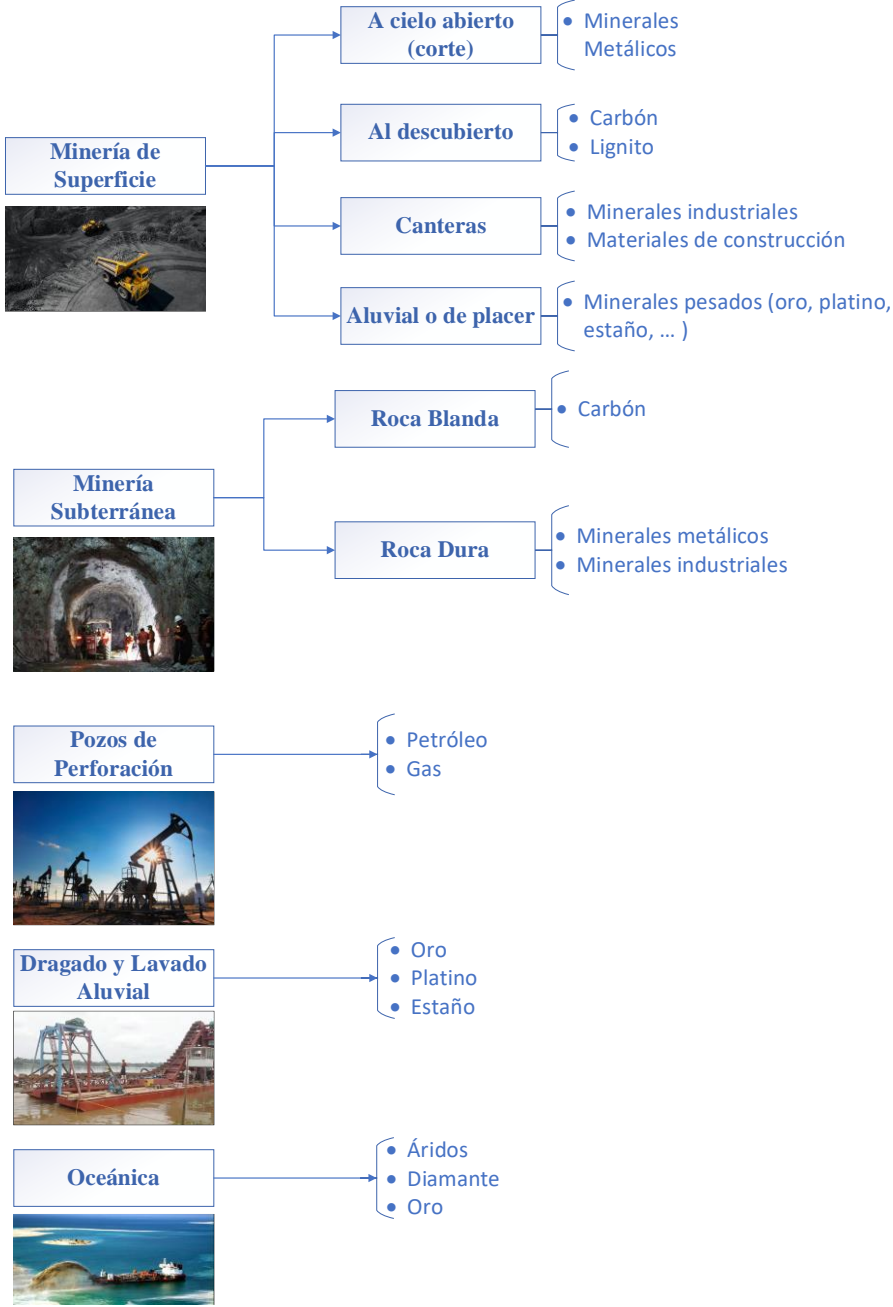


Nota. (Velandia, 2015).

Según el método de extracción: se tiene minería de superficie (a cielo abierto, al descubierto, canteras y aluvial o de placer); minería subterránea (de roca blanda y de roca dura); minería con pozos de perforación; minería de dragado y lavado aluvial; y oceánica o submarina (Velandia, 2015).

Figura 4

Tipos de minería según su método de extracción



Nota. (Velandia, 2015).

Según tamaño de la explotación: se tiene una variedad de criterios para definir el tamaño de las explotaciones en las cuales se tiene:

- **Pequeña minería:** La extracción diaria de material de las empresas de pequeña minería, que se especializa en la explotación de canteras o la

extracción de minerales metálicos, no supera las 350 toneladas.

- **Mediana minería:** La compañía minera en la mediana minería extrae minerales a un ritmo que oscila entre 351 y 5000 toneladas al día.
- **Gran minería:** La compañía minera en la gran minería extrae minerales a un ritmo mayor a 5000 toneladas al día.

Según la situación legal: se clasifica como:

- **Minería legal:** Un título minero es el permiso que otorga la propiedad nacional para llevar a cabo la exploración y explotación de recursos minerales en el subsuelo y el suelo.
- **Minería ilegal:** La minería sin título minero se lleva a cabo de manera ilegal e informal, al margen de las regulaciones legales.
- **Minería formal:** La minería formal se compone de empresas legalmente establecidas que explotan unidades de extracción minera de diferentes magnitudes.
- **Minería informal:** Las unidades de extracción minera de propiedad individual y sin registro contable conforman la minería informal (Velandia, 2015).

Se realiza énfasis en los conceptos de:

Minería Subterránea: también llamada minería de subsuelo, esta minería se desarrolla en el interior de la tierra realizando galerías y túneles que permitan llegar al yacimiento, se pueden realizar accesos de manera horizontales (drift mining), accesos diagonales (slope mining) o verticales (shaft mining). En las minas se trabaja desde chimeneas de acceso y se establecen niveles de intervalos los cuales tienen una separación de 50 metros en adelante, o también, se tienen varios túneles de acceso con distinta altura, o de rampas de acceso que unen diferentes

niveles. Este tipo de minas tienen la desventaja de que pueden colapsar y sepultar a los mineros en su interior (Uriarte, 2020).

Minería a cielo abierto: también se la conoce como minería de superficie, este tipo de minería se desarrolla sobre la superficie de la tierra, consiste en la eliminación progresiva de las capas superiores de roca, esto se realiza para exponer el yacimiento de minerales enterrados ya que estos se encuentran a poca profundidad. Se puede tener como resultado una minería de pozo abierto (Open Pit Mining), una minería por explotación por canteras abiertas o la modificación de la topografía de manera radical (desaparición de montañas Mountaintop mining) (Uriarte, 2020).

1.6.3. Minerales en el Ecuador

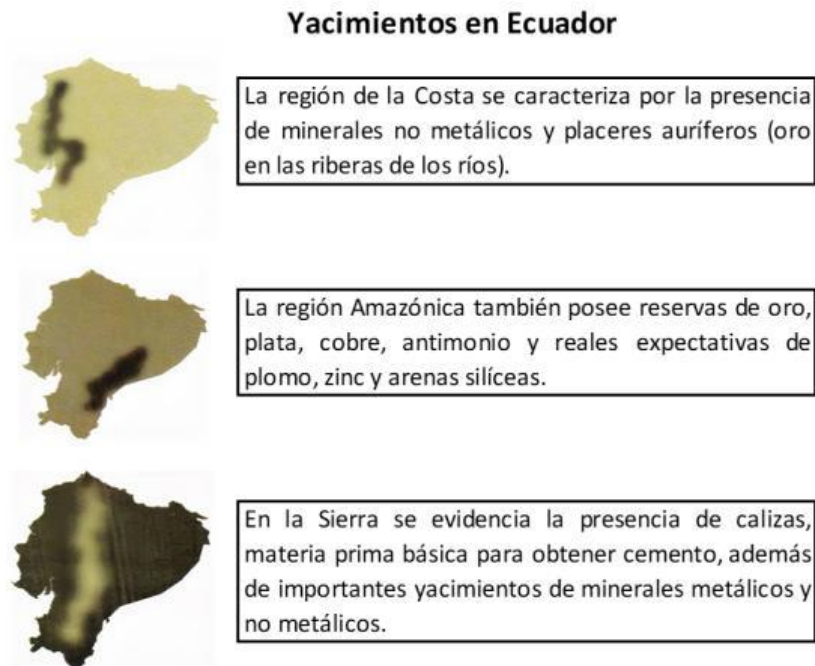
Los minerales son sólidos de origen natural, que poseen propiedades físicas y químicas uniformes, estos se forman por un proceso inorgánico que es el resultado de la evolución geológica, con composición química definida y una estructura interna ordenada (U.E.B, 2016).

En el Ecuador existe una variada gama de minerales, que se los clasifica en dos clases:

- **Minerales metálicos:** Tienen una baja concentración en volumen y un alto valor comercial. Algunos ejemplos son: el oro, la plata, el cobre, el plomo y el zinc (Senplades, 2017).
- **Minerales no metálicos:** Presentan una alta concentración de volumen con poco valor comercial. Algunos ejemplos son: el azufre, el yeso, la piedra caliza y la arena de sílice (Senplades, 2017).

Figura 5

Yacimientos en Ecuador



Nota. (Rea et al., 2017).

1.6.4. Fases de la actividad minera

Dentro de la actividad minera se pueden tener las siguientes fases:

- **Prospección:** se realiza la investigación de indicios de zonas mineralizadas (Velandia, 2015).
- **Exploración:** se determina el tamaño y la formación del yacimiento, al igual que el componente y la calidad del mineral de interés. Asimismo, esta fase incluye la evaluación económica del yacimiento (BCE, 2015).
- **Explotación:** Las operaciones mineras, los trabajos y las tareas necesarias para la elaboración y el crecimiento del yacimiento se llevan a cabo mediante diferentes métodos de extracción para transportar los minerales.
- **Beneficio:** esta fase comprende el tratamiento de los minerales explotados para elevar el contenido útil o ley de estos (BCE, 2015).
- **Fundición:** en el plan se incluyen los procedimientos que permiten la

separación de los metales de los minerales o concentrados obtenidos en el proceso de beneficio (Grupo Antofagasta Minerals, 2012).

- **Refinación:** se desarrollan procesos para transformar los compuestos metalúrgicos en metales de gran pureza (Daúl Naranjo, 2016).
- **Comercialización:** tiene como objetivo la comercialización de todo producto resultante en la actividad minera (Daúl Naranjo, 2016).
- **Cierre de minas:** es el cese de las labores mineras y el desmontaje de los equipos usados. Tiene como fin la remediación ambiental según el plan de cierre aprobado por la autoridad (BCE, 2015).

Otros autores presentan las siguientes fases:

Tabla 1

Fases de la Actividad Minera

Fase	Procedimiento	Intervalo de tiempo en años
1. Prospección	Búsqueda de menas	1 - 3
	Métodos de prospección: Directo - física, geología. Indirecto - geofísica, geoquímica.	
	Localización de lugares favorables: Mapas, publicaciones, minas antiguas y presentes.	
	Aire: Fotos aéreas, imágenes de satélite, métodos geofísicos.	
	Superficie: Métodos geofísicos y geológicos.	
2. Exploración	Anomalía - Análisis - Evaluación.	2 - 5
	Dimensión y valor del depósito mineral	
	Muestreo: Excavación, roza, sondeo.	
	Assay test - cálculo de grado.	
	Evaluación: Hoskold formula, discount method, estudio de factibilidad.	
3. Desarrollo	Valor actual = rendimiento - costos.	2 - 5
	Depósito mineral abierto para la producción	
	Derechos de minería	
	Estudio del impacto de minería al medio ambiente Infraestructura	
	Planta Explotación	
4. Explotación	Producción de las menas	10 - 30
	Factores, que influyen la selección del método aplicado son geología, geografía, economía, medio ambiente, aspecto social, seguridad.	
	Métodos mineros son entre otra explotación a cielo abierto, open pit, open cast; explotación a grandes cortes, a cortes con hundimiento.	
	Monitor costs y reserva económica para 3 a 10 años.	
	Cierre de la faena, re-naturalización: Tal vez búsqueda y aplicación de una utilidad secundaria (turismo, relleno sanitario etc).	
5. Post - Explotación		5 -

Nota. (Griem-Kleen, 2016).

1.7. Alcances y limitaciones

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad realizar el PMA de la planta beneficio de los Hermanos Franks, la cual se encuentra ubicada al sur este de la provincia del Oro, en el cantón Portovelo. Esta ciudad es caracterizada por su sector minero y las plantas de beneficios están ubicadas en el distrito minero Zaruma-Portovelo, pero las cuales necesitan tener un plan de manejo ambiental para poder realizar sus operaciones, debido a que todos sus procesos deben ser regulados, así como el control de la generación de desechos y de los pasivos ambientales que se encuentran ubicados en las orillas de los ríos Calera y Amarillo pertenecientes a la cuenca Puyango-Tumbes.

La planta de beneficio Hermanos Franks, es sujeto de estudio, debido a que es una concesión minera pequeña pero que representa una gran actividad extractivista. El plan de manejo ambiental tendrá que contener las actividades establecidas para los diferentes procesos que se llevan a cabo en esta planta de beneficio, este plan deberá ser difundido en la planta para que lo conozca todo el personal y ser aplicado.

El propósito principal de desarrollar el EIA es incorporar la planificación de los recursos ambientales que se da por las diferentes fases de ejecución del proyecto, en especial que se aplicará a la fase de beneficio tomando en cuenta que sea viable técnico, económico, ambiental y social, para la protección y bienestar de la población de la ciudad y su medio ambiente.

1.8. Cronograma

El siguiente cronograma será utilizado para realizar el proyecto de investigación, las tareas a realizar serán de acuerdo a la metodología descrita, es decir se consideran las cuatro fases, con fechas estimadas para realizarlas.

Tabla 2

Cronograma del proyecto

		25/07/2022	jul-22	ago-22					sep-22				oct-22				nov-22				dic-22				ene-22				feb-22				mar-23			
Inicio del Proyecto		lun, 25/07/2022	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Tarea	Duración	Inicio	Fin																																	
Fase preliminar	21	25/07/2022	22/08/2022																																	
Recopilación de información.	11	25/07/2022	08/08/2022																																	
Delimitación del proyecto	10	09/08/2022	22/08/2022																																	
Fase de campo	21	23/08/2022	20/09/2022																																	
Visitas a campo.	10	23/08/2022	06/09/2022																																	
Recopilar información de los procesos de la planta.	11	07/09/2022	20/09/2022																																	
Fase de análisis y resultados	33	21/09/2022	04/11/2022																																	
Análisis de la información.	17	21/09/2022	14/10/2022																																	
Elaboración del borrador del PMA y EIA.	16	17/10/2022	04/11/2022																																	
Fase final	101	07/11/2022	27/03/2023																																	
Elaboración del PMA y EIA.	60	07/11/2022	27/01/2023																																	
Conclusiones y recomendaciones.	41	30/01/2023	27/03/2023																																	

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas de las variables y/o tópicos

2.1.1. Métodos Mineros

Según (Herbert, 2016), los métodos mineros son los procesos que permiten la exploración y explotación de un yacimiento minero. Llevando a cabo, diferentes tipos de procesos, los cuales permiten poner en práctica, conjunto de sistemas, maquinarias y procesos, que están relacionados directamente con la morfología, el tamaño y la profundidad del material mineralizado. Generalmente se identifican dos tipos de métodos:

- **Minería Superficial:** La minería superficial se refiere a los yacimientos minerales que se encuentran cerca o en la superficie de la tierra. Este tipo de minería se utiliza ampliamente en todo el mundo desde mediados del siglo XVI. Para crear una mina a cielo abierto, es necesario extraer la tierra que rodea el yacimiento, ya sea mediante maquinaria o explosivos. El material sobrante que no se usa se denomina estéril y se almacena para rehabilitar el área cuando se haya terminado la explotación del yacimiento (Lillo, n.d.).

Figura 6

Componentes que integran al medio ambiente



Nota. (Lillo, n.d.).

- **Minería Subterránea:** La minería subterránea es el proceso de extracción de recursos minerales debajo de la superficie de la tierra. Se lleva a cabo cuando se encuentra una concentración mineral con un valor económico significativo que justifica la construcción de una mina subterránea. Por lo general, se utiliza la minería subterránea cuando la explotación a cielo abierto no es factible debido a factores ambientales o económicos (Lillo, n.d.).

Figura 7

Componentes que integran al medio ambiente



Nota. (Lillo, n.d.).

2.1.2. Ventajas y Desventajas de la Minería Superficial sobre la Minería Subterránea.

Algunas ventajas de la minería superficial sobre la minería subterránea son:

- Mayor eficacia en la explotación y aprovechamiento del mineral;
- Posibilita el uso de grandes máquinas, que facilitan el trabajo debido a los cielos abiertos y poco profundos, reduciendo los costes de explotación.
- A diferencia de lo que ocurre en la minería subterránea, no hay necesidad de iluminación ni ventilación en el frente de extracción.
- Mayor control y supervisión de las operaciones mineras, ya que las zonas

abiertas permiten una mejor visión de la mina.

- Facilita el arrastre, el transporte y el depósito temporal de material (Montaño, 2021).

Algunas desventajas de la minería superficial sobre la minería subterránea son:

- En la minería de superficie, la profundidad de los frontales de trabajo es limitada.
- Las explotaciones mineras subterráneas se ven afectadas durante la temporada de lluvias porque las muestras y los niveles de la mina se inundan de agua.
- El impacto medioambiental de la minería de superficie es superior porque afecta a una mayor parte de la zona de trabajo.
- La minería de superficie requiere la instalación de vertederos para depositar el material de desecho (Montaño, 2021).

2.1.3. Calidad Ambiental

La calidad ambiental se interpreta como la caracterización de los procesos y elementos ambientales, ecológicos y sociales que permiten el desarrollo, el bienestar del ser humano, tanto individual como colectivo, y la preservación de la biodiversidad. Además, es el ámbito en el que se encuentran los elementos de valor de las cualidades medioambientales y los procesos ecológicos que, combinados, posibilitan el crecimiento individual y social de los seres humanos y la conservación de la biodiversidad (SGM, 2020).

2.1.4. Impacto Ambiental

El impacto ambiental es el cambio que sucede en el medio ambiente y este puede ser positivo o negativo, debido a que se deriva de actividades que realiza el hombre y que provocan riesgos para la salud y el bienestar de las personas, dando lugar a la alteración de los elementos que se encuentran presentes en el medio (Gómez Orea & Gómez Villarino, 2002).

El impacto ambiental de un proyecto o programa se define como la alteración en el medio ambiente futuro que resulta de la implementación del proyecto. Es la diferencia entre la situación ambiental futura modificada por el proyecto y la situación ambiental futura que se habría producido si el proyecto no se hubiera llevado a cabo (Canter, 1998).

2.1.5. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

El Estudio de Impacto Ambiental se utiliza para evaluar los efectos que una actividad específica tendrá en el medio ambiente. Este estudio proporciona información confiable para predecir, identificar e interpretar los impactos ambientales del proyecto en cuestión, así como para presentar las medidas que se tomarán para prevenir o minimizar significativamente dichos impactos (GRN, 2021).

2.1.6. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental es un conjunto de medidas que se implementan con el objetivo de prevenir y mitigar los efectos negativos que podrían surgir durante la ejecución de las diversas actividades que forman parte de un proyecto. Estas medidas están diseñadas para garantizar que el proyecto sea llevado a cabo de manera sostenible y responsable con el medio ambiente, y se enfocan en minimizar el impacto

ambiental del proyecto a través de la implementación de prácticas y técnicas adecuadas (Suatunce, 2014).

2.1.7. Planta de Beneficio

Una planta de beneficio es una instalación física donde se procede a realizar la recuperación de oro o plata mediante los diferentes procesos con el propósito de separar la mena y la ganga y obtener la mayor cantidad de minerales y metales útiles a partir de los recursos procedentes de los yacimientos minerales o productos de las operaciones. Estas instalaciones de molienda y extracción de minerales metálicos son operadas por particulares y se han concebido como una ayuda para el desarrollo de la pequeña minería. Por medio de un pago, los pequeños mineros pueden obtener el valor del mineral atrapado dentro de las rocas extraídas por ellos mismos (SGM, 2020).

Dentro de la planta las actividades que se realizan (SGM, 2020):

- Lavado
- Trituración
- Molienda
- Homogenización
- Clasificación
- Concentración

Para extraer los minerales en las plantas de beneficios son:

- Gravimétrico
- Flotación
- Cianuración

2.1.8. Planta de Beneficio Hermanos Franks

La planta de beneficio Hermanos Franks está situada en el sitio conocido como El Pache, a la derecha de la carretera que conecta a los cantones Portovelo y Piñas. Se alquilan las instalaciones para llevar a cabo el proceso de trituración, molienda y separación de relaves y arenas. Además, la planta también se utiliza para procesar los relaves que pertenecen al Señor Rutilo Franco.

Figura 8

Instalaciones de la planta de beneficio Hermanos Franks



La operación de la planta se inicia con la trituración de la roca almacenada en el depósito mineral, el cual se forma mediante la descarga del mineral primario desde la volqueta que lo transporta desde la mina hasta la planta. De forma manual, un trabajador alimenta la trituradora de mandíbulas con el mineral que debe ser triturado, utilizando una pala.

Del mismo modo, el material es alimentado manualmente a los dos molinos chilenos, los cuales muelen el material hasta que pasa por una malla fina de 150 malla Tyller. El material resultante del proceso de molienda (arenas) se recoge gravimétricamente en canalones, donde se somete a lavado con cobijas o bayetas que se limpian cada

hora. El oro se separa por gravedad y se acumula en las lanas de las cobijas y/o alfombras rugosas. Cabe destacar que el oro grueso queda impregnado en las colchas mientras que el oro más fino se recupera mediante otro proceso en las piscinas de sedimentación. Una vez que las cobijas han sido lavadas, se vuelven a colocar en los canalones para continuar con el proceso de recuperación gravimétrica.

Las partículas de arena que no se retienen en las cobijas son transportadas a los depósitos de decantación. Allí, la mezcla líquida es dirigida mediante bombeo hacia los tanques de lixiviación de oro fino utilizando cianuro, hasta que se llene cada uno de los tanques.

Para recuperar el oro, esta instalación de procesamiento utiliza dos métodos diferentes. La bomba de sólidos se encarga de dirigir la arena tanto a los cinco módulos de viruta de zinc como a los dos tanques de lixiviación con carbón activado.

El proceso inicial en esta instalación es conocido como lixiviación con viruta de zinc. La instalación consta de cinco módulos, cada uno con un tanque de agitación para recibir los desechos mineros y lixiviar el oro libre presente en ellos con cianuro. La solución resultante se filtra a través de canastillas con viruta de zinc para precipitar el oro. Luego, la solución se dirige por gravedad a un tanque depósito para su almacenamiento. Una vez que se ha lixiviado toda la solución del tanque de agitación y se ha pasado al tanque depósito, se recircula la solución del tanque depósito al tanque de agitación para realizar una nueva corrida. Durante este proceso, se realiza un muestreo y se añade cianuro y cal para disolver el oro libre restante. Este proceso se repite tres o cuatro veces, dependiendo de la cantidad de oro en los desechos mineros. Si se ha extraído la cantidad deseada de oro en la primera corrida o hay muy poco oro presente, no se requiere un proceso adicional.

Es común que se realice un cambio de los desechos mineros en cada uno de los módulos de la instalación cada 8 días, con el fin de comenzar un nuevo proceso con arenas o desechos mineros frescos.

El precipitado de oro y zinc obtenido en las celdas de viruta de zinc se seca y funde, y luego se refina mediante un proceso de lavado ácido en caliente utilizando la Sorbona. El oro refinado se funde y se mide su contenido de quilates antes de ser comercializado. Este proceso produce oro con una pureza de hasta 980 milésimas.

La Planta de Beneficio Hermanos Franks está equipada con 5 módulos de procesamiento, cada uno con una capacidad de procesamiento de 4 toneladas métricas.

Figura 9

Módulos para la lixiviación con viruta de zinc



La siguiente técnica empleada es la lixiviación con carbón activado. Después de llenar los tanques de lixiviación, se prepara una solución cianurante mediante la adición de cianuro y cal a la pulpa. Esto permite que se lleve a cabo la lixiviación del oro libre utilizando cianuro.

Una vez que el tanque de lixiviación con cianuro esté listo para disolver el oro, se procede a cargarlo con carbón activado para que éste adsorba el oro que se está disolviendo.

Después de completar la lixiviación con cianuro del oro libre, el carbón activado ha adsorbido todo el oro disuelto. Por esta razón, el carbón activado preñado de oro es recolectado y la pulpa con el carbón se descarga del tanque. Luego, se hace pasar a través de una criba para separar el carbón activado con oro de las arenas, que son enviadas a los relaves.

Figura 10

Tanques de agitación con carbón activado



Después del proceso de lixiviación con viruta de zinc y con carbón activado, las arenas y relaves de cada módulo son enviados a dos piscinas de sedimentación. Una vez que hay suficiente volumen, se contrata una excavadora con una volqueta para transportar los relaves secos hacia la piscina de relaves de El Pache, que es el destino final de los mismos.

En el proceso, el agua siempre es recirculada y hay 5 recipientes o tanques disponibles para su almacenamiento. Desde estos tanques, el agua se recircula y se reutiliza, evitando cualquier tipo de descarga en la naturaleza.

2.1.9. Residuos mineros

Residuo minero es todo aquel material sobrante de las actividades mineras estos son residuos sólidos, acuosos o en pastas y se deben regir por la legislación de minas (Sánchez, 2015).

Los residuos mineros hoy en día es el detonante para la contaminación ambiental, debido a su incorrecto manejo y disposición para su acumulación en sitios no adecuados esto es el resultado de la falta de organización y control dando como resultados pasivos ambientales (Espinoza, 2020).

2.1.10. Pasivos ambientales

Es el daño generado por un proyecto o actividad productiva que no ha sido reparado o restaurado o aquella actividad que ha sido intervenida de una forma inadecuada o incompleta que esta presenta en el ambiente, siendo un riesgo para cualquier componente. Suele estar asociado el pasivo ambiental a una fuente de contaminación y este puede ser mayor con el tiempo (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020).

Metales pesados y toxicidad

Los metales pesados son cualquier elemento químico metálico que puede ser tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Estos metales pesados son los principales problemas debido a que su descarga se la realiza en las aguas naturales y al entrar en contacto con estas fuentes hídricas provoca contaminación (Carbotecnia, 2022).

Efectos tóxicos

Toxicidad aguda: se caracteriza por la pérdida de conciencia o sedación. Se manifiesta de manera inmediata y dependerá de la reacción que tenga el metal pesado con el contaminante (Silbergeld, n.d.).

Toxicidad crónica: es la propiedad de una sustancia de causar daños a largo plazo, se produce por la bioacumulación de sustancias tóxicas en el organismo, los efectos tardan en manifestarse (Gobernación Chacabuco, n.d.).

Tabla 3

Efectos adversos en la salud humana causados por metales pesados

Metal	Daño
Zinc	Dolor de estómago e infección de las mucosas
Níquel	Exposición a largo plazo pueden producir dolencias cardíacas, irritación de la piel y daños en el hígado. Puede causar cáncer de próstata, bronquitis,
Cadmio	infertilidad, alteraciones neurológicas y toxicidad en riñones
Cobre	Daño en el hígado, en los riñones, está asociado a anemia y a irritación en los intestinos.
Plomo	Afecta al sistema nervioso, este asociado a esclerosis y a cáncer de riñones.
Mercurio	Asociado alteraciones neurológicas, autismo, depresión y problemas del aparato respiratorio.
Cromo	Asociado a cáncer de pulmones y nefrotoxicidad.

Nota. (Gobernación Chacabuco, n.d.).

2.1.11. Recursos naturales impactados.

Suelo: La actividad minera puede alterar el suelo y aumentar la cantidad de microelementos que afectan negativamente a la biota y a la calidad del suelo. Los residuos mineros pueden ser tóxicos y afectar al crecimiento de las plantas. Los suelos

después de las operaciones mineras contienen materiales residuales, estériles y otros materiales de desecho que afectan el desarrollo de la cobertura vegetal, debido a la falta de estructura edáfica, propiedades químicas anómalas, disminución o desequilibrio en el contenido de nutrientes fundamentales, ruptura de ciclos biogeoquímicos, baja profundidad efectiva, dificultad de enraizamiento, baja capacidad de cambio, baja retención de agua y presencia de compuestos tóxicos. Señala que esto también inhibe la descomposición de la materia orgánica del suelo (Wong, 2013). En general, la actividad minera puede tener un impacto negativo en la calidad del suelo y en la vida de los organismos que dependen de él. (García & Dorrnsoro, 2015).

Aire: en las actividades mineras el aire es otro factor importante ya que debido a las actividades mineras estas generan contaminación mediante la emisión de humos y otros gases, encontrándose relacionada con las zonas que presentan grandes superficies deforestadas (Lillo, n.d.).

Agua: El agua es uno de los elementos más afectados por la contaminación, la cual no solo es causada por la industria minera, sino también por otras actividades humanas. Debido a que es un recurso no renovable, cualquier efecto de contaminación puede tener consecuencias inmediatas, lo que hace que sea necesario cuidarlo adecuadamente para evitar su deterioro. En la minería, la contaminación hídrica puede producir la contaminación de ríos cercanos y fuentes de aguas subterráneas, debido a un manejo deficiente de los desechos sólidos y relaves (Velasco, 2015).

2.1.12. Riesgos relacionados con la minería

Se puede entender los riesgos como la fusión de la probabilidad de ocurrencia de daño, pérdida o perjuicio a un lugar o a un proyecto en particular, junto con las posibles consecuencias de eventos anormales que puedan provocar incidentes que afecten a las partes involucradas más importantes.

Riesgo Físico: este tipo de riesgo se presenta por causa de explosiones, derrumbes, atrapamientos, inundaciones, pérdida de audición, golpes de calor entre otros, esto provocan lesiones que generan traumas.

Riesgo Químico: se puede dar por intoxicación debido a la exposición por polvo de carbón, a la exposición a sílice cristalina, cáncer por la exposición al asbesto.

Riesgo Biológico: riesgo que afecta directamente al sistema respiratorio, las enfermedades que se pueden dar son: la legionelosis causada por una bacteria que se encuentra en las minas por las torres para refrescar el ambiente, tuberculosis generada por la exposición a la sílice provoca la silicosis.

Riesgos Psicosociales: son provocados por las condiciones que se dan el trabajo, por las largas jornadas, exigencia física, esto puede derivar en consumo de sustancias alucinógenas, entre otras.

Riesgos Ergonómicos: pueden dar por movimientos repetitivos y exceso de carga, y pueden derivar en problemas como dorsalgia (dolor que es llega hasta el cuello y brazos), lumbalgia (dolor en la espalda baja), cervicalgia (dolor del cuello) entre otros (Isotools, n.d.).

2.1.13. Riesgos relacionados con la planta de beneficio Hermanos Franks

Para identificar los riesgos presentes en la planta de beneficio Hermanos Franks, se han dividido en riesgos endógenos (interiores de la planta de beneficio) y riesgos exógenos (exteriores de la planta de beneficio), los mismos que se describen en las siguientes subsecciones.

Riesgos endógenos

Para poder valorar los riesgos endógenos que existen en la planta de beneficio Hermanos Franks se consideran los siguientes puntos:

- Se busca identificar los riesgos potenciales que puedan afectar los sitios de trabajo o la ejecución de diversas actividades. Para lograrlo, se consideran diversos aspectos técnicos, tales como la ubicación de los locales, el equipo de trabajo utilizado, los agentes físicos presentes, así como la disponibilidad y el funcionamiento de los equipos contra incendios y explosiones.
- Se ha evaluado la severidad de las consecuencias que podrían derivarse de cada situación de riesgo para los trabajadores, clasificándolas en tres niveles según su grado de perjuicio: leve, moderado o grave. A modo de ejemplo, se pueden mencionar:

Tabla 4

Gravedad de peligro, peligro y consecuencias

Gravedad del peligro	Peligro	Consecuencias
Ligeramente dañino	*Cortes y magulladuras menores. *Irritación ocular por la exposición al polvo. *Dolor de cabeza.	*Disconfort. *Molestias e irritación.
Dañino	*Cortes. *Quemaduras. *Conmociones. *Torceduras importantes. *Fracturas menores.	*Asma. *Dermatitis. *Transtornos musculoesqueléticos. *Enfermedades que pueden provocar una incapacidad menor.
Extremadamente dañino	*Amputaciones. *Fracturas mayores. *Intoxicaciones. *Lesiones múltiples.	*Lesiones fatales.

Se establece la probabilidad de que cada situación de riesgo pueda ocurrir, clasificándola en tres niveles de acuerdo a su grado de posibilidad: bajo, medio o alto.

Tabla 5

Probabilidades y características

Probabilidad	Características
Baja	La ocurrencia del suceso peligroso es altamente infrecuente.
Media	Existe una posibilidad de que el suceso peligroso ocurra, pero también es posible que no suceda, ya que las probabilidades son similares en ambos casos.
Alta	Es posible que el suceso peligroso ocurra en varias ocasiones.

Se ha otorgado a cada categoría de riesgo una puntuación del 1 al 5.

Tabla 6

Riesgos y acciones preventivas

Riesgo	Acciones preventivas
Trivial	No es necesario tomar una acción específica.
Tolerable	Es recomendable considerar situaciones que sean más rentables o mejoras que no impliquen una carga económica significativa.
Moderado	Es importante hacer esfuerzos para disminuir el riesgo, identificando las inversiones necesarias. En situaciones donde un riesgo moderado se asocia con consecuencias extremadamente dañinas, es necesario determinar con mayor precisión la probabilidad de que ocurra el daño para poder establecer medidas preventivas adecuadas.
Importante	Es posible que sea necesario contar con recursos significativos para controlar el riesgo.
Intolerable	Si no es posible reducir el riesgo incluso con recursos limitados, es necesario prohibir el trabajo.

Con las consideraciones anteriores, se establece la siguiente tabla con los riesgos endógenos identificados en la planta de beneficio Hermanos Franks.

Tabla 7

Riesgos endógenos identificados en la planta de beneficio Hermanos Franks

Proceso	Peligro	Gravedad	Probabilidad	Valoración del riesgo	Control
Oficinas Maquinaria Casa de los empleados	El contacto directo o indirecto con instalaciones eléctricas en mal estado puede representar un riesgo importante para la seguridad, tanto de las personas como de los equipos eléctricos.	Dañino	Baja	Riesgo Tolerable 2	Es importante no utilizar dispositivos eléctricos con las manos mojadas para evitar posibles descargas eléctricas. Además, es recomendable evitar limpiar equipos que estén conectados a la corriente eléctrica con líquidos y prevenir cualquier tipo de salpicadura en estos casos. También es esencial señalar y delimitar áreas que presenten riesgos eléctricos.
Traslado del mineral desde y hacia la planta de procesamiento es una actividad fundamental en el proceso de beneficio del mismo.	Las partes móviles pueden causar golpes o cortes que representan un riesgo para la seguridad de las personas que operan o están en contacto con ellas.	Ligerament e dañino	Baja	Riesgo Trivial 1	Es importante mantener la circulación de vehículos y peatones en áreas separadas para prevenir posibles accidentes o colisiones entre ellos.
Operación de la maquinaria	Las cortaduras y contusiones menores pueden presentarse en ciertos trabajos y actividades. Por otro lado, la exposición al polvo puede provocar irritación en los ojos, por lo que es importante tomar medidas preventivas en estos casos.	Ligerament e dañino	Media	Riesgo Tolerable 2	Es necesario que los trabajadores que laboran en las distintas áreas de la planta de beneficio reciban capacitación en la operación de la maquinaria correspondiente. Asimismo, para la utilización de dichas máquinas es fundamental el uso adecuado del equipo de protección personal.
Bodega de productos químicos	El contacto con productos que contengan sustancias químicas peligrosas puede representar un riesgo importante para la salud de las personas, por lo que se deben tomar medidas preventivas adecuadas en su manipulación y almacenamiento.	Dañino	Alta	Riesgo Importante 4	Es necesario requerir al fabricante las hojas de seguridad de los productos que se utilizan, las cuales deben estar debidamente etiquetadas. Además, es importante seguir las instrucciones de uso que se indican en estas hojas. Por último, se debe prohibir fumar cerca de las áreas de almacenamiento, como medida de prevención ante posibles riesgos.
	Derrame de productos químicos	Dañino	Media	Riesgo Moderado 3	Es importante almacenar los productos químicos de acuerdo con la normativa establecida por la norma INEN 2266, la cual indica las condiciones de almacenamiento necesarias para garantizar la seguridad de las personas y del ambiente. Además, se debe manejar cada producto de acuerdo con la ficha de seguridad correspondiente, para minimizar los riesgos en su manipulación y uso.
Bodega de almacenamiento de hidrocarburos	Derrame de hidrocarburos	Dañino	Media	Riesgo Moderado 3	Es fundamental almacenar los productos combustibles de acuerdo con la normativa establecida por la norma INEN 2266, la cual establece las condiciones de almacenamiento necesarias para garantizar la seguridad de las personas y del ambiente.

Riesgos exógenos

Los riesgos exógenos que existen en la planta de beneficio Hermanos Franks se detallan en la siguiente Tabla:

Tabla 8

Riesgos exógenos identificados y nivel de amenaza en la planta de beneficio Hermanos Franks

Riesgo Natural	Nivel de Amenaza	Grado
Riesgo sísmico	Alto	0-3, grado 2
Riesgo de tsunami	Bajo	0-2, grado 0
Riesgo volcánico	Bajo	0-3, grado 0
Riesgo de deslizamiento y derrumbe	Alto	0-3, grado 2
Riesgo de inundaciones	Medio	0-3, grado 1
Riesgo de sequía	Medio	0-2, grado 1

Es evidente que los riesgos sísmicos, de deslizamiento y derrumbe son la principal amenaza de origen natural para el Cantón Portovelo, donde se llevan a cabo las actividades de la planta de beneficio. Estos riesgos se consideran de nivel ALTO, seguidos muy de cerca por los riesgos de inundaciones y sequías. Es importante, por lo tanto, considerar medidas adecuadas durante la ejecución del proyecto, especialmente en cuanto a la seguridad, para hacer frente de manera efectiva a la eventualidad de cualquiera de estos eventos.

2.1.14. Impactos generados

Los impactos son cambios o alteraciones que se dan en el medioambiente por las actividades que se generan en la industria minera y estos pueden causados de manera directa o indirecta. Estos impactos provocan degradación de recursos naturales como es el suelo, aire, agua (Montaño, 2021). Se necesita conocer los componentes que integran el medio ambiente que son:

- **Medio abiótico o físico:** se considera todos los elementos que componen el lugar donde habitan los seres vivos, estos son el agua, la luz, el suelo, la humedad y el aire (Bertran et al., 2017).
- **Medio biótico:** se considera al conjunto de las especies de plantas, animales y otros organismos vivos (Bertran et al., 2017).
- **Medio socioeconómico:** son las condiciones sociales, histórico-culturales y económicas de la población (Bertran et al., 2017).

Figura 11

Componentes que integran al medio ambiente



Nota. (Bertran et al., 2017).

Tabla 9

Impactos ambientales generados por minerías artesanales

No.	Componentes	Impactos generados
1	Agua	- Contaminación de efluentes, debido a la utilización o derrames de metales pesados, los mismos que son utilizados en el proceso de minería.
		- Acidificación del agua en el área de explotación por oxidación de sulfuros.
		- Contaminación del agua debido a la lixiviación de metales pesados.
2	Aire	- Generación de gases tóxico, debido a la fundición de los metales utilizados en las minerías.
		- Generación de polvos, provocados por las maquinarias pesadas.
		- Incremento de la contaminación sonora debido por el empleo de voladuras.
		- Alteración de la calidad del aire por incremento de material particulado.
3	Suelo	- Daños por erosión y deforestación
		- Hundimiento y deslizamiento del terreno, debido a los movimientos de masa provocados por la actividad minera.
		- Modificación de la topografía, esto se origina por la carencia de diseño de mina adecuado.
		- La remoción de la capa orgánica y la usencia de medidas de manejo tanto de la capa removida, como de los estériles producidos.
4	Flora	- Pérdida de la vegetación autóctona
		- Pérdida de la cobertura vegetal por el desbroce realizado por el destape de la mina y por la creación de las vías de acceso.
		- Pérdida de los árboles, debido a la deforestación
		- Fragmentación de los ecosistemas
5	Fauna	- Pérdida de fauna silvestre, debido a la alteración del hábitat.
		- Alteración de la fauna debido al desmonte en exceso.
		- Desplazamiento de la fauna.
		- Migración de las especies propias del lugar, debido al ruido provocado por las maquinarias (Ver Figura 6).
6	Salud	- Silicosis, debido a la exposición de polvos
		- Intoxicación por inhalación de mercurio y otros químicos.
		- Daños a la columna, debido al esfuerzo excesivo provocado por trabajos y equipos inadecuados.
		- Provocan enfermedades ya que las minerías favorecen a la proliferación de enfermedades transmitidas a través del consumo de agua, como la malaria y la esquistosomiasis.
		- Provocan la muerte de los mineros, debido al desprendimiento del suelo, falta de ventilación y uso inapropiado de explosivos.

Nota. (García Hinojosa, 2016).

2.2. Análisis comparativo

Las definiciones descritas corresponden a los aspectos claves identificados y relacionados con las magnitudes objeto de estudio. El presente trabajo tiene como objetivo proponer un EIA y PMA aplicado a la planta de beneficio Hermanos Franks ubicada en la ciudad de Portovelo-Ecuador. Además de la gestión de los impactos ambientales que genera la operación productiva, se busca dar cumplimiento a la normatividad relacionada con la gestión de la calidad ambiental. La Tabla 10 muestra el análisis comparativo de las definiciones.

Tabla 10

Análisis comparativo de variables en estudio

Tema	Autores	Definición	Comentario
Impacto Ambiental	(Loustaunau Mónica, 2014)	“Cualquier modificación del Medio Ambiente, sea adversa o beneficiosa, como resultado total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.”	La definición enfatiza en las modificaciones o cambios que se producen al medio ambiente.
	(Vargas Luis, 2020)	“Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total el biótico, abiótico y o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.”	El concepto hace referencia a las alteraciones que se producen en los medios en específico, como el biótico, abiótico y socioeconómico y las repercusiones que se producen en estos.
	(Mena, 2009)	“El impacto ambiental es definido como cualquier cambio que se produce en el medio ambiente, de manera adversa o beneficiosa, que es resultante de todo o en parte de las actividades y productos del ser humano; y que se debe a aspectos que interactúan con el medio ambiente, constituyendo a su vez los elementos que se deben evaluar y controlar, cada vez que pueden provocar un impacto negativo en el aspecto ambiental y social.”	El autor prioriza el concepto como el cambio o alteraciones que se producen al ambiente. Cabe recalcar, que detalla los elementos que se deben analizar para establecer correctamente un impacto ambiental.
	(Sanango, 2018)	“Cualquier efecto que altere de manera directa al medio ambiente.”	Este concepto detalla las consecuencias directas de las actividades realizadas por el hombre sobre el medio ambiente.
	(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018)	“Es aquella transformación que sufre el medio ambiente a causa de la intervención del humano, o de la propia naturaleza.”	Se detallan los cambios y factores que causan daños al medio ambiente, según sean los impactos.

2.3. Análisis crítico

Para la realización del estudio es fundamental la implementación de un esquema de investigación, ya que las plantas de beneficio minero son proyectos cada vez más rentables, debido a los grandes beneficios que generan. Es fundamental que este estudio se aplique correctamente, de acuerdo con las leyes y reglamentos que están establecidos para el debido resguardo del medio ambiente.

Además, los diversos procesos mineros y de explotación también generan impactos significativos en los demás elementos del medio ambiente, como la erradicación de la vegetación, la extracción de importantes volúmenes de suelo, la modificación del relieve del terreno y de los regímenes de escorrentía, la pérdida de ecosistemas silvestres, la contaminación de la atmósfera, entre otros.

Los impactos ambientales requieren la aplicación de un conjunto de medidas para mitigar, corregir y evitar los efectos adversos. Estas medidas, si no se utilizan correctamente, pueden generar impactos contaminantes que pongan en peligro la explotación, la salud de los empleados y de los habitantes cercanos, y el medio ambiente.

Para determinar los principales puntos de la gestión ambiental, y que están relacionados con la minería del oro, se puede utilizar un método correcto para resolver los problemas mencionados anteriormente, y buscar o crear formas nuevas de explotación en lo que respecta a la minería a cielo abierto.

CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL

3.1. Reseña histórica

En Ecuador, las provincias con mayor desarrollo minero son: Esmeraldas, El Oro, Zamora, Napo, Morona Santiago, extrayendo generalmente minerales metalúrgicos, no metalúrgicos y materiales para la construcción. La provincia con el mayor porcentaje de extracción es El Oro con el 85%, con una gran presencia en la historia minera del país (Sandoval, 2001).

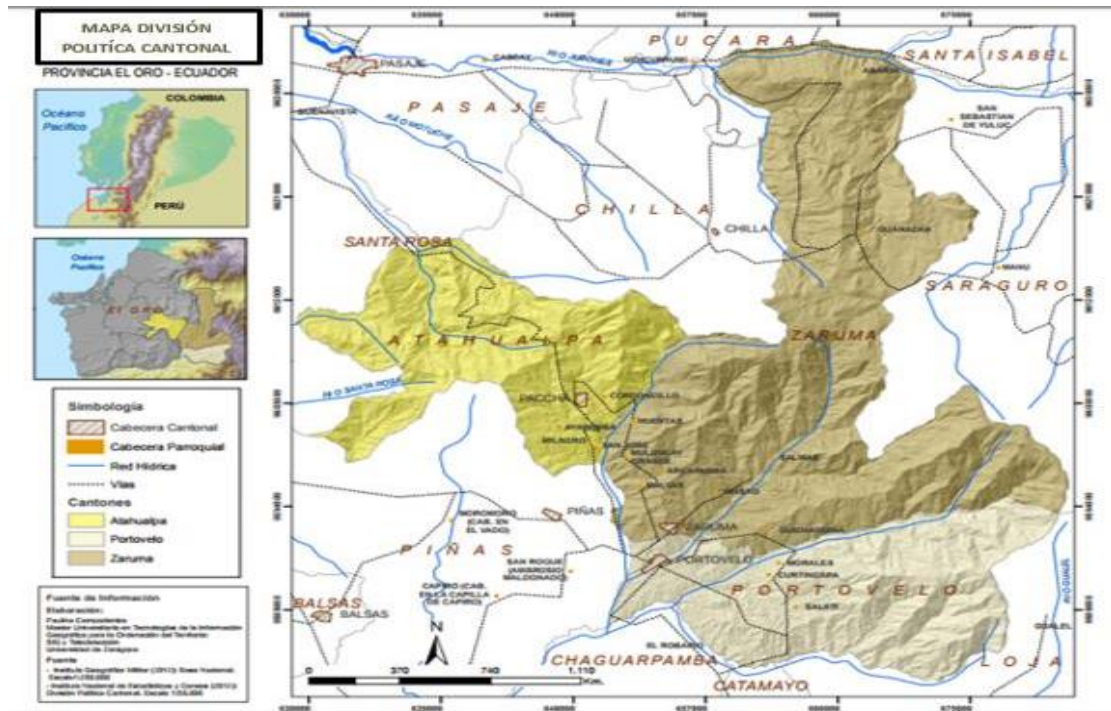
La ARCOM (Agencia de Regulación y Control Minero) tiene un total de 92 concesiones mineras registradas en la región que va desde Zaruma hasta Portovelo, incluyendo los cantones cercanos. Además, la agencia ha explorado 65 kilómetros de galerías. Según Paucar (2017), una mina es un tipo de túnel que acompaña a la veta, que es un yacimiento de mineral (como oro, plata o cobre) adosado a las rocas. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos, la provincia de El Oro tiene la mayor cantidad de personas que ejercen la actividad minera y de canteras en Ecuador, concentrándose en los cantones de Portovelo y Zaruma. La actividad minera es una fuente importante de ingresos para los habitantes de la provincia, y es esencial que se desarrolle de manera responsable y en armonía con el medio ambiente.

La zona 7 abarca las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, que comparten una frontera con Perú. Como se puede ver en la Figura 9, los yacimientos mineros de Pasaje, Santa Rosa y Zaruma-Portovelo son contiguos y representan los asentamientos mineros más antiguos del país. Esta área se conocía tradicionalmente como "el sitio minero", un término utilizado para hacer referencia a los lugares de extracción de oro en el país. Los yacimientos mineros de la provincia de Loja (Cariamanga y Celica) y los yacimientos mineros de Zamora (Chinapintza, Chito, Nambija y Nangaritzza) están muy dispersos, lo que plantea dificultades tanto para la

obtención del mineral como para las actividades de explotación, extracción y transformación.

Figura 12

Sitios mineros de la zona 7 del MAPE – El Oro, Loja y Zamora Chinchipe



Las plantas de beneficio de minerales son aquellas que se encargan de procesar el material aurífero existente en las arenas o en los relaves, explotados en las zonas mineras para posteriormente ser trasladados a las plantas encargadas de la obtención del oro. Las plantas de beneficio de minerales producen una gran variedad de emisiones al no contar con recursos tecnológicos modernos, perjudicando a las actividades laborales y repercutiendo en los aspectos bióticos y abióticos de las inmediaciones de estas plantas, lo que provoca el incumplimiento de la normativa legal vigente.

La planta de beneficio de Hermanos Franks está ubicado en el sector de El Pache, a la derecha de la carretera Portovelo-Piñas. Las instalaciones se utilizan en alquiler para el procedimiento de trituración y molienda, así como para los relaves y las arenas.

La planta de beneficio se utiliza también para el tratamiento de relaves de propiedad del Sr. Rutilo Franco.

Figura 13

Ubicación de la planta de beneficio Hermanos Franks

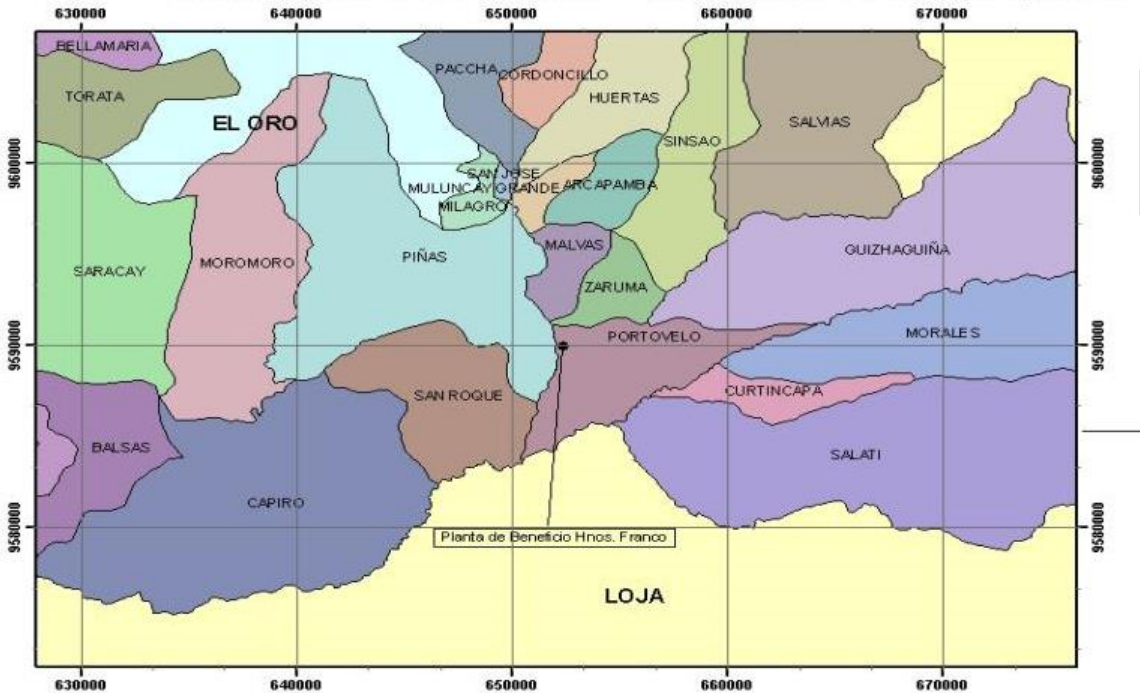


Figura 14

Imagen satelital de la planta de beneficio Hermanos Franks

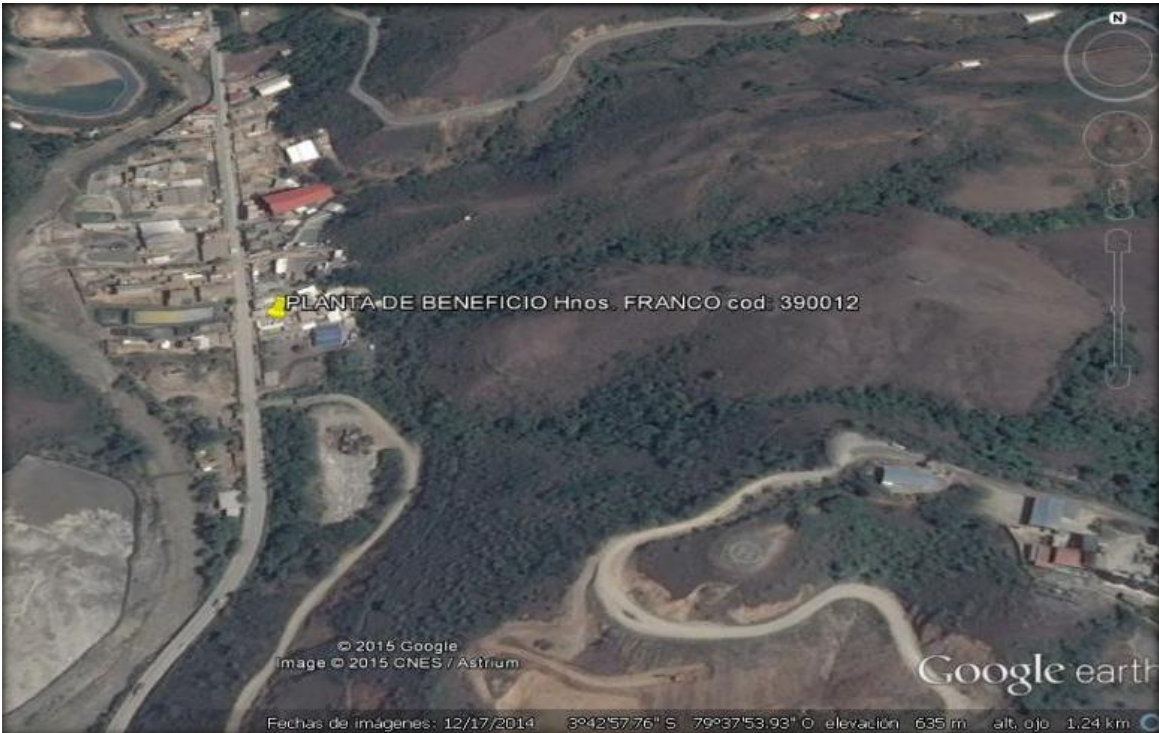


Figura 15

Vista panorámica de la ciudad de Portovelo



En la parte alta de la provincia de El Oro, especialmente en los cantones de Portovelo y Zaruma se realizan actividades mineras y metalúrgicas por sus beneficios económicos. Así, la población destinada a estas labores aprende las técnicas de explotación y procesamiento de los minerales de las vetas para la obtención de oro, plata y sus concentrados.

El Sr. Rutilo Manuel Franco, desarrolla sus labores económicas en el sector minero y por ello se ha dedicado a la explotación de plantas de beneficio para el procesamiento de relaves que aún mantienen oro.

El proyecto comenzó el 10 de julio de 1997, en ese momento era una asociación, la cual se disolvió y el señor Rutilo Franco quedó como el único propietario. El inicio de actividades empezó con el sistema de percolación y recuperación de oro en canastas de viruta de zinc, posteriormente se instaló un módulo de lixiviación con agitación en tanques y recuperación de oro con viruta de zinc y en la actualidad cuenta con 5 módulos de lixiviación con cianuro y agitación mecánica, con la recuperación de oro

con viruta de zinc. También se ha implementado el otro sistema de lixiviación con la agitación y la recuperación con carbón activado en dos tanques de agitación.

La planta de Hermanos Franks está regularizada y legalizada, lo que significa que se han realizado los informes y los estudios exigidos por la normativa minera y la normativa medioambiental.

Disponer de una licencia ambiental conlleva la obligación y el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y permite demostrar que las operaciones o los trabajos que se van a realizar cuentan con PMA para prevenir, mitigar o reparar los eventuales impactos.

Tabla 11

Datos de la planta de beneficio Hermanos Franks

Denominación del proyecto	"Planta de beneficio Hermanos Franks"	
Código	390012	
Fase minera	Planta de beneficio	
Coordenada UTM	X	Y
PSAD 56	652388	9589961
	652480	9589979
	652485	9589950
	652392	9589934
Superficie	0.26 Ha	
	Parroquia: Portovelo	
Ubicación geográfica	Cantón: Portovelo	
	Provincia: El Oro	
	Sector: El Pache	

Respecto a la que se conoce de la planta de beneficio se tiene lo siguiente:

- Se han registrado resultados favorables y actualmente se ha instalado una planta de agitación y recuperación con carbón activado de menor escala. Esta planta tiene como objetivo brindar servicios de procesamiento de desechos que

contienen oro.

- El proceso inicial de la planta se centra en la trituración y molienda del mineral. Para llevar a cabo estos procedimientos con eficacia, se llevan a cabo las siguientes tareas: trituración del mineral, molienda en trapiches chilenos y recuperación de forma gravimétrica mediante el uso de bayetas en los canalones.
- Los módulos de lixiviación con cianuro llevan a cabo eficientemente las siguientes etapas: lixiviación de residuos que contienen oro mediante el uso de cianuro, precipitación de la solución cianurante en virutas de zinc, recirculación de soluciones, secado de la viruta de zinc con oro, fundición del oro y refinación mediante la utilización de ácidos en caliente, y la fundición del oro refinado para su comercialización. Los resultados obtenidos son satisfactorios, con una tasa de recuperación del 90% del oro presente.
- Para la lixiviación con cianuro, la adsorción del oro mediante el uso de carbón activado lleva a cabo de forma eficiente los siguientes procesos: Lixiviación de residuos que contienen oro mediante el uso de cianuro en dos agitadores, adsorción del oro mediante el carbón activado, recolección del carbón activado impregnado de oro a través de una criba, y posterior tratamiento del carbón recolectado en otras empresas para llevar a cabo el proceso de elución.
- La planta de beneficio Hermanos Franks genera ingresos que contribuyen al progreso del proyecto y al desarrollo personal y del sector minero. Proporciona servicios metalúrgicos a los pequeños mineros y mineros artesanales que no tienen la capacidad de establecer su propia pequeña planta de beneficio.

3.2. Filosofía organizacional (misión, visión, valores)

3.2.1. Misión

En la concesión minera Hermanos Franks nos caracterizamos por la capacidad de identificar oportunidades que consigan aumentar los recursos, las reservas y llevar a cabo los proyectos necesarios para mantener la rentabilidad y las tasas de crecimiento.

3.2.2. Visión

Ser una concesión líder e innovadora en la extracción y el beneficio de minerales oro-polimetálicos, brindando productos de gran calidad, realizando innovaciones permanentes, logrando los más altos niveles de seguridad y medio ambiente, colaborando con el desarrollo sustentable de las poblaciones aledañas a nuestras explotaciones.

3.2.3. Valores

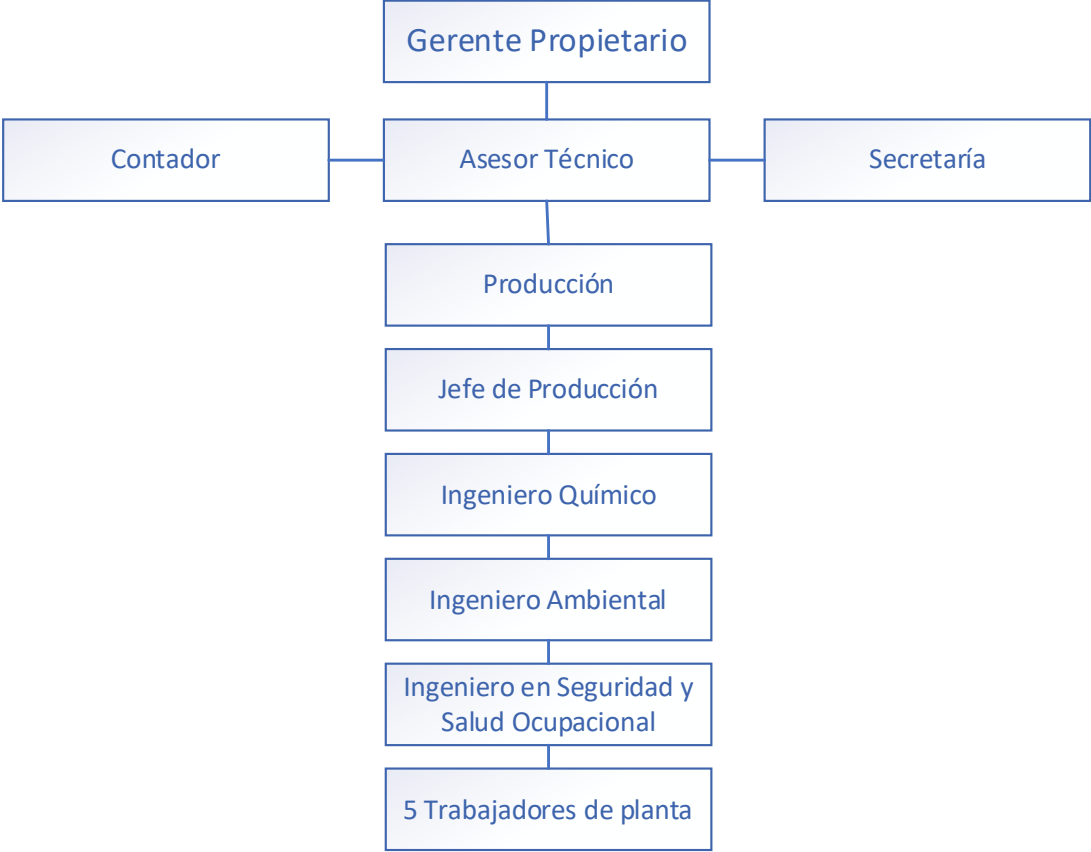
- Trabajo en equipo.
- Compromiso.
- Respeto.
- Responsabilidad
- Solidaridad.

3.3. Diseño organizacional y composición de la empresa

La planta de beneficio Hermanos Franks está compuesta por la siguiente organización.

Figura 16

Organigrama estructural de la planta de beneficio Hermanos Franks.



Una vez elaborado el organigrama estructural, se realizará la descripción de las funciones de cada puesto de trabajo. Los mismos que se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12*Funciones de cada puesto de trabajo*

Puesto de trabajo	Funciones
Gerente Propietario	<ul style="list-style-type: none">- Fijar los objetivos de la organización.- Dirigir y evaluar la gestión del personal.- Realizar análisis y estudios en beneficio de la organización.- Cumplir con las normativas ambientales.- Velar por el cumplimiento de las leyes tributarias, ambientales, laborales.
Secretaria	<ul style="list-style-type: none">- Tomar llamadas de clientes y proveedores.- Realizar pago de servicios básicos.
Contador	<ul style="list-style-type: none">- Llevar en orden el registro económico y financiero de la organización.
Asesor Técnico	<ul style="list-style-type: none">- Responsable en la parte técnica y de la producción de la planta de beneficio.
Jefe de producción	<ul style="list-style-type: none">- Gestionar las actividades operacionales.- Gestionar los pedidos de los proveedores.- Cumplir con los pedidos de los clientes.- Supervisar las labores operativas.
Ingeniero químico	<ul style="list-style-type: none">- Ejecutar procesos químicos en la planta de beneficio.- Utilizar químicos autorizados para la labor de minería.
Ingeniero ambiental	<ul style="list-style-type: none">- Realizar la gestión eficiente de procesos químicos.- Supervisar que se cumplan las leyes ambientales.- Dar cumplimiento al sistema de gestión ambiental.
Ingeniero en seguridad y salud ocupacional	<ul style="list-style-type: none">- Supervisar las normas de seguridad ocupacional.- Incentivar la cultura preventiva en los trabajadores.
Trabajadores de planta	<ul style="list-style-type: none">- Realizar las labores que están a su cargo.- Velar por cumplir con las normas ambientales señaladas por la gerencia y el administrador.- Advertir al administrador sobre algún derrame o desastre para aplicar el plan de contingencia.

3.4. Requerimiento de insumos

- Materiales:
 - (Cianuro, Cal, Bórax, Ácido Nítrico, Zinc, carbón activado), para la refinación del Oro.
 - (Cemento, hierro, suelda) para la construcción de nuevas oficinas, baños, etc.
- Electricidad: Red pública del sistema interconectado.
- Agua: Del sistema de agua potable del Municipio de Portovelo.
- Combustibles: Diesel para el horno de fundición, gas industrial oxígeno para la fundición.
- Reactivos: Cianuro, Cal, bórax, ácido nítrico.
- Otros: Electrodo para sueldas.

En la Tabla 13 se adjunta un detalle de equipos, con sus debidas especificaciones.

Tabla 13

Detalle de los equipos empleados en la planta de beneficio Hermanos Franks

Cantidad	Especificaciones	Motor (HP)
2	Trituradora de mandíbulas	20
3	Molinos de arrastre "Chilenos"	15
2		20
3	Cilindros amalgadores "Molino de barras"	7
5	Tanques de agitación "Viruta de Zinc"	10
2	Tanques de agitación "Carbón Activado"	20
2	Cribas separación carbón de la pulpa	1
1	Bomba de sólidos	11
1	Bomba de sólidos	20
4	Bomba de solución	2
1	Bomba de recirculación	5

3.5. Productos y/o servicios

Los resultados obtenidos han sido positivos y a la fecha se ha implementado una pequeña planta de agitación y recuperación con carbón activado, que sirve para prestar servicios de procesamiento de relaves conteniendo oro.

El primer proceso de la planta es la trituración y molienda para lo cual se realiza eficientemente los siguientes procesos: trituración del mineral, molienda en trapiches chilenos, recuperación gravimétricamente en los canalones utilizando las bayetas.

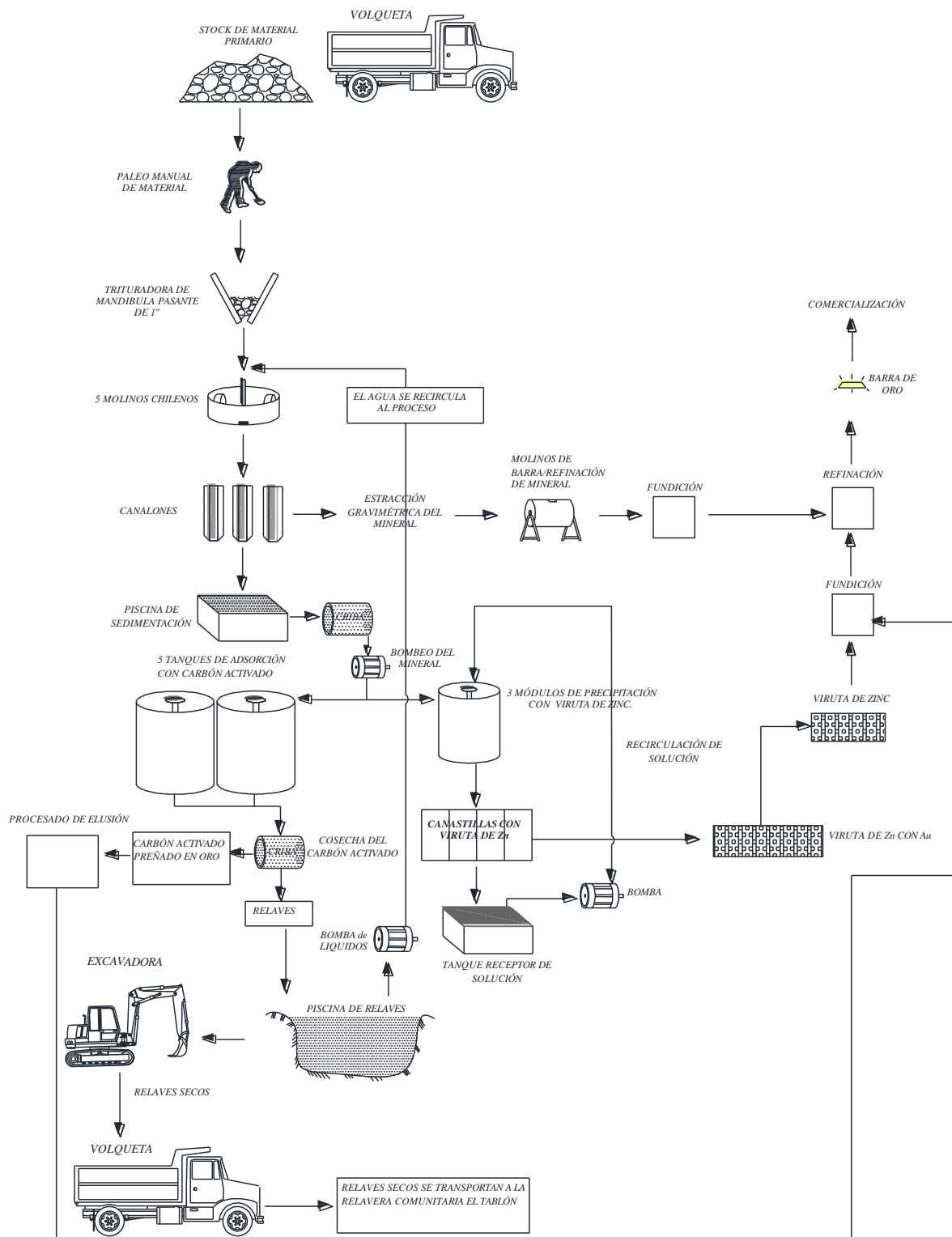
Los módulos de lixiviación con cianuro realizan eficientemente los siguientes procesos: lixiviación de relaves conteniendo oro con cianuro, precipitación de la solución cianurante en viruta de zinc, recirculación de soluciones. Secado de la viruta de zinc con oro, fundición, limpieza y refinación del oro con ácidos en caliente y fundición del oro refinado para comercializarlo. Los resultados indican una recuperación del 90% del oro libre, que comparado con valores actuales del mercado son muy positivos, puestos que estos van en torno del 70% al 80%.

Para la lixiviación utilizando cianuro para la absorción del oro, con el carbón activo realizan también eficientemente los siguientes procesos: lixiviación de relaves contenido oro con cianuro en dos agitadores, adsorción del carbón activado, cosecha del carbón activado preñado de oro a través de una criba, el carbón cosechado es tratado en otras empresas para el proceso de la elución.

La Planta beneficio Hermanos Franks, genera ingresos que permiten seguir adelante en el proyecto con miras al desarrollo personal y del sector minero. Presta servicios metalúrgicos a los pequeños mineros y mineros artesanales que no están en capacidad de instalar una pequeña planta.

Figura 17

Diagrama de flujo de la planta de beneficio Hermanos Franks



3.6. Descripción detallada y caracterización de los procesos que se realizan en la planta de beneficio.

- **Trituración**

Durante la fase de trituración, la planta está equipada con dos trituradoras de mandíbulas que pueden manejar hasta 2 toneladas por día. El objetivo de esta etapa es reducir el tamaño del material de entrada a un diámetro adecuado para la siguiente fase del proceso, la molienda.

Figura 18

Proceso de Trituración



- **Molienda**

Para esta fase cuenta con 5 molinos tipo chilenos de 2 ruedas de 2.6m de alto por 2m de diámetro con una capacidad operativa de 8 Ton/día cada molino impulsado por un motor eléctrico de 15Hp, en este proceso el material que ingresa de la fase de trituración se lo realiza en medio húmedo en donde los molinos reducen el tamaño hasta un diámetro de malla 80.

Figura 19

Proceso de Molienda



- **Gravimétrico**

El proceso gravimétrico implica que el material molido por los molinos chilenos es tamizado a través de una malla con un diámetro de 80 y concentrado en canalones de hormigón. Los paños de lana retienen el material más denso, formando el concentrado gravimétrico que luego se somete a un proceso de refinamiento en la zona de los molinos de barras. El material más fino se deposita en las piscinas de sedimentación y se transporta a los tanques de cianuración mediante bombas de sólidos.

Figura 20

Proceso de Gravimétrico



- **Molino de Barras**

La Planta de Beneficio está equipada con 3 molinos de barras utilizados en el proceso de refinación. Este proceso implica transferir el material retenido en los molinos chilenos a un tanque cilíndrico (molino de barras), donde se refina mecánicamente durante una hora para obtener un material más refinado.

Figura 21

Proceso de Molino de Barras



- **Cianuración**

La instalación de procesamiento de cianuración incluye siete tanques específicamente diseñados para este proceso. De estos, cuatro son tanques de metal que pueden manejar hasta 9 toneladas por proceso y se utilizan para la recuperación con carbón activado. Los tres tanques restantes están hechos de hormigón y tienen una capacidad operativa de 5 toneladas por proceso, y se utilizan para la recuperación con viruta de zinc.

El procedimiento de cianuración implica el transporte de los residuos mineros mediante un sistema de bombeo hacia los tanques de cianuración. En este proceso, se agrega agua para crear una pulpa, así como una cantidad adecuada de cianuro de sodio. Además, se incorpora cal P-24 para ajustar el pH a un nivel óptimo para el procesamiento.

Para el proceso de recuperación con carbón activado, se agrega una cantidad adecuada de carbón activado al concentrado de mineral, y luego se agita durante un tiempo determinado. Posteriormente, el material se somete a una criba que separa el carbón de las arenas. En cambio, en el proceso de recuperación con viruta de zinc, las virutas se calcinan en un horno al aire libre para producir un polvo de color café oscuro.

Figura 22

Proceso de Cianuración



- **Elusión**

En el proceso de recuperación de oro atrapado por carbón activado en la Planta de Beneficio, se realiza la desorción del oro utilizando una solución conocida como Stripp (una mezcla de cianuro de sodio, alcohol y NaOH) a altas temperaturas. Esta solución se bombea a la base del reactor que contiene el carbón activado cargado de oro, y a través de la presión generada en el sistema, la solución fluye a través de todas las torres de carbón, disolviendo el oro en el proceso. Luego, el oro disuelto se recupera a través de un proceso llamado electrodeposición en una celda electrolítica, lo que se lleva a cabo en un circuito cerrado entre el caldero, la bomba, el reactor y la celda.

Los procesos de elución suelen durar entre 48 y 72 horas en relación a la recuperación de oro atrapado en el carbón activado. Una vez que se completa la elución, se realizan análisis de oro en la solución mediante la técnica de absorción atómica.

Figura 23

Proceso de Elusión



- **Fundición**

La Planta de Beneficio Hermanos Franks dispone de un horno para llevar a cabo el proceso de fundición del mineral. Este proceso implica colocar el metal en un crisol de grafito junto con bórax y fundirlo a alta temperatura, lo que resulta en la obtención de una barra de DORE.

Figura 24

Proceso de Fundición



3.7. Descripción de los procesos.

- **Tonelaje a tratar:** 50 Ton/día.
- **Cantidad de agua utilizada y reutilizada:** 200 m³/mes
- **Reactivos usados en el proceso:** Acetato de Plata, Cal, Cianuro y Ácido Nítrico el bórax en el proceso de fundición, soda caustica.
- **Productos finales:** Oro-Plata
- **Productos Intermedios:** No se benefician.
- **Residuos Sólidos:** 800 TM de relaves secos/ en 1 mes.

- **Residuos en Pulpa (flotación):** 0 Ton
- **Residuos Líquidos:** No, porque hay recirculación diferenciada.
- **Residuos Gases:** No existen son recuperados por la retorta o por la Sorbona.
- **Proceso continuo o en batch:** Batch
- **Grado de ocupación de la planta:** 100%

3.8. Análisis DAFO

Debilidades

- Escasez de personal para realizar tareas de inspección y control medioambiental.
- Unidad de medio ambiente diluida en la jerarquía del área de seguridad e higiene industrial.
- Falta de jerarquía organizativa de la unidad medioambiental, lo que impide la pronta y completa adopción de recomendaciones y planes de mejora.
- La planta no cuenta con profesionales cualificados en medio ambiente.
- Reducida aplicación de planes de gestión ambiental.
- Procesos productivos con bajos estándares de calidad.

Amenazas

- Competencia fuerte en el ámbito local, al existir varias plantas de beneficio con prestaciones similares.
- Competencia innovadora, puesto que algunas plantas cuentan con máquinas y dispositivos tecnológicos recientes.
- Ingreso a mercados empresas con mayor capacidad operativa.
- Existencia de una mayor organización de algunas empresas competidoras.
- Perder competitividad en el mercado, baja de demanda del servicio.

- Bajo interés por parte de las comunidades.

Fortalezas

- Infraestructura y equipos propios con la perspectiva de ser modernizados.
- Capacidad económica para realizar las mejoras necesarias.
- Los profesionales responsables de las actividades medioambientales cuentan con la suficiente experiencia y formación para llevar a cabo una gestión medioambiental efectiva y mejorada.
- Las condiciones de la concesión minera indican la importancia de una gestión medioambiental eficaz y efectiva.

Oportunidades

- Apoyo de parte de las comunidades vecinas a la concesión minera.
- Existe una buena relación técnica y de respeto entre los inspectores medioambientales y la empresa.
- Apoyo del gobierno al sector minero.
- Leyes ambientales vigentes para el control de las actividades productivas de las empresas.
- Concientizar desde la alta dirección la importancia de contar acciones que minimicen el impacto al medio ambiente por las actividades de la planta de beneficio.
- La planta tiene instalado los siguientes equipos de operación:

Tabla 14*Capacidad de la planta instalada y de operación*

Equipo	Cantidad Nro.	Capacidad Fabricante (c/u)	Capacidad Fabricante Total	Capacidad Operativa actual (c/u)	Capacidad Operativa actual total
Trituradoras de mandíbulas	2	2 ton/día	4 ton/día	2 ton/día	4 ton/día
Molinos chilenos	5	8 ton/día	40 ton/día	8 ton/día	40 ton/día
Agitadores con carbón	4	10 ton/proceso	40 ton/proceso	10 ton/proceso	40 ton/proceso
Agitadores con viruta	3	5 ton/proceso	15 ton/proceso	5 ton/proceso	15 ton/proceso
Molino de barras	3	100 Kg	300 Kg	100 Kg	300 Kg
Torres de elución	1	1000 Kg	1000 Kg	1000 Kg	1000 Kg
Sorbona	1	-	-	-	-
Retorta	1	-	-	-	-
Horno	1	-	-	-	-

3.9. Estrategia FODO- FADA

- **Estrategia FO (Fortalezas y Oportunidades):** Explotar los puntos fuertes internos de la compañía para aprovechar las oportunidades del mercado podría involucrar hacer uso de su capacidad económica. En este caso, se podría invertir en mejoras necesarias en la gestión del medio ambiente y la infraestructura, y aumentar la conciencia desde la dirección superior sobre la importancia de minimizar el impacto ambiental. De esta forma, la empresa puede aprovechar las leyes ambientales vigentes y el apoyo gubernamental para el sector minero
- **Estrategia DO (Debilidades y Oportunidades):** Afrontar las limitaciones internas de la compañía para aprovechar las oportunidades del mercado implicaría abordar la falta de estructura jerárquica en la unidad medioambiental y la carencia de expertos cualificados en el área, de manera que se pueda aprovechar el apoyo de

las comunidades vecinas a la concesión minera, así como la relación técnica y de respeto mutuo que existe entre la empresa y los inspectores medioambientales.

- **Estrategia FA (Fortalezas y Amenazas):** Aplicar las fortalezas internas de la compañía para hacer frente a las amenazas del mercado podría involucrar el aprovechamiento de la infraestructura y los equipos existentes para actualizar los procesos de producción y elevar los niveles de calidad. De esta manera, la empresa estaría preparada para enfrentar tanto a la competencia fuerte como a la competencia innovadora.
- **Estrategia DA (Debilidades y Amenazas):** Afrontar las limitaciones internas de la compañía para hacer frente a las amenazas del mercado podría implicar abordar la falta de personal para llevar a cabo tareas de inspección y control medioambiental, y la situación de la unidad medioambiental dentro de la jerarquía del área de seguridad e higiene industrial. De esta forma, se podría minimizar el impacto de la competencia fuerte y la competencia innovadora.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Marco Metodológico

4.1.1. Tipo y diseño de estudio

En este trabajo de investigación se abordarán los temas de PMA y EIA, los mismos que permiten identificar los impactos negativos que existen en la planta de beneficio minero Hermanos Franks, la cual es catalogada como pequeña minería y es una muestra de estudio para plantas con características similares. Se aplicará la metodología documental, que consiste en recopilar información de fuentes bibliográficas como planes de manejo ambiental (PMA), normas, reglamentos, estatutos, leyes, legislación vigente, trabajos de grado, tesis, publicaciones científicas

y académicas, entre otros. Después de la fase de investigación, se definirá el alcance del proyecto, los objetivos y las bases teóricas. A continuación, se procederá a obtener información de la planta de beneficio Hermanos Franks ubicada en el cantón Portovelo, provincia de El Oro, Ecuador. Finalmente, se procederá al análisis para la preparación tanto del EIA como del PMA.

4.1.2. Población

La planta de beneficio minero Hermanos Franks cuenta con una población de cuarenta y cinco trabajadores, distribuidos en las diferentes unidades administrativas y operativas que conforman la estructura. Adicional a ello, la planta cuenta con un equipo técnico de dieciocho profesionales, entre ingenieros civiles, ingenieros industriales, ingenieros de minas, ingenieros geólogos e ingenieros químicos, entre otros; para realizar las entrevistas y participar en las sesiones del equipo de trabajo.

4.1.3. Muestra

Para este trabajo de investigación se trabajará con la toma de decisiones de la empresa, que corresponde a siete trabajadores ubicados en las jefaturas de departamentos y secciones del ingenio con el fin de conocer más a fondo el trabajo realizado por la planta.

4.1.4. Instrumento

La recopilación de información técnica y operativa sobre los procesos de la planta de beneficio minero y sus impactos ambientales se regirá de acuerdo con los siguientes instrumentos:

- **Entrevistas:** Se realizarán entrevistas con directivos, ingenieros y demás personal técnico y administrativo para recabar toda la información posible de la

planta de beneficio.

- **Revisión documental:** La revisión documental implica la recolección y la revisión de los documentos informativos y de trabajo de la planta de beneficio (los procesos de negocio, los procesos de contratación, las normas, los planes, los estudios de impacto ambiental, entre otros).
- **Sesiones de trabajo:** Las sesiones de trabajo comprenden tanto reuniones presenciales como virtuales con los directivos principales de la fábrica, a fin de determinar apropiadamente tanto del EIA como del PMA.

4.2. Resultados (Según objetivos)

Identificación del área de influencia y de las zonas sensibles

El área de influencia se define como la zona territorial en la que se experimentan los impactos socioambientales actuales y potenciales, que surgirán debido a la implementación de las diversas actividades de la planta de beneficio minero.

4.2.1. Área de influencia

4.2.1.1. Parámetros para definir la región de influencia

Debido a la existencia de distintas variables socioambientales en el proyecto, es importante delimitar tanto el área de influencia directa como indirecta del proyecto, así como las instalaciones y procesos que interactúan en la zona afectada. Esta subdivisión permitió entender y analizar de manera más clara la situación ambiental en el área.

Se define como zona de influencia directa del proyecto el área física en la que las actividades relacionadas con el proyecto impactan de forma directa en los elementos ambientales de la región, tomando en cuenta tanto los impactos importantes como los menos significativos en cuanto a su magnitud e intensidad.

El área de influencia indirecta del proyecto es aquella donde se generan impactos indirectos, es decir, aquellos que suceden en un lugar diferente al de la acción que originó el impacto ambiental.

4.2.1.2. Metodología

Con el fin de identificar las áreas de influencia pertinentes, se evaluarán tres criterios vinculados al ámbito geográfico, las condiciones ambientales preexistentes y el grado de las perturbaciones ocasionadas por el funcionamiento de la planta de beneficio Hermanos Franks. Se han considerado los siguientes factores para definir el área de influencia del proyecto:

- **Límite del proyecto:** Está determinado por su periodo de desarrollo, tanto en términos de espacio como de tiempo. En este sentido, la escala espacial se restringe al entorno natural donde se lleva a cabo, mientras que la escala temporal considera el tiempo necesario para su ejecución y finalización.
- **Límites espaciales y administrativos:** Están referidos a los límites legales y administrativos donde se desarrollará el caso de estudio. El mismo que se desarrolla, en la provincia de El Oro, cantón Portovelo y parroquia Portovelo.
- **Límites ecológicos:** Se determinan por escalas temporales y espaciales, y no se limitan a la zona de influencia en donde los impactos son inmediatamente evidentes, sino que se extienden más allá, dependiendo de los impactos potenciales que un proyecto pueda generar.

Se entiende que el área de influencia ambiental se compone de dos zonas: la de influencia directa y la de influencia indirecta.

Se determinarán las áreas sensibles tomando en cuenta los resultados del diagnóstico ambiental, con el objetivo de identificar zonas con características físicas, biológicas o sociales que demanden un manejo específico.

4.2.1.3. Área de influencia directa

El área de influencia directa se refiere al espacio físico donde se ejecutan las actividades del proyecto y donde se producen los impactos más inmediatos y directos sobre el medio ambiente y la sociedad. Esta área se determina en función de las características físicas, bióticas y socioeconómicas-culturales del entorno más próximo al proyecto y que son susceptibles de sufrir algún tipo de impacto ambiental.

La zona directamente impactada por las actividades del proyecto es el área de influencia directa, que sufrirá la presencia de ruido y la emisión de materiales provenientes de la trituración y la carga de sustancias químicas en tanques. Como resultado, el principal componente ambiental afectado en esta zona será la calidad del aire.

La planta de beneficio se ubica en un área perturbada donde no es posible identificar especies directamente afectadas por el proceso.

Se puede considerar que la zona de influencia directa en términos del medio físico para la planta de beneficio Hermanos Franks corresponde al área que ocupa la propia planta, ya que se ha identificado que las actividades y elementos presentes en la misma tienen un impacto específico en ese espacio.

4.2.1.4. Área de influencia indirecta

La zona de influencia indirecta es el área que podría ser afectada por las actividades de la planta de beneficio, pero con un grado de impacto menor en comparación con la zona de influencia directa. La definición de esta área se basó en criterios geográficos y ecológicos similares a los utilizados para la zona de influencia directa.

Desde el punto de vista físico y biótico, se ha establecido que el área de influencia indirecta

Se ha determinado que el área de influencia indirecta, en términos físicos y bióticos, se encuentra extendida en un radio de 50 metros alrededor de la planta de beneficio, teniendo como eje central el emplazamiento de las actividades de la planta de beneficio. Esta área está relacionada con el tipo de terreno, las masas y subcuencas de agua existentes y las carreteras principales.

Por otro lado, las masas de agua que rodean el área de estudio se han considerado áreas de influencia indirecta, ya que podrían alterar las características naturales de la zona.

- **Área de influencia indirecta medio físico:** Según las actividades desarrolladas en la planta de beneficio, se interpretará como la zona de impacto ambiental remota en el entorno físico que ocupa una circunferencia de 50 metros de radio se ha definido como el área de influencia indirecta para el medio físico.
- **Área de influencia indirecta medio biótico:** Utilizando los mismos estándares empleados para definir la zona de impacto ambiental remota en el entorno físico y considerando la descripción de la fauna y flora existentes en el estudio de referencia, se procedió a definir el área de influencia indirecta en términos bióticos, se ha definido que el área de influencia indirecta para el medio biótico será un área que ocupe una circunferencia de 50 metros de radio, considerando como eje central el lugar de las actividades de la planta de beneficio.
- **Área de influencia social:** En cuanto al aspecto social, el área de influencia indirecta, comprende igualmente a las poblaciones cercanas que se benefician de las propias actividades del ingenio como fuente de empleo, motor de la economía de la zona y adquisición de materiales y equipos; sin los cuales, por estar ubicado lejos de la zona, no se espera que cause daños.

El área de influencia social de la planta de beneficio Hermanos Franks es la localidad de la provincia de El Oro, cantón Portovelo, parroquia Portovelo, en la cual su población se ha visto influenciada positivamente y/o negativamente por las labores realizadas en el ingenio en estudio.

4.2.2. Sensibilidad ambiental

La capacidad de un ecosistema para resistir las perturbaciones o cambios causados por la actividad humana se define como su sensibilidad ambiental. Esta sensibilidad permite que el ecosistema alcance un estado de equilibrio dinámico que mantenga su estructura y función a un nivel tolerable sin sufrir perturbaciones drásticas.

De acuerdo con la definición de este concepto, se toma en cuenta la noción de la tolerancia ambiental, que se refiere a la capacidad del medio ambiente para resistir o asimilar modificaciones en función de su estado actual. Por consiguiente, el nivel de vulnerabilidad ambiental depende de la medida en que el ecosistema se encuentre conservado o degradado, y en particular, de la incidencia de actividades humanas.

4.2.2.1. Criterios para determinar la sensibilidad ambiental

Las áreas sensibles son espacios específicos en los cuales cualquier impacto negativo puede generar cambios importantes en las condiciones adecuadas para el ecosistema, ocasionando inestabilidad y un aumento de los riesgos en el medio físico. Además, también pueden ocasionarse la pérdida de diversidad y endemismo en el medio biótico, así como el deterioro potencial de los factores que conforman la estructura social, como las modificaciones en las condiciones de vida del medio social. Para identificar las zonas sensibles, se han establecido tres niveles de sensibilidad: alta, media y baja. Estos niveles se evalúan en los componentes físicos, bióticos y socioeconómico-culturales, y se consideran los siguientes aspectos:

Tabla 15*Componentes y aspectos sensibles para determinar la sensibilidad ambiental*

Componentes	Aspectos Sensibles
Físico	Aspectos hidrológicos, calidad de agua, bióticos y paisaje natural (principalmente), geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, climatológicos, tipos y usos de suelos.
Biótico	Flora: Cobertura vegetal, estado de conservación de las áreas, distribución de las especies, protección de microcuencas, presencia de especies vegetales endémicas o en peligro de extinción. Fauna: Abundancia, diversidad, especies raras o en peligro, sitios de congregación (comederos, saladeros, sitios de anidación y arenas).
Socioeconómico cultural	Estructura social, las relaciones sociales económicas y culturales.

Tabla 16*Estado de sensibilidad y características para determinar la sensibilidad ambiental*

Estado de Sensibilidad	Características
Sensibilidad baja	Efectos poco significativos sobre los componentes influenciados, no se producen modificaciones esenciales en las condiciones del sitio, éstas son consideradas dentro del desenvolvimiento normal del proyecto.
Sensibilidad media	El nivel de intervención transforma de forma moderada, las condiciones del sitio influenciado; sin embargo se pueden controlar con planes de manejo socio-ambiental.
Sensibilidad alta	Las consecuencias del proyecto implican modificaciones profundas sobre los componentes influenciados que dificultan el desenvolvimiento normal de la dinámica del área.

4.2.2.2. Sensibilidad física

Las zonas sensibles de la planta de beneficio se definieron utilizando criterios integrados de distintas ciencias; en cuanto al componente físico, se tomaron en cuenta aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, climatológicos, tipos y usos del suelo, y paisaje natural para su integración.

- **Sensibilidad alta:** Estas zonas son propensas a corrimientos de tierra y erosión hídrica, lo que las hace altamente sensibles.
- **Sensibilidad media:** Las zonas con sensibilidad media son susceptibles a

inundaciones.

- **Sensibilidad baja:** Las áreas con baja sensibilidad pueden verse afectadas por la erosión eólica.

Después de analizar los datos de la zona de estudio, se puede determinar que tiene una sensibilidad media a inundaciones y deslizamientos, y una sensibilidad media a la erosión, ya que se encuentra en una zona de colinas medias y bajas donde el principal agente erosivo es el viento, pero el agua también puede ser un factor erosivo durante las lluvias. La caracterización de la zona se llevó a cabo considerando aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, climatológicos y de paisaje natural.

4.2.2.3. Sensibilidad biótica

Considerando que la planta procesadora Hermanos Franks, de acuerdo con el certificado de intersección, la zona no se encuentra en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), y según la información obtenida en la línea base del proyecto, el área donde se encuentra la planta ha sido fuertemente intervenida. A partir de esto, se puede inferir que la sensibilidad biótica de la zona es baja.

El inventario florístico realizado en la planta de beneficio Hermanos Franks no ha identificado zonas de sensibilidad media o alta en el área de estudio. Debido a que la vegetación natural ha sido intervenida, se considera que la zona tiene una sensibilidad baja.

Debido al estado de conservación del ecosistema cercano a la zona de desarrollo del proyecto y la ausencia de especies indicadoras de un buen estado de conservación, se ha clasificado como una zona de baja sensibilidad.

4.2.2.4. Sensibilidad socioeconómica y cultural

La sensibilidad de una zona se refiere al nivel de vulnerabilidad de sus elementos ambientales ante la posible presencia de proyectos o acciones que puedan generar impactos o riesgos. El grado de sensibilidad de una zona dependerá del nivel de conservación o intervención en la zona donde se lleven a cabo las operaciones, así como del ámbito social, incluyendo la presencia de poblaciones, culturas, etnias y niveles de organización económica y política que puedan verse afectados

La sensibilidad se mide en base a la posible erosión de los distintos elementos que componen una estructura social y que pueden ser afectados por un proyecto o acción que genere impactos o riesgos ambientales en una zona determinada. Por lo tanto, la sensibilidad ambiental hace referencia al grado de vulnerabilidad de los elementos ambientales ante una determinada actividad humana.

Para evaluar la sensibilidad socioeconómica y cultural de una zona, se deben considerar en primer lugar las áreas sensibles relacionadas con la producción económica y la residencia. Luego, es necesario analizar los factores de sensibilidad relacionados con la dinámica de las relaciones sociales en diferentes aspectos del sistema social global. De esta manera, se puede determinar el nivel de vulnerabilidad de los elementos socioeconómicos y culturales de una zona ante proyectos o acciones que puedan generar impactos o riesgos.

Los resultados del análisis de susceptibilidad se describen en la siguiente tabla:

Tabla 17*Componentes y sensibilidades de la población del área de influencia*

Componente	Sensibilidad	Explicación Población del área de influencia
Cultura	Baja	La integración a la lógica de mercado es profunda, razón por la cual no se puede hablar de patrones culturales en riesgo
Economía	Alta	La mayor parte de la población del sector tiene una relación directa con las actividades de la planta de beneficio.
Salud	Baja	Las condiciones de salud no se ven afectadas por las actividades del proyecto.
Educación	Baja	No existen centros educativos cercanos que puedan verse afectados por el desarrollo del proyecto.

4.3. Evaluación del impacto ambiental, riesgo ambiental y hallazgos ambientales

4.3.1. Impactos ambientales

Se ha evaluado la interacción entre las operaciones de la planta de procesamiento y los distintos elementos del medio ambiente para identificar y evaluar los posibles efectos que puedan surgir, de manera que se puedan determinar las características de los efectos que podrían impactar el entorno o viceversa. El análisis se centró en aspectos como la calidad del aire, el agua y el suelo, así como las posibles afectaciones a la flora y fauna de la zona, y aspectos socioeconómicos y culturales, incluyendo empleo, salud y servicios comunitarios.

4.3.1.1. Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental

Se empleará una técnica combinada de la matriz de Leopold y la metodología de criterios apropiados integrados para evaluar el impacto del proyecto. Este método consiste en utilizar una tabla de doble entrada que identifica las actividades del proyecto que podrían impactar el medio ambiente, así como los elementos y servicios del medio ambiente que podrían verse afectados. Esta tabla se basa en los resultados del estudio ambiental original. La metodología implica varios pasos a seguir en el

diseño y desarrollo del proceso de evaluación, y se aplicará específicamente al proyecto propuesto como:

- Evaluación del proyecto.
- Definición del ámbito de influencia del proyecto.
- Anticipación de los efectos que el proyecto tendrá sobre el medio ambiente.
- Identificación de las acciones del proyecto que podrían tener un impacto potencial.
- Identificación de los aspectos ambientales del entorno que podrían verse afectados (divididos en subcomponentes).
- Establecimiento de las relaciones causa-efecto entre las acciones del proyecto y los aspectos del medio ambiente.
- Estimación de la magnitud de los impactos en los aspectos ambientales (evaluación cualitativa).

4.3.2. Fuentes generadoras y receptoras de impacto

4.3.2.1. Factores ambientales a ser evaluados

Se han elegido los factores ambientales que se evaluarán en función de la ubicación geográfica de la planta de beneficio. Estos factores se han dividido en función de sus componentes ambientales específicos:

Tabla 18

Componentes físicos

Componente Ambiental	Factor Ambiental	Características relevantes de inclusión dentro de la caracterización ambiental	
Componente Físico	Aire	Calidad de aire	Producción de sustancias tóxicas en forma de gases (gases contaminantes) o partículas en suspensión que contaminan el aire (material particulado).
		Ruido y vibraciones	Aumento en los niveles de ruido y la existencia de vibraciones durante la realización de las tareas.
	Suelo	Estabilidad (erosión)	Pérdida de la capa vegetal que protege el suelo de la erosión causada por el agua o el viento.
		Calidad (fertilidad - compactación)	Alteración química del suelo debido a la degradación de los nutrientes y la disminución de su calidad, causada por la compactación y contaminación del mismo.
		Calidad de aguas superficiales	Cambio negativo en la calidad de los cuerpos de agua debido a la presencia de sustancias tóxicas o materiales contaminantes como productos químicos, combustibles, residuos orgánicos y sólidos.
	Agua	Calidad de aguas subterráneas	La modificación de la calidad de los cuerpos de agua subterránea debido a la presencia de sustancias u objetos perjudiciales como productos químicos, combustibles, restos de plantas y residuos sólidos.
		Patrón de drenajes	Alteración del curso de los sistemas de drenaje debido a la influencia de la implementación del proyecto.
Flora	Vegetación terrestre	Disminución o ausencia de la capa vegetal que cubre el suelo.	
	Vegetación acuática	Cambios negativos o eliminación de los ecosistemas que se desarrollan en ambientes acuáticos como ríos, mares o lagos.	
Componente Biótico	Fauna	<p>Cambios negativos en los ambientes naturales que provocan la disminución o ausencia de condiciones para la vida de especies, la reducción de hábitats y la presión sobre ellas, limitando la alimentación, refugio y nidificación, provocando migraciones temporales o permanentes. Todo esto ha sido considerado en el análisis ambiental de las especies evaluadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Mastofauna (mamíferos). *Ornitofauna (aves). *Herpetofauna (anfibios y reptiles). *Ictiofauna (peces). *Entomofauna (insectos y artrópodos). 	

4.3.2.2. Factores ambientales a ser evaluados

De acuerdo con el procedimiento seguido en la Planta de Beneficio Hermanos Franks, se identificarán las actividades que deben ser evaluadas:

- Transporte del material a la planta de beneficio.
- Trituración y molienda.
- Cianuración, que incluye el proceso de lixiviación del oro con cianuro y la precipitación del oro con virutas de zinc.
- Elusión.
- Depósitos de relaves.
- Fundición y refinación.

4.3.3. Valoración cualitativa de impactos ambientales

a) Carácter genérico

Se refiere a una evaluación del estado previo de cada actividad del proyecto, ya sea positiva o negativa. Si se mejoran los factores ambientales en comparación con las condiciones anteriores, el impacto es beneficioso. Por otro lado, si la acción daña o altera el estado anterior, el efecto es negativo.

b) Duración

La duración se refiere al tiempo en que se presentan los efectos del impacto. Se puede clasificar en tres tipos: permanente, temporal y eventual.

- **Permanente:** es aquel que se presenta de manera continua o intermitente sin una fecha final clara y puede causar una alteración indefinida.
- **Temporal:** tiene una duración limitada, y
- **Eventual:** se presenta de manera esporádica o eventual.

c) Tipo de Efecto

El tipo de efecto se refiere a cómo se manifiesta el impacto.

- **Directo:** cuando las consecuencias son inmediatas después del impacto.
- **Indirecto:** cuando el impacto se produce por la interconexión entre diferentes elementos.

d) Importancia

La importancia se refiere a la gravedad del efecto y se asigna un valor según su grado de influencia sobre el proceso-entorno donde se lleva a cabo el proyecto. Se utiliza la siguiente escala:

- **Mayor:** Cuando el impacto tiene una alta influencia en el proceso-entorno, si es negativo, el daño es amplio y potencialmente irreversible o su recuperación requeriría una considerable cantidad de recursos.
- **Media:** cuando el impacto es de influencia moderada y, en caso de ser negativo, las afectaciones pueden ser remediadas y mitigadas.
- **Menor:** cuando el impacto tiene una influencia leve y cualquier impacto negativo se puede prevenir mediante medidas de prevención. En caso de existir algún impacto negativo, se espera que sea mínimo y fácilmente controlable y recuperable, y que las condiciones finales del medio sean similares a las iniciales.

Tipo de importancia y calificación

Tipo de importancia	Calificación
Mayor	10
Media	5
Menor	2

La valoración de los impactos considerará varios aspectos:

- Componente del medio ambiente que resulte afectado.
- Las características específicas del o los componentes afectados.
- La extensión del efecto.
- La reversibilidad del impacto.

Estos factores serán tomados en cuenta para determinar la gravedad y la importancia de cada impacto identificado en el proceso de evaluación. Es importante tener en cuenta estos aspectos para poder tomar medidas de prevención, mitigación y corrección adecuadas en caso de ser necesario.

4.3.4. Valoración cuantitativa de impactos ambientales

a) Intensidad

El término intensidad se refiere al nivel de fuerza o potencia del proceso que se produce a partir de las acciones del proyecto. Para evaluar este factor, se ha definido una escala de calificación subjetiva en esta situación específica.

Tabla 20

Tipo de intensidad y calificación

Tipo de intensidad	Calificación
Alta	10
Moderada	5
Baja	2

b) Extensión:

Este factor se refiere a la forma en que se mide el alcance espacial de los efectos, los cuales tienen una influencia más significativa en las áreas cercanas y se van reduciendo a medida que se alejan. Para el presente estudio, se ha desglosado este efecto en una escala específica:

Tabla 21

Tipo de extensión y calificación

Tipo de extensión	Calificación
Extensivo	10
Localizado	5
Puntual	2

c) Plazo:

El plazo hace referencia al lapso de tiempo durante el cual las acciones propuestas podrían tener consecuencias positivas o negativas. En este estudio, se empleará una escala de medición de plazo específica para predecir el grado de impacto que tendrán dichas acciones.

Tabla 22

Tiempo en años y plazo

Tiempo (años)	Plazo	Valoración
0-1	Corto	2
2-5	Mediano	5
>5	Largo	10

d) Reversibilidad:

Este concepto se refiere a la evaluación de la habilidad del sistema para regresar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la situación inicial.

- Se determina la posibilidad, dificultad o imposibilidad de regresar a dicha situación original. Si solamente los procesos naturales no pueden restaurar las condiciones originales, entonces se considera que la situación es **irreversible**

y se requiere de otra intervención para lograrlo.

- En contraste, si las condiciones naturales se recuperan de manera espontánea con el paso del tiempo, se considera que la situación es **reversible**. Para cuantificar la reversibilidad, se establece una escala de valoración.

Tabla 23

Categorías, capacidad de reversibilidad y valoración

Categorías	Capacidad de Reversibilidad	Valoración
Irreversible	Baja o irrecuperable	10
Parcialmente Reversible	MEDIA Impacto reversible a largo plazo (>5)	5
Reversible	ALTO Impacto reversible a corto plazo (0-1 año)	2

e) Riesgo o probabilidad de ocurrencia:

Este concepto se refiere a la probabilidad de que se produzca un efecto y/o su impacto en el medio ambiente y sus componentes. La escala de medición está definida por medio de la siguiente Tabla:

Tabla 24

Probabilidad, rango (%), valoración

Probabilidad	Rango(%)	Valoración
Baja	1-10	2
Media	10-50	5
Alta	>50	10

4.3.5. Magnitud

Este enfoque implica una valoración del impacto de una acción, que resume la fuerza, la duración y la extensión geográfica de su influencia en un indicador compuesto. La siguiente función se utiliza para determinar el valor de la magnitud de cada una de las interacciones ambientales.

$$M = I * W_i + E * W_e + P * W_p$$

Donde:

- *M*: Magnitud
- *I*: Intensidad
- *E*: Extensión
- *P*: Plazo
- *W_i*: Peso del criterio de intensidad
- *W_e*: Peso del criterio de extensión
- *W_p*: Peso del criterio de plazo

Según experiencias previas en evaluación, se recomienda emplear los siguientes valores de peso para el cálculo de la magnitud:

- $W_i = 0,40$
- $W_e = 0,40$
- $W_p = 0,20$

4.3.6. Ponderación de la magnitud de impacto

Se determinará el Valor del Índice Ambiental Ponderado (V.I.A.) para cada evaluación de la relación acción-componente, el cual se fundamenta en la ponderación de la magnitud de los impactos, de acuerdo con la siguiente correlación:

$$VIA = R^{W_r} + Rg^{W_{rg}} + M^{W_m}$$

Donde:

- *VIA*: Valor del Índice Ambiental (Ponderación)
- *R*: Reversibilidad
- *R_g*: Riesgo
- *M*: Magnitud
- *W_r*: Peso del criterio de reserbilidad
- *W_{rg}*: Peso del criterio de riesgo
- *W_n*: Peso del criterio de magnitud

De acuerdo con la experiencia previa, se recomienda asignar el siguiente esquema de pesos para el cálculo del V.I.A.:

- $W_r = 0,61$
- $W_{rg} = 0,22$
- $W_n = 0,17$

Se requiere que se verifique el cumplimiento de lo siguiente:

$$W_r + W_{rg} + W_m = 1.0$$

Se realizó una adaptación del intervalo del V.I.A. para que se encuentre dentro de un rango mínimo de 2 y un rango máximo de 10. Luego, se empleó la Ley de Sturges para establecer cuatro categorías de las cinco que se describen en la metodología de Buroz (1994).

Donde:

- N : es el número de datos existentes (2 – 10), son 8 datos
- $k = 1 + 3,33 (\log 8)$
- $k = 4$

Se establece que la evaluación ambiental se clasificará en cuatro categorías (dictamen) en función de los siguientes intervalos:

Tabla 25

Rango, criterio, dictamen

Rango	Criterio	Dictamen
$8 \leq VIA < 10$	En el caso de que la magnitud del impacto supere el umbral aceptable y cause una pérdida de las condiciones ambientales que sea permanente e irreversible, sin la posibilidad de recuperación mediante prácticas correctivas.	Crítico
$6 \leq VIA < 8$	Se refiere a aquellos casos en los que la recuperación de las condiciones del medio ambiente requiere la aplicación de medidas protectoras, correctivas o mitigantes intensivas, y aunque se implementen dichas medidas, la recuperación requiere un período prolongado de tiempo.	Severo
$4 \leq VIA < 6$	Se refiere a aquellos impactos ambientales cuya recuperación puede lograrse mediante la aplicación de prácticas protectoras, correctivas o mitigantes poco intensivas (o irrelevantes), y en los cuales la restauración de las condiciones ambientales originales toma cierto tiempo.	Moderado
$2 \leq VIA < 4$	En los casos en que la recuperación ambiental es inmediata después de detener la acción, se requiere muy pocas, o ninguna práctica protectora, correctiva o mitigante.	Compatible

Se evaluaron los dictámenes tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis del contenido de la calificación de impactos.
- Área afectada.
- Impacto global.

La evaluación de la **recuperación** se refiere a la capacidad de restaurar las condiciones ambientales originales mediante la aplicación de medidas correctivas efectivas para minimizar o eliminar los efectos del impacto.

Para medir la recuperación, se han establecido las siguientes categorías:

- **Irrecuperable:** cuando no es posible recuperar las condiciones ambientales originales.
- **Recuperable a largo plazo:** cuando las condiciones ambientales originales se pueden recuperar a largo plazo (más de 5 años) mediante la implementación de medidas correctivas.
- **Recuperable a mediano plazo:** cuando las condiciones ambientales originales se recuperan gracias a la implementación de medidas correctivas o a la acción humana en un tiempo estimado de 1 a 5 años.
- **Recuperable a corto plazo:** cuando se restablecen las condiciones originales en un período inferior a un año mediante la implementación de prácticas correctivas o la intervención humana.

Tabla 26

Recuperación en tiempo (años)

Recuperación Tiempo (años)	
Irrecuperable	Imposible
Largo plazo	> 5
Mediano plazo	1 a 5
Corto plazo	< 1

4.4. Evaluación Matrices de identificación y evaluación de impactos ambientales

4.4.1. Matriz de identificación de impactos

Tabla 27

Componente ambiental y elementos y actividades del proyecto

COMPONENTE AMBIENTAL		ELEMENTOS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO					
		Transporte de material	Conminución	Cianuración	Descarga de Relaves	Elución	Fundición y Refinación
FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	x	x	x		x
		Ruido y Vibraciones	x	x	x		x
	SUELO	Estabilidad (Erosión)				x	
		Calidad (Fertilidad-Compactación)				x	
		Calidad de aguas superficiales		x			x
BIÓTICO	AGUA	Calidad de agua subterránea				x	
		Patrón de drenajes					
		Vegetación Terrestre	x		x		x
	FAUNA	Vegetación Acuática					
		Mastofauna			x		x
		Ornitofauna			x		x
SOCIO ECONÓMICO y CULTURAL	USO DEL SUELO	Herpetofauna			x		x
		lctiofauna			x		x
	HUMANOS	Entomofauna			x		x
		Cambio en el uso	x	x	x	x	x
		Empleo	x	x	x	x	x
CULTURAL Y ESTÉTICO	Mejoramiento de servicios						
	Asistencia Comunitaria	x	x	x	x	x	
	Salud	x	x	x	x	x	
	Intervención recurso arqueológico						
	Cambio en la estructura del paisaje						

4.4.2. Valoración de la magnitud de impactos

Se ha llevado a cabo una valoración de la intensidad del efecto que las actividades de la planta de Beneficio Hermanos Franks han tenido en el medio ambiente, y se ha plasmado en una matriz de impacto que analiza cada una de las actividades en particular.

Tabla 28

Transporte de material

COMPONENTES AMBIENTALES			CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS				VALORACIÓN CUALITATIVA NUMÉRICA								
			Carácter Genérico	Duración	Tipo de efecto	Importancia	Intensidad	Extensión	Plazo	Reversibilidad	Riesgo	Magnitud	Ponderación	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	Negativo	Temporal	Directa	Media	2	5	2	2	10	3,2	3,50	Compatible	Corto Plazo
		Ruido y Vibraciones	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	2	2	10	3,2	3,50	Compatible	Corto Plazo
	SUELO	Estabilidad (erosión)													
		Calidad (Fertilidad - Compactación)													
		Calidad de aguas superficiales													
AGUA	Calidad de agua subterráneas														
	Patrón de drenajes														
BIÓTICO	FLORA	Vegetación Terrestre	Negativo	Temporal	Indirecta	Menor	2	5	2	2	10	3,2	3,50	Compatible	Mediano Plazo
		Vegetación Acuática													
	FAUNA	Mastofauna													
		Ornitofauna													
		Herpetofauna													
		Ictiofauna													
	Entomofauna														
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	USO DEL SUELO	Cambio en el uso													
	HUMANOS	Empleo	Positivo	Permanente	Indirecta	Media	Media	Local	Mediano						
		Mejoramiento de servicios													
		Asistencia Comunitaria	Positivo	Temporal	Indirecta	Menor	Media	Local	Mediano						
		Salud	Negativo	Temporal	Directa	Menor	2	5	2	5	10	3,2	4,28	Moderado	Corto Plazo
CULTURAL Y ESTÉTICO	Intervención recurso arqueológico														
	Cambio en la estructura del paisaje														
DICTAMEN AMBIENTAL															
CRITICO	8 < VIA < 10		SEVERO	6 < VIA < 8		MODERADO		4 < VIA < 6			COMPATIBLE		2 < VIA < 4		

Tabla 29

Conminución

COMPONENTES AMBIENTALES			CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS				VALORACIÓN CUALITATIVA NUMÉRICA								
			Carácter Genérico	Duración	Tipo de efecto	Importancia	Intensidad	Extensión	Plazo	Reversibilidad	Riesgo	Magnitud	Ponderación	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	2	2	10	3,2	3,50	Compatible	Corto Plazo
		Ruido y Vibraciones	Negativo	Permanente	Directa	Media	5	2	5	2	10	3,8	3,89	Compatible	Corto Plazo
	SUELO	Estabilidad (erosión)													
		Calidad (Fertilidad - Compactación)													
AGUA	Calidad de aguas superficiales	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	2	2	10	3,2	3,50	Compatible	Corto Plazo	
	Calidad de agua subterráneas														
	Patrón de drenajes														
BIÓTICO	FLORA	Vegetación Terrestre													
		Vegetación Acuática													
	FAUNA	Mastofauna													
		Ornitofauna													
		Herpetofauna													
	Ictiofauna														
	Entomofauna														
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	USO DEL SUELO	Cambio en el uso													
	HUMANOS	Empleo	Positivo	Permanente	Directa	Media	Media	Local	Mediano						
		Mejoramiento de servicios													
		Asistencia Comunitaria	Positivo	Temporal	Indirecta	Menor	Media	Local	Mediano						
		Salud	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	5	5	10	3,8	4,76	Moderado	Corto Plazo
CULTURAL Y ESTÉTICO	Intervención recurso arqueológico														
	Cambio en la estructura del paisaje														
DICTAMEN AMBIENTAL															
CRITICO	8 < VIA < 10		SEVERO	6 < VIA < 8		MODERADO		4 < VIA < 6			COMPATIBLE		2 < VIA < 4		

Tabla 30

Cianuración

COMPONENTES AMBIENTALES			CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS				VALORACIÓN CUALITATIVA NUMÉRICA								
			Carácter Genérico	Duración	Tipo de efecto	Importancia	Intensidad	Extensión	Plazo	Reversibilidad	Riesgo	Magnitud	Ponderación	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	Negativo	Temporal	Directa	Mayor	5	5	5	5	10	5	5,63	Moderado	Corto Plazo
		Ruido y Vibraciones	Negativo	Temporal	Directa	Menor	2	2	5	2	10	2,6	3,09	Compatible	Corto Plazo
	SUELO	Estabilidad (erosión)													
		Calidad (Fertilidad - Compactación)													
		Calidad de aguas superficiales													
AGUA	Calidad de agua subterráneas														
	Patrón de drenajes														
BIÓTICO	FLORA	Vegetación Terrestre	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	5	5	2	5	5	4,09	Moderado	Mediano Plazo
		Vegetación Acuática													
	FAUNA	Mastofauna	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	5	2	2	3,8	2,96	Compatible	Mediano Plazo
		Ornitoфаuna	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	5	5	2	2	5	3,50	Compatible	Mediano Plazo
		Herpetofauna	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	5	2	2	3,8	2,96	Compatible	Mediano Plazo
		Ictioфаuna													
Entomofauna	Negativo	Temporal	Indirecta	Menor	2	5	5	2	2	3,8	2,96	Compatible	Mediano Plazo		
SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	USO DEL SUELO	Cambio en el uso													
		Empleo	Positivo	Permanente	Directa	Media	Media	Local	Mediano						
	HUMANOS	Mejoramiento de servicios													
		Asistencia Comunitaria	Positivo	Temporal	Indirecta	Media	Baja	Local	Mediano						
	Salud	Negativo	Permanente	Directa	Media	5	2	5	5	10	3,8	4,76	Moderado	Mediano Plazo	
CULTURA Y ESTÉTICO	Intervención recurso arqueológico														
	Cambio en la estructura del paisaje														
DICTAMEN AMBIENTAL															
CRITICO	8 < VIA < 10	SEVERO	6 < VIA < 8	MODERADO	4 < VIA < 6	COMPATIBLE	2 < VIA < 4								

Tabla 31

Descarga de Relaves

COMPONENTES AMBIENTALES			CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS				VALORACIÓN CUALITATIVA NUMÉRICA								
			Carácter Genérico	Duración	Tipo de efecto	Importancia	Intensidad	Extensión	Plazo	Reversibilidad	Riesgo	Magnitud	Ponderación	Dictamen	Recuperación
FISI CO	AIRE	Calidad de aire													
		Ruido y Vibraciones													
	SUELO	Estabilidad (erosión)	Negativo	Temporal	Directa	Mayor	5	2	5	2	5	3,8	3,46	Compatible	Mediano Plazo
		Calidad (Fertilidad - Compactación)	Negativo	Temporal	Directa	Mayor	5	2	5	5	5	3,8	4,23	Moderado	Mediano Plazo
AGUA	Calidad de aguas superficiales														
	Calidad de agua subterráneas	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	5	5	2	10	5	4,60	Moderado	Mediano Plazo	
BIÓTICO	FLORA	Vegetación Terrestre													
		Vegetación Acuática													
	FAUNA	Mastofauna													
		Ornitofauna													
		Herpetofauna													
		Ictiofauna													
Entomofauna															
SOCIO ECONÓMICO YCULTURAL	USO DEL SUELO	Cambio en el uso													
	HUMANOS	Empleo	Positivo	Permanente	Directa	Media	Media	Local	Mediano						
		Mejoramiento de servicios													
		Asistencia Comunitaria	Positivo	Temporal	Indirecta	Menor	Media	Local	Mediano						
	Salud	Negativo	Permanente	Directa	Media	5	2	5	2	5	3,8	3,46	Compatible	Mediano Plazo	
CULTURAL Y ESTÉTICO	Intervención recurso arqueológico														
		Cambio en la estructura del paisaje													
DICTAMEN AMBIENTAL															
CRITICO	8 < VIA < 10		SEVERO	6 < VIA < 8		MODERADO			4 < VIA < 6		COMPATIBLE		2 < VIA < 4		

Tabla 32

Elución

COMPONENTES AMBIENTALES			CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS				VALORACIÓN CUALITATIVA NUMÉRICA								
			Carácter Genérico	Duración	Tipo de efecto	Importancia	Intensidad	Extensión	Plazo	Reversibilidad	Riesgo	Magnitud	Ponderación	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	Negativo	Temporal	Directa	Mayor	5	2	5	5	10	3,8	4,76	Moderado	Corto Plazo
		Ruido y Vibraciones	Negativo	Temporal	Directa	Media	2	2	2	2	10	2	2,63	Compatible	Corto Plazo
	SUELO	Estabilidad (erosión)													
		Calidad (Fertilidad - Compactación)													
	AGUA	Calidad de aguas superficiales													
		Calidad de agua subterráneas Patrón de drenajes													
BIÓTICO	FLORA	Vegetación Terrestre	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	5	5	2	10	5	4,60	Moderado	Mediano Plazo
		Vegetación Acuática													
	FAUNA	Mastofauna	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	5	2	5	3,8	3,46	Compatible	Mediano Plazo
		Ornitofauna	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	5	5	2	5	5	4,09	Moderado	Mediano Plazo
		Herpetofauna	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	5	2	5	3,8	3,46	Compatible	Mediano Plazo
		Ictiofauna													
Entomofauna	Negativo	Temporal	Indirecta	Menor	2	2	5	2	5	2,6	2,74	Compatible	Mediano Plazo		
SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	USO DEL SUELO	Cambio en el uso													
	HUMANOS	Empleo	Positivo	Permanente	Directa	Mayor	Media	Local	Mediano						
		Mejoramiento de servicios													
		Asistencia Comunitaria	Positivo	Temporal	Indirecta	Menor	Media	Local	Mediano						
		Salud	Negativo	Temporal	Directa	Menor	5	2	5	2	10	3,8	3,89	Compatible	Mediano Plazo
	CULTURAL Y ESTÉTICO	Intervención recurso arqueológico													
Cambio en la estructura del paisaje															
DICTAMEN AMBIENTAL															
CRITICO		8 < VIA < 10		SEVERO		6 < VIA < 8		MODERADO		4 < VIA < 6		COMPATIBLE		2 < VIA < 4	

Tabla 33

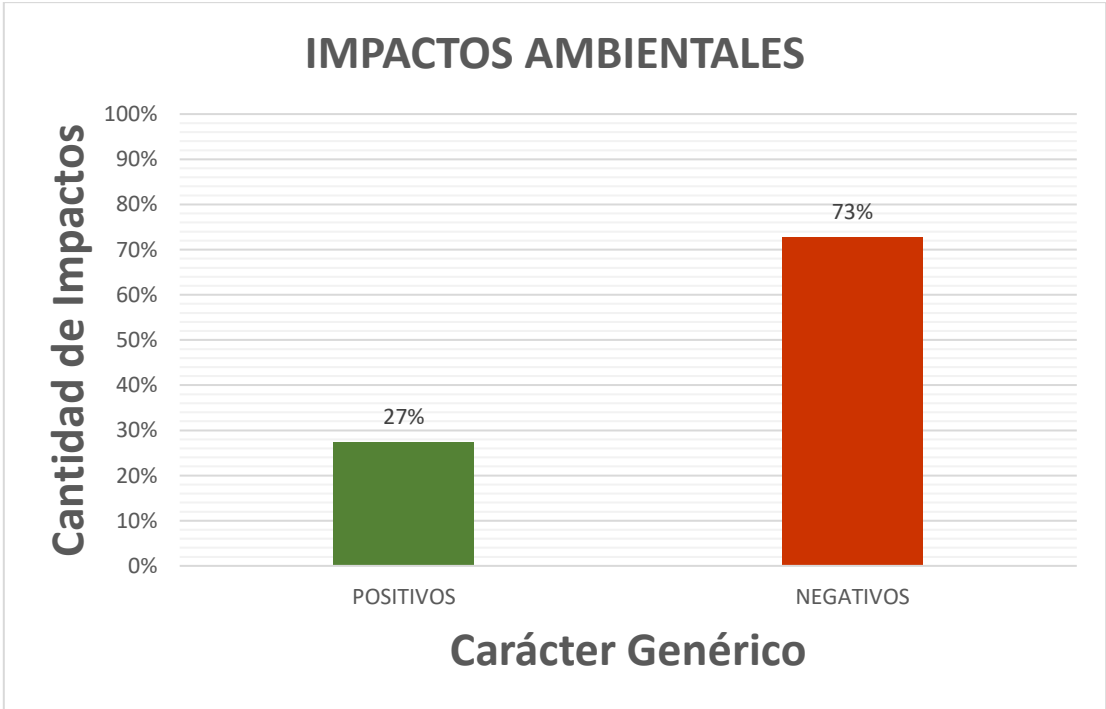
Fundición y Refinación

COMPONENTES AMBIENTALES			CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS				VALORACIÓN CUALITATIVA NUMÉRICA								
			Carácter Genérico	Duración	Tipo de efecto	Importancia	Intensidad	Extensión	Plazo	Reversibilidad	Riesgo	Magnitud	Ponderación	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	AIRE	Calidad de aire	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	5	2	10	3,8	3,89	Compatible	Corto Plazo
		Ruido y Vibraciones	Negativo	Temporal	Directa	Media	2	2	2	2	10	2	2,63	Compatible	Corto Plazo
	SUELO	Estabilidad (erosión)													
		Calidad (Fertilidad - Compactación)													
	AGUA	Calidad de aguas superficiales	Negativo	Eventual	Directa	Menor	5	2	2	2	10	3,2	3,50	Compatible	Corto Plazo
		Calidad de agua subterráneas													
Patrón de drenajes															
BIÓTICO	FLORA	Vegetación Terrestre													
		Vegetación Acuática													
	FAUNA	Mastofauna													
		Ornitofauna													
		Herpetofauna													
		Ictiofauna													
	Entomofauna														
SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	USO DEL SUELO	Cambio en el uso													
	HUMANOS	Empleo	Positivo	Permanente	Directa	Media	Media	Local	Mediano						
		Mejoramiento de servicios													
		Asistencia Comunitaria	Positivo	Temporal	Indirecta	Media	Baja	Local	Mediano						
		Salud	Negativo	Temporal	Directa	Media	5	2	5	2	10	3,8	3,89	Compatible	Corto Plazo
	CULTURAL Y ESTÉTICO	Intervención recurso arqueológico													
Cambio en la estructura del paisaje															
DICTAMEN AMBIENTAL															
CRITICO	8 < VIA < 10		SEVERO	6 < VIA < 8		MODERADO			4 < VIA < 6			COMPATIBLE		2 < VIA < 4	

El análisis de los resultados indica los impactos ambientales generados por las operaciones de la planta de beneficio. Se evaluó la magnitud de cada impacto para cada actividad a través de una matriz de impacto. Los resultados permiten identificar los aspectos ambientales críticos de la planta y los impactos más significativos en el medio ambiente, lo que permite tomar medidas preventivas y correctivas para minimizar el impacto ambiental:

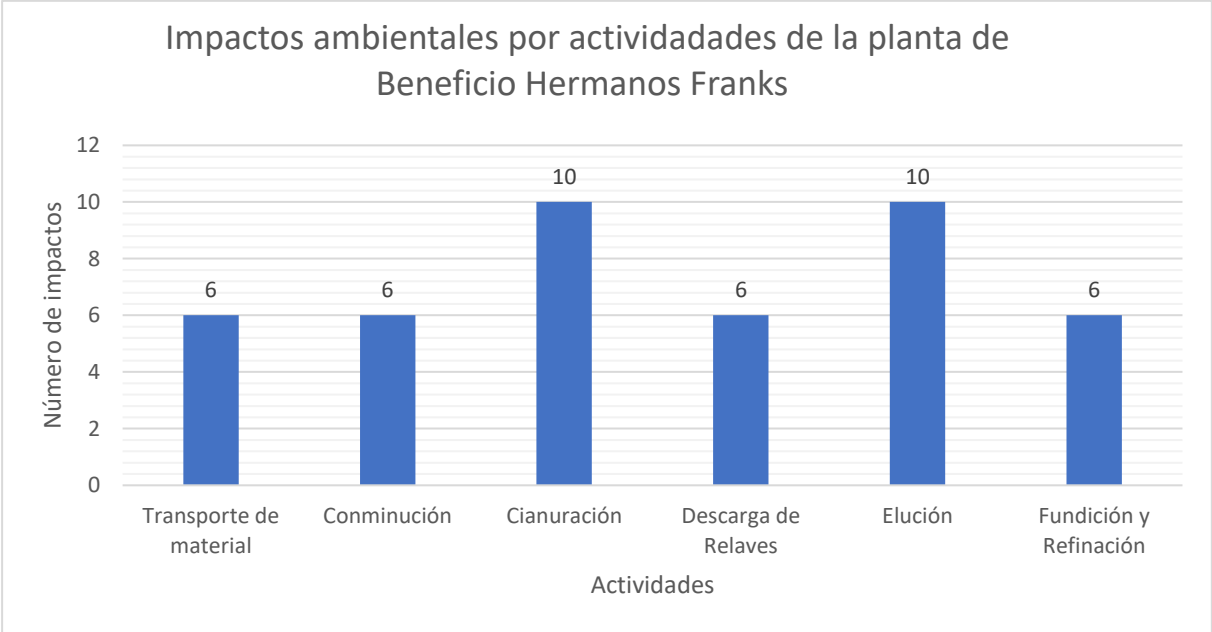
La planta de Beneficio Hermanos Franks produce un conjunto de 44 impactos ambientales, tanto positivos como negativos, que se asocian a diferentes actividades realizadas en la planta, como transporte de material, conminución, cianuración, descarga de relaves, elusión, fundición y refinación. De estos impactos, se identificaron 12 como positivos, lo que representa el 27%, y 32 como negativos, que corresponden al 73%.

Figura 25
Impactos ambientales



Las actividades con mayor incidencia ambiental negativa en la planta de Beneficio Hermanos Franks son la cianuración, y elución, que generan un total de 20 impactos ambientales negativos. En la actividad de cianuración, se identificaron 10 impactos ambientales (8 negativos y 2 positivos). Por otro lado, hay cuatro actividades que generan un total de seis impactos ambientales cada una, las cuales son: transporte de material, conminución, descarga de relaves y fundición y refinación. En estas actividades se identificaron tanto impactos ambientales negativos como positivos.

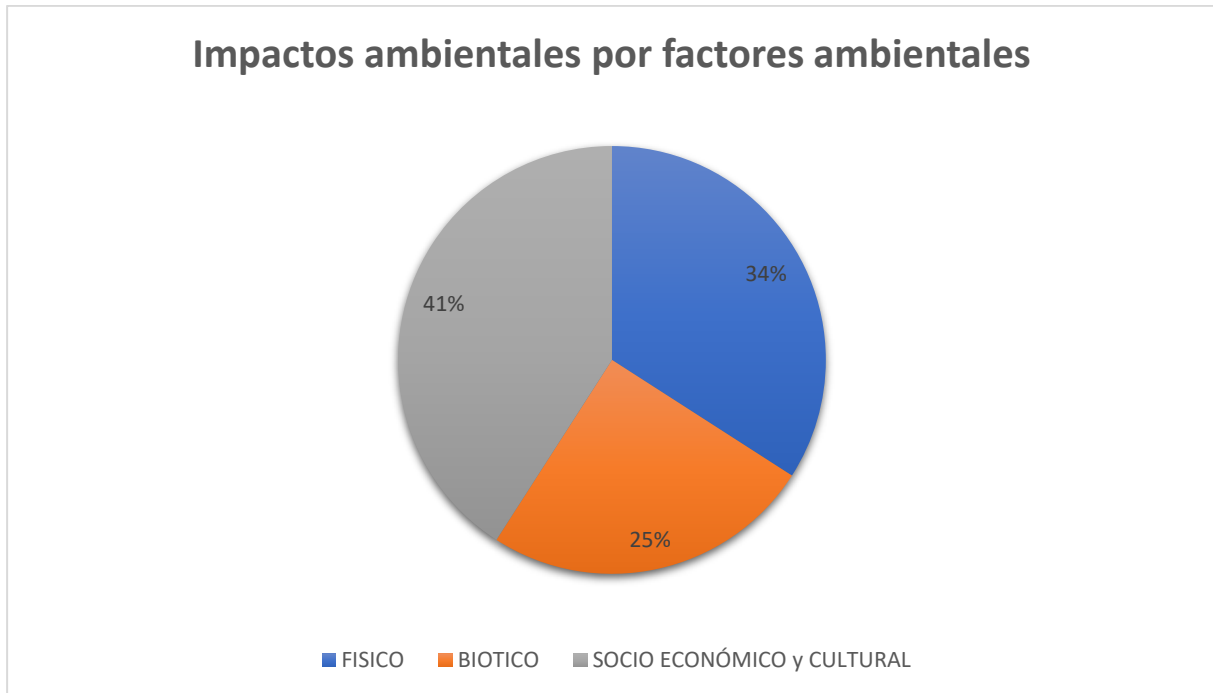
Figura 26
Impactos ambientales de la planta de Beneficio Hermanos Franks



Se puede identificar cuáles son los elementos del entorno que tienen una mayor influencia en el factor analizado, donde el componente físico tiene un valor de 15 impactos, lo que representa el 34% del total, seguido del componente biótico con un valor de 11 impactos ambientales, también representando el 25%. Finalmente, el factor socioeconómico tiene un valor de 18 impactos ambientales, lo que representa el 41% del total.

Figura 27

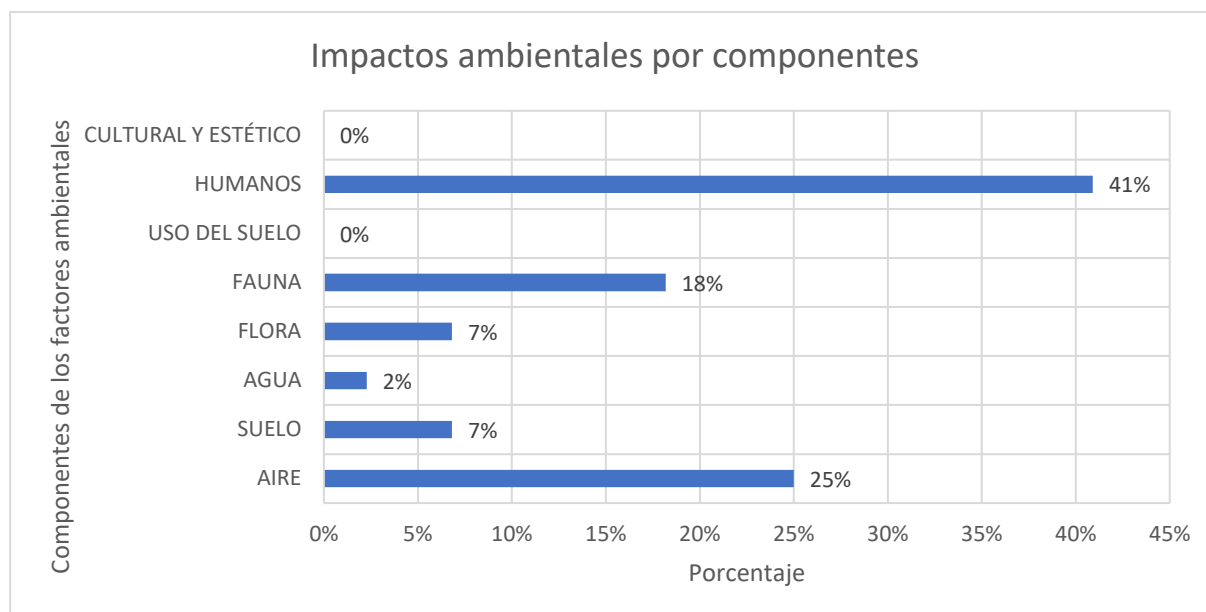
Impactos ambientales por factores ambientales



Se observa que los impactos más notables se encuentran en los componentes "Humanos" y "Aire", que representan el 41% y el 25% de los impactos totales, respectivamente. El componente "Fauna" también presenta un 18% de los impactos totales. Por otro lado, el componente "Suelo" solo representa el 7% de los impactos, mientras que "Uso de Suelo" y "Cultural y Estético" no tienen impactos registrados en este estudio. Además, el componente "Agua" presenta el 2% impactos evaluados en esta investigación. En síntesis, los resultados sugieren que las actividades evaluadas afectan principalmente aspectos relacionados con la salud humana y la calidad del aire, así como con la fauna local.

Figura 28

Impactos ambientales por componentes



4.4.3. Priorización de los impactos ambientales y riesgos identificados

Es relevante señalar que los efectos ambientales evaluados están dentro de los límites aceptables que permiten catalogarlos como impactos moderados y compatibles, tal como se puede apreciar en la Tabla que se presenta a continuación.

Tabla 34

Elementos y actividades del proyecto

Dictamen ambiental	ELEMENTOS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO					
	Transporte de material	Conminución	Cianuración	Descarga de Relaves	Elución	Fundición y Refinación
Compatible	3	3	5	2	5	4
Moderado	1	1	3	2	3	0
Severo	0	0	0	0	0	0
Crítico	0	0	0	0	0	0

Tabla 35*Dictamen ambiental*

Dictamen ambiental	Total	%
Compatible	22	69%
Moderado	10	31%
Severo	0	0
Crítico	0	0

Un tercio de los impactos identificados son considerados moderados según los dictámenes ambientales debido a las actividades realizadas en la planta de beneficio Hermanos Franks, mientras que el resto son considerados compatibles. Sin embargo, se deben tomar medidas especiales para aquellos impactos que presentan mediciones más altas, como la calidad del aire afectada por la cianuración y elución, la calidad del suelo afectada por las piscinas de relaves, y la salud de los trabajadores afectada por la carga de material de manera no ergonómica.

Las actividades realizadas en la planta de beneficio Hermanos Franks no tienen un impacto significativo en la recuperación a largo plazo, pero la actividad de transporte de material tiene impactos a corto plazo en el componente físico y socioeconómico y cultural, y a mediano plazo en el componente biótico. La actividad de conminación tiene impactos a corto plazo en los componentes físico y socioeconómico y cultural, pero no tiene impacto en el componente biótico. La actividad de cianuración tiene impactos a corto plazo en los componentes físico y socioeconómico y cultural, y a mediano plazo en el componente biótico. La descarga de relaves tiene impactos a mediano plazo en los componentes físico y socioeconómico y cultural, pero no tiene impacto en el componente biótico. La elución tiene impactos a corto plazo en el componente físico, y a mediano plazo en los componentes biótico y socioeconómico

y cultural. La fundición y refinación tienen impactos a corto plazo en los componentes físico y socioeconómico y cultural, pero no tienen impacto en el componente biótico.

Figura 29

Escala de Recuperación

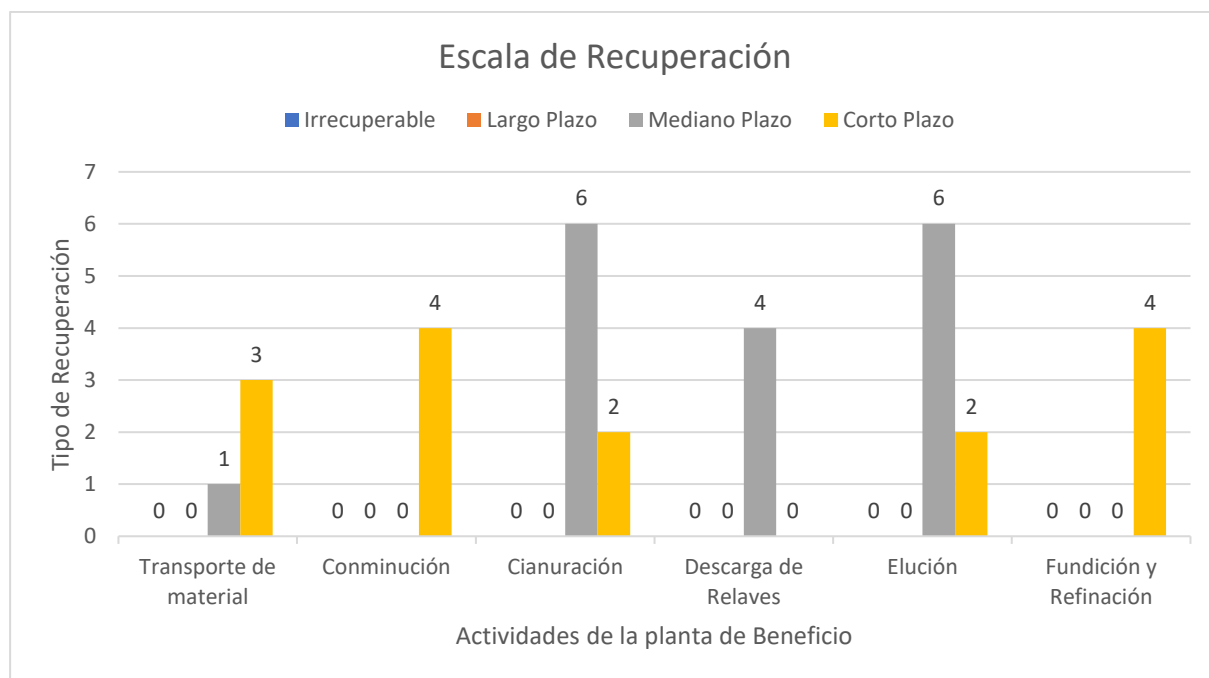


Tabla 36

Actividades y tiempo de recuperación

<i>Tipo de Recuperación</i> <i>Actividades</i>	Irrecuperable	Largo Plazo	Mediano Plazo	Corto Plazo
Transporte de material	0	0	1	3
Conminución	0	0	0	4
Cianuración	0	0	6	2
Descarga de Relaves	0	0	4	0
Elución	0	0	6	2
Fundición y Refinación	0	0	0	4

4.4.4. Evaluación de impactos ambientales

Se han aplicado los siguientes criterios para evaluar los impactos de las operaciones de la Planta de Beneficio en los elementos del entorno:

A. Transporte de material

Tabla 37

Transporte de material

Factores Ambientales	Criterio de evaluación
Calidad del aire	Impacto causado por las emisiones de vehículos y la potencial generación de levantamiento de partículas por su uso.
Ruido y vibraciones	Efectuado mediante el uso de los medios de transporte terrestre.
Vegetación terrestre	Sujeto a impactos menores en la calidad del aire.
Empleo	El empleo de automóviles para trasladar los materiales a la planta de beneficio.
Asistencia comunitaria	Tomar en cuenta el tráfico vehicular hacia la planta de beneficio podría contribuir a la mejora del estado de la infraestructura vial.
Salud	La calidad del aire y la contaminación acústica se verían influenciadas por un impacto menor.

Tabla 38

Resumen de evaluación de impactos de transporte de material

Medio	Componente ambiental	Carácter Genérico	Dictamen	Recuperación
Físico	Calidad de aire	Negativo	Compatible	22
Físico	Ruido y vibraciones	Negativo	Compatible	10
Biótico	Vegetación terrestre	Negativo	Compatible	0
Socio Económico y Cultural	Salud	Negativo	Moderado	0

4.4.5. Conminución

Tabla 39

Conminución

Factores Ambientales	Criterio de evaluación
Ruido y vibraciones	El uso de motores para el accionamiento de la trituradora y los molinos.
Calidad de aguas superficiales	Aunque no se realicen descargas, el empleo de agua en el procedimiento implica alteraciones en sus características iniciales.
Empleo	La contratación de trabajadores para operar la maquinaria tiene un impacto positivo.
Asistencia comunitaria	La presencia de la planta de beneficio contribuiría a la mejora de los servicios esenciales en el sector.
Salud	La manipulación manual del material destinado a ser procesado en las máquinas de la planta de beneficio ocasiona un impacto negativo en la salud de los trabajadores.

Tabla 40

Resumen de evaluación de impactos de conminución

Medio	Componente ambiental	Carácter Genérico	Dictamen	Recuperación
Físico	Calidad de aire	Negativo	Compatible	Corto Plazo
Físico	Ruido y vibraciones	Negativo	Compatible	Corto Plazo
Físico	Calidad de aguas superficiales	Negativo	Compatible	Corto Plazo
Socio Económico y Cultural	Salud	Negativo	Moderado	Corto Plazo

4.4.6. Cianuración

Tabla 41

Cianuración

Factores Ambientales	Criterio de evaluación
Calidad del aire	La presencia de partículas y olores debido a la liberación de gases por la volatilización de químicos y otras sustancias genera un impacto negativo.
Ruido y vibraciones	El empleo de motores para el funcionamiento de la maquinaria.
Vegetación terrestre	La influencia de la contaminación atmosférica en la calidad del aire perjudica a la vegetación terrestre que depende del aire atmosférico.
Fauna	La probable influencia negativa en la calidad del aire afectaría a la fauna.
Empleo	La contratación de personal para operar la maquinaria produce un impacto beneficioso.
Asistencia comunitaria	La presencia de la planta de beneficio contribuiría a la mejora de los servicios esenciales en el sector.
Salud	La inhalación de sustancias presentes en el aire podría influir negativamente en la salud de los trabajadores.

Tabla 42

Resumen de evaluación de cianuración

Medio	Componente ambiental	Carácter Genérico	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	Calidad de aire	Negativo	Moderado	Corto Plazo
FÍSICO	Ruido y Vibraciones	Negativo	Compatible	Corto Plazo
BIÓTICO	Vegetación Terrestre	Negativo	Moderado	Mediano Plazo
BIÓTICO	Mastofauna	Negativo	Compatible	Mediano Plazo
BIÓTICO	Ornitofauna	Negativo	Compatible	Mediano Plazo
BIÓTICO	Herpetofauna	Negativo	Compatible	Mediano Plazo
BIÓTICO	Entomofauna	Negativo	Compatible	Mediano Plazo
SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	Salud	Negativo	Moderado	Mediano Plazo

4.4.7. Descarga de relaves

Tabla 43

Descarga de relaves

Factores Ambientales	Criterio de evaluación
Estabilidad (erosión)	La edificación de la piscina fue llevada a cabo sin la aplicación de estándares técnicos y sin la implementación de
Calidad suelo (fertilidad –compactación)	La fertilidad del suelo puede verse afectada por la disposición de los relaves en las piscinas
Calidad de aguas subterráneas	La falta de un material impermeable en la piscina de relaves podría causar la filtración de agua en el subsuelo, lo que
Empleo	La contratación de personal para operar la maquinaria produce un impacto beneficioso.
Asistencia comunitaria	La presencia de la Planta de Beneficio contribuiría a la mejora de los servicios esenciales en el sector.
Salud	La manipulación inadecuada y manual del agua recirculada en el proceso podría ocasionar un impacto negativo.

Tabla 44

Resumen de evaluación de descarga de relaves

Medio	Componente ambiental	Carácter Genérico	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	Estabilidad (erosión)	Negativo	Compatible	Mediano Plazo
FÍSICO	Calidad (Fertilidad - Compactación)	Negativo	Moderado	Mediano Plazo
FÍSICO	Calidad de agua subterráneas	Negativo	Moderado	Mediano Plazo
SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	Salud	Negativo	Compatible	Mediano Plazo

4.4.8. Elución

Tabla 45

Elución

Factores Ambientales	Criterio de evaluación
Calidad del aire	La inhalación de sustancias presentes en el aire podría tener consecuencias negativas para la salud de los trabajadores.
Ruido y vibraciones	La maquinaria que utiliza motores para su funcionamiento tiene un impacto en este componente.
Vegetación terrestre	La calidad del aire afectada perjudica a la vegetación terrestre que se encarga de absorber el aire de la atmósfera.
Fauna	La calidad del aire puede tener un impacto negativo en la fauna que habita en la zona.
Empleo	La contratación de personal para operar la maquinaria produce un impacto beneficioso
Asistencia comunitaria	La presencia de la Planta de Beneficio contribuiría a la mejora de los servicios esenciales en el sector.
Salud	La presencia de sustancias en el aire podría comprometer la salud de los trabajadores al respirarlas.

Tabla 46

Resumen de elución

Resumen de Evaluación de Impactos Elución				
Medio	Componente ambiental	Carácter Genérico	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	Calidad de aire	Negativo	Moderado	Corto Plazo
FÍSICO	Ruido y Vibraciones	Negativo	Compatible	Corto Plazo
BIÓTICO	Vegetación Terrestre	Negativo	Moderado	Mediano Plazo
BIÓTICO	Mastofauna	Negativo	Compatible	Mediano Plazo
BIÓTICO	Ornitofauna	Negativo	Moderado	Mediano Plazo
BIÓTICO	Herpetofauna	Negativo	Compatible	Mediano Plazo

BIÓTICO	Entomofauna	Negativo	Compatible	Mediano Plazo
SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	Salud	Negativo	Compatible	Mediano Plazo

4.4.9. Fundición y Refinación

Tabla 47

Fundición y refinación

Factores Ambientales	Criterio de evaluación
Calidad del aire	La presencia de gases resultantes de la combustión puede producir olores y material particulado que afecta negativamente el entorno.
Ruido y vibraciones	La maquinaria que utiliza motores para su funcionamiento tiene un impacto en este componente.
Empleo	La contratación de personal para operar la maquinaria produce un impacto beneficioso
Asistencia comunitaria	La presencia de la Planta de Beneficio contribuiría a la mejora de los servicios esenciales en el sector.
Salud	La presencia de sustancias en el aire podría comprometer la salud de los trabajadores al respirarlas.

Tabla 48

Resumen de evaluación de impactos de fundición y refinación

Resumen de Evaluación de Impactos Fundición y Refinación				
Medio	Componente ambiental	Carácter Genérico	Dictamen	Recuperación
FÍSICO	Calidad de aire	Negativo	Compatible	Corto Plazo
FÍSICO	Ruido y Vibraciones	Negativo	Compatible	Corto Plazo
FÍSICO	Calidad de aguas superficiales	Negativo	Compatible	Corto Plazo

4.4.10. Riesgos ambientales

Se entiende por riesgos la conjunción de la probabilidad de sufrir daños, pérdidas o perjuicios a nivel local o, en términos más concretos, en el contexto de un proyecto, así como de las consecuencias que tendría la ocurrencia de situaciones anormales que pudieran provocar incidentes y afectar a las partes principales implicadas.

4.5. Riesgos endógenos

4.5.1. Metodología

Se ha aplicado la metodología recomendada por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, la Guía para la Acción Preventiva, para identificar y valorar los riesgos endógenos de origen humano. Con este método, se puede evaluar los riesgos para los que no existe una regulación específica mediante la observación directa de la situación. Para ello, se siguen los siguientes pasos:

- Identificar los riesgos potenciales que puedan afectar los sitios de trabajo o la realización de diversas actividades. Se consideran diversos aspectos técnicos, como las instalaciones, los equipos utilizados, los agentes físicos presentes, así como los sistemas de prevención y control de incendios y explosiones.
- Evaluar la severidad de las posibles consecuencias de cada situación de riesgo en términos de daño potencial para los trabajadores. Estas consecuencias pueden variar desde leves hasta graves o extremadamente graves. Como algunos ejemplos se tenemos:

Tabla 49

Peligros

Gravedad del peligro	Peligro	Consecuencias
Ligeramente dañino(A)	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes y magulladuras pequeñas, • Irritación de los ojos por polvo, • Dolor de cabeza 	<ul style="list-style-type: none"> • Disconfort • Molestias e irritación
Dañino (B)	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes • Quemaduras • Conmociones • Torceduras importantes • Fracturas menores 	<ul style="list-style-type: none"> • Asma • Dermatitis • Trastornos musculoesqueléticos, • Enfermedad que conduce a una incapacidad menor.
Extremadamente dañino(C)	<ul style="list-style-type: none"> • Amputaciones • Fracturas mayores, • Intoxicaciones • Lesiones múltiples 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones fatales

Se estima la probabilidad de que ocurra cada situación de riesgo. La probabilidad puede ser baja, media o alta.

Tabla 50

Probabilidad de ocurrencia de situación de riesgo

Probabilidad	Características
Baja	Es muy raro que se produzca el evento peligroso.
Media	Es probable que el evento peligroso ocurra, pero igualmente puede no ocurrir, las probabilidades para ambos casos similares.
Alta	El evento peligroso puede ocurrir varias veces.

Al determinar la probabilidad de que ocurra el evento peligroso, se debe tener en cuenta las medidas preventivas ya implementadas, ya que cuantas más medidas se hayan tomado, menor será la probabilidad de que ocurran los eventos.

Después de haber estimado ambos parámetros, consecuencias y probabilidad, se tiene el siguiente cuadro que permite valorar cada riesgo.

Tabla 51

Probabilidades y consecuencias

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino
PROBABILIDAD	Baja	Riesgo Trivial ¹	Riesgo Tolerable ²	Riesgo Moderado ³
	Media	Riesgo Tolerable ²	Riesgo Moderado ³	Riesgo Importante ⁴
	Alta	Riesgo Moderado ³	Riesgo Importante ⁴	Riesgo Intolerable ⁵

A cada grupo de riesgo se le ha asignado un valor de 1 a 5.

Tabla 52

Asignación de valores de riesgo

Riesgo	Acciones preventivas
TRIVIAL	No se necesita tomar una acción específica.
TOLERABLE	Se deben tener en cuenta las situaciones más rentables o las mejoras que no impliquen una carga económica significativa. Se deben hacer esfuerzos para tomar decisiones de inversión precisas y mitigar los riesgos. Si un riesgo moderado se asocia con un resultado muy adverso, se debe especificar mejor la probabilidad de ocurrencia del daño para establecer medidas preventivas.
MODERADO	
IMPORTANTE	Puede que sea necesario contar con importantes recursos para controlar el riesgo.
INTOLERABLE	Si no es viable disminuir el riesgo aun con recursos limitados, se debería prohibir la actividad laboral.

4.6. Análisis de resultados

Tabla 53

Riesgos endógenos identificados en la planta de beneficio

PROCESO	PELIGRO	GRAVEDAD	PROBABILIDAD	VALORACIÓN DEL RIESGO	CONTROL
Fase de operación					
Oficinas Maquinaria Casa de los empleados	Contacto eléctrico directo o indirecto con instalaciones eléctricas en mal estado	Dañino	BAJA	Riesgo Tolerable ²	No utilizar aparatos eléctricos con manos húmedas Evitar limpiar con líquidos un equipo conectado a la corriente eléctrica, señalizar y delimitar las zonas con peligro eléctrico
Transporte del mineral hacia y desde la planta de beneficio.	Golpes o cortes producidos con partes móviles	Ligeramente Dañino	BAJA	Riesgo Trivial ¹	Hacer circular vehículos y peatones por zonas separadas.
Operación de la maquinaria.	Cortes y magulladuras pequeñas, Irritación de los ojos por polvo	Ligeramente Dañino	MEDIA	Riesgo Tolerable ²	Los trabajadores que trabajen en las diferentes áreas de la planta de beneficio deberán ser capacitados en la operación de la maquinaria. Para la operación de las maquinarias deberán usar el equipo de protección personal.

Tabla 54

Riesgos endógenos identificados en la planta de beneficio

PROCESO	PELIGRO	GRAVEDAD	PROBABILIDAD	VALORACIÓN DEL RIESGO	CONTROL
Fase de operación					
Bodega de productos químicos	Contacto con productos que contienen sustancias químicas peligrosas	Dañino	ALTA	Riesgo Importante 4	Exigir al fabricante las fichas de seguridad de los productos con un correcto etiquetado. Seguir las instrucciones de uso de acuerdo a la ficha de seguridad. Prohibir fumar cerca del área de almacenamiento.
	Derrame de productos químicos	Dañino	MEDIA	Riesgo Moderado 3	Almacenar los productos químicos de acuerdo a la norma INEN 2266. Manejar cada producto de acuerdo a la ficha de seguridad correspondiente.
Bodega de almacenamiento de hidrocarburos	Derrame de hidrocarburos	Dañino	MEDIA	Riesgo Moderado 3	Almacenar los productos de combustibles de acuerdo a la norma INEN 2266.

4.7. Riesgos exógenos

4.7.1. Metodología

La evaluación de los riesgos naturales se llevó a cabo utilizando la cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en Ecuador, se encuentra detallado en los mapas de amenazas, vulnerabilidad y capacidades en el Ecuador, que permiten observar de forma general los territorios más expuestos a los distintos tipos de amenazas.

4.7.2. Análisis de resultados

Riesgo Sísmico

En el mapa se asigna a cada cantón un valor en función de su ubicación en una zona sísmica específica, siendo la zona I la de menor riesgo y la zona IV la de mayor riesgo. El valor de amenaza varía de 0 (mínimo) a 3 (máximo).

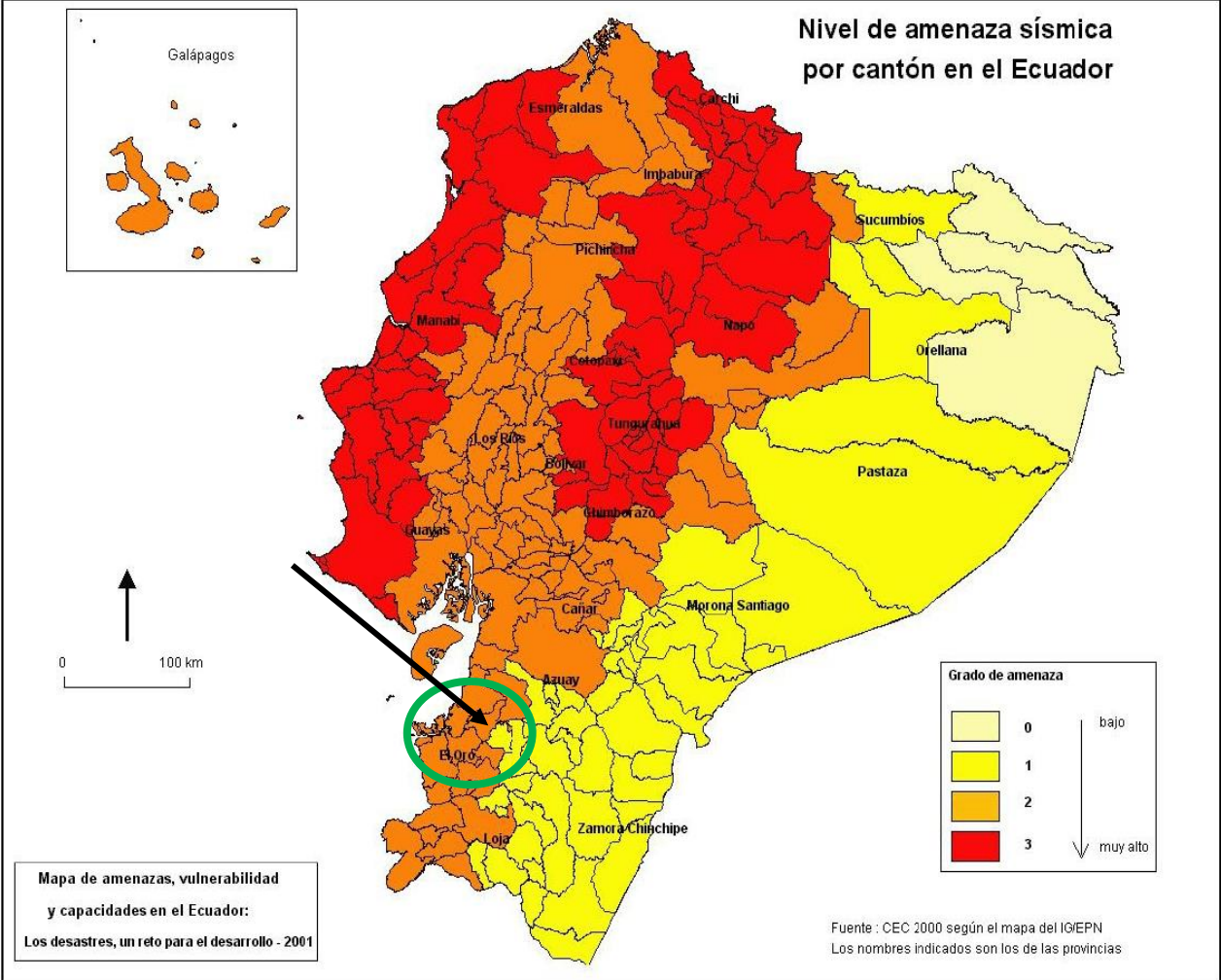
Tabla 55

Riesgos sísmicos y valores

Peligro sísmico	Valor
Zona IV	3
Zona III	2
Zona II	1
Zona I	0

Figura 30

Nivel de amenaza sísmica por cantón



Mapa A - Elaboración: Demoraes, D'Ercole, 2001

Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

El mapa de amenazas sísmicas indica que los cantones ubicados en la franja litoral y la sierra central y norte de Ecuador son los más susceptibles a experimentar terremotos. En particular, el cantón de Portovelo, situado en la provincia de El Oro donde se llevan a cabo las actividades de la planta de beneficio, presenta una amenaza de nivel 2, lo que representa un alto nivel de riesgo geofísico para el área de influencia.

Peligro de Tsunami o Maremoto

En el caso del Cantón Portovelo, donde se encuentra la planta de beneficio, el valor es 0, lo que significa que el peligro es mínimo.

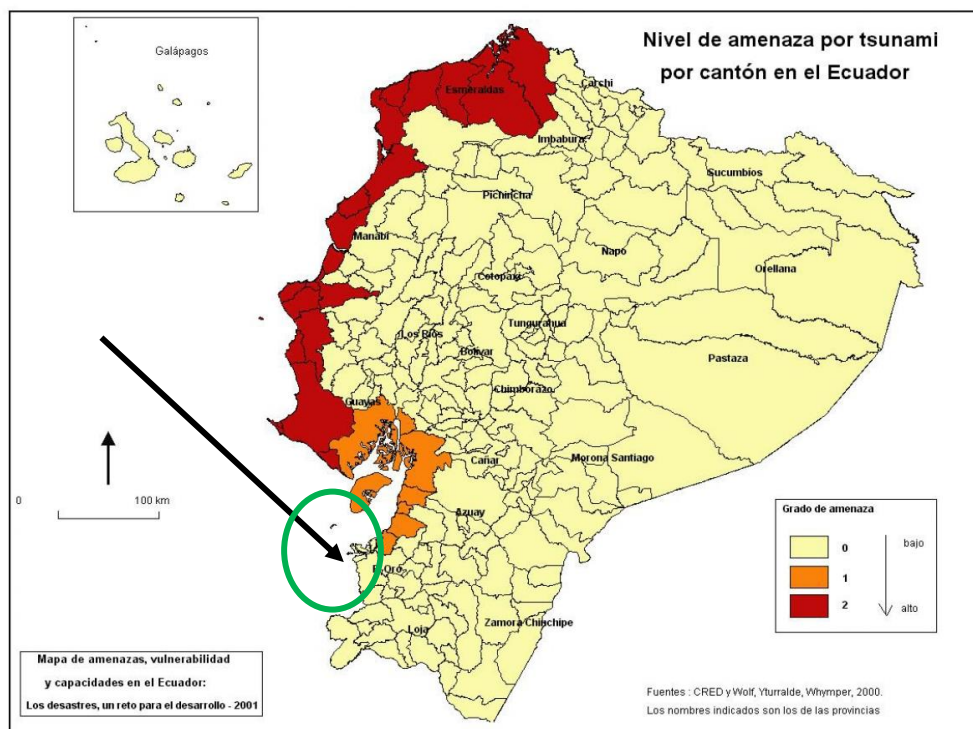
Tabla 56

Peligro de tsunami y valores

Peligro de Tsunami	Valor
Zonas litorales las más sísmicas	2
Otras zonas litorales con peligro sísmico menor	1
Zonas no litorales	0

Figura 31

Nivel de amenaza por tsunami por cantón



Mapa B - Elaboración: Demoraes, D'Ercole, 2001

Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

Riesgo Volcánico

Con respecto al nivel de riesgo volcánico, se categorizaron los cantones en una escala que va desde 0 hasta 3. La evaluación de peligros volcánicos se basa en datos

históricos y en la ubicación geográfica de los volcanes más importantes en Ecuador, para relacionarlos con la ubicación de área de influencia.

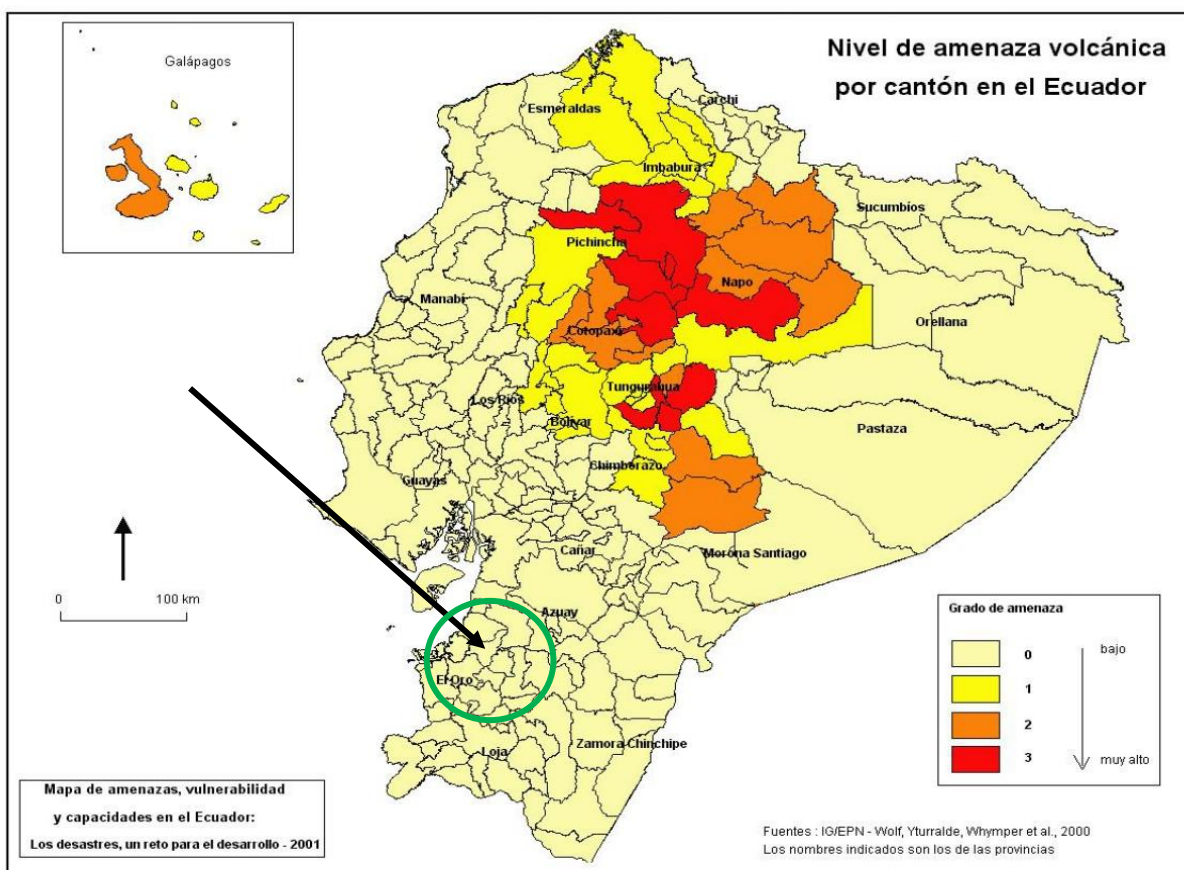
Tabla 57

Peligros volcánicos y valores

Peligros volcánicos	Valor
Zonas de los volcanes Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi	3
Zonas con otros volcanes con actividad histórica	2
Zonas con otros volcanes	1
Sector sin volcán	0

Figura 32

Nivel de amenaza volcánica por cantón



Mapa C - Elaboración: Demoraes, D'Ercole, 2001

Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

Tal y como se observa en la imagen, el Cantón Portovelo se sitúa en una zona de riesgo volcánico bajo (grado 0), que abarca aquellos cantones que se encuentran fuera de las zonas de mayor actividad volcánica.

Riesgo de Deslizamiento y Derrumbe

Se estableció una escala de 0 a 3 para clasificar el nivel de deslizamiento, o bien se aplicaron cuatro categorías en función de la cartografía de deslizamientos y derrumbes potenciales.

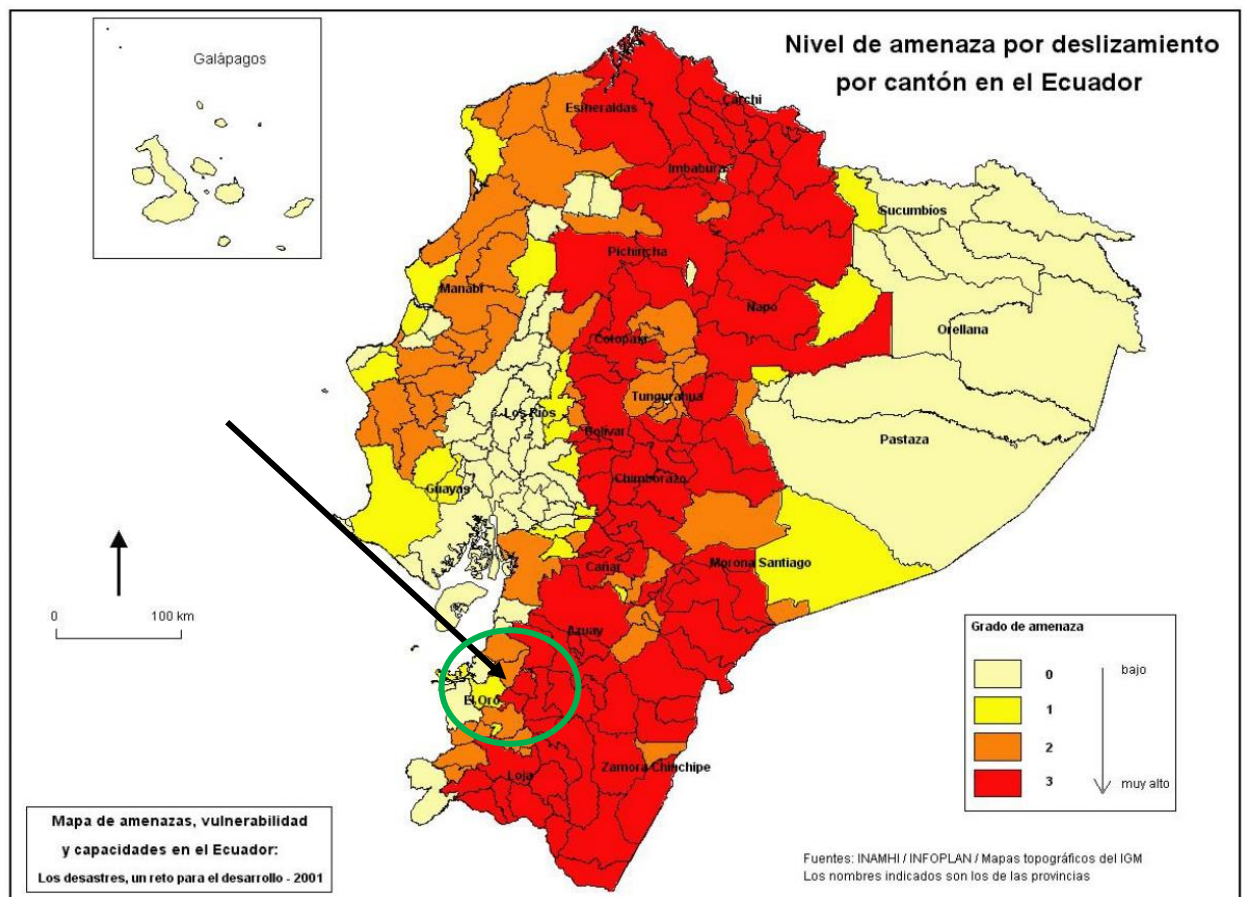
Tabla 58

Deslizamientos y valores

Deslizamiento	Valor
Potencial con mayores pendientes	3
Potencial bien representado	2
Potencial poco representado	1
El resto	0

Figura 33

Nivel de amenaza de deslizamiento por cantón



Mapa E - Elaboración: Demoraes, D'Ercole, 2001

Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

Como se muestra en la figura en la Región Andina se encuentra más expuesta a las manifestaciones morfodinámicas. El cantón Portovelo tiene un nivel de amenaza ALTO (valor 2) con peligro potencial bien representado.

Riesgo de Inundaciones

En lo que se refiere al nivel de amenazas por inundación, Ecuador fue clasificado en 4 clases, a partir de los eventos registrados en las últimas dos décadas, con valores máximo y mínimos de 3 y 2 respectivamente.

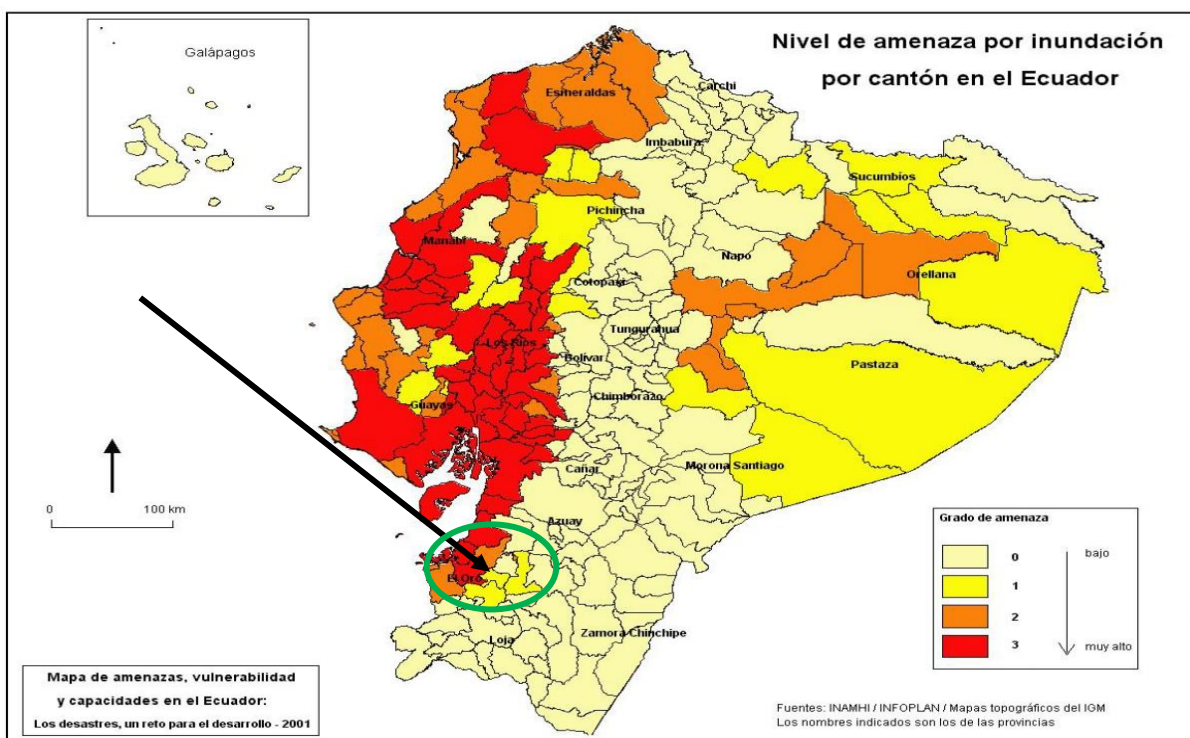
Tabla 59

Deslizamientos y valores

Deslizamiento	Valor
Zonas inundadas en 1982 y en 1998	3
Zonas inundadas en 1982 u otro tipo (Oriente)	2
Zonas de menos de 40m de altura o levemente inundada	1
Zonas sin inundación	0

Figura 34

Nivel de amenaza de inundaciones por cantón



Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

En el caso del Cantón Portovelo, la zona con una altitud inferior a 40 metros o que está levemente inundada presenta un nivel de amenaza de valor 1.

Riesgo de sequía

El nivel de amenaza de sequía mediante una clasificación de los déficits hídricos calculados por la DINAREN en convenio con el INAMHI, asignándoles valores en una escala del 0 al 2.

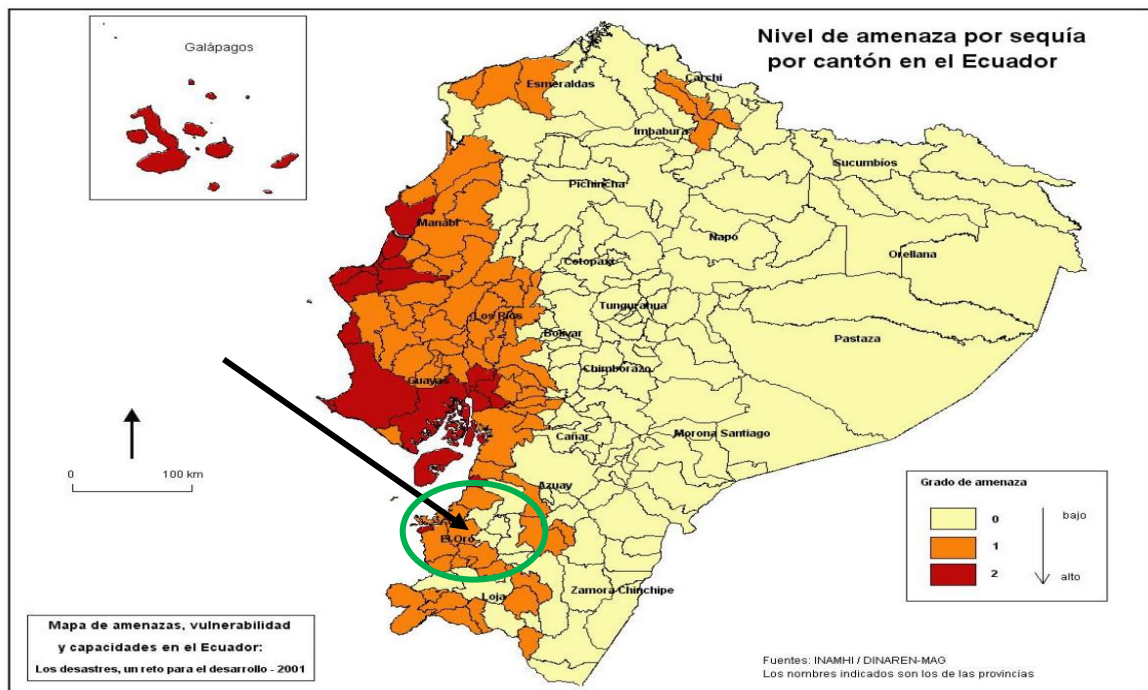
Tabla 60

Deslizamientos y valores

Deslizamiento	Valor
Fuerte potencial	2
Potencial medio	1
Potencial débil	0

Figura 35

Nivel de amenaza de sequía por cantón



Mapa F - Elaboración: Demoraes, D'Ercole, 2001

Fuente: Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador

Según la figura mostrada el cantón Portovelo presenta un nivel de amenaza de sequía MEDIO (grado 1). Lo anterior se aplica a los cantones que presentan un nivel medio de probabilidad de sufrir sequías.

En resumen, Portovelo lugar donde se ubica la planta de beneficio hermanos Franks posee los siguientes niveles de amenaza para los riesgos naturales analizados.

Tabla 61

Resumen de riesgos exógenos identificados y nivel de amenaza

Riesgo Natural	Nivel De Amenaza	Grado
Riesgo Sísmico	ALTO	0—3, grado 2
Riesgo de tsunami	BAJO	0—2, grado 0
Riesgo volcánico	BAJO	0—3, grado 0
Riesgo de Deslizamiento y Derrumbe	ALTO	0—3, grado 2
Riesgo de Inundaciones	MEDIO	0—3, grado 1
Riesgo de sequía	MEDIO	0—2, grado 1

Se puede observar que el riesgo sísmico, de deslizamiento y derrumbe, representan la mayor amenaza de origen natural para el cantón Portovelo lugar en el que se desarrollan las actividades de la planta de beneficio. Estos riesgos se clasifican como de nivel ALTO de amenaza, seguidos muy de cerca por el riesgo de inundaciones y, a su vez, de sequía. Por lo tanto, durante la ejecución del proyecto se tomarán medidas adecuadas, especialmente de seguridad, para afrontar de manera más efectiva la eventualidad de cualquiera de estos eventos.

4.8. Evaluación del impacto ambiental, riesgo ambiental y hallazgos ambientales

A continuación, se presenta una matriz que detalla las no conformidades identificadas en las actividades de la planta de beneficio Hermanos Franks. Para determinar las no conformidades mayores y/o menores, se aplicaron los criterios de revisión y evaluación establecidos en la Disposición Final Segunda del Texto Único de la Legislación Secundaria de la Secretaría del Medio Ambiente (TULSMA).

Tabla 62

Parámetros de determinación de no conformidades.

Clase	Características
Conformidad (C)	Esta calificación se da a toda actividad, instalación o práctica que se ha realizado o se encuentra dentro de las restricciones, indicaciones o especificaciones expuestas en las Leyes Aplicables.
No conformidad Mayor (NC+)	Esta calificación implica una falta grave a las leyes aplicables. Una calificación de NC+ puede ser aplicada también cuando se produzcan repeticiones periódicas de no conformidades menores. Los criterios de calificación son los siguientes: <ul style="list-style-type: none">- Corrección o remediación de carácter difícil.- Corrección o remediación que requiere mayor tiempo y recursos, humanos y económicos.- El evento es de magnitud moderada a grande.- Los accidentes potenciales pueden ser graves o fatales.- Evidente despreocupación, falta de recursos o negligencia en la corrección de un problema menor.
No conformidad Menor (NC-)	Esta calificación implica una falta leve frente a las Leyes aplicables, dentro de los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none">- Fácil corrección o remediación.- Rápida corrección o remediación.- Bajo costo de corrección o remediación.- Evento de Magnitud Pequeña, Extensión puntual, Poco Riesgo e Impactos menores, sean directos y/o indirectos.

Tabla 63

Determinación de conformidades y no conformidades

Determinación de conformidades y no conformidades					
N°	Aspecto Ambiental	Tipo NC			Descripción
		C/NA	NC+	NC-	
1	Permisos de funcionamiento			X	Cumple parcialmente se cuenta con el Documento de Sustitución de la Autorización para la Instalación y Operación de la planta de beneficio, pero no cuenta con la licencia ambiental, la misma que se encuentra en proceso.
2	Permisos de funcionamiento	X			Se cuenta con el documento de Sustitución de la Autorización para la Instalación y Operación de la planta de beneficio
3	Permisos de funcionamiento	X			Se cuenta con el documento de presentación de informes de producción semestral
4	Aprovechamiento económico del agua			X	El permiso se encuentra en trámite
5	Reglamento interno de seguridad minera y salud ocupacional	X			No aplica De conformidad con el artículo 434 del Código de Trabajo (Acuerdo Ministerial 020), en todo medio colectivo y permanente de trabajo que cuente con más de 10 trabajadores; los empleados están obligados a elaborar y someter a la aprobación del Ministerio de Trabajo y Empleo, el

				Reglamento de Seguridad e Higiene, el mismo que será renovada dos años.
6	Trabajo infantil	X		En la planta de beneficio está prohibido el trabajo infantil
7	Empleo personal nacional	X		Los trabajadores son ecuatorianos
8	Entrenamiento y capacitación		X	No se cuenta con un plan de capacitación
9	Estudios de impacto y auditorías ambientales			Se está realizando el proceso de obtención de la licencia ambiental.
10	Revegetación y reforestación	X		La zona se encuentra altamente intervenida
11	Disposición final de desechos mineros	X		No se realiza descargas a los cuerpos de agua
12	Disposición de residuos	X		Las descargas al ambiente están bajo la Norma de Calidad de Aire (Título IV del Libro VI del TULSMA)
13	Descargas líquidas	X		No se realiza descargas líquidas al ambiente
14	Disposición de desechos	X		Cuenta con piscinas de relaves
15	Permiso de bomberos			Se realizará los trámites para la obtener el permiso del cuerpo de bomberos.
16	Estudios de impacto ambiental y plan de manejo			El Estudio de Impacto Ambiental se está realizando
17	Efluentes industriales	X		El agua no se descarga
18	Disposición de desechos			No tienen políticas de reciclaje
19	Disposición de desechos peligrosos			No se entrega a los proveedores
20	Disposición de desechos peligrosos			No se llevan registros de generación de desechos

21	Disposición de desechos peligrosos		X	No cuentan con bodega de desechos peligrosos
22	Fuentes fijas de combustión existentes	X		Los valores del monitoreo cumplen con los límites permisibles
23	Fuentes fijas de combustión nuevas	X		No cuentan con fuentes fijas de combustión nuevas
24	Motores de combustión interna	X		Los valores del monitoreo cumplen con los límites permisibles
25	Fuentes fijas emisoras de ruido		X	Los valores exceden a los límites permisibles
26	Fuentes fijas emisoras de ruido	X		Los valores no exceden a 85 decibeles
27	Fuentes fijas emisoras de ruido	X		No posee generadores de emergencia
28	Clasificación en la fuente		X	No realizan separación en la fuente
29	Disposición final de los desechos		X	No tienen manejo de desechos peligrosos
30	Almacenamiento de desechos		X	No tienen manejo de desechos peligrosos
31	Contaminación aguas	X		El agua se recircula en la plata de beneficio
32	Certificado de intersección	X		La planta de beneficio cuenta con el certificado de intersección
33	Informes anuales	X		Se encuentra realizando el estudio de impacto ambiental
34	Monitoreo ambiental interno	X		Se encuentra realizando el estudio de impacto ambiental
35	Desbroce	X		No se realiza desbroce de vegetación
36	Especies silvestres	X		La captura está prohibida en la planta de beneficio
37	Capacitación ambiental		X	No realizan capacitaciones
38	Manejo de desechos		X	No tienen manejo de desechos

39	Manejo de desechos			X	No tienen un manejo de desechos
40	Manejo de desechos	X			No cuentan con sistema de tratamiento de efluentes, no realizan descargas
41	Manejo de desechos peligrosos			X	No tienen manejo de desechos
42	Monitoreos de tanques			X	No realizan inspecciones a la maquinaria
43	Depósitos de relaves	X			Los sitios se encuentran en un lugar técnicamente recomendable
44	Depósitos de relaves	X			Los sitios se encuentran en un lugar técnicamente recomendable
45	No hay uso de mercurio	X			No hay evidencia del uso de mercurio
46	Material particulado		X		No tienen elementos que permitan la captación directa de polvo
47	Ruidos y gases tóxicos			X	No realizan mantenimiento a las maquinarias
48	Almacenamiento de concentrados	X			Tienen un lugar específico de almacenamiento
49	Plantas de fundición y refinación	X			Tienen un lugar específico para esta actividad
50	Almacenamiento de combustibles			X	No tienen cubetos para el almacenamiento de combustibles
51	Almacenamiento de combustibles	X			Los equipos están conectados a tierra
52	Equipos de control de derrames, incendios			X	No cuentan con equipos de control de derrames.
53	Bebidas alcohólicas	X			En la planta está prohibido que los trabajadores realicen su actividad en estado etílico.
54	Unidad de seguridad e	X			La planta no tiene 100 trabajadores.

Higiene del Trabajo			
55	Agua potable	X	La planta de beneficio tiene agua potable
56	Primeros auxilios		No cuenta con trabajadores instruidos en primeros auxilios
57	Protección de máquinas	X	Los elementos de protección y defensa de máquinas no se retiran de las mismas.
58	Prevención de incendios		No cuentan con acciones para la prevención de incendios.
59	Almacenamiento de combustibles		Cumplen parcialmente, tienen un lugar de almacenamiento de combustible,
60	Protección del personal		No cuentan con equipos de protección personal
61	Botiquines		No cuentan con botiquín
62	Duchas		No cuentan con servicio de duchas
63	Seguridad del personal	X	Tienen soborna y retorta

4.8.1. Síntesis de no conformidades encontradas

En esta sección se incluyen los resultados de los análisis resumidos en la siguiente tabla:

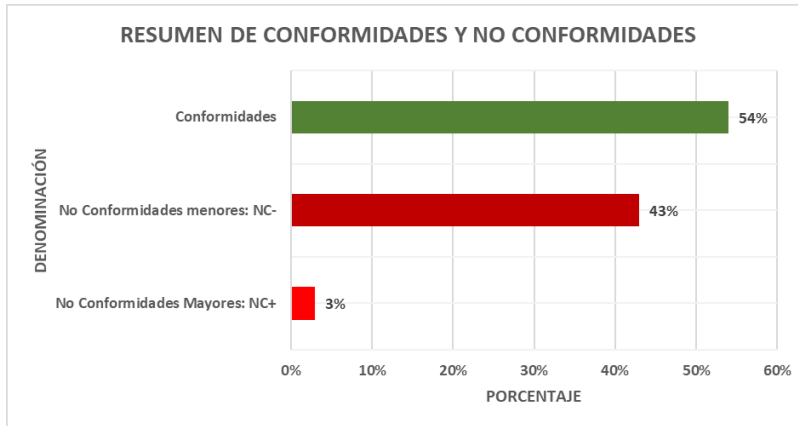
Tabla 64

Resumen de conformidades

Denominación	Cantidad (#)	Porcentaje (%)
No Conformidades Mayores: NC+	2	3
No Conformidades menores: NC-	27	43
Conformidades	34	54
Aspectos Evaluados	63	100

Figura 36

Resumen de conformidades y no conformidades



4.8.2. Plan de acción de levantamiento de no conformidades

El plan de acción de levantamiento de no conformidades. Se explica en la siguiente

Tabla:

Tabla 65

Resumen de medidas, indicadores y medios de verificación

Medida	Indicador	Medio de Verificación
La planta de beneficio Hermanos Franks obtendrá la licencia ambiental.	Licencia Ambiental obtenida	Físico del documento
Se obtendrá el permiso de aprovechamiento de agua.	Permiso obtenido	Físico del documento
Se presentará el estudio de impacto ambiental.	Estudio presentado	Físico del oficio presentado
Se obtendrá el permiso del cuerpo de bomberos.	Permiso obtenido	Físico del documento
Se implementará medidas para el reciclaje en la planta de beneficio.	# de medias implementadas / # de medias requeridas	Registro fotográfico
Los desechos peligrosos generados serán devueltos a sus proveedores.	Desechos peligrosos entregados	Registros
Se llevará registros de la entrega de desechos peligrosos.	# de registros implementados / # de registros requeridos	Físico del registro
Se deberá construir una bodega para el almacenamiento de los desechos peligrosos.	% de realización de esta actividad	Bodega construida
Se implementará medidas de insonorización para reducir la afectación del ruido.	# de medidas implementadas / # de medidas requeridas	Registros fotográficos / Instrucciones de trabajo
Se implementará programas de capacitación que serán dirigidos hacia los trabajadores de la planta de beneficio.	# de programas dictados / # de programas planeados	Registro de asistencia / Registros fotográficos
Se realizará mantenimientos e inspecciones a la maquinaria de la planta de beneficio.	# de mantenimientos e inspecciones realizadas / # de inspecciones requeridas	Registro de mantenimiento
Se implementará medidas que permitan la captación de polvo generado.	# de medidas implementadas / # de medidas planeadas	Registro Fotográfico
Se construirá cubetos de contención para el almacenamiento de combustibles con un volumen igual o mayor al 110 % del tanque de mayor volumen.	% de realización de esta actividad	Registro fotográfico / Cubeto construido
Se dispondrá de equipos y materiales para el control de derrames así como de equipos contra incendios.	# de equipos comprados / # de equipos requeridos	Equipos implementados
Se implementará medidas para la prevención de incendios.	# de medidas implementadas / # de medidas planeadas	Instrucciones de trabajo
Se dotará al personal de equipos de protección para la realización de sus actividades.	# de EPP entregados / # de EPP requeridos	Registro de entrega del equipo de protección personal
Se implementará un botiquín provisto de antidotos contra el envenenamiento por gases o líquidos y demás sustancias que se produzcan en el tratamiento del mineral.	# de botiquines implementados / # de botiquines requeridos	Botiquín instalado

Tabla 66

Resumen de medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

Medida	Acción a realizar	Indicador	Medio de Verificación
La Planta de Beneficio Hermanos Franks obtendrá la Licencia Ambiental	Licencia Ambiental obtenida	Licencia Ambiental obtenida	Físico del documento

Se obtendrá el permiso de aprovechamiento de agua	Iniciar el trámite de obtención de permiso de la autoridad única del agua para el aprovechamiento económico del agua	Permiso obtenido	Físico del documento
Se presentará el Estudios de Impacto Ambiental	Presentar el Estudio de Impacto Ambiental	Estudio presentado	Físico del oficiopresentado
Se obtendrá el permiso del cuerpo de bomberos	Iniciar el trámite de obtención de permiso del cuerpo de bomberos. Se deben establecer sistemas de separación y almacenamiento de materiales reciclables.	Permiso obtenido	Físico del documento
Se implementará medidas para el reciclaje en la planta de beneficio	Capacitar al personal de la planta de beneficio sobre el plan de reciclaje. Establecer un plan de reciclaje que incluya objetivos claros, metas específicas y un cronograma de implementación	# de medias implementadas / # de medias requeridas	Registro fotográfico
Los desechos peligrosos generados serán devueltos a sus proveedores	Registrar la devolución de los desechos: Se debe mantener un registro detallado de la devolución de los desechos peligrosos, incluyendo la cantidad y la fecha en que se entregaron a los proveedores	Desechos peligrosos entregados	Registros
Se llevará registros de la entrega de desechos peligrosos	Se realizará un adecuado manejo de desechos al interior de la Planta mediante el Plan de Manejo Ambiental	# de registros implementados / # de registros requeridos	Físico del registro
Se deberá construir una bodega para el almacenamiento de los desechos peligrosos	Instalar técnicamente una bodega para almacenamiento temporal de desechos peligrosos.	% de realización de esta actividad	Bodega construida
Los valores de ruido exceden a los límites permisibles	Se implementará medidas de insonorización para reducir la afectación del ruido.	# de medidas implementadas / # de medidas requeridas	Registros fotográficos / Instrucciones de trabajo

Se implementará programas de capacitación que serán dirigidos hacia los trabajadores de la planta de beneficio	Realizar capacitaciones al personal en lo relacionado a: •Seguridad Industrial (Uso de EPP) •Higiene en el trabajo •Normas de conducta •Primeros auxilios •Uso de extintores •Plan de contingencias •Registrar todas las capacitaciones realizadas con las firmas del personal asistente, el instructor y la fecha de la capacitación realizada	# de programas dictados / # de programas planeados	Registro de asistencia / Registros fotográficos
Se realizará mantenimientos e inspecciones a la maquinaria de la planta de beneficio	Elaborar un plan de mantenimiento para la maquinaria de la planta de beneficio el cual debe incluir los procedimientos y la periodicidad de las inspecciones y el mantenimiento preventivo. Implementar sistemas de captación de polvo, como	# de mantenimientos e inspecciones realizadas / # de mantenimientos e inspecciones requeridas	Registro de mantenimiento
Se implementará medidas que permitan la captación de polvo generado.	colectores de polvo de ciclón, filtros de mangas, colectores de polvo húmedos, entre otros Monitorear el desempeño del sistema	# de medidas implementadas / # de medidas planeadas	Registro Fotográfico
No se posee un adecuado lugar de almacenaje de combustibles	Se construirá cubetos de contención para el almacenamiento de combustibles con un volumen igual o mayor al 110 % del tanque de mayor volumen	% de realización de esta actividad	Registro fotográfico / Cubeto construido
Se dispondrá de equipos y materiales para el control de derrames, así como de equipos contra incendios.	Se comprará e instalará equipos de extinción contra incendios así como de materiales contra derrames necesarios para toda la planta.	# de equipos comprados / # de equipos requeridos	Equipos implementados
Se implementará medidas para la prevención de incendios.		# de medidas implementadas / # de medidas planeadas	Instrucciones de trabajo
No cuentan con equipos de protección personal	Se dotará al personal de equipos de protección para la realización de sus actividades (guantes, casco, botas)	# de EPP entregados / # de EPP requeridos	Registro de entrega del equipo de protección personal

No Cuentan con botiquín que posea los medicamentos necesarios.	Se implementará un botiquín provisto de antídotos contra el envenenamiento por gases o líquidos (cianuro) y demás sustancias que se produzcan en el tratamiento del mineral.	# de botiquines implementados / # de botiquines requeridos	Botiquín instalado
--	--	--	--------------------

4.9. Plan De Manejo Ambiental

El objetivo del Plan de Manejo Ambiental (PMA) es establecer las medidas necesarias y eficaces para prevenir, controlar, minimizar, compensar y corregir los posibles impactos negativos generados por la operación de la Planta de Beneficio Hermanos Franks. El propósito es garantizar la protección de la población y las áreas de interés humano y ecológico en la zona de intervención al considerar los diferentes componentes del ambiente. Para lograr una gestión de riesgo ambiental adecuada, el ejecutor del proyecto deberá proporcionar soluciones ambientales y estructurales. El PMA es una parte integral y dinámica de los Estudios Ambientales

El presente estudio contendrá la siguiente estructura del PMA:

Figura 37

PMA



4.9.1. PPC: Plan de Prevención, Mitigación y Control de Impactos

Se trata de un conjunto de medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales significativos, con el fin de reducir o neutralizar sus efectos en el medio ambiente hasta cumplir con los requisitos establecidos por la normativa ambiental vigente.

Responsable

1. El Titular Minero es responsable de: El Plan debe ser implementado, comunicado y cumplido en su totalidad. Debe haber una asignación clara de responsabilidades en relación con la seguridad ocupacional y la protección ambiental. Además, es

importante proporcionar los recursos necesarios para garantizar la implementación adecuada del Plan.

2. El jefe de planta de beneficio: Es importante asegurarse de cumplir con el contenido del Plan de Manejo Ambiental y todos sus programas correspondientes, así como también implementar el plan en el lugar de trabajo.
3. Los demás empleados y contratistas son responsables de: Es necesario acatar las disposiciones del jefe de Planta en relación al Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Tabla 67

Medida, indicador de cumplimiento, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
1	Se pueden tomar medidas para reducir el ruido, como aislar la maquinaria estacionaria.	Mediciones de ruido	Resultados de laboratorio
2	Es importante mantener los canales de coronación aguas arriba para evitar el ingreso de aguas de escorrentía.	# mantenimientos realizados / # de mantenimientos requeridos	Registro de mantenimiento
3	Es necesario usar equipo de protección adecuado según el área de trabajo.	# equipos protección entregado / # equipos protección requerido	Registro fotográfico y hoja de dotación de equipo de protección
4	Es fundamental cumplir con las medidas para el manejo seguro de combustibles y productos químicos.	# de medidas implementadas / # de medidas requeridas	Instrucción de trabajo Registro fotográfico
5	Se evitará verter en cuerpos de agua sustancias como aceites, combustibles u otros productos químicos que puedan causar contaminación en el entorno acuático	Monitoreo de agua	Resultados de Laboratorio
6	Técnicamente se instalará una fosa séptica para recoger las aguas residuales.	% de construcción de la fosa séptica	Procedimiento Técnico
7	No se empleará agua en ningún caso para diluir los efluentes líquidos sin tratar.		Instrucción de trabajo

8	En caso de ser factible desde el punto de vista técnico y con el objetivo de prevenir la contaminación de fuentes de agua, se llevará a cabo la recirculación del agua utilizada en el proceso.	Recirculación del agua de proceso	Instrucción de trabajo
Preservación de calidad de suelo			
9	En caso de necesidad durante situaciones de emergencia, se construirá un depósito destinado a almacenar los tanques de combustible utilizados para la maquinaria.	% de construcción de la bodega	Registro fotográfico
10	Se creará un cubeto de retención con la capacidad de contener un volumen equivalente al 110% del tanque con mayor capacidad.	% de construcción del cubeto de almacenamiento de combustible	Instrucción de trabajo visual/ Registro fotográfico
11	El suelo de las zonas de almacenamiento de residuos, combustibles y productos químicos será una superficie lisa, impermeable y fácil de limpiar. La limpieza de los almacenes se llevará a cabo en seco, sin utilizar agua.	Área lisa, de material impermeable y fácilmente lavable	Instrucción de trabajo / Registro fotográfico
12	En el mismo terreno se asignará un espacio específico para apilar y resguardar el material removido durante las excavaciones y movimientos de tierra, con el propósito de utilizarlo posteriormente o disponer de él de manera adecuada, evitando así su erosión. Este espacio estará ubicado a una distancia considerable de la bodega de almacenamiento de combustible.	% de material utilizado/% de material almacenado	Instrucción de trabajo / Registro fotográfico
Control de calidad atmosférica			
13	Se llevará a cabo la inspección técnica y el mantenimiento adecuado de los equipos y maquinarias.	# de mantenimientos realizados /# de mantenimientos requeridos	Registro de mantenimiento / Registro fotográfico

14	Con el fin de prevenir o disminuir la presencia de partículas en suspensión en el aire, se implementarán las siguientes acciones correctivas: en primer lugar, se cubrirán los materiales que tienen la capacidad de generar polvo o partículas en suspensión, especialmente durante su transporte.	Monitoreo	Resultados del laboratorio
15	El transporte del material se llevará a cabo en vehículos que cuenten con una cobertura adecuada, como toldos u otros sistemas similares, para reducir al mínimo las emisiones de partículas en las áreas cercanas a la ruta por la cual transiten los vehículos. Además, se cubrirán con toldos los acopios de materiales sueltos, especialmente en días ventosos, con el objetivo de evitar la emisión de material particulado.	vehículos con la carga convenientemente cubierta	Instrucción de trabajo/ Registro

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
16	Los generadores eléctricos serán sometidos a mantenimiento trimestral y se deberá documentar esta actividad para controlar adecuadamente la proporción de aire y combustible, logrando así una combustión más eficiente y menos contaminante. Para realizar un seguimiento de su funcionamiento, se requerirá que la fuente de energía fija esté equipada con un horómetro y se deberá mantener un registro correspondiente.	# de mantenimientos realizados / # de mantenimientos requeridos	Registro de mantenimiento
Control de ruido			
17	Los vehículos pesados deberán circular a una velocidad máxima de 70 km/h.	Control satelital de velocidad	Instrucción de trabajo
18	Se controlará el uso indebido de bocinas, cornetas y pitos que emitan altos niveles de ruido.	Uso adecuado de bocinas	Instrucción de trabajo
19	Realizar el mantenimiento trimestral del generador, de acuerdo con las especificaciones técnicas, y llevar un registro del mantenimiento, describiendo su funcionamiento, observaciones y tiempo de uso.	# de mantenimientos realizados / # de mantenimientos requeridos	Registro de mantenimiento

20	Se llevará a cabo una revisión y ajuste anual de los motores de la maquinaria para su mantenimiento y calibración adecuados Durante las actividades diarias del proyecto, los niveles de ruido generados en los lugares de trabajo se mantendrán dentro de los límites establecidos por el Ministerio de Trabajo y el IESS	# de mantenimientos realizados /# de mantenimientos requeridos	Registro de mantenimiento
21		# de monitoreo realizados /# de monitoreo requeridos	Inspección y monitoreo
N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
22	En caso de que el nivel de ruido exceda los estándares establecidos, se tomarán medidas de insonorización en las áreas afectadas.	Monitoreo	Registro de monitoreo
Manejo de depósitos de relaves			
23	Realizar inspecciones regulares para monitorear el nivel y ubicación de la laguna de aguas claras, asegurándose de que siempre esté alejada del muro de arenas en los casos de piscinas de relaves. El objetivo es evitar una humectación excesiva del muro y su saturación de agua, lo que podría aumentar la presión de poros entre las partículas y eventualmente provocar un colapso.	# de controles realizados / # de controles requeridos	Registros
24	Realizar inspecciones regulares para verificar el estado de las tuberías utilizadas para transportar los relaves, así como las válvulas y bombas que impulsan la pulpa de relaves.	# de inspecciones realizadas / # de inspecciones requeridas	Registro
25	Es importante tener en cuenta una medida significativa durante la construcción de los muros de algunos depósitos: evitar la formación de esquinas en ángulo recto, ya que estas son estructuralmente más débiles ante las fuerzas sísmicas debido a la falta de confinamiento. Por lo tanto, se recomienda establecer uniones redondeadas para mejorar la resistencia sísmica.	% de deterioros o daños en las piscinas	Instructivos Técnicos

26	<p>En una piscina de relaves en funcionamiento, es crucial mantener la práctica de compactar el talud exterior a lo largo del muro de arenas utilizando equipos apropiados, como rodillos lisos vibratorios, tractores o bulldozers pesados. Esto se realiza para garantizar una compactación adecuada del muro, lo que a su vez contribuye a una mejor estabilidad sísmica de la estructura.</p>	<p>% de deterioros o daños en las piscinas</p>	<p>Instructivos Técnicos</p>
----	---	--	----------------------------------

Tabla 68

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
27	<p>Cuando la compactación es insuficiente, las piscinas de relaves presentan un mayor riesgo de colapso ante una fuerza sísmica significativa. Por lo tanto, es fundamental realizar la compactación de manera regular en el muro resistente, junto con la implementación de todas las demás medidas que afectan la estabilidad del depósito.</p>	<p>% de colapsos de las piscinas de relaves</p>	<p>Instructivos Técnicos</p>
28	<p>Durante la operación, es importante realizar reparaciones en todas las fisuras o grietas que puedan surgir, ya que si no se cierran, crean puntos débiles donde la posterior compactación con material de relaves no será efectiva en esos sectores.</p>	<p># de reparaciones realizadas / # de inspecciones requeridas</p>	<p>Registro</p>
29	<p>En el caso de que no haya suficiente arena de calidad adecuada durante la operación de una piscina de relaves, se recomienda considerar la adición de una o varias capas intermedias de material de empréstito bien compactado. Esto permitirá continuar con la construcción del muro resistente y garantizar una mejor estabilidad física.</p>	<p>% de deterioros o daños en las piscinas</p>	<p>Inspección / Registro fotográfico</p>

30 Es fundamental mantener los muros de arenas libres de cualquier objeto extraño, ya que los relaves tienden a depositarse a la altura de los obstáculos que encuentran en su camino.

Muros despejados

Instrucción de trabajo

31 En caso de que una emergencia sea causada por fenómenos naturales extremos imprevistos, como terremotos, lluvias intensas, erupciones volcánicas u otros eventos que afecten negativamente la operación normal o representen un peligro para la vida de las personas o el medio ambiente, se deberá suspender la deposición de relaves hasta que las condiciones de seguridad del depósito sean restablecidas.

de operaciones suspendidas

Informe

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
Manejo de productos químicos			
32	Se brindará capacitación al personal encargado de la manipulación de productos químicos acerca de las normas de seguridad correspondientes.	# de capacitaciones realizadas / # de capacitaciones planificadas	Registro de capacitación / Registro fotográfico
33	El transporte de productos químicos se realizará utilizando vehículos especialmente diseñados y siguiendo las recomendaciones del fabricante. Durante el transporte de los productos, no se permitirá el transporte de personas, equipos ni materiales adicionales.	# de inspecciones realizadas / # de inspecciones requeridos	Registro de inspecciones vehiculares / Registro fotográfico
34	El manejo, almacenamiento y transporte de productos químicos se llevará a cabo de acuerdo con las hojas de información de seguridad del material (MSDS, por sus siglas en inglés) correspondientes. Estas hojas estarán disponibles en idioma español y serán redactadas en un lenguaje claro para cada producto químico que se utilice en el lugar de trabajo. Las MSDS podrán estar disponibles en el área de almacenamiento, en el centro médico contratado o en el lugar más cercano según sea necesario.	% de accidentes con productos químicos	Instrucción de Trabajo Hojas MSDS/ Registro fotográfico

35	Los productos químicos serán manipulados, transportados y almacenados de acuerdo a su compatibilidad. Se planificará la construcción de una bodega especialmente diseñada para el almacenamiento de productos químicos. Estos productos se organizarán en pallets, evitando su contacto directo con el suelo.	% de accidentes o incidentes con productos químicos	Instrucción de Trabajo Hojas MSDS/ Registro fotográfico
36		% de construcción de la bodega	Registro fotográfico

Manejo de combustibles

37	Los combustibles necesarios para el proyecto se adquirirán en uno de los centros urbanos más cercanos y posteriormente se transportarán al área de almacenamiento dentro de las instalaciones propias del proyecto.	Compra de combustible	Facturas o notas de venta / Registro fotográfico
----	---	-----------------------	--

Tabla 69

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
38	El transporte del combustible se llevará a cabo utilizando vehículos especialmente equipados para esta tarea y se asegurará de contar con los extintores contra incendios necesarios. Durante el transporte de combustible, estará prohibido el transporte de personas y equipos materiales	# de inspecciones realizadas / # de inspecciones requeridos	Registro de inspecciones vehiculares / Registro fotográfico
39	El personal responsable del transporte y manipulación de combustible recibirá capacitación en la implementación de medidas de seguridad y estará obligado a utilizar el equipo de protección personal adecuado.	# de personal capacitado/# de personal requerido capacitado	Registro de capacitación / Registro fotográfico
40	El traslado de combustible desde el área de almacenamiento a los sitios correspondientes se llevará a cabo utilizando recipientes con una capacidad máxima de 10 galones.	Transporte de combustibles en recipientes de no más de 10 galones	Instrucción de Trabajo Registro fotográfico

41	Los lugares destinados al almacenamiento de combustibles y otros productos inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de ignición o fuentes de calor.	Productos inflamables alejados de fuentes de calor	Inspección visual/ Registro fotográfico
42	El almacenamiento de combustibles se realizará en una instalación cubierta, bien ventilada, que estará equipada con una fosa o dique impermeabilizado con una capacidad equivalente al 110% del volumen de combustible a almacenar. Además, se dispondrá del material absorbente adecuado en caso de derrames o goteos.	Adecuado almacenamiento de combustibles	Inspección visual/ Registro fotográfico
43	Se dispondrá de extintores contra incendios adecuados al volumen y tipo de combustibles almacenados, los cuales serán ubicados estratégicamente para su pronta utilización en situaciones de emergencia.	# de extintores implementados / # de extintores requeridos	Inspección visual/ Registro fotográfico/Registro de mantenimiento y ubicación de extintores

Tabla 70

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
44	En el área de almacenamiento de combustibles se colocarán señales preventivas que indiquen la restricción de acceso al área.	# de señales implementadas / #de señales requeridas	Inspección visual/ Registro fotográfico
45	El área designada para el almacenamiento de combustible debe mantenerse libre de otros materiales con el fin de prevenir y aislar posibles incendios.	Área despejada de otros materiales	Inspección visual/ Registro fotográfico
46	En el caso de la operación y mantenimiento de equipos y maquinaria que necesiten combustibles, se deberá almacenarlos en recipientes apropiados, ubicados en áreas libres de cualquier riesgo para la seguridad, salud de los trabajadores, la población en general y el entorno natural circundante.	Almacenamiento de combustibles en envases adecuados	Inspección visual/ Registro fotográfico

4.9.2. PMD: Plan de manejo de desechos

El Plan de Manejo de Desechos (PMD) Proporciona pautas para la clasificación de residuos en su origen, el almacenamiento apropiado, la reutilización, el reciclaje y la disposición adecuada de los desechos producidos en la planta de beneficio. Encontrar acciones que posibiliten la eliminación, prevención y reducción de los efectos negativos sobre el medio ambiente relacionados con la producción de residuos, y que además, garanticen el cumplimiento de la normativa ambiental en vigencia. Establecer un tratamiento adecuado para los residuos generados a partir de las operaciones realizadas en la planta de beneficio.

Responsable

La persona encargada de llevar a cabo las tareas de este plan será el titular minero o una persona seleccionada por el representante legal de la planta de beneficio.

Figura 38

Tipos de desechos

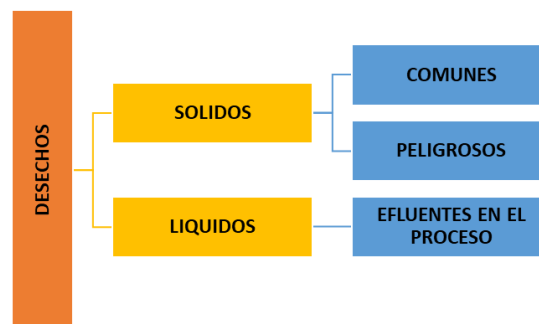


Tabla 71

Tipo y desechos

TIPO	DESECHOS	
Orgánicos	Papel	Restos de comida
	Cartón	Madera
Inorgánicos	Plásticos	Latas
	Vidrio	Chatarra
	Fundas de cianuro	Fundas de viruta de zinc
Peligrosos	Recipiente de ácido nítrico	Recipientes de químicos peligrosos
	Recipientes de cal	Filtros de aceite
	Guaiques con hidrocarburo	

El agua residual generada por el procedimiento es trasladada a las piscinas de relaves para su posterior reutilización en las etapas correspondientes de la planta de beneficio es por ello por lo que el agua no es considerada como residual, sino como agua de proceso.

Resumen de las Medidas

Tabla 72

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

Nº	Medida	Indicador de Cumplimiento	Medio de Verificación
Medidas Generales			
1	Se tomarán medidas para prevenir la acumulación de materiales y residuos en las áreas externas de la planta, especialmente en las zonas de acceso y salida de vehículos, evitando esta situación en todo momento.	Áreas libres de residuos	Inspección visual
2	Se evitará la mezcla de desechos sólidos no peligrosos con los desechos sólidos peligrosos, asegurando la clasificación y el almacenamiento temporal de cada tipo de residuo en áreas designadas específicamente.	Sitios almacenamiento o de desechos independiente.	Registros de generación de residuos
3	No se permitirá la incineración de desechos no peligrosos ni de recipientes que hayan contenido productos químicos o combustibles, ya sea en contenedores de almacenamiento de desechos o al aire libre.	Sitios almacenamiento o de desechos de independiente.	Inspección visual Registros fotográficos
4	Los desechos orgánicos e inorgánicos reciclables generados en la planta de beneficio serán vendidos o donados a empresas especializadas en su reciclaje o reutilización.	Venta o Donación de desechos orgánicos	Registro de venta o donación
5	No se permitirá la disposición de desechos sólidos o líquidos al aire libre, en patios, infraestructuras en general ni en vías o cuerpos de agua superficiales.	Sitios de disposición de residuos sólidos.	Registros: Fotográficos Cuantificación de desechos

Medidas Específicas

Residuos Sólidos No Peligrosos

1	Los residuos orgánicos e inorgánicos se clasificarán según su categoría en el lugar donde se generan, y será necesario proporcionar recipientes y bolsas adecuados para cada tipo de residuo.	# de basureros implementados/# de basureros requeridos	Inspección visual/ Registro fotográfico
Nº	Medida	Indicador de Cumplimiento	Medio de Verificación
2	Las fundas de tonalidad verde se dispondrán en un recipiente metálico situado tanto dentro como fuera de la instalación de procesamiento.	Recipientes de Almacenamiento de desechos	Inspección visual/ Registro fotográfico
3	Las fundas de tonalidad azul serán recogidas y categorizadas según su clasificación. Se recomienda que cada tres meses, o cuando se haya acumulado una cantidad considerable, sean donadas o vendidas como material reciclable.	Recipientes de almacenamiento de desechos	Inspección visual/ Registro fotográfico
4	Las piezas metálicas que ya no sean necesarias en la planta de beneficio, es decir, la chatarra, serán recogidas y guardadas en un área designada.	Lugar de almacenamiento de la chatarra	Inspección visual/ Registro fotográfico
5	El área de almacenamiento de las piezas metálicas, es decir, la chatarra, será debidamente cubierta y señalizada.	Sitio de almacenamiento de la chatarra	Inspección visual/ Registro fotográfico

Manejo de Residuos Peligrosos

1	Los desechos serán guardados en contenedores de tonalidad negra y se requerirá que estén debidamente etiquetados.	Recipientes de almacenamiento	Inspección visual/ Registro fotográfico
2	Se llevará a cabo la instalación de una bodega destinada para el almacenamiento, la cual deberá ser impermeabilizada y contar con una ventilación adecuada.	Construcción de la bodega de almacenamiento	Inspección visual/ Registro fotográfico
3	Los desechos deben ser transportados en recipientes seguros y debidamente identificados.	Transporte en recipientes seguros	Reporte transporte
4	Los desechos de productos químicos serán recolectados en tanques de 55 galones o en bolsas de plástico de alta densidad.	Recolección en Tanques de 55 galones	Inspección visual/ Registro fotográfico
5	Los contenedores vacíos de los productos químicos se devolverán a los proveedores o a un gestor autorizado.	Entrega de recipientes vacíos	Registros entrega

4.9.3. PC Plan de contingencias y atención a emergencias ambientales

Incluye las acciones a tomar en caso de que se produzcan eventos naturales o inducidos que puedan afectar las operaciones de la planta de beneficio y a las poblaciones cercanas, por lo que se deben establecer protocolos de respuesta rápida y eficiente, identificar el equipamiento mínimo necesario y designar a las personas responsables para hacer frente a cualquier eventualidad que pueda surgir.

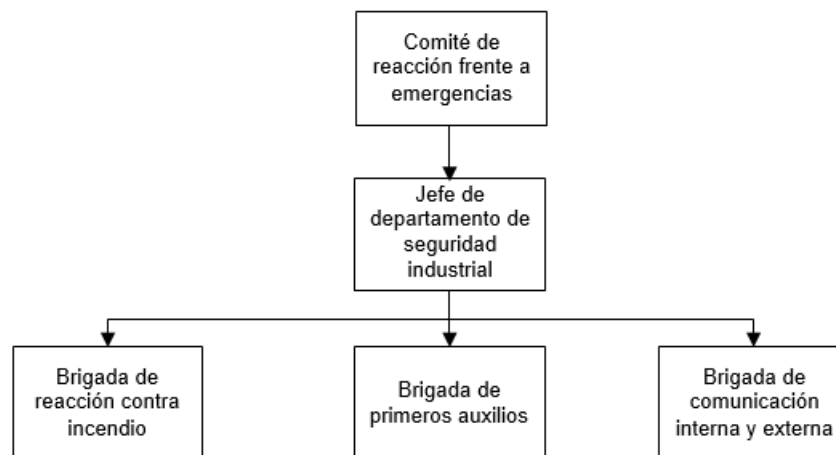
Responsables

El dueño de la planta de beneficio es la persona responsable de la aplicación del plan de contingencias y atención a emergencias ambientales.

Para la reacción frente a emergencias se debe conformar un comité el cual tiene como integrantes los trabajadores de la planta de beneficio y como líder coordinador de este comité será el de seguridad industrial.

Figura 39

División de los responsables de la planta de beneficio



Resumen de medidas

Tabla 73

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
Medidas generales			
1	Se detectarán áreas con un alto riesgo de incendios, explosiones y derrames de combustibles o productos químicos.	Realización de Identificación de riesgos	Matriz de identificación de riesgos
2	Se formará un comité de respuesta ante situaciones de emergencia	Comité de emergencias formado	Acta de Formación de comité
Derrames			
Medidas preventivas			
3	El suelo utilizado en las instalaciones de almacenamiento de combustibles y productos químicos en las bodegas será de un material impermeable, tal como el cemento.	Área desuelo cementado	Registro fotográfico e inspecciones
4	Para prevenir cualquier expansión en caso de derrames de combustibles, se debe construir un bordillo en la bodega de almacenamiento con una capacidad equivalente al 110% del volumen del tanque de mayor capacidad de almacenamiento.	Bordillo en construcción	Registro fotográfico Inspección visual
N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
5	Se edificará un bordillo en la bodega de productos químicos con una capacidad equivalente al 110% del volumen de almacenamiento de dichos productos químicos.	Bordillo en construcción	Registro fotográfico Inspección visual
6	En las instalaciones de almacenamiento de productos químicos y combustibles, se recomienda obtener un conjunto de mitigación de derrames que incluya arena o material sintético absorbente para controlar cualquier fluido derramado, además de contar con una pala y recipientes metálicos.	Adquisición de Material anti-derrame	Inspecciones documentadas
Acciones a ejecutar durante un derrame de productos químicos			
Productos químicos sólidos			
7	Se procurará evitar el contacto con líquidos	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame

8	Utilizar palas para recoger los productos y colocarlos en recipientes metálicos. Asegurarse de que los recipientes metálicos se mantengan en condiciones secas.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
Productos químicos líquidos			
9	Emplear el equipo de protección apropiado al realizar la limpieza del derrame.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
10	Establecer barreras físicas con el objetivo de evitar la propagación del derrame y prevenir principalmente la contaminación de cuerpos de agua.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
11	Aplicar arena o material absorbente sintético sobre el líquido derramado y permitir que dicho material absorba el derrame.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
12	Una vez que el derrame ha sido absorbido, utilizar palas para recolectar el material absorbente y colocarlo en recipientes metálicos.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
13	Proceder a cerrar herméticamente y etiquetar los recipientes que contienen el material, considerándolos como residuos peligrosos, y entregarlos a un gestor especializado en manejo de residuos peligrosos.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
14	Es importante evitar en todo momento utilizar agua para la limpieza del derrame.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
Acciones a ejecutar durante un derrame de combustible			
15	Proceder a cerrar la válvula de suministro de combustible.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
16	Desactivar todos los dispositivos eléctricos para prevenir la generación de chispas.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
17	Si se presenta una fuga debido a una fisura en los tanques de almacenamiento, es necesario sellar la fisura utilizando un material que sea resistente a explosiones.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame

18	Instalar obstáculos físicos para impedir la propagación del vertido.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
19	Aplicar un material absorbente, como arena o material sintético absorbente, para cubrir el derrame. Una vez que el derrame haya sido absorbido, recoger la arena o el material absorbente y colocarlo en recipientes metálicos, sellarlos y etiquetarlos. Estos residuos se considerarán como peligrosos.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
20	Después de recolectar el material absorbido, proceder a higienizar la zona donde ocurrió el derrame utilizando un detergente ecológico que sea biodegradable.	Realización de Protocolo de derrame	Registro documentado de derrame
Incendios			
Medidas preventivas			
21	Desarrollar un plan elemental de acción para hacer frente a situaciones de emergencia.	Manual de Reacción a emergencias elaborado	Documento: Manual de Respuesta a emergencias
22	Adquirir extintores y realizar inspecciones regulares para garantizar su estado óptimo.	# de revisiones realizadas / # de revisiones planeadas	Registro fotográfico y hoja de control de revisión
23	Instalar la señalización adecuada en el área donde se ubican los extintores.	Áreas de planta señalizada	Registro fotográfico
24	Garantizar que el acceso a los extintores y las mangueras se mantenga despejado.	Área libre para acceso a Extintores y mangueras	Inspecciones documentadas

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
25	Brindar formación al personal acerca del manejo de extintores y los procedimientos de actuación correspondientes.	Número de trabajadores capacitados	Hoja firmada de capacitador y Asistentes a Curso
26	Realizar un simulacro cada seis meses con el objetivo de instruir a los empleados sobre las acciones a seguir durante un incendio y el correcto uso de los equipos necesarios.	Número de simulacros realizados anualmente	Registro fotográfico y documental de simulacro

27	Mantener un listado con los números de teléfono de emergencia (como los bomberos, la policía nacional, la secretaría de riesgos y el hospital o centro de salud cercano) en un lugar visible y de fácil acceso.	Números de Teléfono de emergencia junto a teléfonos de planta	Registro fotográfico
28	Implementar sistemas de comunicación interna y externa, como alarmas, que permitan una notificación y coordinación inmediata durante situaciones de emergencia.	Instalación de alarma	Registro fotográfico de mecanismos de comunicación
Acciones a ejecutar durante un incendio			
29	Activar la señal de alarma a través de medios de comunicación internos.	Realización de Protocolo de incendio	Registro documentado de incendio
30	Interrumpir la provisión de energía eléctrica.	Realización de Protocolo de incendio	Registro documentado de incendio
31	Utilizar de manera oportuna los extintores y otros equipos disponibles para combatir el incendio.	Realización de Protocolo de incendio	Registro documentado de incendio
32	Realizar la evacuación de los trabajadores y vehículos de la planta, tanto de la zona de influencia directa como indirecta.	Realización de Protocolo de incendio	Registro documentado de incendio
33	En caso de que el incendio se propague, es necesario contactar a los organismos de emergencia (como los bomberos) utilizando los sistemas de comunicación previamente establecidos.	Realización de Protocolo de incendio	Registro documentado de incendio
34	En caso de producirse un accidente con trabajadores heridos o afectados en su salud, después de proporcionar los primeros auxilios, es necesario trasladarlos al centro de salud más cercano.	Realización de Protocolo de incendio	Registro documentado de incendio
Explosión			
35	Limitar el acceso a las áreas de almacenamiento de combustibles y productos químicos a través de señalización adecuada. Solo se permitirá el ingreso a dichas áreas a personal debidamente autorizado.	Bodegas señalizadas	Registro fotográfico de señalética

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
36	Instalar señalización dentro de las bodegas que indique claramente la prohibición de fumar.	Bodegas señalizadas	Registro fotográfico de señalética

37	Ubicar extintores en el área de las bodegas y asegurar que se mantenga un acceso despejado a los mismos.	Extintores colocados	Inspecciones documentadas y registro fotográfico
38	Es fundamental que el personal cuente con la capacitación necesaria en el uso de extintores y otros equipos contra incendios.	Número de personal capacitado	Acta de Asistencia de Trabajadores a capacitación
Equipos de control			
39	Es necesario que cada área cuente con extintores debidamente señalizados.	Adquisición de Extintores	Registro fotográfico
40	La planta se encargará de adquirir mangueras y baldes para hacer frente a los incendios.	Adquisición de Equipos contra incendios	Inventario de Equipos de emergencia
41	Realizar la compra de un kit de material antiderrame que incluya tierra o material absorbente sintético, palas y recipientes metálicos.	Adquisición de kit antiderrame	Inspecciones documentadas y registro fotográfico
42	Se procederá a obtener un botiquín que contenga medicamentos y suministros necesarios para brindar primeros auxilios al personal en caso de lesiones.	Adquisición de botiquín	Inspecciones documentadas
43	Como parte de los sistemas de comunicación interna para emergencias, se implementará la instalación de una alarma.	Alarma instalada	Registro fotográfico
Entrenamientos y simulacros			
44	Realizar la capacitación del personal para que estén preparados para implementar el programa de contingencia.	Número de trabajadores entrenados	Acta de Asistencia de trabajadores capacitados
45	Se llevarán a cabo simulacros semestrales que abarcarán situaciones de incendios, respuesta ante fenómenos naturales como terremotos e inundaciones, y evacuaciones.	Numero de simulacros realizados anualmente	Acta de Realización de simulacro

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
46	Elaborar un programa que contenga instrucciones detalladas sobre cómo utilizar correctamente los extintores y las mangueras.	Cronograma de Instrucciones a realizarse	Cronograma de Capacitación a trabajadores

47	Proporcionar capacitación sobre el control de derrames de productos químicos y combustibles.	Número de trabajadores capacitados	Acta de instrucción, firmada por responsable de brigada
Procedimientos de comunicación externa			
48	El comité de respuesta ante emergencias dispondrá del número de teléfono de los organismos de emergencia, como los bomberos, la secretaría de riesgos y los centros de salud.	Instalación de letreros junto a teléfonos	Registro fotográfico
49	Estos números de teléfono serán ubicados junto a los teléfonos existentes en la planta de beneficio para que todos los trabajadores puedan responder de manera rápida ante cualquier eventualidad.	Instalación de letreros junto a teléfonos	Registro fotográfico

4.9.4. PHSI - Plan de seguridad y salud en el trabajo

Comprende las normas internas de una empresa que buscan garantizar la seguridad y salud de sus empleados, incluyendo la difusión de estrategias relacionadas con estas normas. También se menciona que se considerarán todas las acciones requeridas por la legislación aplicable. Se requiere reducir de los riesgos laborales con el objetivo de proteger la salud y seguridad de los empleados y garantizar la seguridad de todas las actividades del proyecto. Se busca prevenir accidentes y siniestros que puedan causar daños a las personas, infraestructura y medio ambiente en general.

Responsable

Los responsables de velar por la salud y seguridad de su personal durante las actividades son todo el personal de la planta de beneficio hermanos Franks.

Resumen de las medidas

Tabla 74

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
Medidas Generales			
1	Medidas puesto de trabajo	#de medidas implementadas/# de medidas requerido	Registro documentado de las medidas del puesto de trabajo/ Registro fotográfico/ Inspección visual

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
----	--------	---------------------------	-----------------------

Medidas específicas
Medidas de Higiene en el trabajo
Primeros auxilios

2	Seleccionar grupos encargados de brindar primeros auxilios.	Equipo formado	Registro de equipos de primeros auxilios/ Registro fotográfico
3	Crear un equipo de respuesta de emergencias médicas.	Brigada de primeros auxilios formada	Acta de conformación de brigada / Registro fotográfico

Salud ocupacional

4	Realizar evaluación médica previa al inicio laboral a todos los empleados que se incorporen a la organización o entidad.	#de exámenes realizados / #de exámenes requeridos	Registro de exámenes médicos/ Registro fotográfico
5	Realizar evaluaciones periódicas a los empleados de la organización o entidad, basadas en el tipo de trabajo que realicen y en los riesgos laborales específicos a los que estén expuestos, siguiendo las disposiciones legales vigentes y teniendo en cuenta las recomendaciones de los avances técnicos en el campo.	#de exámenes realizados /# de exámenes requeridos	Historia clínica
6	Realizar charlas informativas de manera semanal para orientar a los empleados sobre salud laboral en el entorno de trabajo.	#de charlas implementadas /# de charlas requeridas	Registro de charlas / Registro fotográfico

7	Evaluar el estado de salud de los empleados y fomentar la mejora de las condiciones de salud.	Condiciones de salud establecidos	Registro de inspección documentada/Registro fotográfico
8	Investigar las condiciones ambientales en las que cada trabajador desarrolla sus labores.	% de enfermedades	Registro de inspección documentada/Registro fotográfico

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
9	Examinar los modos de acción de los agentes perjudiciales para los trabajadores en su entorno laboral.	% de enfermedades	Registro de inspección documentada
10	Identificar los síntomas tempranos de las enfermedades en los trabajadores, con el objetivo de prevenir su progresión, complicaciones y secuelas.	% de enfermedades	Historia clínica
11	Involucrarse de manera activa en la educación de los empleados sobre salud en el entorno laboral.	# de charlas realizadas / # de charlas requeridas	Registro de charlas / Registro fotográfico
Medidas de Seguridad Industrial			
Ropa de trabajo			
12	Provisión y utilización de indumentaria laboral.	# de ropa entregada/ # de ropa requerida	Registro de entrega de ropa de trabajo/ Registro fotográfico
Equipo de protección personal			
13	Suministro y utilización de dispositivos de protección personal.	# de equipo entregado/ # de equipo requerido	Registro de entrega de equipo de protección/ Registro fotográfico
Señalización			
14	Se instalará la señalización requerida conforme a la normativa pertinente.	# señalización colocada/ # de señalización requerido	Inspecciones documentadas y registro fotográfico

4.9.5. PCEA: Plan de capacitación y educación ambiental

El objetivo del programa de capacitación y educación ambiental es instruir al personal de la planta de beneficio en acciones específicas para permitir la conservación del medio ambiente.

Responsable

El responsable de la ejecución del plan de capacitación y educación ambiental es el Titular Minero de la planta de beneficio.

Resumen de medidas

Tabla 75

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
1	Realización de una capacitación anual dirigida a los trabajadores acerca de las mejores prácticas para el adecuado manejo de los desechos sólidos.	Número de capacitaciones dadas / # de capacitaciones planeadas	Hoja de registro de asistentes y capacitador
2	Realización de una capacitación anual enfocada en el manejo adecuado de los residuos peligrosos.	Número de capacitaciones dadas / # de capacitaciones planeadas	Hoja de registro de asistentes y capacitador
3	Implementación de un programa de capacitación centrado en el manejo seguro y adecuado de productos químicos.	Número de capacitaciones dadas / # de capacitaciones planeadas	Hoja de registro de asistentes y capacitador
4	Desarrollo de una capacitación enfocada en la correcta ejecución del programa de contingencias.	Número de capacitaciones dadas / # de capacitaciones planeadas	Hoja de registro de asistentes y capacitador
5	"Implementación de una capacitación integral en materia de seguridad y salud ocupacional en el entorno laboral.	Número de capacitaciones dadas / # de capacitaciones planeadas	Hoja de registro de asistentes y capacitador

6	Realización de una amplia socialización del plan de manejo ambiental con el objetivo de difundir y promover su conocimiento y comprensión.	Realización de Audiencia de socialización	Hoja de registro de asistentes y capacitador
7	Se mantendrá un registro documentado de todas las charlas y talleres llevados a cabo, que incluirá el tema de la capacitación, la fecha de realización, los nombres y firmas de los trabajadores que asistieron, así como la firma del capacitador.	Archivo con documentación de capacitaciones, charlas y talleres realizados	Formato de hoja de registro

4.9.6. PRC Plan de relaciones comunitarias

Este programa tiene como objetivo fortalecer la política comunitaria de la zona de influencia del proyecto minero, y con ello el normal desarrollo del proyecto de acuerdo al cronograma previsto. Se deben tomar medidas para comunicar el alcance del trabajo y las medidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales que puedan ocurrir.

Responsable

El Titular Minero es el responsable de la ejecución del presente programa, éste deberá agilizar la ejecución de las actividades establecidas.

Resumen de medidas

Tabla 76

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
1	Se realizarán presentaciones informativas dirigidas a los residentes cercanos a la Planta de Beneficio, así como a las escuelas y organizaciones locales, con el objetivo de informar sobre las actividades y las prácticas de gestión ambiental implementadas por la planta.	# de charlas realizadas / # de charlas planificadas	Actas de asistencia firmadas
2	Se emplearán trípticos o panfletos como medio de difusión del Estudio de Impacto Ambiental, enfatizando las medidas implementadas por la Planta de Beneficio para mitigar los impactos ambientales generados por sus actividades..	# de trípticos entregados	Registro documentado

	El titular minero se reunirá con los residentes de la comunidad ubicada en el área de influencia de la Planta de Beneficio para discutir acciones compensatorias. Durante la reunión, se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:		
3	<ul style="list-style-type: none"> • Escuchar las opiniones de los residentes acerca de la Planta de Beneficio. • Mitigar los posibles impactos que la Planta de Beneficio o sus trabajadores puedan tener en la comunidad. • Evaluar la viabilidad de emplear a los residentes de la zona en la Planta de Beneficio. 	# de reuniones realizadas / # de reuniones planificadas	Acta de reunión
4	La Planta de Beneficio se compromete a mantener una política de transparencia con la comunidad, asegurando su disposición para recibir y atender cualquier queja o sugerencia que puedan tener.	# de sugerencias o reclamos / semestre	Registro de sugerencias o reclamos
5	La Planta de Beneficio buscará apoyar a la comunidad durante eventos sociales, ya sea a través de ayuda económica o logística.	# de intervenciones /#número de eventos anuales	Registro documental y fotográfico de evento social

4.9.7. PmA - Plan de monitoreo y seguimiento ambiental

El objetivo de este programa es prevenir, controlar y reducir los posibles impactos ambientales negativos generados por las actividades de la planta de beneficio. A través del PmA (Programa de Monitoreo Ambiental), se verificará el cumplimiento de las medidas de mitigación, protección y prevención ambiental establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental.

Este programa sirve como herramienta para identificar debilidades en el sistema de gestión ambiental, lo que nos permite realizar actividades en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Responsable

El Titular Minero de la planta de beneficio será el responsable de que se cumpla este programa, el cual deberá contratar a un laboratorio acreditado para los diferentes monitoreos que se realizarán.

Resumen de medidas

Tabla 77

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

Nº	Medida	Indicador de Cumplimiento	Medio de Verificación
Medidas Generales			
1	Realización de monitoreos ambientales internos.	# de monitoreo Realizados/ Requeridos	Registro de Monitoreo
2	Se mantendrán registros de control para los diversos monitoreos que serán llevados a cabo.	# de registros Realizados/ Requeridos	Constancia Física
Medidas Específicas			
Monitoreo de calidad de agua del proceso			
1	Se llevará a cabo un monitoreo de la calidad del agua de proceso para asegurar que cumpla con los parámetros establecidos en la legislación ambiental vigente antes de su descarga en un cuerpo de agua dulce.	Parámetros dentro de la norma	Registro de Monitoreo
2	Los monitoreos de calidad de agua serán realizados de manera trimestral y se deberán presentar a la entidad de control correspondiente.	# de monitoreos realizados / # de monitoreos planificados	Registro de Monitoreo
Monitoreo calidad de aire			
1	El monitoreo de la calidad del aire se llevará a cabo de acuerdo con los lineamientos establecidos en la legislación aplicable.	# de monitoreo de calidad de aire Realizados/ Requeridos	Informe de laboratorio
2	Los monitoreos de calidad del aire se llevarán a cabo de forma anual.	Monitoreo Anual	Registro de Monitoreo
Monitoreo de Ruido			
1	Se llevará a cabo el monitoreo de ruido ambiental siguiendo los lineamientos establecidos para el monitoreo de ruido.	Realización del monitoreo ruido ambiental	Informe de laboratorio

2	"El monitoreo de ruidos continuos se llevará a cabo de acuerdo con las regulaciones establecidas en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.	Realización del monitoreo de ruidos continuos	Registro de Monitoreo
3	Se llevarán a cabo los monitoreos de ruido cada seis meses.	Monitoreo semestral	Informe de laboratorio
Monitoreo de lugares revegetados			
1	Será necesario realizar un seguimiento o monitoreo de las especies sembradas, así como de su establecimiento y crecimiento.	Realización del monitoreo	Registro de Monitoreo
2	Se llevará a cabo la supervisión y monitoreo del cumplimiento del Plan de Manejo.	Realización del seguimiento	Registro de Seguimiento

4.9.8. PCA: Plan de cierre y abandono

Este programa permite desarrollar un procedimiento para la desinstalación y transporte de todos los equipos e instalaciones antes de la evacuación de la planta de la planta de beneficio.

También dentro de este plan permite proponer un programa de monitoreo y rehabilitación del área intervenida después de haber removido cualquier tipo de equipos e instalaciones del lugar.

Responsable

El Titular Minero o representante legal de la planta será el responsable de la ejecución de este plan.

Resumen de Medidas

Tabla 78

Medida, acción a realizar, indicador, medio de verificación

N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
1	Proceder a la clausura de todos los accesos a la planta de beneficio y colocar la señalización adecuada.	# de accesos de la planta cerrados y señalizados	Inspecciones documentadas

2	Realizar la identificación y programación del desmontaje de los equipos que requieren ser desinstalados.	Planificación de Desmontaje de equipos	Cronograma de Desmontaje de equipos
3	Realizar un registro detallado de todos los equipos presentes.	# de equipos inventariados / # equipos existentes	Hoja de Inventario de equipos
4	Asegurarse de la inexistencia de material residual en los equipos sea el caso de efluentes	# de equiposrevisados	Inspecciones documentadas
5	Emplear el equipo de protección personal (EPP) adecuado durante el desmontaje de los equipos, incluyendo casco, guantes, chaleco y botas de seguridad.	# de trabajadores que Usan EPP/# trabajadores	Registro fotográfico
6	Los residuos resultantes del desarme de los equipos, como trapos con aceite y piezas inservibles, serán clasificados y tratados como residuos peligrosos.	Kg de residuos generados	Hoja de control de generación De residuos, Firmada por responsable del programa
N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
7	En caso de producirse algún derrame, se tomarán medidas como la colocación de barreras físicas para prevenir la propagación, la cobertura del derrame con material absorbente como arena o materiales sintéticos, la recogida del material absorbente con palas y su posterior disposición en contenedores metálicos. Por último, se etiquetarán los contenedores y se gestionarán como residuos peligrosos.	# de derrames / área	Registro fotográfico y documental de derrame
8	Realizar el traslado de los equipos e insumos hacia las nuevas instalaciones de la planta de beneficio	# de equipos transportados / # de equipos totales	Registro documental
9	El traslado de los equipos e insumos se planificará con antelación.	Cronograma de transporte	Cronograma de transporte
10	Los equipos serán transportados en vehículos apropiados que cumplan con todas las medidas de seguridad, como la señalización adecuada y la presencia de extintores.	# de vehículos con medidas de seguridad	Inspección documentada

11	<p>En caso de que existan excedentes de productos químicos utilizados en la planta de beneficio, se procederá a su comercialización con plantas de beneficio cercanas o con el proveedor de dichos productos. El transporte de los mismos se llevará a cabo según la norma INEN 2266:2000, la cual regula el transporte de productos químicos peligrosos.</p>	<p>Kg de residuos vendidos o transportados / Kg de residuos generados</p>	<p>Factura de venta de residuos</p>
12	<p>Se procederá a la demolición de las estructuras de la planta con el objetivo de reducir el impacto visual.</p>	<p># de estructuras Demolidas / # de estructuras totales</p>	<p>Registro fotográfico</p>
13	<p>También se demolerán las bases de las estructuras con el propósito de preparar el suelo para su posterior recuperación. En caso de que las bases sean difíciles de destruir, se considerará su entierro como una opción.</p>	<p># de estructuras demolidas / # de estructuras totales</p>	<p>Registro fotográfico</p>
14	<p>Durante el desmontaje de los equipos y la demolición de las estructuras, se instalará la señalización apropiada tanto dentro como en los alrededores de la planta.</p>	<p># de áreas señalizadas / # de áreas totales</p>	<p>Inspecciones documentadas y registro fotográfico</p>
15	<p>Se llevará a cabo la clasificación de los residuos en diferentes categorías, considerando su tipo, como reciclables (papel, cartón, plástico), comunes (residuos domésticos), peligrosos (trapos engrasados), chatarra y escombros.</p>	<p>Kg de residuos diferenciados / Kg de residuos generados</p>	<p>Hoja de control de manejo de desechos generados</p>
N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
16	<p>Los residuos sólidos que se contaminen durante la ejecución del programa de cierre y abandono serán descontaminados después de clasificarlos adecuadamente.</p>	<p>Kg de desechos generados / Kg de desechos contaminados</p>	<p>Hoja de control de manejo de desechos generados</p>
17	<p>Proceder a entregar los residuos reciclables a un gestor autorizado por la autoridad ambiental correspondiente.</p>	<p>Kg de residuos entregados a gestor / Kg de residuos generados</p>	<p>Hoja de control de entrega a gestor o reutilización</p>
18	<p>Las piezas inservibles de los equipos se clasificarán como chatarra y podrán ser entregadas a un gestor especializado en chatarra. En caso de que estas piezas hayan estado en contacto con los productos químicos utilizados en el proceso, se procederá a su descontaminación antes de entregarlas al gestor de chatarra.</p>	<p>Kg de chatarra entregada a gestor / Kg de chatarra generada</p>	<p>Hoja de control de entrega a gestor</p>

19	Los residuos comunes serán entregados a la empresa de recolección de residuos designada por la autoridad local correspondiente.	Kg de desechos comunes entregados a empresa de aseo / Kg de desechos generados	Hoja de control de entrega a empresa de aseo
20	Los escombros resultantes de la demolición de las estructuras de la planta serán depositados en los sitios designados y autorizados por la autoridad local correspondiente.	Kg de escombros generados y Dispuestos en escombrera	Registro de Manejo de escombros (generación, disposición final)
21	Se aplicará un tratamiento directamente en el lugar a la tierra contaminada.	Kg de tierra contaminada / Kg de tierra tratada	Registro validado de tratamiento de tierra
22	Los relaves serán removidos de sus respectivas piscinas y transportados hacia las relaveras temporales	Litros de relevés transportados	Hoja de control de transporte de relaves
N°	Medida	Indicador de cumplimiento	Medio de verificación
23	Rellenar las piscinas de relaves con tierra nueva.	# de piscinas recuperadas / # de piscinas totales	Registro Documental y fotográfico
24	Proceder a la limpieza del suelo en la zona donde se encuentra ubicada la planta de beneficio.	# de hectáreas limpias / # de áreas totales	Registro fotográfico e inspecciones documentada
25	Para el acondicionamiento de suelo afectado se plantará <i>Crotalaria incana</i> L. (cascabelillo)	Hectáreas de planta de beneficio con especies sembradas / Hectáreas totales	Hoja de control firmada por responsable de programa
26	Para revegetación se sembrará <i>Inga densiflora</i> Benth (guaba),	Hectáreas de planta de beneficio con especies sembradas / Hectáreas totales	Hoja de control firmada por responsable de programa
27	La técnica de siembra a realizar es la de tres boliches, es decir que los árboles estarán plantados a espacios de 3x3 metros	Hectáreas de planta de beneficio con especies sembradas / Hectáreas totales	Hoja de control firmada por responsable de programa
28	Efectuar el monitoreo del área revegetada hasta que la planta de beneficio este completamente recuperada.	# de monitoreos realizados / # de monitoreos planificados	Registro documentado de monitoreo

4.9.9. Cronograma valorado

La implantación del Plan de Manejo Ambiental para la Planta de Beneficio Hermanos Franks tiene un presupuesto referencial de \$ 22400 (dólares americanos).

Tabla 79*Presupuesto Plan de Manejo Ambiental*

PRESUPUESTO PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	COSTO (USD)
Presupuesto PPC	3400 \$
Presupuesto PMD	1500 \$
Presupuesto PC	2500 \$
Presupuesto PHSI	2500 \$
Presupuesto PCEA	1500 \$
Presupuesto PRC	800 \$
Presupuesto PmA	1300 \$
Presupuesto PCA	8900 \$
TOTAL	22400

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			CRONOGRAMA											PRESUPUESTO			
PLAN	No.	MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL	USD	
PPC	6	Técnicamente se instalará una fosa séptica para recoger las aguas residuales.		■												1000	
	9	Se procederá a la construcción de una bodega destinada a almacenar los tanques de combustible utilizados para la maquinaria, en caso de que sean necesarios en situaciones de emergencia. Esta bodega contará con una estructura cubierta, adecuada ventilación, y estará equipada con una fosa o dique impermeabilizado con una capacidad del 110% del combustible a almacenar. Además, se dispondrá del material absorbente necesario para actuar ante posibles derrames o goteos.				■										800	
	14	Se tomarán medidas para cubrir adecuadamente los materiales que puedan generar polvo o partículas en suspensión, sobre todo durante su transporte.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	300
	20	Se llevará a cabo una revisión y ajuste anual de los motores de la maquinaria para su mantenimiento y calibración adecuados							■								500
	36	Construcción de una bodega acondicionada para almacenar los productos químicos con un bordillo de capacidad de 110% del volumen de almacenamiento de los productos químicos			■												800
PRESUPUESTO PLAN DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CONTROL IMPACTOS															3400		

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			CRONOGRAMA												PRESUPUESTO
PLAN	No.	MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL
															USD
	5	Se cubrirá y se señalizará el lugar de almacenamiento de las piezas metálicas (chatarra)													500
PMD	-	Implementación de recipientes para almacenamiento temporal de desechos orgánicos, inorgánicos y peligrosos y fundas de color verde y azul													200
	2	Implementación de la bodega para almacenamiento de desechos peligrosos, este sitio deberá ser impermeabilizado y con ventilación adecuada.													800
PRESUPUESTO PLAN DE MANEJO DE DESECHOS															1500

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			CRONOGRAMA												PRESUPUESTO
PLAN	No.	MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL
															USD
	1	Se procederá a la identificación de los lugares que presenten un mayor riesgo de incendios, explosiones o derrames de combustibles o productos químicos.													0
	2	Establecimiento de un comité de respuesta ante situaciones de emergencia.													0
	21	Desarrollo de un protocolo elemental de actuación ante situaciones de emergencia.													0
	22	Adquisición de extintores y hacer revisiones periódicas para verificar el estado de los mismos.													650
	-	Colocación de la debida señalética en toda la planta.													300
PC	26	Realizar un simulacro cada seis meses con el objetivo de instruir a los empleados sobre las acciones a seguir durante un incendio y el correcto uso de los equipos necesarios.													800
	41	Realizar la compra de un kit de material antiderrame que incluya tierra o material absorbente sintético, palas y recipientes metálicos.													300
	42	Se procederá a obtener un botiquín que contenga medicamentos y suministros necesarios para brindar primeros auxilios al personal en caso de lesiones.													300
	43	Como parte de los sistemas de comunicación interna para emergencias, se implementará la instalación de una alarma.													150
PRESUPUESTO PLAN DE CONTINGENCIAS															2500

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			CRONOGRAMA												PRESUPUESTO
PLAN	No.	MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL
															USD
	3	Crear un equipo de respuesta de emergencias médicas.		■											0
PHSI	5	Realizar evaluaciones periódicas a los empleados de la organización o entidad, basadas en el tipo de trabajo que realicen y en los riesgos laborales específicos a los que estén expuestos, siguiendo las disposiciones legales vigentes y teniendo en cuenta las recomendaciones de los avances técnicos en el campo.									■				1000
	13	Suministro y utilización de dispositivos de protección personal	■												1500
PRESUPUESTO PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO															2500

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			CRONOGRAMA												PRESUPUESTO
PLAN	No.	MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL
															USD
PCEA	1	Realización de una capacitación anual dirigida a los trabajadores acerca de las mejores prácticas para el adecuado manejo de los desechos sólidos.	■												300
	2	Realización de una capacitación anual enfocada en el manejo adecuado de los residuos peligrosos.	■												300
	3	Implementación de un programa de capacitación centrado en el manejo seguro y adecuado de productos químicos.	■												300
	4	Desarrollo de una capacitación enfocada en la correcta ejecución del programa de contingencias		■											300
	5	Implementación de una capacitación integral en materia de seguridad y salud ocupacional en el entorno laboral.		■											300
	-	Capacitar al personal sobre el uso de extintores y procedimientos de actuación								■					
			PRESUPUESTO PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL												1500

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		CRONOGRAMA												PRESUPUESTO
PLAN	No. MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL
														USD
PRC	1													500
	2													300
	3													*
PRESUPUESTO PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS													800	

* El costo de las acciones compensatorias dependerá de los acuerdos realizados entre el titular minero y la comunidad.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			CRONOGRAMA												PRESUPUESTO
PLAN	No.	MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL
															USD
PmA	-	Se realizará monitoreos trimestrales de calidad agua de proceso			■			■				■		■	550
	-	Se realizará monitoreos anuales de calidad de aire						■							300
	-	Se realizará monitoreos de ruido cada seis meses				■						■			200
	-	Se realizará monitoreos trimestrales de revegetación		■				■			■			■	0
	-	Reuniones semestrales de seguimiento del cumplimiento de PMA.					■						■		200
	-	Presentación de informe de cumplimiento anual del PMA al MAE										■			50
	PRESUPUESTO PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL														1300

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			CRONOGRAMA												PRESUPUESTO	
PLAN	No.	MEDIDA A IMPLEMENTAR	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	COSTO TOTAL	
															USD	
	1	Proceder a la clausura de todos los accesos a la planta de beneficio y colocar la señalización adecuada														100
	8	Realizar el traslado de los equipos e insumos hacia las nuevas instalaciones de la planta de beneficio														1500
	12	Se procederá a la demolición de las estructuras de la planta con el objetivo de reducir el impacto visual.														800
PCA	20	Los escombros resultantes de la demolición de las estructuras de la planta serán depositados en los sitios designados y autorizados por la autoridad local correspondiente.														1500
	22	Los relaves serán removidos de sus respectivas piscinas y transportados hacia las relaveras temporales														2500
	23	Rellenar las piscinas de relaves con tierra nueva.														1000
	26	Revegetación con especies de la zona														1500
PRESUPUESTO PLAN DE CIERRE Y ABANDONO															8900	

CAPITULO V: SUGERENCIAS

5.1. Conclusiones

- Todos los planes, programas o sub-planes del PMA son importantes y estos deben considerarse de manera integral, cada uno cumple un papel fundamental para las acciones que se requieren para evitar(prevenir), reducir (mitigar), manejar (controlar), corregir y compensar los potenciales efectos ambientales perjudiciales, así como enfatizar los efectos positivos derivados de las actividades desarrolladas en el proyecto. Por lo tanto, para tener un plan de gestión ambiental eficaz cada plan tiene su importancia única para garantizar la sostenibilidad de un proyecto.
- El plan de Prevención, Mitigación y Control de Impactos es fundamental puesto que su objetivo principal es evitar o minimizar los impactos ambientales negativos que puedan generarse durante la ejecución de un proyecto y así precautelar el bienestar de las comunidades aledañas a la planta de beneficio como del medio ambiente. Es importante identificar los posibles riesgos y establecer medidas preventivas y de mitigación para minimizar los impactos en caso de que se presenten.
- El plan de monitoreo y seguimiento también es crucial, ya que permite prevenir, controlar o reducir los impactos negativos del proyecto y verificar si las medidas establecidas en los demás planes que estén funcionando de manera efectiva. De esta manera este plan permite realizar actividades en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, así mismo también posibilita realizar ajustes y mejoras en el plan de manejo ambiental para asegurar que se estén cumpliendo los objetivos de protección ambiental.
- Según las investigaciones llevadas a cabo en las zonas circundantes a la planta de beneficio, no hay evidencia de que las áreas estén perjudicando a la fauna, ya

que solo se han detectado especies generalistas que son menos sensibles y capaces de adaptarse a entornos perturbados, lo que ha permitido su supervivencia en las zonas que incluyen la planta. Sin embargo, se identifican posibles peligros ambientales relacionados con las instalaciones eléctricas, accidentes laborales, vertidos de productos químicos, liberación de hidrocarburos, y emisiones de líquidos, sólidos y gases que pueden causar contaminación ambiental.

- Según el estudio, se ha observado un nivel significativo de intervención humana en la zona. Aunque esta intervención ha sido gradual, se han identificado varios factores importantes, incluyendo la urbanización, el aumento de la población y la industrialización minera en la región. Adicional a ello, se concluye que tanto los trabajadores como la población necesitan recibir equipos, información y capacitación para minimizar la exposición a materiales nocivos. Es responsabilidad de los operadores proporcionar equipos de protección a los trabajadores y mantenerlos en buen estado.
- La piscina de relaves recibe el agua utilizada en el proceso de la planta y esta agua es recirculada para su uso en la misma planta, lo que implica que la Planta de Beneficio Hermanos Franks no emite ningún tipo de descarga contaminante.
- Se ha determinado que la zona de impacto físico directo de la Planta de Beneficio Hermanos Franks se limita a su ubicación, debido a que las actividades que se llevan a cabo allí tienen un efecto localizado. Por otro lado, la zona de impacto físico indirecto, siguiendo el mismo criterio, se extiende en un radio de 50 metros alrededor de la planta de beneficio.
- Se ha concluido que la planta de beneficio Hermanos Franks se encuentra en un terreno con baja sensibilidad ambiental, debido a que ha sufrido una intervención

significativa en el pasado.

- Se han implementado medidas de control para disminuir los riesgos ambientales mediante la elaboración de un plan de prevención, mitigación y remediación. Este plan incluye medidas específicas para la prevención de la contaminación del agua, del suelo, de la calidad del aire, del ruido y para el manejo adecuado de los combustibles.
- Después de evaluar los impactos ambientales generados por las actividades de la Planta de Beneficio, se ha observado que dichos impactos son de naturaleza moderada y compatible. No se ha encontrado evidencia de impactos severos o críticos. Con lo cual, es evidente que la planta de beneficio necesita establecer un plan ambiental efectivo. Sin embargo, también se requiere un compromiso social que incluya la construcción de escuelas, clínicas, suministro de agua potable, un sistema de tratamiento de aguas residuales, así como otros servicios sociales para los mineros, sus familias y las comunidades cercanas.

5.2. Recomendaciones

Tras cuantificar los impactos ambientales y las no conformidades identificadas en la Planta de Beneficio Hermanos Franks, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Es necesario llevar a cabo las actividades definidas en el plan de manejo ambiental previamente establecido, siguiendo el cronograma establecido para su ejecución.
- Es importante garantizar que todos los trabajadores de la Planta de Beneficio estén familiarizados con el plan de manejo ambiental.
- Es necesario llevar a cabo los monitoreos programados en el plan de manejo ambiental en las fechas establecidas, y presentar los informes correspondientes a la entidad de control según el tiempo estipulado en ley.
- Se deben reemplazar los equipos tecnológicos antiguos, ya que las plantas de beneficio cuentan con tecnología rudimentaria, lo que genera un impacto ambiental significativo en el cantón Portovelo.
- Actualizar el PMA de ser necesario cuando se presenten nuevas normas ambientales o actualización en las leyes gubernamentales, para esto se debe evaluar el desempeño ambiental, identificar nuevas oportunidades de mejora, involucrar a las partes interesadas y capacitar al personal. De esta forma, se puede garantizar que el plan de manejo ambiental esté actualizado y se cumpla con los estándares ambientales requeridos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ley Orgánica Reformatoria a la Ley de Minería, Registro Oficial - Órgano del Gobierno del Ecuador (2013). www.registroficial.gob.ec
- BCE. (2015). *La minería ecuatoriana*.
- Bertran, Y., Escudero, P., Arcos, A., & Alonso Cárdenas, J. (2017). Aspectos ambientales de la pequeña minería. ©Alianza Por La Minería Responsable 2017. <http://minasresponsables.org>
- Bordehore, C. (2020). *Problemas ambientales, problemas humanos*. <https://www.cervantesvirtual.com/obra/problemas-ambientales-problemas-humanos-983771/>
- Canter, L. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. <https://www.pdfdrive.com/manual-de-evaluaci%C3%B3n-de-impacto-ambiental-t%C3%A9cnicas-para-la-elaboraci%C3%B3n-de-los-estudios-de-impacto-e175331941.html>
- Carbotecnia. (2022, April 1). *Metales pesados en el agua, efectos en la salud y como eliminarlos*. <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/los-metales-pesados-en-el-agua/>
- Chauvin, D., Depraz, S., & Buckley, H. (2008). Saving energy in the oil and gas industry. *Society of Petroleum Engineers - 9th International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production 2008 - "In Search of Sustainable Excellence,"* 4, 1881–1890. <https://doi.org/10.2118/111937-MS>
- Cortés Andrade, A. (2014). *POTENCIALES ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS EN LA MINERÍA A GRAN ESCALA EN ECUADOR: UNA LECTURA A PARTIR DE LA EXPERIENCIA DE CHILE Y PERÚ* [FLACSO]. www.flacsoandes.edu.ec

- Daúl Naranjo, C. H. (2016). *Mitigación ambiental para la explotación minera artesanal en las riberas del río negro del sitio San Agustín cantón Santa Rosa* [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14845>
- Espinoza, I. (2020). *Explotación minera en Portovelo: manejo integral de relaves mineros para minimizar impactos ambientales* [UTMACH]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15584/1/TTFCS-2020-GEA-DE00004.pdf>
- García Hinojosa, E. E. (2016). *El impacto social de la minería a gran escala en el Ecuador* [Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/5355>
- Gobernación Chacabuco. (n.d.). *Toxicidad*.
- Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, Ma. T. (2002). Evaluación de impacto ambiental. In *Evaluation* (Vol. 1379, Issue 1091). Unalm. <https://doi.org/8484766438>, 9788484766438
- Griem-Kleen, S. (2016). *Exploraciones Mineras: Exploración y Prospección*. <https://www.geovirtual2.cl/EXPLORAC/TEXT/01-Introduccion-Exploraciones-Prospeccion.htm>
- GRN. (2021). *Estudio de Impacto Ambiental*. <https://www.grn.cl/estudio-de-impacto-ambiental.html>
- Grupo Antofagasta Minerals. (2012). *Etapas del Proceso Productivo de una Mina*. <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/04/01.-Etapas-del-Proceso-Productivo-de-una-Mina.pdf>
- Guaraca, L. (2021). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX – POST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES ARIDOS Y PÉTREOS BAJO EL REGIMEN ESPECIAL DE PEQUEÑA MINERÍA DE LA*

CONCESIÓN MINERA “PLAYA SECA 2”, CÓDIGO 101007.

<http://www.latroncal.gob.ec/WEB17/DASH/2022/CONSECCION-MINERA-PLAYA-SECA-II.PDF>

Isotools. (n.d.). *Principales Riesgos de La Industria Minera*. Retrieved August 13, 2022, from <https://www.isotools.org/2020/10/13/principales-riesgos-de-la-industria-minera/>

Lillo, J. (n.d.). *Impactos de la minería en el medio natural*. Retrieved August 13, 2022, from <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>

Martínez, A. (2014). *MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE EN COLOMBIA*.

Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Ecuador alcanzó el nivel de exportación minera mensual más alto en su historia en enero de 2022, con USD 271,85 millones*. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-alcanzo-el-nivel-de-exportacion-minera-mensual-mas-alto-en-su-historia-en-enero-de-2022-con-usd-27185-millones/>

Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2020). *Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero*.

Ministerio del Ambiente y Agua. (2020). *Guía Metodológica de Peritaje Ambiental - Herramienta para la reparación integral de daños ambientales*. <http://pras.ambiente.gob.ec/documents/228536/7411726/Gu%C3%ADa+Metodo+Metodol%C3%B3gica+de+Peritaje+Ambiental%2C%20segunda+edici%C3%B3n.pdf/6eb4da75-ca52-4249-9d52-8b331f5cb3d4>

Montaño, E. (2021). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA MITIGAR IMPACTOS GENERADOS POR LA EXPLOTACIÓN MINERA ARTESANAL EN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ*. Universidad Agraria del Ecuador.

- MTOP. (2016). *En la Cordillera de los Andes se encuentra el principal centro minero del Ecuador*. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/RE_Minias-Portoviejo.pdf
- Ochoa-Malhaber, C., Ochoa-Ochoa, D., Serrano-Guerrero, X., & Barragan-Escandon, A. (2022). Technical-economic comparison of microgrids for rural communities in the island region of Galapagos, Ecuador: Isabela Island case. *2022 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ARGENCON55245.2022.9939813>
- Petroenergía. (2021, April 7). *Consumo energético en plantas de beneficio mineral*. <https://www.petroenergia.info/post/consumo-energ%C3%A9tico-en-plantas-de-beneficio-mineral>
- Rea, A. R., Malte, V. J. P., & Cazares, L. J. T. (2017). Inversión extranjera y política minera en Ecuador. *Revista Publicando*, 4(12 (2)), 375–396. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/704>
- Sánchez, A. (2015). *El impacto de la minería en el distrito minero Zaruma-Pottovelo, y el manejo de los relaves producidos en las plantas de beneficio, ubicadas a lo largo de los ríos Calera y Amarillo de la cuenca binacional Puyango-Tumbes* [Universidad de Guayaquil]. <https://es.scribd.com/document/456103832/TESIS-ARTURO-SANCHEZ-2015>
- Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 - Toda una Vida*. <https://amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2018/05/PLAN-NAC-DE-DESARROLLO-2017-2021-ilovepdf-compressed-1.pdf>
- Serrano-Guerrero, X., Marín-Toro, B., Ochoa-Malhaber, C., & Barragán-Escandón, A. (2022). Impact of the incorporation of photovoltaics distributed generation in

- electric distribution grids in Ecuador. *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 20, 387–392. <https://doi.org/10.24084/REPQJ20.319>
- SGM. (2020, September 2). *Beneficio y transformación de minerales*. https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Beneficio-y-transformacion--minerales.html
- Silbergeld, E. K. (n.d.). TOXICOLOGIA - HERRAMIENTAS Y ENFOQUES. *Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo*. Retrieved August 13, 2022, from <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+33.+Toxicolog%C3%ADa>
- Suatunce, M. (2014). *Construcción de colector de aguas servidas, hidrante de agua potable en la Av. 25 de junio, de la Ciudad de Babahoyo, Provincia de Los Ríos*. <https://es.slideshare.net/ElvisTipan/7044314-3pdf>
- U.E.B. (2016). *Los minerales*.
- Uriarte, J. (2020, April). *Minería: qué es, tipos, consecuencias y características*. <https://www.caracteristicas.co/mineria/#ixzz7ZsqHTJME>
- Velandia, C. (2015). *INFORME SOBRE EL IMPACTO DE LA MINERÍA EN EL PAISAJE CULTURAL CAFETERO DE COLOMBIA 2011-2015*. https://www.researchgate.net/publication/274075213_INFORME_SOBRE_EL_IMPACTO_DE_LA_MINERIA_EN_EL_PAISAJE_CULTURAL_CAFETERO_DE_COLOMBIA_2011-2015
- Velasco, C. (2015). Contaminantes generados en la exploración y explotación minera, métodos de análisis y sus efectos ambientales [PUCE]. In *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/8654>

Vilela-Pincay, W., Espinosa-Encarnación, M., & Bravo-González, A. (2020). La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro. *Estudios de La Gestión: Revista Internacional de Administración*, 8, 210–228. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.8>

Anexos

- Flora del lugar



Ceiba pentandra



Cecropia litoralis



Annona muricata



Mimusops elengi L.



Ricinus communis



Bulbophyllum occultum

- Fauna del lugar



Furnarius leucopus



Leptotila sp.



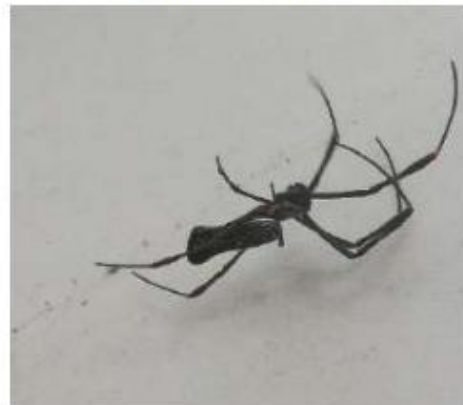
Cathartes aura



Crotophaga sulcirostris



Halysidota schausi



Nephila inaurata